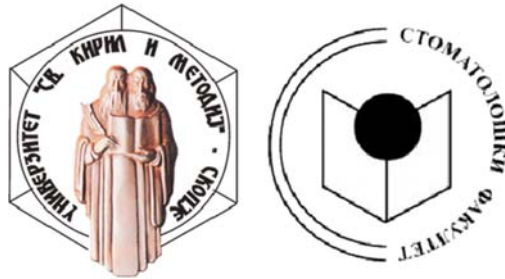


УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ – СКОПЈЕ

СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Катедра за стоматолошка протетика



Енис Ерол Шабанов

**КОМПАРАТИВНА ЕВАЛУАЦИЈА НА МЕХАНИЧКИ И ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА
НА ДВА ЕЛАСТОМЕРНИ ОТПЕЧАТОЧНИ МАТЕРИЈАЛИ**

Докторски труд

Скопје, 2024

Докторанд:

ЕНИС ЕРОЛ ШАБАНОВ

Тема:

КОМПАРАТИВНА ЕВАЛУАЦИЈА НА МЕХАНИЧКИ И ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА НА
ДВА ЕЛАСТОМЕРНИ ОТПЕЧАТОЧНИ МАТЕРИЈАЛИ

Ментор:

проф. д-р Сашо Еленчевски,

Стоматолошки факултет – Скопје

Комисија за одбрана:

проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ (претседател)

Установа од која доаѓа

проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,

Установа од која доаѓа

проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,

Установа од која доаѓа

проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,

Установа од која доаѓа

проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,

Установа од која доаѓа

Научна област: Стоматолошка протетика

Датум на одбрана:

КОМПАРАТИВНА ЕВАЛУАЦИЈА НА МЕХАНИЧКИ И ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА НА ДВА ЕЛАСТОМЕРНИ ОТПЕЧАТОЧНИ МАТЕРИЈАЛИ

АПСТРАКТ

Вовед: Фазата на земање отпечаток е рутинска процедура во сите гранки на стоматологијата, особено фиксната и мобилната протетика. За таа цел, во стоматолошката протетика најчесто се користат еластомерните материјали, особено адитивниот и кондензацискиот силикон. Едно од најглавните барани својства на овие материјали е да се димензионално стабилни сè до излевањето со гипс и по дезинфекцијата, со оптимални физички и механички својства, односно добра еластичност и флексибилност, оптимална способност за навлажнување и рок на траење (старење) без негова деградација.

Цел: Целта на нашиот труд беше да го истражиме влијанието на времетраењето на дезинфекцијата, продолженото време на излевање на димензионалната стабилност на два еластомерни материјали. Исто така, целта ни беше да го истражиме делувањето на дезинфекцијата на еластичноста, флексибилноста, навлажливоста и стареењето на овие материјали (недезинфицирани и дезинфицирани).

Применети научни методи и начин на работа: Во ова ин витро истражување беа вклучени еден адитивен и еден кондензациски силикон. Методот на дезинфекција го спроведовме со потопување во раствор од 0,5 % натриум хипохлорит. Примероците беа подготвени според препораките на ISO 4823:2021 и ISO 37:2017 стандардите.

Примероците за испитување на димензионалната стабилност беа поделени во 4 групи: 1 група во која беше проучуван ефектот на времетраење на дезинфекцијата од 15, 30, 60 мин. и 6 часа; во 2 група беше проучуван ефектот на одложеното излевање од 6 часа на дезинфицирани примероци; во 3 група беше проучуван ефектот на повторената дезинфекција на веќе дезинфициран отпечаток во ординација; 4 група ни послужи и како контролна група во која беше проучуван ефектот на одложеното излевање од 6 часа на недезинфицирани примероци. За мерење на димензионалните промени користевме дигитален микроскоп Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO 20x-300x со прецизност од 0,001 mm.

Еластичното обновување, напрегањето под компресија и отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформацијата на дезинфицираните и недезинфицираните примероци се проучувани со помош на апаратот Shimadzu 25T type AGX Determination of mechanical properties – additional equipment: for Compression testing (Model 34308095), во одредени временски периоди на примена на сила и оптеретување.

Навлажливоста на подготвените дезинфицирани и недезинфицирани примероци е евалуирана преку мерење на контактниот агол на капка вода на површината на полимеризируваниот примерок со инструментот See System E, Instrument for Contact angle measurement Determination of contact angle and surface energy со Software 7.0.

Ефектот на стареењето на примероците од двата еластомери и можната деградација е истражувана со нивно поставување во комора каде се одвиваше стареењето во реални услови. Карактеризацијата на примероците се вршеше со помош на FTIR-спектроскопија (FTIR spectrophotometer, Perkin Elmer, Spectrum 100).

Резултати:

Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на промените на димензионалната стабилност кај кондензацискиот силикон во сите временски точки (0,1588 % \pm 0,06; 0,2602 % \pm 0,01; 0,37802 % \pm 0,011; 0,5414 % \pm 0,008; 0,6140 % \pm 0,009; соодветно), односно се потврди значајна разлика меѓу секој пар временски точки.

Анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон потврди значајна разлика меѓу секој пар временски точки, со зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка (0,0746 % \pm 0,006; 0,1534 % \pm 0,010; 0,253 % \pm 0,008; 0,3958 % \pm 0,005; 0,4276 % \pm 0,008; соодветно). Во примероците со адитивен силикон беа регистрирани значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки.

Ефектот на одложено време на излевање од 6 часа на дезинфицираните примероци, значајно влијаеше на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон.

Анализата покажа значајно зголемување на димензионалните промени во сите временски точки кај кондензацискиот силикон (0,1610 % ± 0,006; 0,2558 % ± 0,005; 0,5122 % ± 0,009; соодветно). Кај адитивниот силикон беше регистрирано зголемување на просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во секоја последователна временска точка (0,0746 % ± 0,004; 0,1578 % ± 0,007; 0,3078 % ± 0,005).

Димензионалните промени на примероците со одложено време на излевање, значајно зависа од типот на материјал во сите временски точки ($p < 0,0001$), при што значајно помали димензионални промени беа добиени во групата отпечаточни примероци од адитивен силикон.

Втората дезинфекција, која се повтори 6 часа по првата, не предизвика каква било значајна димензионална промена. Кај кондензацискиот силикон воочено е незначајно зголемување за 0,002 % меѓу 6 часа и 6 часа и 15 минути од повторената дезинфекција, додека пак, кај адитивниот силикон исто така воочено е незначајно намалување за 0,005 % меѓу 6 часа и 6 часа и 15 минути ($p = 1,0$).

Во однос на ефектот на продолженото време на излевање на не дезинфицираните примероци (контролна група), одложено време на излевање на отпечатокот има значајно влијание на димензионалната стабилност кај не дезинфицираните материјали од кондензациски и адитивен силикон.

Кај кондензацискиот силикон, споредбите покажаа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени, односно промените во секоја последователна временска точка до 6 часа (0,1636 % ± 0,008; 0,2120 % ± 0,006; 0,2772 % ± 0,005; 0,3818 % ± 0,007; 0,5166 % ± 0,004; соодветно), а потоа намалување во следните 15 минути (0,5154 % ± 0,007). Кај адитивниот силикон, анализите покажаа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка до 6 часа (0,0766 % ± 0,005; 0,1244 % ± 0,005; 0,1716 % ± 0,007; 0,3046 % ± 0,004; 0,3444 % ± 0,005; соодветно), а потоа намалување во следните 15 минути (0,3422 % ± 0,004).

Во однос на ефектот на самото средство за дезинфекција, и двата материјали презентираа статистички значајни димензионални промени за времетраење на дезинфекцијата. Кај кондензацискиот силикон Ohasil L, за временскиот период од 15 минути имаме вредност од 0,048 %, за 30 минути: 0,104 %, за 60 минути: 0,160 %, а по 6 часа: 0,096 %. Истото се случи и кај адитивниот силикон Variotime L, но со помали вредности, односно за 15 минути: 0,029 %, за 30 минути: 0,079 %, за 60 минути: 0,091 %, а по 6 часа: 0,084 %.

Во однос на еластичното обновување, резултатите покажаа значајно влијание на ефектот на дезинфекцијата само во групата со кондензациски силикон, при што значајно помали промени во еластичното обновување беа измерени во групата со дезинфицирани примероци (не дезинфицирани: 98,578 наспроти дезинфицирани: 98,1726, $p < 0,00034$).

Значајно се разликуваа просечните вредности на напрегањето под компресија меѓу не дезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски силикон (не дезинфицирани: 4,4392 наспроти дезинфицирани: 4,1186, $p < 0,021$), но не и кај примероците од адитивен силикон ($p < 0,069$). Дезинфекцијата и типот на силикон немаа значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до кинење. Типот на материјал имаше значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација. Значајно помала отпорност на издолжување до деформација беше забележана кај примероците од кондензациски силикон (не дезинфицирани: 52,9721 наспроти дезинфицирани: 43,4796, $p < 0,05$). Споредбата на не дезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на добиените вредности за контактниот агол, покажа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Од резултатите добиени со FTIR-спектроскопијата, може да се согледа дека нема значајни разлики во споредените просечни вредности за деградација на проучуваните дезинфицирани и не дезинфицирани примероци по процесот на стареење.

Заклучок: Времетраењето на дезинфекцијата и одложено време на излевање на дезинфицираните и не дезинфицираните примероци имаше значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Во примероците со адитивен силикон беа регистрирани значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки. Повторената дезинфекција кај веќе дезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон не предизвика статистички значајни димензионални промени. Значајно влијание на ефектот на

дезинфекцијата на еластичното обновување е забележано само кај дезинфицираните примероци од кондензациски силикон. Значајна разлика на просечните вредности на напрегањето под компресија меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци имаме само кај кондензацискиот силикон. Просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон, не беше различна во голема мера. Добиените вредности за контактниот агол покажаа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Процесот на стареење кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од двата материјали немаше значајно влијание на деградацијата на материјалите.

Клучни зборови: отпечаточни материјали, адитивен силикон, кондензациски силикон, дезинфекција, димензионална стабилност, својства.

Enis Erol Shabanov

COMPARATIVE EVALUATION OF THE MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF TWO ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS

ABSTRACT

Introduction: The impression taking phase is a routine procedure in all branches of dentistry, especially in fixed and mobile prosthetics. For this purpose, elastomeric materials are most commonly utilized in dental prosthetics, especially additive and condensation silicone. One of the main required properties of these materials is that they are dimensionally stable until they are poured with plaster and after disinfection, with optimal physical and mechanical properties, i.e. good elasticity and flexibility, optimal wetting ability and due date (aging) without its degradation.

Objective: The objective of our paper was to investigate the influence of duration of disinfection, prolonged pouring time on the dimensional stability of two elastomeric materials. We also aimed to investigate the effect of disinfection on elasticity, flexibility, wettability and aging of these materials (both, non-disinfected and disinfected).

Applied scientific methods and working approach: One additive and one condensation silicone were included in this in vitro study. The disinfection method was conducted by immersion in a solution of 0,5 % sodium hypochlorite. The samples were prepared according to the recommendations of the ISO 4823:2021 and ISO 37:2017 standards.

The samples for examining the dimensional stability were divided into 4 groups: group 1 in which the effect of disinfection duration of 15, 30, 60 min and 6 hours was examined; in the 2nd group, the effect of a 6-hour delay on disinfected samples was examined; group 3 examined the effect of repeated disinfection of an already disinfected impression in the office; group 4 which also served as a control group in which the effect of delayed pouring time of 6 hours on non-disinfected samples was examined. To measure dimensional changes, we used a digital microscope Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO 20x-300x with an accuracy of 0,001 mm.

The elastic recovery, the stress under compression and the tensile strength resistance to tearing and the deformation of the disinfected and non-disinfected samples were examined by means of utilizing the device Shimadzu 25T type AGX Determination of mechanical properties - additional equipment: for Compression testing (Model 34308095) at certain periods of force application and loading.

The wettability of the prepared disinfected and non-disinfected samples was evaluated by measuring the contact angle of a drop of water on the surface of the polymerized sample with the instrument See System E, Instrument for Contact angle measurement Determination of contact angle and surface energy with Software 7.0,

The effect of the aging of the samples of the two elastomers and the possible degradation was investigated by placing them in a chamber where the aging took place in realistic conditions. The characterization of the samples was performed utilizing FTIR spectroscopy with (FTIR spectrophotometer, Perkin Elmer, Spectrum 100).

Results:

The post-hoc analysis with Bonferroni correction showed a significant increase in the dimensional stability changes in condensation silicon at all time points (0,1588 % \pm 0,06, 0,2602 % \pm 0,01, 0,37802 % \pm 0,011, 0,5414 % \pm 0,008, 0,6140 % \pm 0,009, respectively), that is, a significant difference was confirmed between each pair of time points.

The analysis of dimensional changes in the additive impression material group confirmed a significant difference between each pair of time points, with an increase in the mean value of dimensional changes at each successive time point (0,0746 % \pm 0,006, 0,1534 % \pm 0,010, 0,253 % \pm 0,008, 0,3958 % \pm 0,005, 0,4276 % \pm 0,008 %, respectively). Significantly smaller changes in dimensional stability were recorded in the samples with additive silicon at all time points.

The effect of the delayed pouring time of 6 hours on the disinfected samples significantly affected the dimensional stability of the condensation and additive silicone impression materials..

The analysis showed a significant increase in dimensional changes at all time points in condensation silicon (0,1610 % ± 0,006, 0,2558 % ± 0,005, 0,5122 % ± 0,009 %, respectively). With additive silicon, an increase in the average value of dimensional stability changes was registered at each successive time point (0,0746 % ± 0,004, 0,1578 % ± 0,007, 0,3078 % ± 0,005 %).

The dimensional changes of samples with delayed pouring time were significantly dependent on the type of material at all time points ($p < 0,0001$), with significantly smaller dimensional changes obtained in the group of impression samples made of additive silicone.

The second disinfection, repeated 6 hours after the first, did not cause any significant dimensional change. As for the condensation silicone, a non-significant increase of 0,002 % was detected between 6 hours and 6 hours and 15 minutes of repeated disinfection, while for additive silicone a non-significant decrease of 0,005% was also detected between 6 hours and 6.15 hours ($p = 1.0$).

With regard to the effect of extended pour time on non-disinfected samples (control group), delayed impression pour time had a significant effect on the dimensional stability of non-disinfected condensation and additive silicone materials.

In condensation silicon, the comparisons showed an increase in the average value of the dimensional changes in each successive time point up to 6 hours (0,1636 % ± 0,008, 0,2120 % ± 0,006, 0,2772 % ± 0,005, 0,3818 % ± 0,007, 0,5166 % ± 0,004, respectively), and then a decrease in the next 15 minutes (0,5154 % ± 0,007). For additive silicon, the analyzes showed an increase in the average value of the dimensional changes at each successive time point up to 6 hours (0,0766 % ± 0,005, 0,1244 % ± 0,005, 0,1716 % ± 0,007, 0,3046 % ± 0,004, 0,3444 % ± 0,005 %, respectively), and then a decrease in the next 15 minutes (0,3422 % ± 0,004).

Regarding the effect of the disinfectant itself, both materials presented statistically significant dimensional changes throughout the duration of the disinfection. With Oxasil L condensation silicone, for the time period of 15 min 0,048 %, for 30 min. 0,104 %, for 60 minutes 0,160 %, and after 6 hours 0,096 %. The same thing happened with the additive silicone Variotime L, but with lower values, for 15 minutes 0,029 %, for 30 minutes 0,079 %, 60 minutes 0,091 %, and after 6 hours 0,084 %.

Pertaining to elastic recovery, the results showed a significant influence of the effect of disinfection only in the condensation silicone group, with significantly smaller changes in elastic recovery being measured in the group of disinfected samples (undisinfected 98.578 vs disinfected 98.1726, $p < 0,00034$).

The mean compressive stress values were significantly different between the non-disinfected and disinfected condensation silicone impression samples (undisinfected 4.4392 vs disinfected 4.1186 $p < 0,021$, but not for additive silicone samples $p < 0,069$). Disinfection and type of silicone had no significant effect on resistance to tensile strength to tear. The type of material had a significant impact on the tensile strength resistance to deformation. A significantly lower resistance to elongation to deformation was observed in the condensation silicone samples (non-disinfected 52.9721 vs disinfected 43.4796, $p < 0,05$). The comparison of the non-disinfected and disinfected impression samples of condensation and additive silicone in terms of the obtained values for the contact angle, showed an insignificant impact on the effect of disinfection in both materials. From the results obtained with FTIR spectroscopy, it can be observed that there are no significant differences in the compared average values for degradation of the examined disinfected and non-disinfected samples after the aging process.

Conclusion: The duration of disinfection and delayed pouring of disinfected and non-disinfected samples had a significant effect on the dimensional stability of condensation and additive silicone impression materials. Significantly smaller changes in dimensional stability were recorded in the samples with additive silicon at all time points. Repeated disinfection of already disinfected additive and condensation silicone samples did not cause statistically significant dimensional changes. A significant influence of the disinfection effect on the elastic recovery was observed only in the disinfected condensation silicon samples. The mean **compressive stress** values between the non-disinfected and disinfected impression samples differed significantly only for the condensation silicone. The mean value of tensile strength resistance to **tear** of non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression materials was non-significantly different. The obtained values for the contact angle showed an insignificant influence of the disinfection effect in both materials. The aging process in disinfected and non-disinfected samples of both materials had no significant influence on the degradation of the materials.

Key words: impression materials, additive silicone, condensation silicone, disinfection, dimensional stability, properties.

БЛАГОДАРНОСТ

Посебна благодарност до мојот ментор, проф. д-р Сашо Еленчевски, за несебичниот ангажман, разбирање и постојаните совети и консултации, како и за максималната поддршка и посветеност за реализација на оваа научна студија.

Голема благодарност до проф. д-р Јадранка Гилев за несебичната помош, реализирање на идејата, советите и консултациите, разбирањето и поддршката. Благодарност за нејзината постојана подготвеност и расположеност во секое време да одговори на моите барања околу научниот труд.

Голема благодарност до проф. д-р Бети Зафирова од Институтот за биостатистика за ангажманот во полето на статистичката анализа и обработка на податоците со кои се овозможи транспарентно и квалитетно презентирање на резултатите.

Бескрајна благодарност на моето семејство за разбирањето и поддршката која ми ја дадоа, особено на Марија за безрезервната поддршка и помош околу реализацијата на овој докторски труд.

ИЗЈАВА

Изјавувам дека докторскиот труд го изработив самостојно, дека уредно ги цитирам сите користени извори и литература, и дека трудот не е користен во рамките на други универзитетски студии или за стекнување на друго звање.

Своерачен потпис на докторандот



ИЗЈАВА

Изјавувам дека електронската верзија на докторскиот труд е идентична со отпечатениот докторски труд.

Потпис на авторот, с.р.



СОДРЖИНА

1. ВОВЕД.....	12
2. ПРЕГЛЕД НА ДОСТИГНУВАЊАТА ВО ДАДЕНАТА НАУЧНА ОБЛАСТ ПОВРЗАНИ СО ПРЕДМЕТОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕ	15
3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ	38
4. ПРИМЕНЕТИ НАУЧНИ МЕТОДИ И НАЧИН НА РАБОТА	39
4.1. Материјал.....	39
4.2. Ин витро испитувања.....	39
4.2.1. Испитување на димензионалната стабилност	39
4.2.2. Тест за испитување на еластичното обновување	42
4.2.3. Тест за испитување на флексибилноста – напрегање под компресија.....	44
4.2.4. Тест за испитување на отпорноста на јачина на истегнување до кинење	45
4.2.5. Мерење на контактен агол – хидрофилност, хидрофобност и површинска енергија	46
4.2.6. Испитување на стареењето на материјалот во контролирани услови на температура и влажност; FTIR-спектроскопија	49
5. ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НИВНО ЗНАЧЕЊЕ	52
5.1. Резултати од истражувањето на димензионалната стабилност	52
5.2. Резултати од испитувањето на еластичноста и флексибилноста	81
5.3. Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста (хидрофилност)	93
5.4. Резултати од стареењето во реални услови и деградација	98
6. ПРИМЕНА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО И МОЖНИ НАСОКИ ЗА НАТАМОШНО ИСТРАЖУВАЊЕ.....	102
6.1. Димензионална стабилност.....	103
6.2. Еластичност и флексибилност	125
6.3. Навлажливост (хидрофилност).....	138
6.4. Стареење во реални услови и деградација	146
7. ЗАКЛУЧОК.....	156
ЛИТЕРАТУРА.....	158
БИОГРАФИЈА.....	171
АВТОРЕЗИМЕ НА ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА.....	173
DOCTORAL DISERTATION SYNOPSIS	205

КРАТЕНКИ

ADA – Американска дентална асоцијација

VPES – Хибриден еластомер, винил полиетер силикон

VPS – Винил полисилоксан

VSE – Винил силоксанетер

PE – Полиетер

FTIR – Фуриеова трансформација на инфрацрвена спектроскопија

ATR-FTIR – спектроскопија на инфрацрвена трансформација на Фурие со атенуирана вкупна рефлексija

IR – Ramан/Раман или инфрацрвена спектроскопија

RTV – Полимеризирани силикони на собна температура без примена на топлина

1. ВОВЕД

Примарна цел на стоматолошкиот тим е воспоставување и одржување на правилна функција и естетика на стоматогнатниот систем со реставрација на оштетени или изгубени заби, како и на тврдите и меки ткива на усната шуплина. Протетските реставрации треба да бидат максимално усогласени со состојбата во устата на пациентот. Процесот на изработка на овие протетски реставрации диктира нивна индиректна реализација во заботехничка лабораторија и затоа потребно е состојбата во усната шуплина што попрецизно да се пренесе на работен модел од гипс за да може забниот техничар преку сите фази на процесот на изработка да добие финален производ, односно коректно изработен протетски надоместок. Успехот на протетската рехабилитација зависи од мноштво фактори кои вклучуваат висок степен на прецизност во клиничките и во лабораториските процедури. При изработка на секој протетски надоместок треба да се почитуваат пропишаните правила и принципи за секоја фаза од изработката. Секоја грешка направена во која било од фазите неминовно нè враќа назад, а понекогаш сме принудени процесот да го отпочнеме одново што претставува проблем за терапевтскиот тим, а и за самиот пациент. Самото планирање на протетската рехабилитација многу често изискува земање отпечаток за студио-модел, а уште позначајно е кога треба да земеме отпечаток за дефинитивната реставрација како прва фаза од изработката. Фазата на земање отпечаток е рутинска процедура во сите гранки на стоматологијата, особено фиксната и мобилната протетика [1].

Основна цел и намена на дефинитивниот отпечаток е да ја сними и пренесе ситуацијата на сите опфатени структури во усната шуплина во заботехничката лабораторија каде од него ќе се излее работен модел на кој ќе се изработи протетската реставрација [2, 3, 4].

Целта на отпечатокот е да се добие прецизен и димензионално стабилен „негатив“ од кој по излевање со гипс ќе се добие прецизен работен модел [5].

За таа цел, во стоматолошката протетика се користат голем број современи отпечаточни материјали со различни својства кои се карактеризираат со свои предности и недостатоци. Пред сè, материјалот за отпечаток мора да биде безбеден за пациентот и лекарот. Подготовката на материјалот треба да биде според упатството на производителот за да се постигне негова хомогеност. Вака подготвениот материјал лесно се нанесува на лажицата за отпечаток и добро се адаптира на ткивата од кои се зема отпечатокот. Материјалот треба лесно да се отстранува од усната шуплина и целосно да се врати по деформацијата и да го надмине третманот за дезинфекција. По отстранување на отпечатокот од устата, па сè до неговото излевање, важно е во какви услови е складиран и колку време бидејќи потребно е да ја задржи својата димензионална стабилност што е можно подолг временски период. Самото излевање на отпечатокот треба да овозможи добивање точен модел со мазни површини без порозности. По стврднувањето на гипсот, отпечатокот треба лесно да се одвои од гипсениот модел без да го оштети. Сепак, и покрај големиот избор на отпечаточни материјали, не можеме со сигурност да кажеме дека е пронајден совршен материјал кој со своите својства ќе одговори на сите наши барања. Отпечаточниот материјал во пластична состојба се внесува во устата на пациентот со соодветна лажица, а стврднувањето се одвива со самата полимеризација [6].

Едно од најглавните барани својства на отпечаточниот материјал е неговата димензионална стабилност, својство кое овозможува димензиите на земениот отпечаток

да останат непроменети (стабилни) сè до неговото излевање со гипс. Исто така, за да остане стабилен, тој треба да биде отпорен на влијанието на средината во која е складиран до излевањето (сушење и влага), да не произведува нуспроизводи како резултат на полимеризацијата и да не влегува во реакција со средството за дезинфекција. Клинички, треба да биде димензионално стабилен, со оптимални физички и механички својства, односно добра еластичност и флексибилност (отпорност на јачина на истегнување до кинење, напрегање под компресија, соодветно еластично закрепнување), оптимална способност за навлажнување и подолг век на траење, без негова деградација.

Еластомерите се најчесто користените материјали во секојдневната стоматолошка клиничка пракса за прецизно снимање и репродукција на морфологијата на забите и околните меки ткива. Тие најчесто се применуваат како дефинитивни отпечатоци во фиксната протетика заради способноста да репродуцираат фини детали, добри физички и механички својства, што резултира со подобрен квалитет на гипсените модели [7, 8, 9].

Едноставната и брза подготовка, пријатниот мирис и тактилен комфор за пациентот, заедно со компатибилноста со гипсот, ги позиционира како едни од најпогодните материјали за земање отпечаток [10].

Постојат четири вида на еластомери кои се користат како материјали за отпечаток: полисулфиди, кондензациски силикони, адитивни силикони и полиетери [11].

Во современата стоматолошка пракса, најчесто за земање отпечатоци се користат силиконите, меѓу кои најпознати се адитивните и кондензациските силикони заради нивните одлични механички и физички својства, и доброто прифаќање од страна на пациентот.

Кондензациските силикони се полимери добиени од полидиметилсилоксан и се полимеризираат со реакција на кондензација при која се ослободува алкохол. Ова води до континуирана контракција со текот на времето. Тие се состојат од основна молекула, диметилсилоксан (силиконски полимер) со метални оксиди и силика во прав додадени за да се зголеми густината. Овие супстанции реагираат при додавање активатор во вид на течност или паста. За време на реакцијата на кондензација се ослободуваат испарливи материи (алкохоли). Кондензациските силикони имаат одлични механички карактеристики, вклучително и многу висока еластичност, флексибилност што им овозможува да ги надминат поткопаните простори без да претрпат значајна или трајна деформација. Тие исто така се евтини за купување, особено во споредба со адитивните силикони и други еластомери. Сепак, тие имаат и свои недостатоци. Впрочем, нивната димензионална стабилност е послаба отколку кај адитивните силикони. Контракцијата е предизвикана од ослободување на молекули на алкохол како нуспроизвод од реакцијата на кондензација. Хидрофобноста, исто така, може да биде недостаток ако теренот не е совршено чист и има траги од плунка или крв. Употребата на високохидрофобен материјал во такви услови може да создаде отпечаток со микроскопски дефекти (меурчиња) особено во пределите во близина на гингивалниот сулкус. Како што е потврдено во многу извори на литература, отпечатоците од кондензациски силикон ќе можат да дадат точни резултати само под услов пределот кој се отпечатува да биде сув и да не поминат повеќе од 30 минути до излевањето со гипс [12, 13].

Адитивните силикони се поливинил силоксани и се полимеризираат при реакција на полиадиција која не вклучува ослободување нуспроизводи. Ова значи дека

адитивните силикони имаат одлична димензионална стабилност. Тие се разликуваат од кондензациските силикони по тоа што процесот на полимеризација се активира со додавање катализатор. Процесот е резултат на вкрстено поврзување меѓу винилните групи на полимерот и силиконските групи активирани со катализатор на платинска сол (хлороплатинска киселина). За разлика од реакцијата на кондензација, таа не генерира нуспроизводи на адитивни силикони. Според тоа, димензионалната стабилност е многу поголема отколку во случајот со кондензациските и полисулфидните еластомери. Подготовката на овие силикони се одвива со помош на касети за автоматско мешање (рачно управувани од диспензерот) и системи за автоматско мешање (електрично управувани) со кои се добива хомогена, совршено пропорционална мешавина без меурчиња, давајќи му на материјалот подобар квалитет. Поливинил силоксаните поседуваат добри механички својства. Својството на еластичното обновување и димензионалната стабилност е најдобро од сите еластомери. Како и кондензациските силикони, и адитивните силикони се природно хидрофобни. Затоа е важно да се одржува суво и чисто поле бидејќи трагите од крв или плунка можат да предизвикаат дефекти. Во последните години, со додавање сурфактанти, производителите се обидуваат да произведат повеќе хидрокомпатибилни адитивни силикони за употреба во влажни области, како што е гингивалниот сулкус, а со тоа да создадат силикон со подобро својство на навлажнување без да станат хидрофилни и со тоа да се избегне феноменот на апсорпција кој го поседуваат хидрофилните материјали [14].

Механичките и физичките својства на отпечаточните материјали се многу важни за точноста на протетската реставрација. Секогаш како императив се наметнува потребата да се обезбеди прецизна копија на меките и тврдите структури од усната шуплина и да се добие прецизен модел на кој ќе се изработи протетската конструкција. Прегледот на литературата го потврди недостатокот на стандардизација на методологиите применети во истражувањата. Нивната голема разновидност е поттикнувачки фактор за изработка на овој труд.

Од овие причини, **предмет на истражувањето** во докторската дисертација, пред сè, беа одредени квалитативни и квантитативни испитувања за евалуацијата на промените на димензионалната стабилност на два еластомерни материјали, адитивен и кондензациски силикон под влијание на ефектот на времетраењето на дезинфекцијата и одложеното излевање на отпечатоците врз нивната димензионална стабилност. Покрај тоа, со цел да се обезбеди сеопфатен увид, споредивме и одредени физички и механички својства на овие два материјали. Во таа смисла, предмет на истражувањето беше да се истражи ефектот на дезинфекцијата на еластичноста и флексибилноста (еластичното обновување, отпорноста на јачината на истегнување до кинење, напрегањето под компресија), навлажливоста (хидрофилноста), стареењето и деградацијата на материјалот во контролирани услови (температура, влажност и UV-зрачење) кои можат под одредени околности да влијаат на нивните својства.

2. ПРЕГЛЕД НА ДОСТИГНУВАЊАТА ВО ДАДЕНАТА НАУЧНА ОБЛАСТ ПОВРЗАНИ СО ПРЕДМЕТОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Успехот на протетската рехабилитација зависи од мноштво фактори кои вклучуваат висок степен на точност во клиничките и лабораториските процедури. Земањето на отпечаток претставува еден од важните фактори за точноста на протетската реставрација. Идеалниот материјал за отпечатување треба да поседува својства, како што се соодветна пластичност, оптимално работно време, кратко време на стврднување, добра димензионална точност, оптимална еластичност, флексибилност, хидрофилност и долг век на траење без да се деградира. Материјалот мора да биде отпорен на притисокот, деформацијата и влијанијата од околината, не смее да има нуспроизводи како резултат на полимеризација или да реагира со средствата за дезинфекција. Бидејќи отпечатокот и моделот не можат да бидат целосно идентични со ситуацијата во усната шуплина на пациентот, неопходно е материјалот за отпечаток да покаже максимална точност. Точноста на материјалот зависи од неговите реолошки својства, кои му овозможуваат да има доволно низок вискозитет за да ги отпечати и најмалите детали од устата. По стврднување на материјалот при неговата дезинфекција и складирањето до излевање, промените на димензиите мораат да бидат незначайни бидејќи димензионалната стабилност е исклучително важно својство на отпечатокот. Под димензионална стабилност на стоматолошките отпечаточни материјали се подразбира способноста за снимање и на најмалите детали, но истото да не биде засегнато од времето и од дезинфекцијата, со што е овозможено успешно излевање и можност да се добие точен и прецизен гипсен модел [15, 16].

Оваа карактеристика е суштинско барање на стоматолошките ординации и заботничките лаборатории [17]. Врз димензионалната стабилност влијаат нуспроизводите кои се јавуваат како резултат на полимеризацијата, како и средствата за дезинфекција, деформацијата, притисокот и температурата при транспорт, одложеното време на излевање, дебелината на слојот на материјалот со кој го земаме отпечатокот. Во литературата, за евалуација на димензионалните промени на еластомерните отпечаточни материјали, применувани се различни директни методи со мерење на самите отпечатоци и индиректни методи со мерење на гипсените модели излеани од отпечатоците. Резултатите од овие истражувања обезбедуваат податоци или информации за соодветни физички и хемиски својства на материјалот кои можат да се применат во клиничката и лабораториската пракса.

Прецизноста и стабилноста на еластомерите се тестирани во зависност од времето поминато од моментот на одвојување на отпечатокот од устата до неговото излевање во работен модел во неколку временски интервали. Тестирани се и различни техники на отпечатување.

Тејо и сораб. [18] во своите истражувања ја испитувале временската зависност на линеарната димензионална стабилност на два еластомерни материјали подготвени со помош на калап од не'ргосувачки челик според спецификацијата бр. 19 на Американското стоматолошко здружение (ADA). Растојанието меѓу две паралелни линии било мерено во различни временски интервали од 1, 24, 48 и 72 часа по полимеризацијата, со помош на микроскоп. Резултатите покажале значајна разлика меѓу димензионалната стабилност на двата материјали во различни интервали со вредност $p < 0,05$.

Simunovic и Delic [19] ја истражувале димензионалната стабилност кај два вида кондензациски силикони, конвенционален кондензациски силикон Xantopren L и Xantopren L кој се полимеризира на собна температура, кога се подготвуваат во различни услови (мешани рачно или механички, со и без додавање на 3 капки вода) и од времето поминато до излевање. Проучуваните силиконски материјали покажале значајна контракција која се зголемила со временскиот период на траење на одложено излевање, без разлика како е подготвен материјалот. Авторите заклучиле дека кондензациските отпечаточни материјали треба да се излеваат со гипс во што е можно пократок временски интервал по отстранувањето од устата.

Во една студија на Aivatzidou и сораб. [20] споредувана е димензионалната стабилност на поливинил силиоксан, полиетер и винил етер силиоксан, кои биле складирани на собна температура во времетраење од 24 часа. Сите тестирани материјали покажале контракција на полимеризираниот материјал за време на складирањето од 24 часа. Најголема промена на димензиите покажал поливинил силиоксанот, а најмала, полиетерот. Сите вредности биле под пропишаните вредности на стандардите ISO 4823 и ADA-спецификацијата број 19.

Aalaei и сораб. [21] ја испитувале димензионалната стабилност на два адитивни силиконски отпечатоци во различни временски интервали на одложено излевање. Димензиите биле мерени со стерео микроскоп по 1, 24 и 168 часа на излеани модели од овие отпечаточни материјали. Сите излеани модели биле поголеми од измерените вредности на стандардниот калап од кој е земен отпечатокот, но промените на димензиите на двата материјали за отпечатоци биле во согласност со стандардното ограничување на ADA во сите временски интервали.

Martins и сораб. [22] вршеле проценка на димензионалните промени на четири вида еластомери кои биле складирани во времетраење од една недела. Од добиените резултати на нивното истражување, авторите заклучиле дека, проучуваните материјали можат да се чуваат една недела без ризик од клинички значајни димензионални промени.

Во студијата на Oliveira и сораб. [23] направени се истражувања со цел да се потврди ефектот на алтернативните техники за мерење на линеарната димензионална промена на примероците добиени со различни отпечаточни материјали, при што се користел калап од не`рѓосувачки челик со три линии. По полимеризацијата, примероците биле складирани 30 минути, потоа биле измерени со помош на микроскоп, дигитален мерач на дебелина и дигитален фотоапарат. Според резултатите од оваа студија, може да се заклучи дека дигиталниот мерач на дебелина не е сигурен метод за проценка на димензионалната прецизност. Мерењето со помош на дигитален фотоапарат е прецизен метод за проценка на димензионалната промена.

Споредба на димензионалните промени на три различни еластомерни отпечаточни материјали по излевање на истите во различни временски интервали, направиле Al Named и сораб. [24], користејќи тридимензионален (3D) ласерски скенер и софтверска програма за слики. Сите еластомерни отпечаточни материјали по еден час и еден ден покажале мали незначајни промени на димензиите во однос на измерените и споредени просечни вредности од стандардниот модел од кој е земен отпечатокот.

Стоматолозите во секојдневната пракса често ги претпочитаат силиконските материјали бидејќи тие се карактеризираат со добри физички својства и закрепнување при отстранувањето од усната шуплина, како и можност за излевање до 1 недела со само мали промени во нивната димензионална стабилност, проценета на 0,3 % [25].

Во една студија, точноста на димензиите била оценета од Singer и сораб. [26] преку анализа на гипсените модели излеани од отпечатоци на хибриден еластомер VPES, полиетер и адитивен силикон VPS, земени од метален калап. Анализата е спроведена со помош на дигитална рефлексна камера и добиени дигитални слики со висока резолуција. Добиените резултати покажале дека кај хибридниот еластомер VPES е воочена поголема димензионална стабилност за разлика од PE, но не е толку прецизен како адитивниот силикон VPS.

Karaaslan и сораб. [27] ја истражувале димензионалната стабилност во зависност од времето на складирање и излевање на три различни еластомерни отпечаточни материјали, винил полиетер силикон, винил полисилоксан и полиетер, преку микро компјутеризирана томографија. Подготвени се 30 примероци од тефлонски калапи. Примероците биле скенирани на 1 час, 24 часа, 7 и 14 дена. На 3D-моделите во горенаведените временски интервали биле спроведени волуметриски мерења и биле пресметани димензионалните промени. Измерените просечни вредности на промените на димензиите на VPES, VPS и полиетерот покажале дека нема статистички значајни разлики меѓу сите временски интервали од 1 час, 24 часа, 7 и 14 дена.

Исто така, во студијата на Pereira и сораб. [28] истражувани се линеарните димензионални промени кај гипсените модели добиени со излевање на отпечатоци од полиетер, полисулфид, адитивен и кондензациски силикон. Примероците се подготвени со помош на калап од не'рѓосувачки челик со два препарирани заби со референтни точки (A, B, C, D, E и F) на оклузалните и букалните површини на забите. Растојанијата меѓу идентификуваните точки во гипсените модели се мерени со помош на оптички микроскоп и резултатите се статистички анализирани. Добиените просечни вредности од растојанијата измерени од гипсените модели, се споредени со просечните вредности добиени од калапот. Резултатите покажале дека адитивниот силикон има најдобра димензионална стабилност од сите истражувани материјали во оваа студија, проследено со полиетерот и полисулфидот. Кај кондензацискиот силикон, измерени се најголеми просечни вредности за димензионална промена во споредба со измерените просечни вредности на останатите материјали и калапот од кој се земени отпечатоците.

Ефектот на складирање од 14 дена на еластомерните отпечаточни материјали VPES, VPS и полиетер, врз димензионалните промени го истражувале Nassar и сораб. [29] со помош на дигитален микрометар. Според резултатите, VPES и VPS покажале минимални димензионални промени како резултат на полимеризација.

Во студијата на Mehta и сораб. [30] истражувана е димензионалната стабилност во зависност од времетраењето на одложено излевање на адитивниот силикон VPS (Aquasil). Авторите утврдиле дека овој материјал не покажал значајни промени на димензиите до седмиот ден од складирањето. Материјалите за отпечатоци се користат за снимање и репродукција на точната морфологија на усната шуплина на пациентот.

Точноста на три различни материјали за отпечатоци, алгинат, кондензациски и адитивен силикон, со помош на екстраорален тридимензионален скенер на излеани модели од отпечатоците кои биле излеани веднаш по отпечатувањето, ја истражувале Bud и сораб. [31]. Од секој материјал биле проучувани по пет гипсени модели излеани од горенаведените отпечаточни материјали. Со мерењата и анализа на истите, авторите заклучиле дека излеаните модели од адитивен силикон покажале најдобра точност, а потоа следувал кондензацискиот силикон. Алгинатните отпечаточни материјали покажале најмала точност меѓу проучуваните материјали.

Според Torassian и сораб. [32], исклучително важна улога на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали има времето до излевање на моделот, како и начинот на кој се дезинфицира отпечатокот. Понатаму, во нивната студија, тие укажуваат на тоа дека димензионалната стабилност на кој било отпечаточен материјал зависи од времето на одложено излевање и техниката на земање на отпечатокот. Авторите, исто така заклучиле дека, некои материјали имаат добра димензионална стабилност само ако веднаш се излеат по отпечатувањето бидејќи стабилноста на димензиите значително се намалувала по неколку часа.

Во една студија, вршена е проценка на линеарната димензионална точност на адитивниот силикон (Variotime), кондензацискиот силикон (Optosil P Plus) и полиетерот (Impregum Soft) во различни временски интервали на одложено излевање до 15 дена со користење на систем за инспекција на видот (Vision Inspection System). Примероците за испитувањето се подготвени со помош на калап од не'рфосувачки челик сличен на опишаниот во стандардот ISO 4823 и ADA-спецификацијата број 19. Мерењата се вршени почнувајќи од половина час по вадењето на примероците од калапот и понатаму мерени на 3, 4, 12, 24 часа, 1 недела и 15 дена. Сите материјали користени во оваа студија покажале значајни линеарни димензионални промени во сите временски интервали [33].

Ефектот на различните времиња на одложено излевање на отпечатоците на димензионалните промени на два силиконски отпечаточни материјали го истражувале Kamran и соработниците [34]. Во оваа студија, истражувани се два материјали, еден адитивен силикон (Panasil) и еден кондензациски силикон (Speedex). Мерењата се направени во оклузогингивална и мезиодистална димензија на гипсени модели во интервал од половина час, 6, 12 и 24 часа. Добиените резултати од мерењата покажале значајна разлика меѓу димензионалната стабилност на двата материјали во различни интервали на одложено излевање. Адитивниот силикон Panasil покажал поголема димензионална стабилност во споредба со кондензацискиот силикон Speedex, во сите истражувани временски интервали на одложено излевање. Димензионалната стабилност се намалувала со зголемувањето на временскиот интервал на излевање и кај двата материјали. Иако димензионалната стабилност се намалувала во сите временски периоди, и двата отпечаточни материјали, по 24 часа, сепак покажале прифатлива димензионална промена од клинички аспект. Авторите сепак препорачуваат отпечатоците од кондензациски силикон да се излеваат веднаш или половина час по земениот отпечаток. Адитивниот силикон Panasil ја одржувал димензионалната стабилност во текот на 24 часа и нивна препорака е дека истиот може да се излеа и по 24 часа на одложено излевање.

Димензионалната стабилност на неколку вида кондензациски силикони ја истражувале Juliene и соработниците [35]. Евалуацијата на димензионалните промени е извршена со директно мерење на примероците со помош на микроскоп Mitutoyo, а истовремено тие примениле и гасна хроматографија. Мерењата се извршени веднаш по отстранувањето на отпечатокот, односно по 30 минути, 2 часа, 1 ден, 3 дена и 7 дена од отстранување на примероците. Материјалите од кондензациски силикон покажале димензионална стабилност до триесет минути по отстранувањето на отпечатокот. Гасната хроматографија покажала дека овие материјали при полимеризацијата ослободуваат етанол како нуспроизвод.

Стабилноста на димензиите е една од главните карактеристики на секој материјал за отпечатување. Tanculesku и сораб. [36] ги истражувале промените на димензиите на неколку вида кондензациски силикони кои најчесто се користат во секојдневната

практика. Во истражувањето се користени Stomaflex, Oranwash, Zetaplus, Optosil, Xantopren и Speedex. Мерењата се направени со микроскоп во временски интервали од 1 минута, 5 минути, 15 минути, 2 часа, 24 часа, 72 часа по полимеризацијата на материјалите. Најстабилен во однос на димензиите се покажал кондензацискиот силикон Speedex, а најголеми деформации се забележани кај материјалот Stomaflex.

Во една студија, споредувана е димензионалната стабилност на три различни типа материјали за отпечаток – адитивен, кондензациски силикон и полиетер, по одложено време на излевање од 1 час, 24 часа и по 7 дена. Добиените просечни вредности од мерењата на излеаните модели, авторите ги споредувале со добиените вредности од мерењата на металниот мастер-модел (во продолжение: калап) од кој се земени отпечатоците. Отпечатоците биле поделени во 3 групи и секоја група е излеана со гипс Тип IV во три временски интервали од 1 час, 24 часа и 7 дена по отпечатувањето. Со помош на универзален микроскоп за мерење, пресметани се 8 растојанија меѓу пет референтни точки и споредени со главниот модел. Статистичката анализа на податоците покажала дека типовите еластомерни отпечатоци – Express (адитивен силикон), Speedex (кондензациски), Alphasil (кондензациски силикон) и Impregum (полиетер), останале димензионално стабилни до 24 часа по земањето на отпечатокот. Кондензациските силиконски отпечатоци Speedex и Alphasil покажале значајна промена на димензиите по 7 дена од земањето на отпечатокот. Отпечатоците земени со полиетер и адитивни силикони останале димензионално стабилни во период од 7 дена. Авторите препорачуваат, отпечатоците земени со кондензациски силикон да се излеваат во рок од 24 часа [37].

Thomas и сораб. [38] укажуваат дека синтетичките еластомери, како што се поливинил силоксан и полиетер, се најчесто користените отпечаточни материјали. Целта на нивната студија била да се процени ефектот на времето и температурата при одложеното излевање врз димензионалната стабилност на материјалите за отпечаток од поливинил силоксан и полиетер. Примероците биле складирани на пет различни температури (10 °C, 180 °C, 280 °C, 350 °C и 450 °C) во времетраење од 24, 48 и 72 часа. Линеарните промени на димензиите на материјалите биле снимени и анализирани. Резултатите покажале дека кога се складирани на 280 °C и 450 °C, поливинил силоксанот не покажал значајна промена на димензиите по 24, 48 и 72 часа во споредба со контролните примероци. На 10 °C и 180 °C, забележана е значајна промена на димензиите за 24 часа. Значајна промена на димензијата е забележана по 24 и 48 часа. На 350 °C, поливинил силоксанот покажал експанзија по 24 и 48 часа, додека по 72 часа не се случила дополнителна промена. Забележани се значајни промени во димензионалната стабилност на полиетерот на сите пет температури на складирање (10 °C, 180 °C, 280 °C, 350 °C и 450 °C) во споредба со контролните примероци.

Техниката на отпечатување е важна за точноста на димензиите на отпечатоците од VPS, но Nouri и сораб. [39] заклучиле дека индивидуалните лажици за земање отпечаток незначително ја зголемуваат точноста на отпечатоците, додека фабричките лажици се соодветна алтернатива.

Во еден преглед на литературните податоци, Наумовски и сораб. [40] го потврдиле недостигот од стандардизирање на методологиите применети во истражувањето на димензионалната стабилност и точноста на силиконските отпечаточни материјали, но сите наоди укажуваат на супериорноста на адитивниот силикон во однос на кондензацискиот силикон во сите проучувани параметри. Од друга страна, Vitti и сораб. [41] под микроскоп ја анализирале точноста на адитивниот и

кондензацискиот силикон од различни производители, при што се земено отпечатоци, применувајќи неколку методи. Нивните резултати покажале дека кондензациските силикони имале најзабележителни разлики во однос на димензионалната стабилност, додека пак, кај адитивните силикони не биле воочени значајни промени на димензионалната стабилност. Во исто време, студијата покажала дека техниката на земање отпечаток не влијаела на точноста на материјалите.

Во денешно време, како императив се поставуваат методите за превенција од ширење заразни болести, притоа неминовно е персоналот во стоматолошката ординација и лабораторија да биде заштитен. Отпечатокот кој доаѓа во контакт со плунката, а често и со крвта, секако е потенцијален пренесувач на инфекција преку кој предизвикувачките агенси можат да се пренесат во стоматолошката лабораторија, што претставува сериозна закана доколку не се преземат неопходни мерки на претпазливост [42, 43].

За да се спречи или барем да се намали оваа можност, отпечатокот треба да се дезинфицира пред да се транспортира во стоматолошката лабораторија. Отпечатокот мора прво да се исплакне под млаз ладна вода околу 30 секунди за да се отстрани плунката или преостанатата крв. Потоа, за дезинфекција се применуваат различни препарати на хлор, јодоформ, формалдехид и глутаралдехид. Дезинфекцијата на отпечатоците, во зависност од видот на отпечатокот, се врши со потопување на отпечатокот во средство за дезинфекција или со прскање на средството врз отпечатокот (спреј-метода). Бидејќи самата постапка за дезинфекција може да има негативно влијание врз точноста, односно димензионалната стабилност, изборот на средство за дезинфекција, начинот и времетраењето на дезинфекцијата треба да бидат во согласност со упатствата на производителот на употребениот материјал за отпечаток. Отпечатоците контаминирани со крв и плунка се потенцијален пат за пренос на инфекција. Така, во отсуство на итна дезинфекција, забните отпечатоци контаминирани со плунка или крв можат да бидат извор на вкрстена инфекција меѓу пациентите и стоматолошкиот тим [44, 45, 46].

Иако се предложени различни процедури на дезинфекција, хемиската дезинфекција на отпечатоците во раствори за дезинфекција претставува најсигурен и практичен метод кој гарантира дека сите површини на отпечатокот и лажицата со која е земен отпечатокот, ќе бидат во целосен контакт со средството за дезинфекција [47, 48, 49, 50].

Средството за дезинфекција треба да ги елиминира патогените микроорганизми за тие да не влијаат на димензионалната стабилност на отпечаточниот материјал и површинските карактеристики на материјалот и на излеаниот гипсен модел [51, 52].

Реакцијата на разни материјали за отпечатоци со средствата за дезинфекција, зависи од методот на дезинфекција, видот и концентрацијата на средството и времетраењето на истата. Димензионалните промени на некои од материјалите кои се дезинфицираат иако се во микрони, од клинички аспект, можат да бидат значајни кај фиксните протетски отпечатоци за нивната точност. Дезинфекцијата се поставува како императив за спречување на ризикот од пренос на инфекцијата. Но сепак, таа не треба негативно да делува на својствата на отпечаточните материјали [53]. Најпознатите раствори за дезинфекција на отпечатоците се натриум хипохлорит, глутаралдехид, препарати на јод, феноли и хлорхексидин диглуконат. Покрај тоа, воведени се нови методи за дезинфекција, како што се микробранови комори, автоклавирање и

ултравиолетови (UV) светлосни комори и примена на озон. Од нив, најчесто користени средства за дезинфекција се натриум хипохлорит и глутаралдехидот [54].

Препорачаното времетраење на дезинфекцијата, за повеќето средства за дезинфекција е 10 – 15 минути. Материјалите подложни на одредени средства за дезинфекција можат да ги променат својствата, составот и формата со можност и за влошување на површинските својства на излеаните гипсени модели [55].

Dapello и сораб. [56] обработиле 97 статии со препорачани процедури за дезинфекција на отпечатоците и нивниот ефект на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали. Од сите нив, биле избрани 27 најактуелни во однос на дезинфекцијата на отпечаточните материјали и влијанието на нивната димензионална стабилност.

Авторите заклучиле дека како императив во секојдневната стоматолошка пракса, по отстранување на отпечатокот од устата на пациентот се наложува истиот да се дезинфицира пред излевање, со што се избегнува вкрстена инфекција. Најкористените методи за дезинфекција се методот на потопување и прскање. Најкористени и лесно достапни раствори за дезинфекција биле 2 % глутаралдехид, како и 0,5 % и 1 % натриум хипохлорит. Исто така, тие укажуваат на фактот дека адитивните и кондензациските силиконски отпечатоци можат да бидат дезинфицирани со 2 % глутаралдехид или 1 % натриум хипохлорит не повеќе од 10 минути, со што се обезбедува елиминација на сите форми на микроорганизми од отпечаточните површини, без значајна промена на димензионалната стабилност.

Blalock и сораб. [57] и Shetty и сораб. [58] препорачуваат следење на времето на потопување на различните отпечаточни материјали во средствата за дезинфекција и траење на истата од 10 минути.

Од друга страна, Ahila и Thulasingam [59] во нивното истражување забележале незначајни димензионални промени при потопување и прскање со дезинфекциско средство во траење од 10 минути кај адитивниот и кондензацискиот силикон.

Постојат повеќе фактори кои влијаат на стабилноста на димензиите кај еластомерните отпечаточни материјали. Меѓу нив се контракцијата за време на полимеризацијата како резултат на намалување на волуменот поради вкрстено поврзување и испарување на алкохол, што е типично за кондензациските силикони. Друг фактор што може да предизвика промена на димензионалната стабилност е експанзијата што може да се појави по потопувањето во раствори за дезинфекција кај хидрофилните еластомерни материјали. Фактор кој може да предизвика промена на димензионалната стабилност е и нецелосното еластично обновување. Промените на димензиите кај еластомерните материјали потопени во дезинфекциски средства, зависат од нивниот индивидуален хемиски состав. Производителите во упатствата за примена на материјалите за отпечаток ги истакнуваат основните состојки. Сепак, кои одредени специфични материјали се додадени и во колкава количина, тоа останува тајна на производителот. Начинот на кој некој материјал ќе се однесува во одредени ситуации (на пр.: при дезинфекција) не може да се поврзе со неговиот хемиски состав [60].

Ефектот на неколку средства за дезинфекција врз димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од алгинат, адитивен силикон и полиетер, го истражувале Martin и сораб. [61]. За дезинфекција, користени се 5,25 % натриум хипохлорит, Perform ID и Sterilox. За мерење бил користен автоматски ласерски микрометар. Мерењата на

примероците за тестирање се спроведени пред дезинфекцијата, веднаш по дезинфекцијата и по 24-часовно складирање на отпечатоците. Резултатите од истражувањето покажале дека дезинфекцијата и времето на складирање не влијаеле во голема мера на димензионалната стабилност. Измерените вредности биле во рамките на препорачаните вредности од стандардите.

Во студијата спроведена од Berhamovic и сораб. [62], проучувана е димензионалната стабилност на четири еластомерни отпечатошни материјали дезинфицирани со потопување во 0,5 % раствор од хлорхексидин диглуконат. Проучувани се примероци од два адитивни силикони, еден кондензациски силикон и еден полиетер. Процентот на линеарните димензионални промени на сите четири примероци не ги надминуваат дозволените 1,5 % според стандардот ISO 4823.

Azevedo и сораб. [63] во една нивна студија вршеле проценка на антимицробната ефикасност и влијанието врз димензионалната стабилност на отпечатоците земени со адитивен силиконски материјал и дезинфицирани во раствор од: 3 % водород пероксид, комерцијално средство за дезинфекција MD520 (Durr), 1 % и 5,25 % натриум хипохлорит. За примероците од ова истражување бил користен стандардизиран модел од не'рѓосувачки челик, според стандардот ISO 4823 и ADA-спецификацијата број 19. Добиените резултати од истражувањето покажале дека дезинфекцијата со овие средства не влијаела во голема мера на димензионалната стабилност на адитивниот силикон.

Nassar и Chow [64] ја истражувале репродукцијата на деталите на површината и димензионалната стабилност на винил полиетер силикон (VPES) во споредба со материјалот винил полисилоксан (VPS), при дезинфекција и продолжено излевање до 2 недели. Примероците од секој материјал се подготвени со помош на калап од не'рѓосувачки челик како што е опишано во ADA-спецификацијата бр. 19 и ISO 4823. Половина од примероците биле потопени во 2,5 % пуферан раствор на глутаралдехид, а другата половина непотопени примероци служела како контролна група. Мерењата на димензионалната стабилност биле направени веднаш по земениот отпечаток и се повториле по 7 и 14-дневно складирање во амбиентални лабораториски услови. Дезинфицираните примероци на VPES и VPS имале намалени димензионални промени по 7 и 14 дена во споредба со недезинфицираните ($p < 0,0001$). Димензионалната стабилност на двата материјали била во рамките на прифатливата граница на стандардот ISO 4823 и ADA-спецификацијата бр. 19 во текот на 2-неделниот тестиран период, без разлика дали тие биле дезинфицирани или недезинфицирани. Најмалата контракција е воочена веднаш по земениот отпечаток.

Во една студија на Duseja и сораб. [65], истражувани се промените на димензионалната стабилност на еден адитивен силикон и полиетер по нивното потопување во три средства за дезинфекција (двоен фенол, 2 % глутаралдехид и 0,5 % натриум хипохлорит) за време од 10 минути и по нивното одложено излевање од 1 час, 24 часа, 1, 2 и 4 недели. Примероците за истражувањето се изработени со помош на стандардизирани калапи од не'рѓосувачки челик. Стабилноста на димензиите била евалуирана по 1 и 24 часа, 1, 2 и 4 недели на складирање. Резултатите од истражувањето покажале значајна контракција кај двата отпечатошни материјали со времетраењето на складирање. Промените на димензиите при складирање од 4 недели биле повеќе од 0,5 %. Авторите заклучиле дека точноста на димензиите на дезинфицираните и недезинфицираните примероци и од двата материјали биле под влијание на одложеното излевање, но во рамките на пропишаните критериуми на стандардите ADA и ISO дури

и при одложеното излевање од 2 недели. Сепак, иако добиените резултати се прифатливи, авторите не препорачуваат излевање на отпечатоците по две недели.

Queiroz и сораб. [66] го споредувале ефектот на потопување на адитивните силиконски материјали во дезинфекциските средства 1 % натриум хипохлорит и 0,2 % параоцетна киселина наспроти недезинфицираните примероци. Од нивните добиени резултати заклучиле дека дезинфекцијата незначајно влијаела на нивната димензионална стабилност.

Ефектот на дезинфекцијата и одложеното излевање од 6 месеци на отпечатоците од адитивен силикон и полиетер го истражувале Martins и соработниците [67]. Една група примероци биле потопени во средство за дезинфекција, а втората група била стерилизирана во автоклав. Авторите заклучиле дека нема клинички значајни промени во димензиите на примероците од двете групи споредени со контролната група примероци за периодот на одложено излевање од 6 месеци.

Во една студија проучуван е ефектот на неколку средства за дезинфекција со методот на потопување врз димензионалната стабилност на различни видови еластомери: адитивен силикон (Variotime Medium Flow), кондензациски силикон (Xantopren L Blue), полиетер (Impregum S) и четири вида алгинатни отпечаточни материјали. Како средства за дезинфекција биле применети: Aseptoprint Liquid, Zeta 7, Silosept и Dentaclean Form. Промената на димензиите е евалуирана со помош на светлосна микроскопија, скенирачка електронска микроскопија и микро компјутеризирана томографија. Промената на димензиите е дефинирана како процентуална промена на растојанието меѓу линиите репродуцирани на дезинфицираните примероци и линиите со дефинирани димензии на металниот блок. Дезинфицираните примероци од Variotime Medium Flow имале максимална контракција од 0,29 %. Контракцијата на примероците од кондензацискиот силикон Xantopren L Blue била поизразена, околу 0,31 % до 0,5 %. Еластомерните отпечаточни материјали покажале контракција веднаш по полимеризацијата на материјалот. Контролните примероци на кондензацискиот, адитивниот силикон и полиетерот манифестирале мали (0,14 %) статистички незначајни димензионални промени ($p \geq 0,99$). По дезинфекцијата, мерењата покажале најизразена контракција кај кондензацискиот силикон Xantopren L Blue, достигнувајќи вредности од 0,31 % до 0,50 %. Кај адитивниот силикон Variotime Medium Flow, дезинфицираните примероци покажале контракција од 0,29 % [68].

Soganci и сораб. [69] ги споредувале димензионалните промени на материјалите за отпечаток од полиетер и винил полиетер силикон потопени во две различни средства за дезинфекција, 5,25 % натриум хипохлорит и 2 % глутаралдехид. Мерењата се направени по дезинфекција од 10 минути и по 24 часа на одложено излевање на отпечатоците материјали на собна температура. Отпечатоците се скенирани со помош на 3D-скенер со прецизност од 10 микрони. Од добиените резултати, авторите заклучиле дека и двата материјали покажале прифатлива димензионална стабилност.

Во една студија истражувани се димензионалните промени на гипсени модели излеани од хидрофилен адитивен силикон потопен во дезинфекциско средство за време од 30 минути и 24 часа. Евалуацијата на промените е спроведена со помош на тридимензионален координатен систем. Димензионалните промени кај гипсените модели предизвикани од потопувањето на отпечатоците во дезинфекциско средство, биле помали од 15 μm . Според добиените резултати од истражувањето, потопувањето

во 2 % глутаралдехид или 0,55 % орто-фталалдехид во времетраење од 30 минути и 24 часа е клинички прифатливо за хидрофилните адитивни силиконски отпечатоци [70].

Според Ghasemi и сораб. [71], дезинфекцијата на материјалите за отпечаток можат да ја променат нивната димензионална стабилност, а со тоа и нивната точност. Нивната студија имала за цел да го спореди ефектот на три дезинфекциски средства со методот на прскање од 10 минути врз димензионалните промени на алгинатот и адитивниот силикон. Димензиите биле мерени во три временски интервали со помош на дигитален дебеломер со точност од 0,01 mm. Добиените просечни вредности од мерењата се споредувани меѓусебно, како и со добиените вредности од металниот модел – калап од кој се земени отпечатоците. За анализа на податоците се користени еднонасочни ANOVA и t-тестови ($\alpha = 0,05$), притоа не е забележана значајна разлика меѓу групите ($p > 0,05$). Измерените просечни вредности на димензиите од гипсените модели споредени со вредностите од металниот калап, покажале дека не постои значајна разлика во димензионалните промени, освен кај отпечатоците од алгинатот.

Mohd и сораб. [72] ја споредувале димензионалната стабилност на два еластомерни отпечаточни материјали, поливинил силоксан и винил силоксантер кои биле подложни на дезинфекција со Silosept и микробраново зрачење. Примероците (три групи) биле подготвени со помош на калап и прстен од не'рѓосувачки челик. Првата група била потопена 10 минути во раствор од дезинфекциско средство, втората група била подложена на суво микробраново зрачење во времетраење од 3 минути. Третата група служела како контролна група. Димензионалната стабилност е мерена со помош на анализатор на слики со зголемување од x20. Кај групата со микробраново зрачење, поливинил силоксанот и винил силоксантерот покажале димензионални промени, но промените биле во рамките на границата од 1,5 % поставена од стандардот ISO 4823 и ADA-спецификациите. Винил силоксантерот покажал многу подобри резултати од PVS и кај двете методи на дезинфекција. Кај методот на дезинфекција со потопување, измерени се вредности кои укажуваат на поголеми линеарни димензионални промени отколку кај микробрановото зрачење и контролната група.

Ефектот на дезинфекцијата со 2 % глутаралдехид и 1 % натриум хипохлорит за време од 20 минути и со UV-светлина, врз димензионалната стабилност на материјалот за отпечатоците од адитивниот силикон поливинил силоксан, е цел на студијата на Nimonkar и сораб. [73]. Мерењата се направени со помош на микроскоп на модели од гипс, излеани од истражуваните отпечаточни материјали. Резултатите покажале значајни димензионални промени во примероците дезинфицирани со 2 % глутаралдехид и 1 % натриум хипохлорит, додека примероците дезинфицирани со UV-светлина не покажале значајни димензионални промени во споредба со примероците од контролната група. Авторите го препорачуваат методот на дезинфекција со UV-светлината во клиничката пракса како безбеден метод во споредба со хемиските средства за дезинфекција.

Juothy и сораб. [74] го истражувале ефектот на дезинфекцијата со озонска вода, натриум хипохлорит и методот на стерилизација со автоклав врз димензионалната стабилност на неколку еластомерни отпечаточни материјали. Авторите заклучиле дека и трите методи се ефикасни во намалувањето на бројот на микроорганизмите и со минимални промени во димензиите. Devi и сораб. [75] го истражувале ефектот на автоклавирање врз димензионалната точност и грубост на површината на два различни еластомерни отпечаточни материјали. Од истражувањето, заклучиле дека

стерилизацијата со автоклав не влијае значајно на грубоста на површината и точноста на димензиите.

Kandasamy и сораб. [76] го истражувале ефектот на натриум хипохлоритот, UV-зрачењето, растворот од алое вера и микробрановото зрачење врз материјалите за отпечатување. Тие заклучиле дека натриум хипохлоритот е подобар метод за дезинфекција заедно со зрачењето со микробранова печка. Vatsal и сораб. [77] вршеле проценка на точноста на димензиите на материјалите за отпечатување по дезинфекцијата со глутаралдехид и микробраново зрачење. Тие заклучиле дека методот на зрачење со микробранови зраци е ефикасен при намалувањето на бројот на микроорганизми и може да се користи како ефикасен метод за дезинфекција.

Линеарните димензионални промени на адитивниот силиконски отпечаточен материјал од поливинил силоксан ги оценувале Abdelhameed и сораб. [78] со користење на два различни методи за дезинфекција. Проучуваните примероци се поделени во три групи според материјалот за дезинфекција – натриум хипохлорит, озонирана вода OW и контролна група. Промените на димензиите биле мерени пред и по процедурата за дезинфекција со користење на компјутерска томографија со конусен зрак меѓу четири референтни точки. Добиените просечни вредности од мерењата пред и по дезинфекцијата покажале значајни разлики меѓу добиените вредности ($pp < 0,05$). Резултати покажале дека поливинил силоксанот покажал добра димензионална стабилност по примената на различни средства за дезинфекција. Примероците потопени во озонирана вода покажале подобри резултати за димензионалната стабилност за разлика од дезинфекцијата со натриум хипохлорит.

Ефектот на четири комерцијални средства за дезинфекција врз димензионалната стабилност на отпечатоци од алгинат и адитивен силикон, користејќи спреј-метода во траење од 5 минути, го истражувал Kuei-ling Hsu [79]. Истражувањата се спроведени на гипсени модели добиени со излевање на овие два материјали. Во истражувањето користел компјутерска томографија со конусен зрак. Отпечатоците кои биле потопени само во дестилирана вода, служеле како контролна група. Измерените и споредените просечни вредности од мерењата укажале дека дезинфекцијата имала влијание врз димензионалната стабилност на алгинатот и адитивниот силикон.

Din и сораб. [80] споредбено ги оценувале линеарните димензионални промени кај три конвенционални адитивни силикони и пет нови експериментални адитивни силикони по дезинфекција со 1 % натриум хипохлорит. Линеарните димензионални промени се измерени со помош на калибриран движечки микроскоп со $\times 10$ зголемување, по потопувањето во дестилирана вода и раствор на 1 % натриум хипохлорит во два различни временски интервали од 30 минути и 24 часа. Примероците потопени во 1 % натриум хипохлорит покажале значајни димензионални промени по 30 минути потопување ($p < 0,05$).

Mahalakshmi и сораб. [81] во нивната ин витро студија го истражувале ефектот на хемиските средства за дезинфекција врз димензионалната стабилност на адитивниот силикон (PVS). Примероците биле потопени 10 минути во 2 % глутаралдехид (група 1), 1 % натриум хипохлорит (група 2) и свежо подготвена електролизирана оксидирачка вода со различна рН (група 3). Примероците се мерени пред и по потопување, со движечки микроскоп за мерење на димензионалната стабилност. Дезинфекцијата на отпечаточните материјали со 1 % натриум хипохлорит, електролизирана оксидирачка

вода, кисела и неутрална, резултирала со статистички значајни димензионални промени кај адитивниот силикон.

Димензионалната стабилност и точноста на адитивните и кондензациските отпечаточни материјали по хемиска дезинфекција со потопување во средство за дезинфекција 5,25 % натриум хипохлорит во времетраење од 10 минути и складирање од 30 минути, 1 час, 24 часа и 7 дена, ги истражувале Sinobad и сораб. [82]. Утврдени се изразени димензионални промени на сите примероци во функција на времето, како и во функција на средството за дезинфекција. Мерењата биле направени со последователни мерења со помош на фотоапарат Canon G9, така што се добиени временски серии на фотографија од истиот отпечаток. Контролната група се состоела од примероци кои не биле третирани со средство за дезинфекција. Резултатите покажале дека постојат значајни разлики во димензионалните промени меѓу групата на кондензациски силикони и групата на адитивни силикони за исто време и исто применето средство за дезинфекција. Тие заклучиле дека најголеми димензионални промени во отпечатоците земени со адитивни и кондензациски силикони, се евидентираат во првиот час по одвојувањето на отпечатокот од моделот.

Димензионалната точност на материјалите за отпечатоци се оценува долго време, но дигиталната радиографија е многу ретко применувана за оваа намена. Özdemir и Rekinse [83] во нивната студија ги истражувале ефектите на различни раствори за дезинфекција (натриум хипохлорит и раствор за дезинфекција без алдехид) и времето на одложено излевање врз димензионалната стабилност на различни материјали за отпечатување. Во истражувањето се користени материјали за отпечаток: полиетер, хидроколоид, кондензациски силикон и адитивен силикон. Мерењата се извршени со помош на дигитална радиографија. Полиетерот покажал најмали димензионални промени, хидроколоидот покажал најголеми димензионални промени по излевањето на отпечатокот еден ден по земањето. Исто така и кај другите отпечаточни материјали, одложеното излевање од еден ден предизвикало поголеми димензионални промени. Авторите заклучиле дека дезинфекцијата и времето на складирање имаат различен ефект врз отпечаточните материјали, но сепак, промените на димензиите биле клинички прифатливи.

Димензионалната стабилност на еластомерните материјали за отпечатување е проучувана од Kamble и сораб. [84], применувајќи различни методи на дезинфекција. При ова истражување користени се автоклав, потопување во 1 % натриум хипохлорит и микробранова печка. За испитувањето се користени адитивен силикон (PVS), кондензациски силикон (Zeta Plus) и полиетер (Impregum). Промените на димензиите се измерени пред и по дезинфекцијата. Адитивниот силикон покажал најмали димензионални промени, а полиетерот, најголеми. Генерално сите тестирани материјали покажале одреден степен на димензионални промени.

Ефектот на дезинфекцијата и стерилизацијата со автоклав врз димензионалната стабилност на два адитивни силикони и кондензациски силикон е проучуван во студијата на Millar и Deb [85]. За таа цел, подготвени се примероци за секој од трите материјали со користење на стандарден тест-блок за да се тестира стабилноста на димензиите. Проучуваните примероци се распределени во 3 различни групи: автоклавирани, дезинфицирани со раствор на Perform®-ID и нетретирани. Линеарните димензии се мерени на три референтни точки со бесконтактен скенер. Од добиените резултати може да се согледа дека немало значајни разлики во димензиите и кај трите материјали за отпечатување по третманот со автоклав во споредба со дезинфицираните

или нетретманите примероци од контролната група. Повеќекратната споредба на просечните вредности за трите различни материјали за тестирање за секој од третманите, покажала значајна разлика меѓу адитивните силикони и кондензацискиот силикон само во третманот со дезинфекција.

Во една студија, истражуван е ефектот на дезинфекцијата со UV-светлина врз димензионалната стабилност на отпечатоците од поливинил силоксан. Една група од примероците се дезинфицирани со UV-светлина за време од 10 минути. Другата половина од примероците без третман со UV-светлина, служеле како контролна група. Сите примероци биле излеани со гипс. Мерењата на линеарните димензии се спроведени на гипсените модели со помош на микроскоп со точност од 0,001 mm. Резултатите добиени со мерење и споредба на просечните вредности на линеарните димензионални промени покажале дека кај дезинфекцијата со UV-светлина нема значајни димензионални промени на отпечатоците и од тука авторите заклучиле дека овој метод на дезинфекција може безбедно да се користи за дезинфекција на отпечатоците во клинички услови [86].

Во една студија, Carvalhal и сораб. [87] го истражувале влијанието на времетраењето на дезинфекцијата врз димензионалните промени кај четири еластомерни материјали со потопување во два раствори за дезинфекција. Истражувани се: кондензацискиот силикон Xantopren, адитивниот силикон Express, полисулфидот Permlastic и полиетерот Impregum, подготвени според спецификацијата на ISO 4823. Материјалите се потопени во раствори за дезинфекција, 0,5 % натриум хипохлорит и 2 % глутаралдехид за време од 5, 10, 20, 30 и 60 минути (n = 7), освен контролната група која не е потопена. Примероците се измерени со помош на споредбен оптички микроскоп, со точност од 0,0005 mm. По споредувањето на периодите на потопување, примероците од Xantopren покажале најголема димензионална промена (контракција) во споредба со другите во сите периоди. Контракцијата била значајно поголема по 60 минути (0,4607 %). Најмала промена на димензиите е забележана во непосредниот период по отстранување на полимеризацискиот материјал (0,0065 %). Димензионалните промени биле значајно повисоки во секој период на потопување. Кај адитивниот силикон (Express) измерени се значајно помали вредности на промените во споредба со кондензацискиот силикон. При потопување од 5 и 10 минути, растворот на хипохлорит не предизвикал поголема промена на димензиите споредено со примероците од контролната група. За периодите на потопување од 30 и 60 минути, натриум хипохлоритот предизвикал поголеми димензионални промени на материјалите Xantopren и Express во споредба со глутаралдехидот.

Со оглед на важноста на контролата на инфекции во стоматолошките ординации, Kalantari Malekzadeh и Emami [88] во својата ин витро студија ги истражувале димензионалните промени на два кондензациски силикони, Speedex и Irasil по потопување во 0,5 % натриум хипохлорит. За испитувањето се подготвени примероци од двата материјали од кои половината се потопени во 0,5 % натриум хипохлорит за време од 20 минути, а другата половина непотопени примероци служеле како контролна група. По дезинфекцијата, отпечатоците се излеани со гипс. За анализа на гипсените модели, авторите користеле профилен проектор со мерење на одредени растојанија меѓу неколку фиксирани точки. По обработка на добиените податоци, резултатите укажале дека кај просечните вредности од мерењата на проучуваните примероци во споредба со просечните вредности на оригиналниот примерок, не е забележана значајна разлика во измерените вредности за димензионалните промени.

Во студијата на Dikicier [89] проучувани се ефектите на различните методи и времетраењето на дезинфекцијата и стерилизацијата врз димензионалната стабилност на еден кондензациски силикон (Zetaplus) и еден адитивен силикон (Panasil). Дезинфекцијата била спроведена со потопување во 5,25 % натриум хипохлорит, 3 % водород пероксид и стерилизација со автоклав на параа. Времетраењето на апликацијата била 10 и 20 минути на потопување во раствори за дезинфекција, и 40 и 50 минути со автоклав. Промената на димензиите е мерена со дигитален микрометар на референтните линии на примерокот. Промена на димензиите по дезинфекцијата се појавила кај сите проучувани примероци во форма на контракција со значајна помали просечни вредности воочени кај кондензацискиот во однос на адитивниот силикон во сите постапки за дезинфекција.

Имајќи го предвид можното влијание на дезинфекциските средства врз димензионалната стабилност на материјалите за отпечаток, во една ин витро студија истражуван е ефектот на две дезинфекциски средства врз точноста и димензионалната стабилност на адитивниот силикон Panasil®. Како примероци во истражувањето послужиле гипсените модели излеани од отпечатоци земени со адитивен силикон. Отпечатоците биле поделени во една контролна група и две експериментални групи, кои се дезинфицирани со Surfosept (1 %) и Deconex® 53 (2 %) со спреј-метода во времетраење од 30 секунди пред да се излеат со гипс. Во контролната група, отпечатоците биле само исплакнати, исушени и излеани во рок од 10 минути. Димензиите на моделите се измерени со профилен проектор и просечните вредности од мерењата на примероците од експерименталните групи се споредени со просечните вредности на примероците од контролната група. Авторите дошле до заклучок дека, генерално, не е забележана значајна разлика меѓу димензионалната стабилност и точноста на отпечатоците при користењето на двете дезинфекциски средства, Surfosept и Deconex® 53 [90].

Yousief и сораб. [91] во 2020 година вршеле проценка на димензионалната стабилност на адитивниот силикон поливинил силоксан по дезинфекција со методот на потопување во 2 % глутаралдехид. По хемиската дезинфекција, отпечатоците се излеани со гипс (Тип IV). Мерењата биле направени индиректно на гипсените модели со помош на микроскоп. Добиените просечни вредности од мерењата биле споредувани со просечните вредности измерени од моделот од кој се земени отпечатоците. Врз база на добиените резултати, тие заклучиле дека хемиското средство за дезинфекција 2 % глутаралдехид може успешно да се користи за дезинфекција на адитивниот силикон поливинил силоксан без да предизвика значајни промени на димензионалната стабилност.

За стабилноста на димензиите, клучно е по земањето на отпечатокот и неговото стабилизирање, отпечатокот да не претрпува промени и остане стабилен сè додека не се излее во гипс. Кога се отстранува од устата, својството што најмногу доаѓа до израз е еластичноста и флексибилноста, односно отпечаточните материјали откако ќе се извадат од устата, по одредено време треба да се вратат во првобитната положба. Таквиот материјал мора да биде отпорен на влага или сушење, на притисок, на јачината на истегнување и на деформацијата. Поради слабата еластичност и недоволната флексибилност, при одвојување на отпечатокот од устата, може трајно да се деформира или скине, а истото може да се случи при вадењето на отпечатокот од гипсениот модел, предизвикувајќи кршење на гипсот и одредени неточности.

Еластичноста на еластомерите е способност за деформација под влијание на одредена сила во полимеризирана состојба, а по престанокот на дејството на силата да се вратат во почетната состојба. Практично, при деформациите предизвикани од отстранувањето на отпечатокот од усната шуплина со поминување преку подминирани и тесни простори, важно е материјалот да се врати во првобитната состојба при што се јавува компресија и елонгација на материјалот.

Во истражувањето на Pandey и сораб. [92] тестирана е еластичноста на три еластомерни материјали, поливинил силиоксан, полиетер и винил етер силиоксан. Притоа користени се калапи во форма на тегови, со ширина од 2 mm и дебелина од 1,5 mm. Изработени се по четири примероци од секој материјал и за секоја конзистентност. Примероците потоа биле деформирани за 30 % од нивната оригинална големина, а две минути по престанокот на делување на силата, промените се измерени во должина. Резултатите од сите три тестирани материјали биле во рамките на предвидените вредности од ISO-стандардите. Поливинил силиоксаните покажале највисока вредност за еластичното обновување.

Ефектот на дезинфекцијата со хемиски средства и автоклавирање со пареа врз еластичното обновување го истражувале Gothwal и сораб. [93] во 2019 година, кај три различни еластомерни отпечаточни материјали, два адитивни силикони и еден кондензациски силикон. Примероците биле третирани со дезинфекциски средства за време од 10 минути и автоклавирање со пареа на 134 °C за 30 минути. Од добиените резултати, може да се согледа дека еластичното обновување на трите еластомерни материјали се подобрило со дезинфекција и автоклавирање. Влијанието на еластичното обновување врз димензионалната стабилност на кондензацискиот силикон полидиметилсилиоксан, го истражувале Cesero и сораб. [94] во една ин витро студија на гипсени модели излеени од отпечаточниот материјал. Мерењата се направени во интервали од 30 минути, 24 часа и 72 часа. При споредување на просечните вредности на еластичното обновување од трите групи, воочена е значајна разлика меѓу групата измерена по 30 минути во однос на просечните вредности на дијаметарот на металниот калап.

Еластичното обновување при истегнување/издолжување на 5 материјали од винил полисилиоксан е истражувано на 5 примероци изработени во калап од месинг и оптеретени под притисок со брзина на вкрстување од 300 mm/min до 50 % или 100 % напрегања. Два часа по издолжувањето на примерокот, измерена е промена во должината (деформација) на примероците. Тестирани се дополнителни 5 примероци при напнатост до дефект на 200 mm/min. Притоа воочено е максимално издолжување при дефект. Според стандардот ISO 4823, подготвени се четири примероци за истражување на еластичното обновување на секој материјал. Материјалите од винил полисилиоксан со различен состав покажале различни просечни вредности во голема мера во поглед на еластичното обновување, а хибридниот материјал покажал најмали просечни вредности за еластично обновување во двата теста [95].

Важна карактеристика на материјалите за отпечатување во однос на еластичноста е нивната отпорност на јачината на истегнување до кинење, а се однесува на способноста да се издржат силите на истегнување кои се применуваат на отпечаточниот материјал при неговото вадење од устата и одвојување од забите и околните ткива. Со други зборови, јачината на истегнување е максималниот стрес што може да го издржи материјалот под аксијално влечење пред да се скине. Ова својство се смета за особено

важно бидејќи материјалот е изложен на подминирани места, интерпроксимални простори, остри агли и тесен гингивален сулкус.

Kotha и сораб. [96] го испитувале ефектот на хемиската дезинфекција, стерилизацијата со автоклав и микробрановото зрачење врз некои од клучните својства на пет еластомерни материјали. Хемиската дезинфекција и стерилизацијата со автоклав немале значајно влијание врз отпорот на јачината на истегнување до кинење и грубоста на површината, додека микробрановото зрачење статистички покажало значајно намалување на отпорот на јачината на истегнување и зголемување на грубоста на површината.

Mohammed и сораб. [97] ја испитувале јачината на кинење на адитивен силикон, полиетер и хибриден еластомер. При споредбата на измерените просечни вредности меѓу трите експериментални групи, полиетерот покажал повисоки просечни вредности на јачината на кинење (4,261 N/mm), проследено со хибридниот еластомер (4,232 N/mm), потоа следувал адитивниот силикон (2,420 N/mm) кој покажал најниска просечна вредност. Според ANOVA-тестот, постоеле значајни разлики меѓу групите во просечните вредности за јачината на кинење ($p < 0,01$).

Guntupalli, Ganesh и Jayalakshmi [98] го истражувале ефектот на две средства за дезинфекција врз јачината на кинење кај еден адитивен силикон. Тестирањето е спроведено со универзална машина за тестирање Instron E3000. Средната вредност на јачината на кинење во првата група на адитивниот силикон потопен во раствор за дезинфекција, била $7,148 \pm 2,654$ kN/m, додека кај втората група потопена во раствор од глутаралдехид, била $7,326 \pm 4,062$ kN/m. Споредувајќи ги просечните вредности за јачината на кинење меѓу двете групи, авторите заклучиле дека разликите биле статистички незначајни.

Отпорноста на истегнување до кинење е способност да се издржат силите на истегнување кои се применуваат на отпечаточниот материјал при неговото отстранување од устата со цел да се одвои од забите и околните ткивата. Со други зборови, отпорот на јачината на истегнување е максималниот стрес што може да го издржи материјалот под едно аксијално влечење пред да се скине. Ова својство е важно бидејќи материјалот со кој се зема отпечаток, при вадењето од устата е изложен на подминирани предели.

Shetty и сораб. [99] го споредувале отпорот на јачината на истегнување до кинење на три најчесто користени силикони кои се применуваат во максилофацијалната хирургија, преку ин витро студија со користење на универзална машина за тестирање со оптоварување од 100 N и брзина од 20 mm/min. Силиконот од протетска класа покажал најголема отпорност на јачината на истегнување и кинење.

Haider и сораб. [100] во својата студија имале за цел да го истражат ефектот на вискозноста и јачината на кинење на материјалите за отпечаток од четири адитивни силикони со различен вискозитет (течна, средно течна и густа вискозност), врз нивната точност. Резултатите покажале дека различните вискозитети и јачината на кинење на адитивните силикони немале значајно влијание врз точноста на отпечатоците. Во една студија од 2022 година, Wezgowies и сораб. [101] ги истражувале ефектите од дезинфекцијата со потопување, прскање, UVC-зрачење и озон врз отпорот на јачината на истегнување до кинење на адитивни и кондензациски силиконски отпечаточни материјали. Резултатите покажале дека адитивните силикони имале повисока

димензионална стабилност, отпор на јачината на истегнување до кинење, споредено со добиените вредности за кондензациските силикони. Дезинфекцијата со потопување, спреј-методата, ултравиолетовото зрачење и озонот како алтернативни методи на дезинфекција, не влијаеле во голема мера на отпорот на јачината на истегнување до кинење. За да се обезбеди посеопфатен увид, авторите ги споредиле материјалните својства на различните видови силикони без дезинфекција (адитивни и кондезациски силикони). Анализата на вредностите за отпорот на јачината на истегнување до кинење, кај недезинфицираните примероци покажала значајна разлика кај отпечаточните материјали. Највисока просечна вредност на овој параметар е измерена кај адитивниот силикон (3,607 Мра), а најмала, кај кондензацискиот силикон (1,159 Мра).

Идеалниот отпечаточен материјал треба да покаже соодветни механички и физички својства за да издржи напрегања при различни клинички сценарија. Еластомерните отпечаточни материјали нудат високо еластично обновување и прифатлива флексибилност при отстранувањето на отпечатокот од устата [102].

Во студијата на Agrawal и сораб. [103], целта била да се провери влијанието на продолженото време на стврднување во интраорални услови врз трајната деформација на пет адитивни силикони и еден полиетер. Резултатите од оваа студија покажале дека продолжувањето на интраоралното време на стврднување може да ги подобри еластичните својства на полимеризираниот отпечаточен материјал поради повисок степен на полимеризација и намалување на ризикот од трајна деформација.

Точноста на отпечатокот и добивањето на висококвалитетен работен модел без меурчиња и површински дефекти зависи од хидрофилноста, односно афинитетот кон водата на материјалот за отпечатување. Површинското навлажнување е физички термин и го означува својството на течностите да се шират по површината на која се нанесуваат, а зависи од површинската енергија (напнатост) на цврстата површина. Ова својство е од особено значење за материјалите со кои се зема отпечатокот. Материјалите кои се хидрофилни се способни да овозможат подобар допир со влажните површини на меките и тврдите ткива на усната шуплина, и способни се да ги регистрираат и ситните детали од објектите кои се отпечатуваат. За разлика од нив, хидрофобните материјали се карактеризираат со помала точност бидејќи тие немаат добар контакт со влажната површина која ја отпечатуваат, а со тоа регистрираат и помалку детали од ткивата. На нивните површини можат да останат траги од течности од гингивалниот сулкус и од плунката. Хидрофилноста на отпечаточните материјали може да се толкува од два аспекти. Првиот аспект се однесува на моментот на навлажнување на тврдите забни ткива и околните структури за време на отпечатувањето кога материјалот за отпечаток сè уште не е врзан. Вториот аспект се однесува на навлажливоста на полимеризираниот отпечаток при излевањето на работните модели со заситениот воден раствор од гипсот кој ја навлажнува површината на отпечатокот. Покрај тоа, гипсот за леење отпечатоци, всушност воден раствор, речиси и не ја навлажнува површината на отпечатоците од хидрофобни материјали, па постои опасност по излевањето со гипсената каша, површината на моделот да биде полна со дефекти како резултат на преостанатите воздушни меури. Кога станува збор за хидрофобни материјали, непожелно е присуството на течност при отпечатувањето, притоа тешко се постигнува апсолутна сувост особено во пределот на гингивалниот сулкус каде е сместена границата на препарација која треба прецизно да се отпечати за оптимално вклопување на маргиналниот раб на идната коронка. Хидрофобните материјали покажуваат контактен агол со вода од 90° или поголем. Хидрофилните материјали имаат помал контактен агол од 90° .

Sheta и сораб. [104] во една нивна студија вршеле проценка и споредба на хидрофилноста, флексибилноста и отпорноста на јачината на кинење на четири еластомерни отпечаточни материјали, хибриден еластомер составен од адитивен силикон и полиетер (VPES), адитивен силикон (PVS) кој содржи нанофилери, со конвенционален адитивен силикон (PVS) и полиетер (PE). Својствата кои биле истражувани се навлажнување, флексибилност и отпорност на кинење. Резултатите покажале дека VPES и PE манифестирале највисока хидрофилност (влажнење). Напрегањето под компресија (флексибилност) на PE, VPES и PVS не биле значајно различни едни од други, но биле значајно различни од PVS кој содржел нанофилери во својот состав и кој покажал најмали просечни вредности за напрегање под компресија. Вредностите за отпорот на јачина на кинење (N/mm) на PVS кој содржи нанофилери и VPES, биле повисоки од PE и конвенционалниот PVS. Сите тестирани материјали покажале хидрофилни својства, особено VPES и PE кај кои е забележана најголема навлажливост. Сите проучувани материјали ја демонстрирале флексибилноста според спецификацијата на ADA бр. 19.

Хидрофилноста на некои еластомерни отпечаточни материјали не е целосно утврдена. Целта на една студија на Nassar и сораб. [105] била да се измери и спореди контактниот агол на водата со површината на неколку еластомерни материјали за отпечатување. Тестирани се различни конзистенции на адитивен силикон и хибриден еластомер. Авторите заклучиле дека адитивниот силикон VPS е похидрофилен од хибридниот еластомер VPES.

Во студијата на Rameshbabu и сораб. [106], главната цел била да се споредат хидрофилноста и конзистентноста на проучуваните примероци од три различни еластомерни отпечаточни материјали. За да се изработат примероците за тестирање, користени се винил полисилоксан, полиетер и винил силоксан, материјали со течна и средна вискозност. Контактните агли на отпечаточните материјали се одредени од почетокот на мешањето до целиот нивни опсег на работно време со помош на гониометар. Резултатот покажал дека контактниот агол на сите отпечаточни материјали кон крајот на работното време бил помал од раната фаза со статистичка значајност $p < 0,05$. Контактниот агол на материјалот со течен вискозитет бил помал од средновискозниот материјал со статистичка значајност $p < 0,05$, освен за отпечатокот од материјалот винил силоксан.

Во однос на хидрофилноста на отпечаточниот материјал, мерењето на контактниот агол се покажало како клинички најрелевантен метод. Со оваа метода, истражувачот го мери контактниот агол со капка дестилирана вода на рамна површина на примерок од отпечаточниот материјал. Меѓутоа, на вредноста може да влијае волуменот на капката кој може да се намали поради испарување. Во истражувањето на Theocharidou и сораб. [107], авторите ја оценувале хидрофилноста преку мерење на контактниот агол со капка вода на неколку еластомерни материјали пред полимеризација и во текот на самиот процес на полимеризација. Добиените резултати од ова истражување укажуваат дека винил полиетер силиконот (VPES) покажал најизразено смалување на вредностите на контактниот агол.

Zgura и сораб. [108] ја истражувале навлажливоста на адитивните, конденсациските силикони, полиетерот и алгинатните отпечаточни материјали со методот на мерење на контактниот агол. Мерењата на контактните агли се направени со помош на системот за анализа на обликот на капка дестилирана вода. Од измерените просечни вредности може да се согледа дека некои од адитивните и конденсациските

силикони имаат поголеми агли од 90° за разлика од адитивните силикони кај кои е додатен сурфактант. Контактниот агол се намалува со текот на времето. Материјалите за отпечаток од полиетер покажале значајно помали контактни агли за разлика од материјалите базирани на конденсациски и адитивни силикони. По споредувањето на вредностите на контактните агли со водата на овие материјали, алгинатот покажал најизразена хидрофилност.

Во една студија, Jagadeesh [109] ги оценувал контактните агли на различни еластомерни отпечаточни материјали и површинските детали на гипсени модели. Контактниот агол е мерен поставувајќи капка воден раствор на калциум сулфат дихидрат на рамната површина на отпечаточниот материјал. Навлажнувањето било евалуирано со броење на празнините, формирани во излиениот модел од отпечатоците, со помош на леќа со можности за зголемување. Просечните вредности на контактниот агол за полиетерот изнесувале $52,60^\circ$, за адитивниот силикон со различен вискозитет изнесувале $54,7^\circ$, $56,4^\circ$ и $68,7^\circ$. За конденсацискиот силикон, вредноста изнесувала $68,6^\circ$, а за полисулфидниот еластомерен отпечаточен материјал била $96,6^\circ$. Од резултатите на оваа студија, авторот заклучува дека полиетерот, различните вискозитети на адитивниот силикон и конденсацискиот силикон покажале поголема влажност, со помали контактни агли и најмал број празнини кај излеаните модели споредени со полисулфидниот отпечаточен материјал. Авторот заклучил дека постои значајна корелација меѓу контактниот агол и празнините кои се формираат во гипсените модели. Празнините биле значајно помали кај гипсените модели излеани од полиетер и адитивен силикон. Кај конденсацискиот силикон и полисулфидниот отпечаточен материјал воочени се поголем број празнини.

Menees и сораб. [110] ја споредувале влажноста преку мерење на контактниот агол на еластомерните материјали, адитивен силикон VPS, хибриден еластомер VPES и полиетер PE, во пет различни временски интервали. Споредувајќи ги резултатите од мерењата, тие откриле дека вредностите на аголот биле помали кај VPS и VPES во споредба со PE.

Во една студија истражуван е ефектот на две дезинфекциски средства, 2 % алкален глутаралдехид и 1 % натриум хипохлорит врз навлажнувањето на еластомерните отпечаточни материјали, односно хидрофилен адитивен силикон Express, конденсациски силикон Speedex и хидрофобен адитивен силикон President. Примероците се поделени во две групи. Првата група примероци се потопени во 2 % алкален глутаралдехид, додека втората група се потопени во 1 % натриум хипохлорит. Примероците и од двете групи се поделени во три подгрупи според времетраењето на дезинфекцијата (15, 30 и 60 минути), а потоа е извршено мерење со помош на гониометарски микроскоп. На површината на примероците од отпечаточниот материјал е аплицирана капка раствор на CaSO_4 (симулира течна фаза на кашеста маса од гипс). Мерењата покажале дека кај Express како хидрофилен адитивен силикон потопен во 1 % натриум хипохлорит за време од 15 минути, просечната вредност на измерениот контактен агол била $64,1^\circ$, по 30 минути била $64,6^\circ$ и по 60 минути била $71,0^\circ$, додека кај контролната група изнесувала $45,6^\circ$. За Speedex како конденсациски силикон, кај примероците во 1 % натриум хипохлорит, просечната вредност на контактниот агол за 15 минути била $68,7^\circ$, по 30 минути била $61,2^\circ$, а за 60 минути била $53,2^\circ$. За контролната група, вредноста била $85,7^\circ$. Кај President како хидрофобен адитивен силикон, потопените примероци во 1 % натриум хипохлорит за потопување од 15 минути покажале просечна вредност на контактниот агол од $89,4^\circ$, за 30 минути $96,1^\circ$ и за 60

минути $95,5^\circ$, додека кај контролната група со непотопени примероци, вредноста била $92,4^\circ$ [111].

Dulaimi [112] го истражувал ефектот на дезинфекцијата врз влажноста на хидрофилизиран кондензациски силикон со потопување во 0,5 % NaOCl за време од 10 минути. Навлажливоста е оценета со истурање на 2 ml кашеста маса од гипс на површината на отпечатокот. Мерења се направени пред и по процедурата за дезинфекција, исто така и по складирањето во влажна средина во времетраење од два часа. Сите групи (контролна и експериментална) покажале помал контактен агол, освен складираната група. Дезинфицираната група имала помала просечна вредност на контактниот агол од $18,38^\circ$ за разлика од контролната група со $21,25^\circ$ и групата која е складирана, $28,75^\circ$. За сите групи, освен за групата која е складирана, воочен е помал контактен агол при аплицирањето на мешавината од гипс кое резултира со подобрена влажност. Според авторите, овој резултат се должи на вградениот внатрешен сурфактант во проучуваните материјали кои се ослободуваат и се концентрираат кон површината на материјалот и со тоа на површината се јавува поголема концентracија на сурфактант и намалување на контактниот агол и подобро влажнење. Во однос на групата со одложено складирање, тие сметат дека одложеното складирање од два часа е причина поради која сурфактантот испарува и придонесува за зголемување на контактниот агол.

Подобрувањето на навлажливоста на еластомерните материјали со додаден сурфактант, го потврдуваат и Lad и сораб. [113] во една нивна студија. Тие го истражувале ефектот на дезинфекцијата врз навлажнувањето на површината на адитивниот, кондензацискиот силикон и полиетерот со потопување во времетраење од 10 минути во 4 % натриум хипохлорит и 2 % глутаралдехид. Како најхидрофилен од сите отпечаточни материјали се покажал полиетерот, со најмали вредности за контактниот агол од $56,0^\circ \pm 0,705$, а потоа хидрофилниот адитивен силикон, $77,3^\circ \pm 0,876$. Кај кондензацискиот силикон биле измерени најголеми вредности на контактниот агол од $88,1^\circ \pm 0,623$ и со тоа покажал најмала хидрофилност од трите материјали. Сите три еластомерни отпечаточни материјали покажале подобрување на влажноста со користењето на сурфактант. Исто така, авторите утврдиле дека дезинфекцијата во траење од 10 минути не влијаела на влажноста на површината на овие отпечаточни материјали. Третманот со средство за навлажнување на површината на овие отпечаточни материјали, по краткотрајна дезинфекција, придонел за подобрување на влажноста.

Продолжувањето на времетраењето на дезинфекцијата може во голема мера да ги промени вредностите за контактниот агол и да направи сличен материјал на оној кој во себе не содржи сурфактант. Blalock и сораб. [114] укажуваат на тоа дека продолженото време на дезинфекција на отпечаточните материјали може да го отстрани сурфактантот, значително менувајќи го контактниот агол и карактеристиките на навлажнување на материјалот за отпечаток. Во истражувањето, авторите го одредувале ефектот на времетраењето на контактот на растворот за дезинфекција со отпечаточниот материјал врз контактниот агол на отпечатоците од адитивен силикон. Една група примероци биле нетретирани, а другата група биле третирани со прскање средство за дезинфекција за различни временски периоди (1, 20, 60 минути и 24 часа). За секој тип материјал за отпечатување биле откриени значајни зголемувања на контактните агли како што се зголемувало времетраењето на контактот со средството за дезинфекција, при секоја измерена временска точка на аплицирање на капките. За двата материјали што содржат сурфактант, продолжениот контакт со хемиското средство за дезинфекција резултирал со зголемени контактни агли кои не се разликувале во голема мера од измерените вредности на контролните примероци кои во себе не содржеле сурфактант.

И покрај нивните одлични својства и издржливост, силиконските еластомери, како и сите полимерни материјали, се предмет на деградација со текот на времето кога се изложени на различни еколошки, хемиски влијанија и високи температури. Стареењето резултира со влошување на пожелните својства на материјалот. Разбирањето на ефектите од стареењето врз својствата на материјалите е важно во однос на предвидувањето на животниот век на материјалот. Со текот на времето, механичкото динамичко оптоварување (замор), процесите на оксидација, температурата, изложеноста на UV-светлина (фотооксидација) и агресивните медиуми доведуваат до неповратни промени во физичките и хемиските својства на еластомерниот материјал, што често резултира со предвремено функционално откажување на компонентите. Стареењето на еластомерите вклучува различни процеси кои хемиски или физички го менуваат или разградуваат материјалот. Оштетувањето на еластомерите предизвикано од стареење, е неповратно, а со тоа и иреверзибилно, и ги прави материјалите неупотребливи по одредено време. Стареењето на материјалите подразбира промени на првобитната состојба, но не мора да вклучува само влошување или деградација. Најчеста причина за деградација е изложеноста на околината на ултравиолетово зрачење, вода/влажност и флукуации на температурата. Во многу случаи, деградацијата се оценува врз основа на промените во хемиската структура и присуството на туѓи хемикалии во системот во функција на времето. Хемиската евалуација на механизмите за деградација често се спроведува со користење на спектроскопија на инфрацрвена трансформација на Фурие (ATR-FTIR) со атенуирана вкупна рефлексија. ATR-FTIR овозможува евалуација на хемиските врски присутни пред и по стареењето. Со проценка на создавањето и раскинувањето на хемиските врски, може да се добие увид во механизмите на деградација присутни за време на различните процеси на стареење.

Cifter и сораб. [115] ги испитувале ефектите од стареењето и условите при работа врз промената на бојата кај максилофацијалните силиконски материјали. Промена на бојата кај максилофацијалните силиконски еластомери станува забележлива 6 – 12 месеци по изработката на лицевата протеза. Утврдувањето на факторите кои ја забрзуваат деградацијата на протезата може да им помогне на лекарите да го зголемат нејзиниот животен век. Затоа, целта на студијата била да се истражи ефектот на времето и температурата врз промената на бојата на максилофацијалните силиконски еластомери по складирање во темна соба за 6000 часа. Авторите заклучиле дека температурата влијае на степенот на промена на бојата по складирањето во темна средина.

Stathi и Polyzois [116] го истражувале ефектот на апсорпција на UV-светлина на адитивниот силикон. Според експерименталните параметри, изложеноста на силиконот на UV-зрачење, резултирала со одредени промени во IR-апсорпцијата, термичко распаѓање по зголемувањето на температурата и промени на својството на истегнување. Ултравиолетовите зраци можат да влијаат на механичките својства на материјалите со што можат да го ограничат работниот век на максилофацијалните силикони. Овој дел го истражувале Güngör и соработниците [117]. Целта на оваа ин витро студија била да се истражи ефектот на UV-заштитните средства врз механичките својства на максилофацијалните силикони по вештачки предизвиканото стареење. Примероците биле подложни на стареење во атмосферска комора за време од 300 и 600 часа. Условите за стареење, генерално, не покажале никакво влијание врз цврстината на истегнување.

Kashi и сораб. [118] објавиле студија во која го истражувале стареењето на силиконската гума, односно ефектите од изложеноста на функционално масло (полиалкилен гликол) при зголемена температура од 195 °C. Варијациите во механичките својства (затегнување, кинење, цврстина) биле следени во однос на времето

на стареење, додека трајната деформација на гумата била евалуирана преку мерења на еластичното обновување. Морфологијата и хемијата на површината на застарениот еластомер, исто така, биле проучувани преку електронска микроскопија за скенирање и спектроскопија на Фуриеова трансформација на инфрацрвена боја (FTIR). Стареењето имало значајно влијание врз механичките својства со намалување на крајната цврстина на истегнување и издолжување при прекин.

Во една студија, Goiato и сораб. [119] вршеле проценка на стабилноста на бојата на еден максилофацијален адитивен силикон (промена на бојата) подложен на хемиска дезинфекција со шумливи таблети, неутрален сапун или 4 % хлорхексидин глуколат. Дезинфекцијата се вршела трипати неделно за време од 2 месеци, при различни периоди на забрзано стареење. Евалуацијата на бојата е спроведена по 60 дена (период на дезинфекција) и по интервали од 252, 504 и 1008 часа забрзано стареење, со помош на спектрофотометар на рефлексија, притоа примероците се поделени во три групи, и тоа: во група 1: безбоен, во група 2: заматувач на бариум сулфат, во група 3: заматувач со титаниум диоксид. Според резултатите, група 2 покажала најмала промена на бојата, додека групата 3 највисока, без оглед на хемиската дезинфекција и забрзаните периоди на стареење. Авторите заклучиле дека додавањето заматувач, хемиската дезинфекција и процедурите на забрзано стареење влијаеле на стабилноста на бојата на максилофацијалниот силикон.

Во една студија, Griniari и сораб. [120] ја истражувале бојата и структурните промени кај максилофацијалниот протетски силикон со два различни пигменти, по потопување во средства за дезинфекција и фотостарење. Структурните промени се проучувани со инфрацрвена спектроскопија (ATR-FTIR) пред и по стареењето. Авторите заклучиле дека не забележале структурни промени кај пигментираните и непигментираните силикони меѓу сите процедури на стареење. Снимените промени на бојата на тестираните материјали биле во рамките на границите на клиничка прифатливост по сите процедури на стареење.

Најчеста причина за деградација е изложеноста на ултравиолетово зрачење, вода/влажност и флукуации на температурата. Во многу случаи, деградацијата се оценува врз основа на промените во хемиската структура и присуството на туѓи хемикалии во системот во функција на времето. Овие хемиски промени вклучуваат сечење на синцирот на вкрстеното поврзување, реакција на синцири или на полнилата како составен дел на материјалот. Честопати, за целосно разбирање на механизмот на деградација, се земаат предвид повеќе паралелни процеси. Mehr и сораб. [121] ја разгледувале деградацијата на силиконите од оптичка класа. Тие откриле дека силиконите не се засегнати од изложеноста на UV и сина светлина, потопување во вода на 35 °C или 100 % RH на 100 °C дури и по 3000 часа стареење.

Во една студиска ревија, Kaszmarek и сораб. [122] се фокусирале на примената на спектроскопските методи, како што се инфрацрвена спектроскопија (IR), инфрацрвена спектроскопија за трансформација (FT-IR), Raman-спектроскопија, ултравиолетова и видлива спектроскопија на X-зраци и масовна спектрометрија, кои се често користени во истражувањето на површинските својства на стоматолошките материјали. Прикажани се и примери за истражување на материјали кои се користат како полнења на кавитети во ендодонцијата, подготовка на површината на одредени материјали кои се користат во стоматолошката протетика и имплантологијата. Наведените студии покажале дека горенаведените техники можат да бидат вредни алатки бидејќи ги

прошируваат истражувачките можности за испитување на својствата на материјалите кои се користат во стоматологијата. Во литературата постои несогласување во врска со супериорноста на димензионалната стабилност меѓу различните видови еластомерни отпечаточни материјали. Од досегашните наши сознанија за клиничката и лабораториската примена на материјалите за отпечаток, стекнатото клиничко искуство и врз база на сознанијата добиени од литературата, беше предизвик во наши услови во ин витро студија дополнително да добиеме споредливи податоци за овие клинички параметри кои би биле важни референци за нивната клиничка примена и потврда на тврдењата на производителите на дентални материјали.

За реализирање на овој интерес, ги дефиниравме и целите на нашето истражување:

- главната истражувачка цел беше да го истражиме ефектот на времетраењето на дезинфекцијата од 15, 30, 60 минути и 6 часа врз димензионалната стабилност на два еластомерни материјали, адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Oxasil L;

- исто така, си поставивме задача да истражиме дали димензионалната стабилност на овие два материјали е значајно изменета по дезинфекција од 15 минути во 0,5 % натриум хипохлорит и по одложено излевање од 6 часа во амбиентални услови во заботехничка лабораторија (одложеното излевање на отпечатокот и оптималното времето на транспортирање од ординација до заботехничката лабораторија во наши услови);

- да се утврди, дали повторената дезинфекција од 15 минути по одложеното излевање од 6 часа, на веќе дезинфициран отпечаток во стоматолошката ординација, ќе влијае на димензионалната стабилност кај двата материјали;

- цел ни беше да се истражи ефектот на одложено излевање од 6 часа врз димензионалната стабилност на недезинфицираните примероци од адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Oxasil L (контролна група).

Во литературата најдовме на ограничени податоци кои се однесуваат на анализата на одредени механички и физички својства на адитивниот и кондензацискиот еластомерен материјал за земање отпечатоци по дезинфекција. Целта во нашиот труд беше да споредиме одредени механички и физички својства на дезинфицираните и недезинфицираните примероци од овие два материјали:

- ефектот на дезинфекцијата врз еластичното обновување;

- ефектот на дезинфекцијата врз флексибилноста – напрегањето под компресија;

- ефектот на дезинфекцијата врз отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформацијата;

- ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста (хидрофилноста).

Се поставува прашањето дали стареењето во контролирани услови (температура, време, влажност, UV-зрачење и дезинфекција) на двата дезинфицирани и недезинфицирани еластомерни материјали, ќе предизвика нивна деградација.

3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ

Во литературата согледано е делувањето на дезинфекцијата и другите фактори врз физичките и механичките својства на адитивните и кондензациските силикони како материјали кои се најприменувани за земање отпечаток во стоматолошката пракса. Поради разноликоста на методите, средствата и резултатите добиени од истражувањата, хипотезите во оваа студија се поставени како нулта хипотези. Во согласност со целите на истражувањето, ги поставивме следните хипотези кои ќе бидат потврдени или отфрлени.

Хипотеза 1. Не постои статистички значајна разлика во димензионалната стабилност на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон како резултат на продолженото времетраење на дезинфекцијата со потопување во 0,5 % натриум хипохлорит за 15, 30, 60 минути и 6 часа.

Хипотеза 2. Продолженото време на одложено излевање од 6 часа на дезинфицираните примероци од двата материјали нема значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон.

Хипотеза 3. Повторената дезинфекција од 15 минути по 6 часа од одложеното излевање на веќе дезинфицираните примероци во ординација, статистички нема значајно влијание на димензионалната стабилност на адитивниот и кондензацискиот силикон.

Хипотеза 4. Продолженото време на одложено излевање од 6 часа на недезинфицираните примероци од двата материјали (контролна група), нема значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон.

Хипотеза 5. Дезинфекцијата од 15 минути нема значајно влијание на еластичноста и флексибилноста (еластично обновување, напрегање под компресија, отпор на јачина на истегнување до кинење и деформација) и на двата еластомерни материјали.

Хипотеза 6. Дезинфекцијата во траење од 15 минути со потопување во 0,5 % натриум хипохлорит, нема да има значајно влијание на навлажливоста (хидрофилност) на двата истражувани материјали.

Хипотеза 7. Стареењето во контролирани услови кај двата дезинфицирани и недезинфицирани еластомерни материјали нема да има значајно влијание на деградацијата на двата материјали.

4. ПРИМЕНЕТИ НАУЧНИ МЕТОДИ И НАЧИН НА РАБОТА

Оваа научна студија беше спроведена во Универзитетскиот Стоматолошки Клинички Центар „Св. Пантелејмон“ во Скопје и во специјализирани лаборатории и опрема на Технолошко-металуршкиот факултет при УКИМ – Скопје, на Институтот за органска технологија.

4.1. Материјал

Во ова истражување беа вклучени два вида еластомери, адитивен силикон винил полисилоксан (Vinylpolysiloxane, Variotime Light Flow, Heraeus Kulzar Hanau, Германија) и еден кондензациски силикон полисилоксан (Polysiloxane, Oxasil Light Flow, Heraeus Kulzar Hanau, Германија) според ANSI/ADA-спецификацијата број 19 (ANSI/ADA Specification No.19 for Non Aqueous, Elastomeric Dental Impression Materials) (слика 1).

И двата материјали беа подложни на дезинфекциски третман со потопување во комерцијално дезинфекциско средство, односно раствор од 0,5 % натриум хипохлорит. Отпечаточните материјали и средството за дезинфекција беа користени според упатствата на производителите. Целата опрема и материјали користени во истражувањето беа складирани, како што е препорачано во стандардите на ISO 4823:2021 [123] и ISO 37:2017 [124].



Слика 1. Материјали користени во истражувањето

4.2. Ин витро испитувања

4.2.1. Испитување на димензионалната стабилност

Подготвени се 40 примероци, од кои 20 од адитивен силикон и 20 од кондензациски силикон.

Група 1 - по 5 примероци од двата еластомери потопени во средството за дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа. Мерењата ги спроведовме веднаш по отстранување на примероците од калапот и после секоја временска точка на потопување;

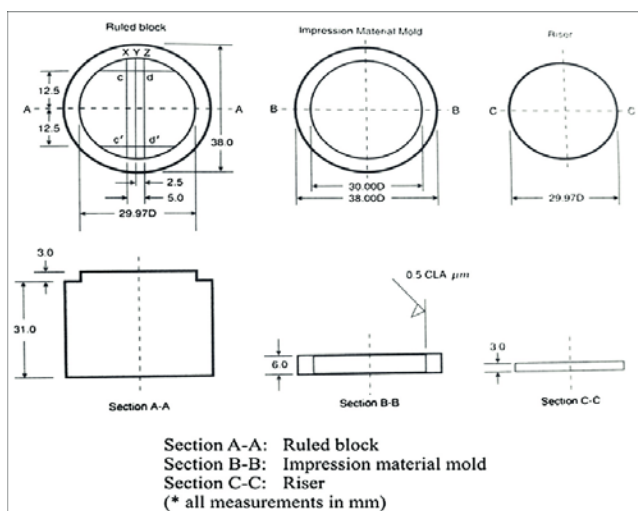
Група 2 - по 5 примероци од двата еластомери се дезинфицирани 15 минути и потоа складирани 6 часа во амбиентални услови во лабораторија (одложено излевање).

Мерењата ги спроведовме веднаш по отстранување на примероците од калапот, по дезинфекцијата од 15 минути и 6 часа на складирање;

Група 3 - по 5 примероци од двата еластомери се дезинфицирани 15 минути, складирани 6 часа во амбиентални услови во лабораторија и потоа беа изложени на повторена дезинфекција во траење од 15 минути. Мерењата се спроведени веднаш по отстранувањето од калапот, по 15 минути на првата дезинфекција во ординација, по 6 часа на складирање и по повторената дезинфекција по 6 часа на складирање;

Група 4 - по 5 примероци од двата еластомери (контролна група) се складираани без дезинфекција, 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути во амбиентални услови во заботехничката лабораторија (продолжено време на излевање). Мерењата се спроведени веднаш по отстранувањето од калапот, по 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути.

Примероците од тестираните материјали за отпечатоци, подготвени според упатствата на производителот, беа сместени во посебен калап од не'рѓосувачки челик кој е изработен според препораките на Меѓународната организација за стандарди (ISO 4823:2021) и Американската стоматолошка асоцијација (ANSI/ADA) спецификација бр. 19 за еластомерни отпечаточни материјали (слика 2). На стандардизираниот калап, се означени три хоризонтални и две вертикални линии (жлебови). Линијата а има дијаметар од $50 \pm 8 \mu\text{m}$, линијата б од $20 \pm 4 \mu\text{m}$, линијата с од $75 \pm 8 \mu\text{m}$, линиите d1 и d2 се со иста ширина како линијата с. Референтното растојание d1 - d2 е 25 mm. Прстенот со надворешен дијаметар од $\varnothing (37,97 \pm 0,03 \text{ mm})$ е исто така направен од не'рѓосувачки челик, со внатрешен дијаметар од $\varnothing (30 \pm 0,02 \text{ mm})$ и дебелина од 6 mm, како и метална плоча со големина 50 mm x 50 mm и дебелина 3 mm (слика 3).



Слика 2. ISO 4823 спецификација



Слика 3. Калап според ISO спецификација

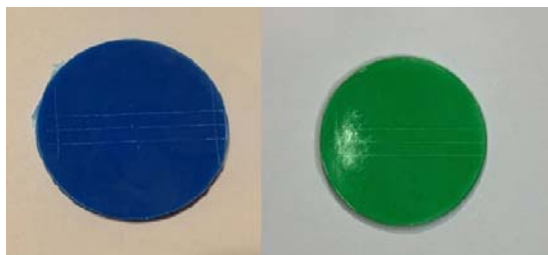
Потоа, во калапот од не'рѓосувачки челик се вбригуваше отпечаточниот материјал до целосно полнење на калапот, а калапот беше покриен со полиетиленски лим. Стаклената плоча беше поставена на врвот на калапот, а врз плочата беше нанесен постојан притисок со употреба на маса од 1 kg за да се стандардизира дебелината на материјалот. Потоа целиот овој комплет беше поставен во водена бања на $35 (\pm 2 \text{ }^\circ\text{C})$ за

да се симулира постоечка температура со отворена уста (слика 4). Времето на престој во водена бања беше одредено како време на полимеризација според препораките на производителот (3:30 мин. за кондензацискиот, 2:00 мин. за адитивниот силикон), а додадени се дополнителни 2 минути за да се обезбеди целосна полимеризација.

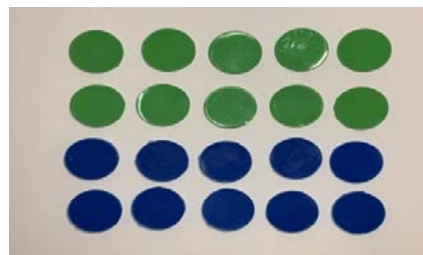


Слика 4. Водена бања

Полимеризираните примероци внимателно беа отстранети од водата и одвоени од калапот (слика 5 и 6). Примероците беа измениени со вода од чешма за време од 15 секунди и исушени со компримиран воздух. Согласно ADA-спецификацијата бр. 19 и ISO 4823:2021, димензионалната стабилност е утврдувана со мерење на растојанијата $d1 - d2$ (од внатрешниот профил на линијата $d1$ до внатрешниот профил на линијата $d2$) кои се отпечатени на примероците и на самиот калап. Мерењата се извршени од еден испитувач со помош на микроскоп Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO 20x-300x со прецизност од 0,001 mm (слика 7). Мерењата се извршени во согласност со протоколите за тестирање (ISO 4823:2021).



Слика 5. Примерок од К и А-силикон



Слика 6. Испитувани примероци

Растојанието меѓу соодветните линии $d1$ и $d2$ на стандардизираниот калап е означено со $L1$ (слика 8). Растојанието меѓу линиите $d1$ и $d2$ на проучуваните примероци е означено со $L2$. Пресметката на промената на димензиите на секој примерок, L , изразена во проценти ја реализиравме, користејќи ја следната равенка:

$$\Delta L = 100 \times \left(\frac{L1 - L2}{L1} \right)$$

$L1$ го претставува растојанието меѓу линиите $d1$ и $d2$ измерено на калапот, а $L2$ го претставува растојанието меѓу линиите $d1$ и $d2$ измерено на примерокот од

тестираниот отпечаточен материјал. Добиената вредност на димензионалната промена изразена во проценти е споредена со максимално дозволените вредности на линеарните димензионални промени пропишани со ISO 4823:2021.



Слика 7. Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO



Слика 8. Примерок под микроскоп

4.2.2. Тест за испитување на еластичното обновување

Примероците за тестирање се подготвени според упатствата од стандардот ISO 4823. Подготвени се 20 примероци по препорака на производителот, 5 примероци за секоја проучувана група.

Група 1 – 5 примероци од адитивен силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 2 – 5 примероци од адитивен силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Група 3 – 5 примероци од кондензациски силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 4 – 5 примероци од кондензациски силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

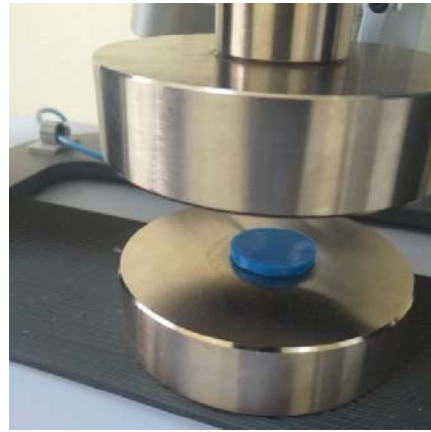
Секој примерок за тестирање се подготвува така што се истиснува материјалот за тестирање во специјален калап, исполнувајќи го, врз кој потоа се става полиетиленска фолија која треба да биде во интимен контакт со истиснатиот материјал за да обезбеди еднакво распоредување на материјалот во калапот и истиснување на вишок материјал. Врз етиленската фолија се става стаклена плочка за да се добие мазна и рамна површина. Потоа примерокот со калапот се става во водена бања на температура од $35 (\pm 2) ^\circ\text{C}$, во времетраење пропишано од производителот, потребно за иницијално врзување на материјалот.

Во рок од 40 секунди по времето на врзување во водена бања, примерокот се раздвојува од калапот, се поставува на метална плочка и се позиционира на базата на апаратот за тестирање Shimadzu 25T type AGX Determination of mechanical properties (слика 9 и 10). Првото отчитување се изведува на 55 секунди пред да се примени сила на деформација и добиената вредност се бележи како h_1 . Потоа примерокот се подложува на сила на деформација од 0,6 N со брзина на движење на плочка 10 mm/min, во

времетраење од 1 секунда, и потоа силата се опушта во рок од 5 секунди. По ова примерокот се остава да се стабилизира. Второто отчитување се изведува на 180 секунди и добиената вредност се бележи како h_2 .



Слика 9. Shimadzu 25T type AGX



Слика 10. Примерок за тестирање за еластично обновување

Мерењата се отчитуваат со помош на дигитален микрометар Extoll Premium – Digital Micrometer Caliper 0,25 mm, со точност од 0,001 mm (слика 11 и 11a). Пресметувањето на процентот на еластичното обновување K се изведува со следната равенка:

$$K = 100 - \left\{ 100 \left(\frac{h_1 - h_2}{h_0} \right) \right\}$$

h_0 – висина на калапот

h_1 – вредноста отчитана пред деформација на примерокот

h_2 – вредноста отчитана по деформација на примерокот



Слика 11. Extoll Premium – Digital Micrometer Caliper



Слика 11a. Мерење со микрометар

4.2.3. Тест за испитување на флексибилноста – напрегање под компресија

Примероците за тестирање се подготвени според упатствата од ISO 4823:2021. За секоја проучувана група подготвени се по 5 примероци.

Група 1 – 5 примероци од адитивен силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 2 – 5 примероци од адитивен силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Група 3 – 5 примероци од кондензациски силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 4 – 5 примероци од кондензациски силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Секој примерок за тестирање беше подготвен на начин што прво се истиснува материјалот за тестирање во специјален калап, врз кој потоа се става полиетиленска фолија која треба да биде во интимен допир со истиснатиот материјал за да обезбеди еднакво распоредување на материјалот во калапот и истиснување на вишок материјал. Потоа примерокот со калапот се става во водена бања на температура од 35 (± 2) °C, во времетраење пропишано од производителот, потребно за иницијално врзување на материјалот. Веднаш по раздвојувањето од калапот, примерокот се поставува на универзален апарат за тестирање Shimadzu 25T type AGX Determination of mechanical properties – additional equipment: for Compression testing (Model 34308095 Shimadzu) (слика 12).

Тестирањето се спроведува по временски распоред според стандардот ISO 4823:2021. На 60 секунди по вадењето од калапот, врз примерокот се аплицира иницијална сила ($1,2 \pm 0,1$ N). На 90 секунди примерокот се фиксира и се поставува мерниот инструмент и софтверски отчитаната вредност се бележи како h_1 (слика 13). На 95 секунди, мерниот инструмент се отстранува и повторно се аплицира постепено поголема сила ($12,3 \pm 0,1$ N) во период од 10 секунди. На 135 секунди примерокот повторно се фиксира и со мерниот инструмент софтверски се отчитува вредноста која се бележи како h_2 . Пресметувањето на процентот на флексибилност E се одредува со следната равенка:

$$E = 100 \left(\frac{h_1 - h_2}{h_0} \right)$$

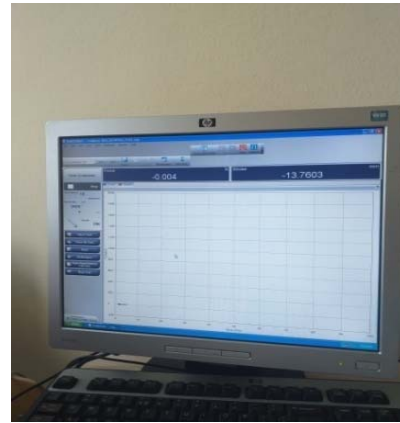
h_0 – висина на калапот

h_1 – вредност отчитана 30 секунди по аплицираната иницијална сила

h_2 – вредност отчитана 30 секунди по највисоката аплицирана сила



Слика 12. Примерок за тестирање на флексибилност



Слика 13. Софтверско отчитување на вредности

4.2.4. Тест за испитување на отпорноста на јачина на истегнување до кинење

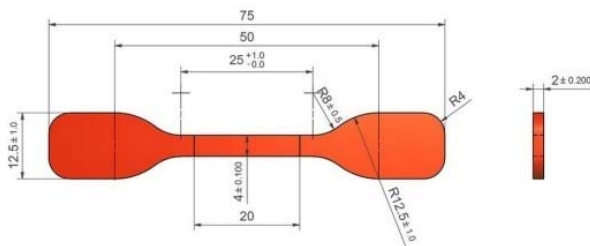
Примероците за тестирање се подготвени во специјално изработени калапи според стандардот ISO 37:2017 Тип II (слика 14). Добиените примероци се со форма на епруветка со должина од 75 mm, ширина $12,5 \pm 1$ mm, дебелина $2 \pm 0,2$ mm, должина на стеснетиот дел 25 ± 1 mm, ширина на стеснетиот дел $4 \pm 0,1$ mm (слика 15). Подготвени се по 5 примероци за секоја проучувана група од материјалите.

Група 1 – 5 примероци од адитивен силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 2 – 5 примероци од адитивен силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Група 3 – 5 примероци од кондензациски силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 4 – 5 примероци од кондензациски силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.



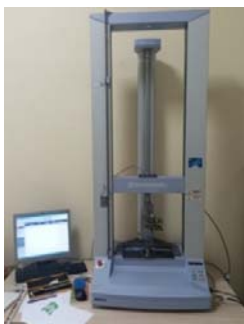
Слика 14. ISO 37 спецификација



Слика 15. Примероци за тестирање

Тестирањето беше изведено во амбиентални лабораториски услови (23 ± 1 °C), каде што со помош на автоматски апликатор се истиснува тестираниот материјал во калапот и се остава да се полимеризира во предвидениот временски период според препораките на производителот. По полимеризацијата, примероците се раздвојуваат од калапот и се поставуваат во универзален апарат за истегнување Shimadzu 25T type AGX

Determination of mechanical properties, прицврстени на краевите со пневматски стеги, во неутрална позиција (слика 16 и 17). Овој инструмент е дизајниран да го издолжува примерокот со константна брзина на издолжување и континуирано и симултано да го мери напрегањето (применетата сила) и издолжувањето со користење на екстензиометар. Врз примероците се аплицира сила без напрегање од 0,1 МРа со цел проучуваниот примерок да остане во идеална рамна линија (да не биде свиткан) кога се врши првичното мерење на должината. Потоа се продолжува со константно аплицирање на сила и брзина на плоча од 250 mm/min, до момент на кинење (слика 18). На мерниот инструмент се регистрира силата на максимално оптоварување на материјалот и силата на кинење. Добиените вредности софтверски се отчитуваат и анализираат, и потоа се обработуваат (слика 19).



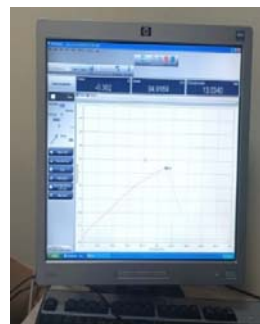
Слика 16. Shimadzu 25T type AGX екстензиометар



Слика 17. Примерок поставен во екстензиометар



Слика 18. Истегнување до точка на кинење



Слика 19. Софтверско отчитување на вредности

4.2.5. Мерење на контактен агол – хидрофилност, хидрофобност и површинска енергија

Мерењето на контактниот агол опишано од Томас Јанг во 1805 година, во моментот е наједноставен и најточен метод за карактеризирање на површинските својства на цврстите тела и одредување на енергијата на интеракција меѓу течнота (L) и цврстите површини (S). Вредноста на контактниот агол е мерка на конкурентските тенденции меѓу енергијата на кохезија на молекулите на течнота и енергијата на адхезија меѓу течнота и цврстата површина.

Мерењето на контактниот аголот е лесен за изведување на мазна и рамна површина, притоа постојат неколку добропознати техники за мерење на контактните агли на течностите на рамни површини. Со поставување капка вода на површината на некоја цврста материја, тој може лесно да се измери низ водената фаза на трифазниот контакт (цврст – течен – воздух). Проценката на контактниот агол се прави од тангенцијалната линија формирана меѓу цврстата површина и профилот на капката течност каде што се пресекува површината на капката со помош на компаративен микроскоп, опремен со гониометарска скала.

Примероците за тестирање се подготвени според упатствата од ISO 4823:2021 (слика 20). Подготвени се по 5 примероци за секоја проучувана група.

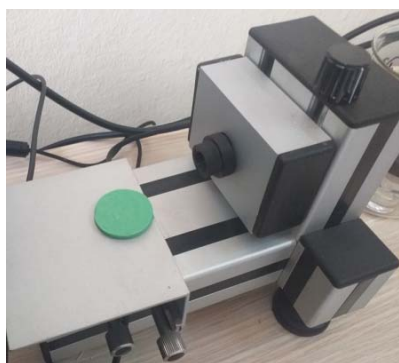
Група 1 – 5 примероци од адитивен силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 2 – 5 примероци од адитивен силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Група 3 – 5 примероци од кондензациски силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 4 – 5 примероци од кондензациски силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Мерењата на контактниот агол се направени со помош на инструментот See System E, Instrument for Contact angle measurement, Determination of contact angle and surface energy со Software 7.0 (слика 21). Мерењата се извршени на примероците на двата материјали и резултатите се добиени врз основа на определувањето на просечната вредност од последователните мерења на секој од примероците, согласно стандардната постапка со капка дестилирана вода, глицерол и етилен гликол.



Слика 20. Примерок за тестирање на контактен агол



Слика 21. Апарат за мерење на контактен агол

Тестирањето беше изведено во лабораторски амбиентални услови, односно $23 (\pm 1) ^\circ\text{C}$ и $50 (\pm 10) \%$ влажност. Во посебно изработени калапи се истиснува материјалот за тестирање со помош на автоматски апликатор. Најпрво се вклучува компјутерот и се покренува програмата See System 7.0. Примерокот се мести на држачот пред камерата и сликата се подесува со помош на придвижувачите. Со дигитална микропипета се капнува $0,5 \mu\text{l}$ од течноста (слика 22). Со кликање на 'capture' се слика капката, а потоа се анализира со „брз метод“ кој се појавува под 'default' (слика 23). Овој метод користи само 3 точки за определување на контактниот агол, при што две од нив треба да бидат на течно-цврстиот интерфејс со цел да се дефинира базната линија на супстратот, а третата треба да биде на контурата на капката (на средина на врвот на капката). Точките се нанесуваат со помош на десен клик на глумчето (маус). По кликање на третата точка, контактниот агол веднаш се пресметува. Од направените мерења се пресметува просечната вредност на контактниот агол.

Тестирањето се изведуваше според временски распоред, и тоа на 30 секунди од поставувањето на примерокот на инструментот, се капнува една капка дестилирана вода ($0,5 \mu\text{l}$) со микропипета. До време од 150 секунди, контактниот агол на капката и тестираниот материјал се мери во одредени временски интервали со електронски инструмент, и добиените вредности потоа се анализираат преку софтвер поврзан со инструментот. За одредување на контактниот агол и површинската слободна енергија кај секоја група беа направени по 30 мерења, односно 10 со дестилирана вода, 10 со

етилен гликол и 10 со глицерол. Добиените резултати подоцна беа анализирани и обработени.



Слика 22. Капка вода на примерок од А-силикон



Слика 23. Софтверско мерење на контактен агол

Одредување на површинската слободна енергија

Енергијата што треба да се потроши за да се зголеми површината на фазата се нарекува површинска слободна енергија (SFE). Како енергија по единица површина, слободната површинска енергија ја има единицата N/m или J/m².

Површинската слободна енергија не може да се мери директно, а за тоа се предложени неколку модели кои користат мерења на аголот на контакт. Owens–Wendt Regression-иот модел е една од најкористените теории за површинската слободна енергија. Ги дели меѓусебните интеракции на два дела: поларни и дисперзивни. За пресметување на површинската слободна енергија со овој модел потребно е мерење на аголот на контакт со две познати течности. За оваа цел беа извршени мерења на контактниот агол врз основа на определување на средна вредност од три последователни мерења на секој од примероците согласно стандардната постапка со капки дестилирана вода, етилен гликол и глицерол (слика 24). Young-овата равенка е основа на сите теории за површинската слободна енергија. Тој ја опишува рамнотежата на силите во трифазната контактна точка каде се вкрстуваат воздухот, течноста и цврстата состојба. Равенката на Young е напишана како:

$$\gamma_{sv} = \gamma_{sl} + \gamma_{lv} \cos \theta_Y$$

Каде: γ_{sv} е површинска слободна енергија на цврстата фаза, γ_{sl} е меѓуповршински напон меѓу течноста и цврстата фаза, γ_{lv} е површински напон на течноста и θ_Y е агол на контакт.

Од постигнатите резултати од мерењето на контактниот агол, беа извршени и пресметки на слободната површинска енергија според Owens–Wendt Regression-иот модел, користејќи софтверски модул кој автоматски ја извршува опишаната проценка на слободната површинска енергија на проучуваната површина.


```

-----
Report of Free Surface Energy Measurement
Created with See Software 7.0 on 04.01.1980, 00:44:59.
1. Calculated contact angles [°]
1: water          101.53 ± 8.64   99.9%
2: glycerol       98.83 ± 10.61   99.9%
3: ethylene glycol 87.82 ± 4.86    99.9%
2. Calculated free surface energy [mJ/m^2], Owens-Wendt Regression model
-----
component          g          Sg-        Sg+
-----
gtotal             12.27      5.31       5.31  68.3%
glw                 6.61       4.12       4.12  68.3%
gAB                 5.66       3.35       3.35  68.3%
correl              0.99
-----

```

Слика 24. See system 7.0 – резултати од мерење

4.2.6. Испитување на стареењето на материјалот во контролирани услови на температура и влажност; FTIR-спектроскопија

Примероците за тестирање се приготвуваат во специјално изработени калапи според стандардите ISO. Тестирањето се врши врз двата вида материјали. Се подготвуваат 20 примероци, по 5 примероци за секоја проучувана група.

Група 1 – 5 примероци од адитивен силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 2 – 5 примероци од адитивен силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

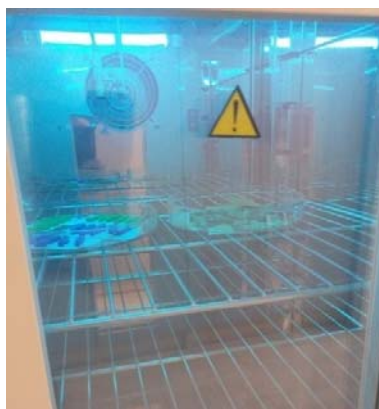
Група 3 – 5 примероци од кондензациски силикон кој не е подложен на дезинфекција.

Група 4 – 5 примероци од кондензациски силикон кој е подложен на дезинфекција од 15 минути.

Тестирањето се изведе во амбиентални лабораториски услови, каде што со помош на автоматски апликатор се истиснува тестираниот материјал во калапите и се остава да се полимеризира во рокот предвиден според упатството од производителот. По полимеризацијата, примероците се раздвојуваат од калапот и се поставуваат во комора каде се одвива UV-деградација од 254 nm (нанометри) UV-зрачење, 55 % релативна влажност и температура од 23 °C во различни временски интервали: пред поставување, по 48, 96 и 144 часа во реално време (слика 25 и 26).

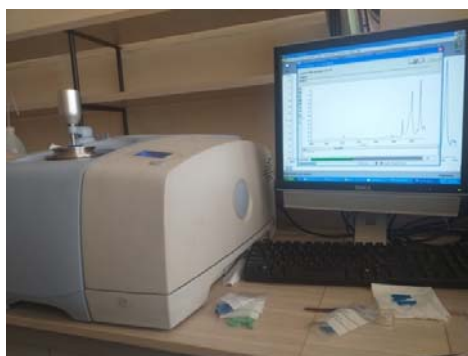


Слика 25. Incubator (Biobase VJRX-HT)



Слика 26. Испитувани примероци во UV-комора

Карактеризацијата на примероците се вршеше со помош на FTIR-спектроскопија (FTIR spectrophotometer, Perkin Elmer, Spectrum 100) (слика 27 и 28). Овој спектрометар се состои од извор на зрачење, интерферометар и детектор. Интерферометарот е полурефлектирачки уред изработен од тенок филм (најчесто германиум) депозитиран врз KVг-подлога. IR-зрачењето кое доаѓа од изворот на зрачењето се колимира и се насочува кон интерферометарот кој 50 % од интензитетот на зрачењето првично го трансмитира до неподвижното огледало, додека останатите 50 % се трансмитираат до подвижното огледало. По разделувањето, зраците се рефлектираат од двете огледала, повторно паѓаат на интерферометарот и се рекомбинираат, односно интерферираат и како такви минуваат низ проучуваниот примерок.

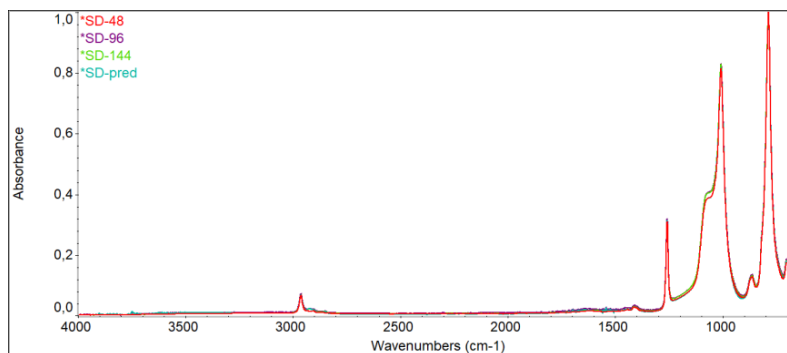


Слика 27. Спектрофотометар Perkin Elmer Spectrum 100



Слика 28. Испитуван примерок во спектрофотометар

Апаратот е поврзан со софтвер кој ја врши оваа математичка операција и дава информации за вибрациите во форма на интерферограм. FTIR-спектроскопијата овозможува да се одредат карактеристичните вибрации на атомските групи на проучуваното соединение. Поради фактот што FTIR-спектарот е карактеристичен за дадена супстанција, инфрацрвената спектрофотометриска анализа најчесто се користи за квалитативна анализа (слика 29).



Слика 29. Спектар на примерок од К-силикон

Статистичка анализа

Статистичката анализа на податоците добиени од истражувањето беше направена во статистичката програма SPSS 23.0 for Windows. Shapiro–Wilk тестот беше користен за тестирање на нормалноста на дистрибуцијата на податоците. Добиените податоци се прикажани табеларно и графички.

Анализираните варијабли се нумерички (квантитативни) и се прикажани со просек, стандардна девијација, минимални и максимални вредности, медијана и интерквартални рангови. За споредување на проучуваните групи во однос на квантитативните варијабли беше користен Student t-test for independent samples. За тестирање на разликите во промените на анализираните параметри во групите беа користени параметарски тестови за зависни примероци (Student t-test for dependent samples и ANOVA Repeated measures test). Статистичката значајност беше дефинирана на ниво на $p < 0,05$.

5. ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НИВНО ЗНАЧЕЊЕ

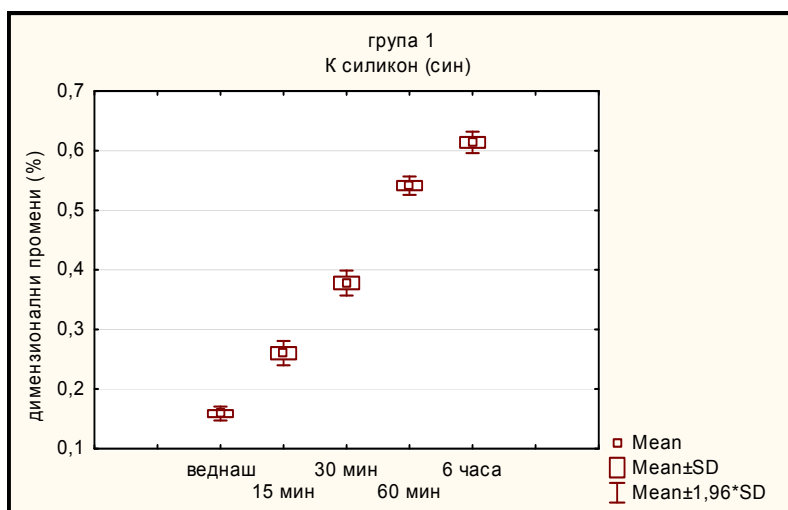
5.1. Резултати од истражувањето на димензионалната стабилност

Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз димензионалните промени кај кондензацискиот и адитивниот силикон

Во табела 1 и графикон 1 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на линеарните димензионални промени на отпечаточните материјали од кондензациски силикон потопени во средство за дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа. Како што се забележува, промената во просечните вредности на димензионалната промена се манифестира веднаш по првата дезинфекција од 15 минути ($0,2602 \% \pm 0,01$ наспроти $0,1588 \pm 0,006$).

Табела 1. Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз линеарните димензионални промени кај кондензацискиот силикон

димензионални промени (%)		
група 1 К-силикон	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
веднаш	$0,1588 \pm 0,006$	0,15 – 0,165
15 минути	$0,2602 \pm 0,01$	0,248 – 0,27
30 минути	$0,37802 \pm 0,011$	0,36 – 0,388
60 минути	$0,5414 \pm 0,008$	0,53 – 0,55
6 часа	$0,6140 \pm 0,009$	0,6 – 0,624



Графикон 1. Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз просечната вредност на димензионалните промени кај К-силикон

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на линеарните димензионални промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон кои по отстранување од калапот беа потопени во средство за дезинфекција, статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16) = 1942,139 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на димензионалните промените во сите временски точки (0,1588 % ± 0,06; 0,2602 % ± 0,01; 0,37802 % ± 0,011; 0,5414 % ± 0,008; 0,6140 % ± 0,009; соодветно), односно се потврди значајна разлика меѓу секој пар временски точки. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,101 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,001), и потоа дополнително се намалила за 0,118 % меѓу 15 и 30 минути (p = 0,001), за 0,163 % меѓу 30 и 60 минути (p < 0,0001) и за 0,073 % меѓу 60 минути и 6 часа (p = 0,005) (табела 2 и 2а).

Табела 2. Repeated Measures ANOVA

група 1						
К-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,718	4	0,179	1942,139	0,000
	Greenhouse-Geisser	0,718	2,182	0,329	1942,139	0,000
	Huynh-Feldt	0,718	4,000	0,179	1942,139	0,000
	Lower-bound	0,718	1,000	0,718	1942,139	0,000

Табела 2а. Repeated Measures ANOVA

група 1						
К-силикон						
Pairwise Comparisons						
time	.	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,101*	0,006	0,001	-0,133	-0,070
	30 минути	-0,219*	0,003	0,000	-0,235	-0,204
	60 минути	-0,383*	0,005	0,000	-0,413	-0,352
	6 часа	-0,455*	0,005	0,000	-0,483	-0,427
	30 минути	-0,118*	0,008	0,001	-0,164	-0,071

15 минути	60 минути	-0,281*	0,006	0,000	-0,316	-0,246
	6 часа	-0,354*	0,004	0,000	-0,377	-0,331
30 минути	60 минути	-0,163*	0,007	0,000	-0,201	-0,125
	6 часа	-0,236*	0,007	0,000	-0,278	-0,194
60 минути	6 часа	-0,073*	0,007	0,005	-0,112	-0,033

Based on estimated marginal means

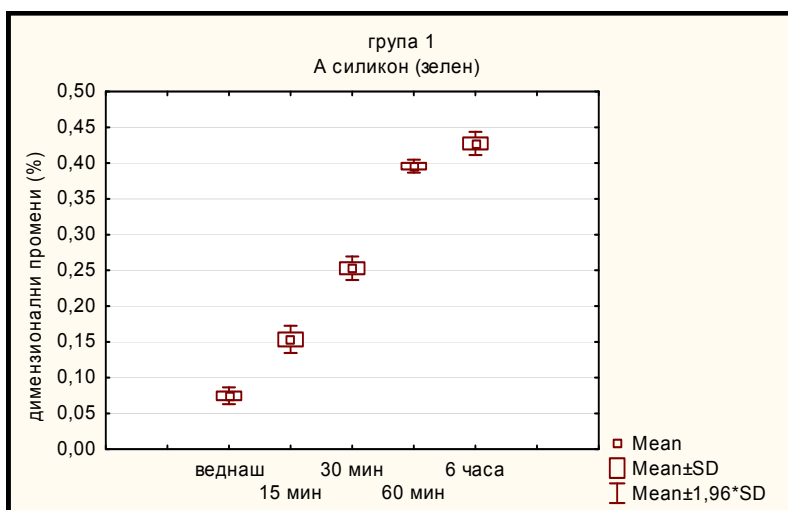
*. The mean difference is significant at the,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Просечните, минималните и максимални вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од адитивен силикон кои беа потопени во средство за дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа, се прикажани во табела 3, графикон 2. Како што се забележува, и во оваа група примероци од адитивен силикон, промената во просечните вредности на димензионалните промени се манифестира веднаш по првата дезинфекција за време од 15 минути ($0,1534 \% \pm 0,001$ наспроти $0,0746 \% \pm 0,006$) (табела 3, графикон 2).

Табела 3. Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз линеарните димензионални промени кај адитивниот силикон %

димензионални промени (%)		
група 1	статистички параметри	
А-силикон	mean \pm SD	min – max
веднаш	0,0746 \pm 0,006	0,069 – 0,082
15 минути	0,1534 \pm 0,001	0,143 – 0,168
30 минути	0,2530 \pm 0,008	0,240 – 0,260
60 минути	0,3958 \pm 0,005	0,39 – 0,401
6 часа	0,4276 \pm 0,008	0,418 – 0,436



Графикон 2. Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз просечната вредност на димензионалните промените промени кај А-силикон

Резултатите генерирани со примената на Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон кои по отстранувањето од калапот беа потопени во средство за дезинфекција, презентираат значајна разлика во просечните вредности на промените меѓу најмалку две од анализираните временски точки [$F(df_{\text{time}} 4, df_{\text{Error}} (\text{time})16) = 1610,422$ $p < 0,0001$]. Споредбите од Pairwise-табелата направени со Bonferroni-корекција потврдија значајна разлика меѓу секој пар временски точки, со зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка (0,0746 % \pm 0,006; 0,1534 % \pm 0,010; 0,253 % \pm 0,008; 0,3958 % \pm 0,005; 0,4276 % \pm 0,008 %; соодветно). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,079 % меѓу почетокот и по 15 минути ($p = 0,007$), за 0,1 % меѓу 15 и 30 минути ($p = 0,008$), за 0,143 % меѓу 30 и 60 минути ($p = 0,003$) и за 0,032 % меѓу 60 минути и 6 часа ($p = 0,004$) (табела 4 и 4a).

Табела 4. Repeated Measures ANOVA

група 1						
А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,462	4	0,115	1610,422	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,462	1,461	0,316	1610,422	***0,000
	Huynh-Feldt	0,462	2,090	0,221	1610,422	***0,000
	Lower-bound	0,462	1,000	0,462	1610,422	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Табела 4а. *Repeated Measures ANOVA*

група 1						
А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,079*	0,007	**0,003	-0,115	-0,042
	30 минути	-0,178*	0,003	***0,000	-0,194	-0,163
	60 минути	-0,321*	0,004	***0,000	-0,341	-0,301
	6 часа	-0,353*	0,006	***0,000	-0,389	-0,317
15 минути	30 минути	-0,100*	0,008	***0,002	-0,144	-0,055
	60 минути	-0,242*	0,006	***0,000	-0,274	-0,211
	6 часа	-0,274*	0,003	***0,000	-0,291	-0,257
30 минути	60 минути	-0,143*	0,003	***0,000	-0,162	-0,123
	6 часа	-0,175*	0,007	***0,000	-0,214	-0,135
60 минути	6 часа	-0,032*	0,004	*0,014	-0,054	-0,009

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*sig p < 0,05, **sig p < 0,01, ***sig p < 0,0001

Овие резултати сугерираат на заклучок дека времетраењето на дезинфекцијата има значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон.

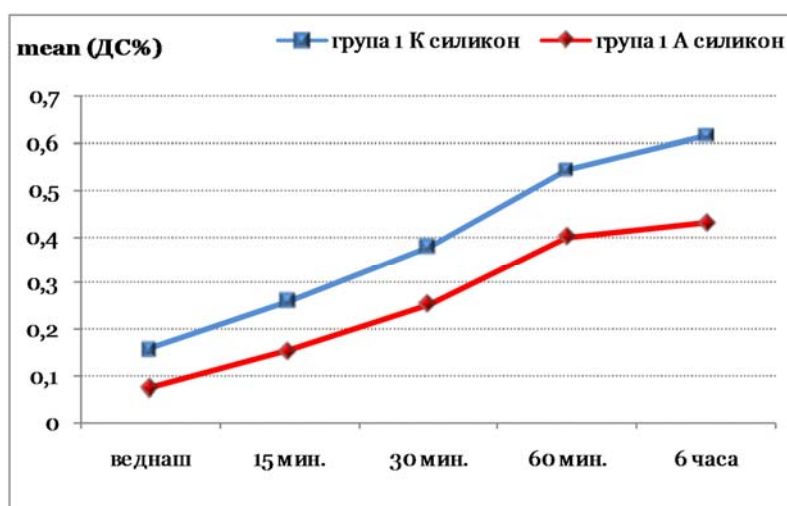
Отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон кои веднаш по отстранувањето од калапот беа потопени во средство за дезинфекција, имаат значајно различни вредности за линеарните димензионални промени во сите временски точки ($p < 0,0001$).

Просечните вредности на димензионалните промени беа значајно помали во сите временски точки во групата со адитивен силикон: 0,0746 % наспроти 0,1588 % во почетната точка, 0,1534 % наспроти 0,2602 % по 15-минутна дезинфекција, 0,2530 % наспроти 0,37802 % по 30-минутна дезинфекција, 0,3958 % наспроти 0,5414 % по 60-минутна дезинфекција, 0,4276 % наспроти 0,6140 % по 6-часовна дезинфекција. Во примероците со адитивен силикон беа регистрирани значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 5, графикон 3).

Табела 5. Компаративни вредности за димензионалните промени меѓу кондензацискиот и адитивниот силикон во зависност од времетраењето на дезинфекцијата

група 1	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 1			
К-силикон наспроти А-силикон	К	А			
веднаш	0,1588	0,0746	0,0842	22,3	***0,00000
15 минути	0,2602	0,1534	0,1068	168	***0,00000
30 минути	0,37802	0,2530	0,12502	20,52	***0,00000
60 минути	0,5414	0,3958	0,1456	35,71	***0,00000
6 часа	0,6140	0,4276	0,1864	33,7	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p < 0,0001



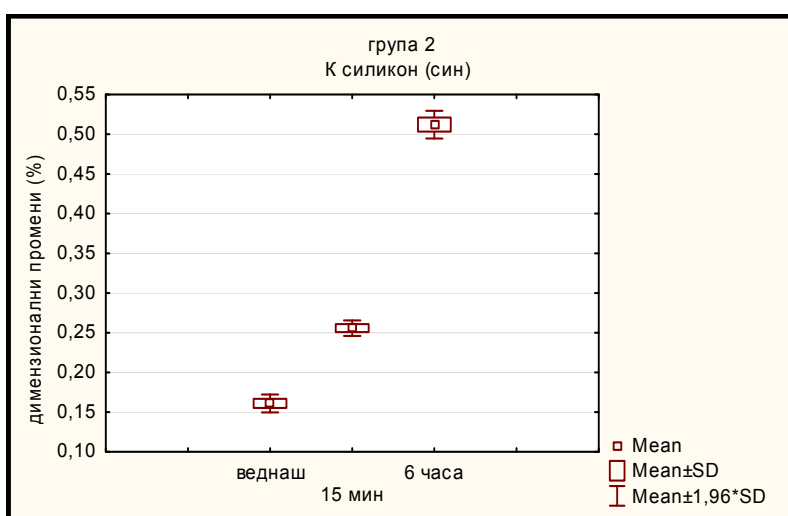
Графикон 3. Компаративни вредности за димензионалните промени меѓу К-силикон и А-силикон во зависност од времетраењето на дезинфекцијата

Ефектот на одложеното излевање од 6 часа врз димензионалните промени на дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон

Во табела 6 и графикон 4 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од кондензациски силикон во анализираниите временски точки (веднаш по отстранувањето од калапот, по дезинфекција од 15 минути и по одложеното излевање од 6 часа). Како што се забележува, одложеното излевање на отпечатокот од 6 часа резултира со најголеми просечни вредности на линеарните димензионални промени (0,5122 % ± 0,009) (табела 6, графикон 4).

Табела 6. Ефектот на одложеното излевање врз димензионалните промени на дезинфицираниот кондензациски силикон %

димензионални промени (%)		
група 2 К-силикон	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
веднаш	0,1610 ± 0,006	0,155 – 0,170
15 минути	0,2558 ± 0,005	0,250 – 0,261
6 часа	0,5122 ± 0,009	0,498 – 0,520



Графикон 4. Ефектот на одложеното излевање на дезинфицираниот К-силикон врз просечната вредност на димензионалните промени

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон дезинфициран за 15 минути и одложено време на излевање од 6 часа, статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираниите временски точки [(F(df_{time} 2, df_{Error} (time)8) = 3266,317 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на димензионалните промени во сите временски точки (0,1610 % ± 0,006; 0,2558 % ± 0,005; 0,5122 % ± 0,009 %; соодветно), односно се потврди значајна разлика меѓу секој пар временски точки.

Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,095 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,004), и потоа дополнително се намалила за 0,256 % меѓу 15 минути и 6 часа (p = 0,005) (табела 7 и 7a).

Табела 7. Repeated Measures ANOVA

група 2						
К-силикон (син)						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,330	2,0	0,165	3266,317	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,330	1,898	0,174	3266,317	***0,000
	Huynh-Feldt	0,330	2,000	0,165	3266,317	***0,000
	Lower-bound	0,330	1,000	0,330	3266,317	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 7а. Repeated Measures ANOVA

група 2						
К-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,095*	0,004	***0,000	-0,111	-0,079
	6 часа	-0,351*	0,004	***0,000	-0,369	-0,334
15 минути	6 часа	-0,256*	0,005	***0,000	-0,276	-0,237

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

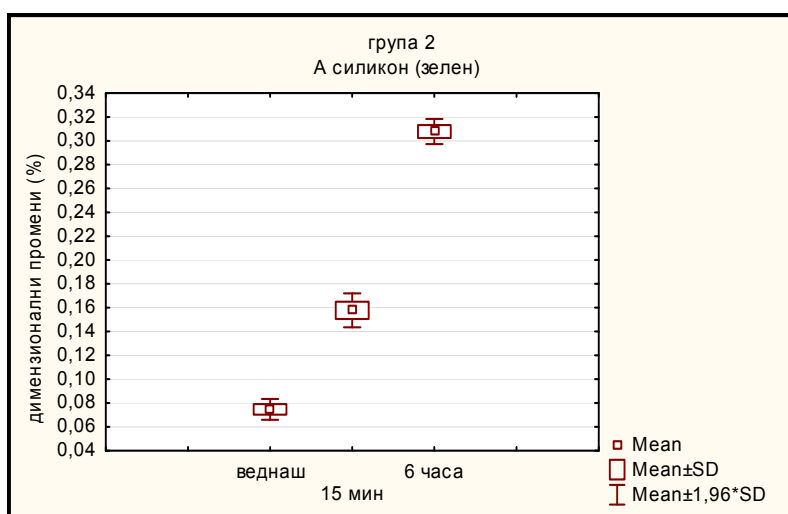
b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig p < 0,0001

Просечните вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од адитивен силикон со одложено излевање од 6 часа по 15-минутна дезинфекција, како и минималните и максимални вредности на овие примероци, се прикажани во табела 8 и графикон 5. Како што се забележува, и кај примероците од адитивен силикон, одложеното излевање од 6 часа резултира со најголеми просечни вредности на димензионалните промени (0,3078 % ± 0,005) (табела 8, графикон 5).

Табела 8. Ефектот на одложено излевање врз димензионалните промени на дезинфицираните примероци од адитивен силикон

димензионални промени (%)		
група 2 А-силикон	статистички параметри	
	mean ± SD	min - max
веднаш	0,0746 ± 0,004	0,069 – 0,080
15 минути	0,1578 ± 0,007	0,151 – 0,169
6 часа	0,3078 ± 0,005	0,301 – 0,314



Графикон 5. Ефектот на одложено излевање врз просечната вредност на димензионалните промени на дезинфицираните примероци од А-силикон

Repeated Measures ANOVA-анализата направена во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон по дезинфекцијата и одложено време на излевање од 6 часа, покажа дека просечната вредност на димензионалните промени е значајно различна меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 2, df_{Error} (time)8) = 1818,674 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција со која се тестираа разликите меѓу секој пар, навреме детектираше значајна разлика меѓу секој пар временски точки (p < 0,0001). Беше регистрирано зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка (0,0746 % ± 0,004; 0,1578 % ± 0,007; 0,3078 % ± 0,005 %; соодветно). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,083 % меѓу почетокот и по 15 минути, и дополнително за 0,15 % меѓу 60 минути и 6 часа (табела 9 и 9a).

Табела 9. Repeated Measures ANOVA

група 2						
А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,140	2,0	0,070	1818,674	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,140	1,527	0,091	1818,674	***0,000
	Huynh-Feldt	0,140	2,0	0,070	1818,674	***0,000
	Lower-bound	0,140	1,0	0,140	1818,674	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 9а. Repeated Measures ANOVA

група 2						
А-силикон						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,083*	0,004	***0,000	-0,098	-0,068
	6 часа	-0,233*	0,003	***0,000	-0,245	-0,222
15 минути	6 часа	-0,150*	0,005	***0,000	-0,169	-0,131

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig p < 0,0001

Овие резултати сугерираат на заклучок дека ефектот на одложено време на излевање од 6 часа значајно влијае на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон.

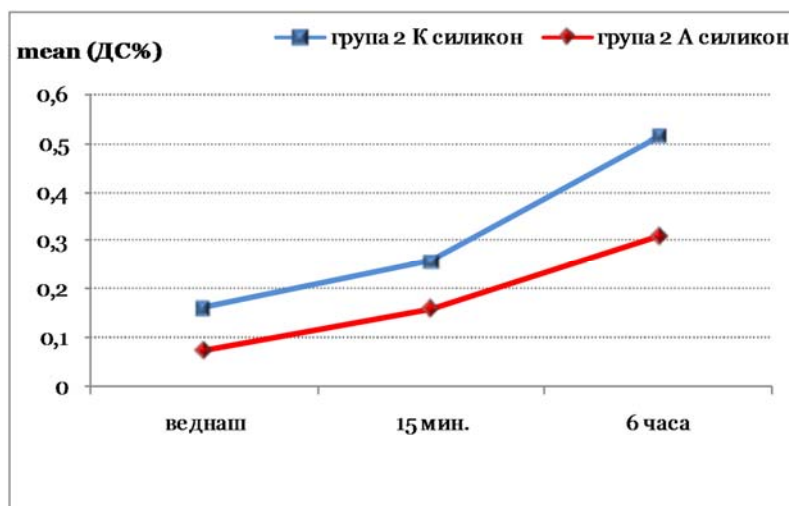
Димензионалните промени на примероците со одложено време на излевање значајно зависи од типот на материјал во сите временски точки (p < 0,0001), при што значајно помали димензионални промени се настанати во групата отпечаточни примероци од адитивен силикон.

Почетната просечна вредност на димензионалните промени е 0,1610 и 0,0746 %, соодветно во групите со кондензациски и адитивен силикон; 0,2556 и 0,1578 %, соодветно во групите со кондензациски и адитивен силикон по 15-минутна дезинфекција, 0,5122 и 0,3078 %, соодветно во групите со кондензациски и адитивен силикон по 6-часовно одложено време на излевање (табела 10, графикон 6).

Табела 10. Споредба на просечните вредности на димензионалните промени меѓу дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон по одложено излевање

група 2 К-силикон наспроти А-силикон	Mean		difference	t-value	p-level
	група 2 К	група 2 А			
веднаш	0,1610	0,0746	0,0864	26,46	***0,00000
15 минути	0,2558	0,1578	0,098	24,91	***0,00000
6 часа	0,5122	0,3078	0,2044	43,89	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p < 0,0001



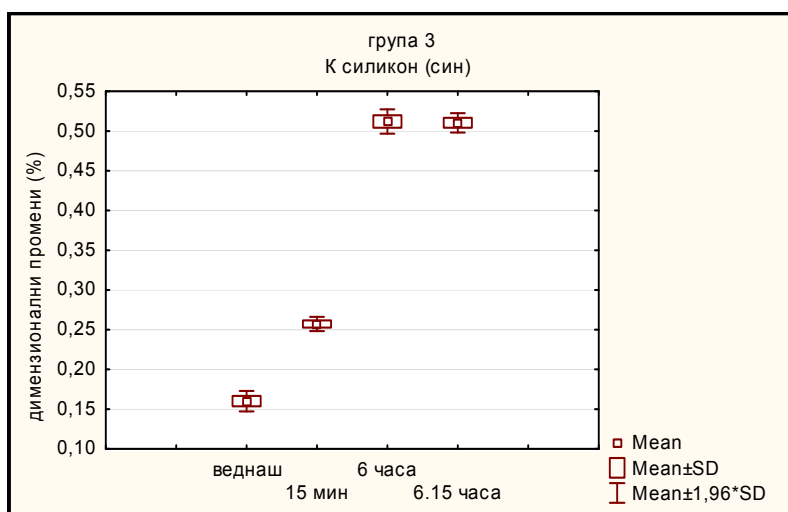
Графикон 6. Споредба на просечните вредности на димензионалните промени меѓу дезинфицираните К и А-силикони по нивно одложено излевање

Ефектот на одложеното излевање од 6 часа и повторената дезинфекција врз димензионалната стабилност на дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон

Во табела 11 и графикон 7 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на линеарните димензионални промени на кондензацискиот силикон кај кој беше користена постапка на повторена дезинфекција од 15 минути по одложено излевање (табела 11, графикон 7).

Табела 11. Ефектот на одложено излевање и повторената дезинфекција кај дезинфицираниот кондензациски силикон %

димензионални промени %		
група 3 К-силикон	статистички параметри	
	mean ± SD	min- max
веднаш	0,160 ± 0,007	0,15 – 0,168
15 минути	0,2572 ± 0,005	0,25 – 0,262
6 часа	0,5122 ± 0,008	0,502 – 0,523
6,15 часа	0,5104 ± 0,006	0,503 – 0,519



Графикон 7. Ефектот на одложено излевање и повторената дезинфекција од 15 минути кај дезинфицираниот кондензациски силикон

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон со одложено време на излевање и повторена дезинфекција од 15 минути, статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираниите временски точки [(F(df_{time} 3, df_{Error} (time)12) = 3838,627 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на димензионалните промени во периодот до 6 часа (0,160 % ± 0,0076; 0,2572 % ± 0,005; 0,5122 % ± 0,008; соодветно, p < 0,0001), а потоа намалена вредност од 0,5104 % ± 0,006 по повторената дезинфекција од 15 минути, и оваа разлика беше незначајна, p = 1,0. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,097 % меѓу почетокот и по 15 минути, потоа дополнително се намалила за 0,255 % меѓу 15 минути и 6 часа, по што се детектира незначајно зголемување за 0,002 % меѓу 6 часа и 6 часа и 15 минути од повторената дезинфекција (табела 12, 12a).

Табела 12. Repeated Measures ANOVA

група 3						
К-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,481	3,0	0,160	3838,627	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,481	2,132	0,226	3838,627	***0,000
	Huynh-Feldt	0,481	3,0	0,160	3838,627	***0,000
	Lower-bound	0,481	1,0	0,481	3838,627	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 12а. Repeated Measures ANOVA

група 3						
К-силикон						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,097*	0,004	***0,000	-0,119	-0,076
	6 часа	-0,352*	0,003	***0,000	-0,367	-0,337
	6,15 часа	-0,350*	0,003	***0,000	-0,366	-0,335
15 минути	6 часа	-0,255*	0,004	***0,000	-0,275	-0,235
	6,15 часа	-0,253*	0,004	***0,000	-0,273	-0,234
6 часа	6,15 часа	0,002	0,005	1,000	-0,024	0,027

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

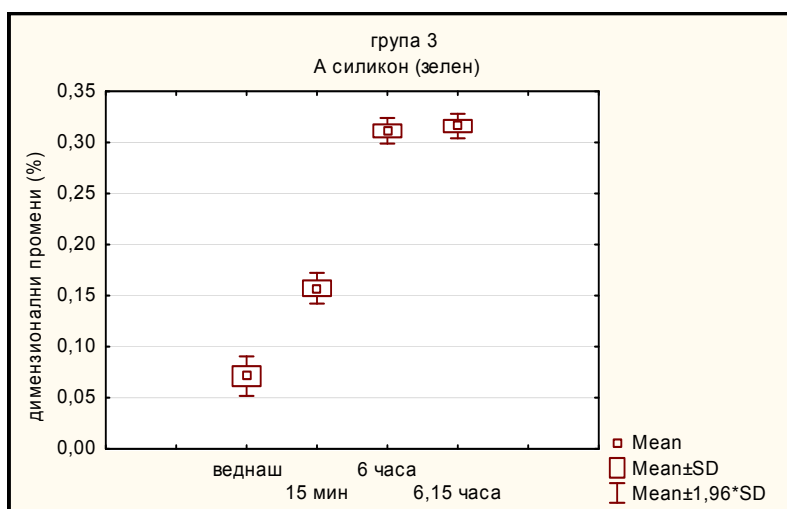
b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig p < 0,0001

Табелата 13 и графиконот 8 ги прикажуваат просечните, минималните и максимални вредности на линеарните промени на димензиите на отпечаточните материјали од адитивен силикон кои по 6-часовно одложено излевање, повторно беа потопени во дезинфекциско средство во времетраење од 15 минути (табела 13, графикон 8).

Табела 13. Ефектот на одложено излевање и повторената дезинфекција кај дезинфицираниот адитивен силикон

димензионални промени (%)		
група 3 А-силикон (зелен)	статистички параметри	
	mean ± SD	min - max
веднаш	0,0712 ± 0,01	0,06 – 0,08
15 минути	0,1572 ± 0,008	0,148 – 0,169
6 часа	0,3114 ± 0,006	0,303 – 0,32
6,15 часа	0,3160 ± 0,006	0,308 – 0,321



Графикон 8. Ефектот на одложено излевање и повторената дезинфекција кај дезинфицираниот А-силикон

Согласно резултатите генерирани од Repeated Measures ANOVA-анализата, просечната вредност на промената на димензиите во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон со одложено време на излевање и повторена дезинфекција, статистички значајно се разликуваше меѓу најмалку две од анализираниите временски точки [($F(df_{\text{time}} 3, df_{\text{Error}} (\text{time})12) = 1234,118$ $p < 0,0001$]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа зголемување на промените на димензионалната стабилност во периодот до 6 часа и 15 минути (0,1572 % ± 0,008 по 15 минути; 0,3114 % ± 0,008 по 6 часа; 0,3160 % ± 0,006 по 6,15 часа). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,086 % меѓу почетокот и по 15 минути ($p = 0,001$), потоа дополнително се намалила за 0,154 % меѓу 15 минути и 6 часа ($p < 0,0001$), по што се детектира незначајно намалување за 0,005 % меѓу 6 часа и 6,15 часа ($p = 1,0$) (табела 14, 14a).

Табела 14. Repeated Measures ANOVA

група 3						
А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,218	3,0	0,073	1234,118	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,218	2,189	0,099	1234,118	***0,000
	Huynh-Feldt	0,218	3,0	0,073	1234,118	***0,000
	Lower-bound	0,218	1,0	0,218	1234,118	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 14а. Repeated Measures ANOVA

група 3						
А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,086*	0,005	**0,001	-0,112	-0,060
	6 часа	-0,240*	0,006	***0,000	-0,270	-0,211
	6,15 часа	-0,245*	0,005	***0,000	-0,268	-0,222
15 минути	6 часа	-0,154*	0,004	***0,000	-0,176	-0,132
	6,15 часа	-0,159*	0,002	***0,000	-0,170	-0,147
6 часа	6,15 часа	-0,005	0,005	1,000	-0,029	0,020

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig p < 0,01, *sig p < 0,0001

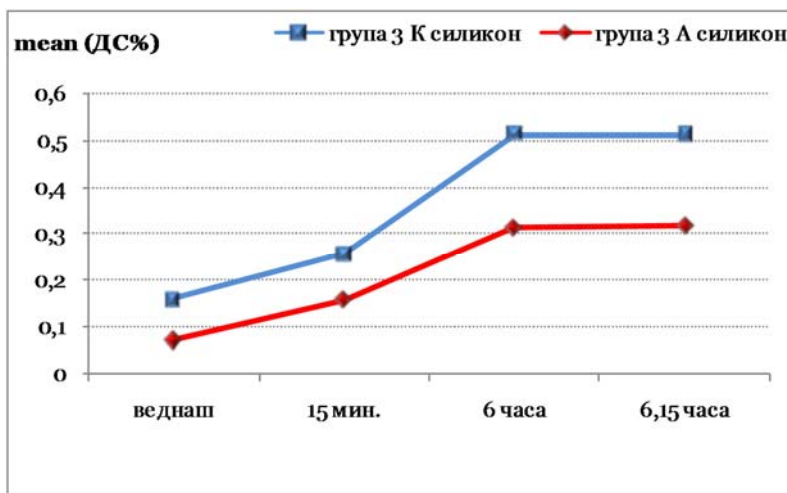
Овие резултати сугерираат на заклучок дека 6-часовното одложено време на излевање значајно влијае на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на димензионалната стабилност на примероците кај кои беше применета постапка по одложено излевање во сите временски точки (p < 0,0001). Просечната вредност на промените на димензионалната стабилност беше

значајно помала во групата од адитивен силикон во сите временски точки: 0,0712 % наспроти 0,160 % во почетната точка, 0,1572 % наспроти 0,2572 % по 15-минутна дезинфекција, 0,3114 % наспроти 0,5122 % по 6 часа, 0,3160 % наспроти 0,5104 % по дезинфекција по 6 часа и 15 минути. Во групата со одложено излевање и по повторена дезинфекција кај примероците од адитивен силикон беа регистрирани значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 15, графикон 9).

Табела 15. Споредба на вредностите кај дезинфицираниот адитивен и кондензациски силикон по складирање и повторена дезинфекција

група 3 К-силикон наспроти А-силикон	Mean		difference	t-value	p-level
	група 3 К	група 3 А			
веднаш	0,160	0,0712	0,0888	16,77	***0,00000
15 минути	0,2572	0,1572	0,1	25,02	***0,00000
6 часа	0,5122	0,3114	0,2008	44,35	***0,00000
6,15 часа	0,5104	0,3160	0,1944	49,93	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p < 0,0001



Графикон 9. Споредба на вредностите кај дезинфицираниот А и К-силикон по складирање и повторена дезинфекција

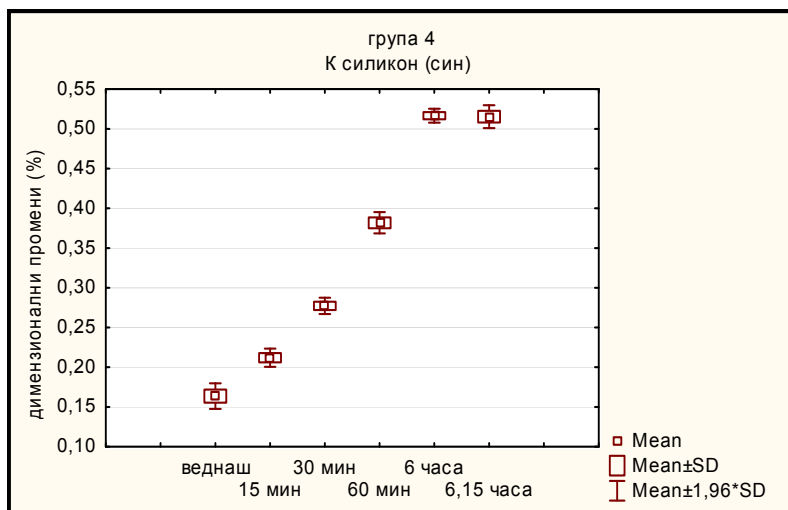
Ефектот на времетраењето на одложеното излевање од 6 часа врз димензионалните промени на кондензацискиот и адитивниот силикон (контролна група)

Просечните, минималните и максимални вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од кондензациски силикон без дезинфекција со

одложено излевање (контролна група) во времетраење од 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути, се прикажани во табела 16, графикон 10.

Табела 16. Ефектот на времетраењето на одложеното излевање на недезинфицираниот кондензациски силикон

димензионални промени (%)		
група 4 К-силикон (син)	статистички параметри	
	mean ± SD	min - max
веднаш	0,1636 ± 0,008	0,158 – 0,178
15 минути	0,2120 ± 0,006	0,204 – 0,22
30 минути	0,2772 ± 0,005	0,268 – 0,281
60 минути	0,3818 ± 0,007	0,374 – 0,389
6 часа	0,5166 ± 0,004	0,512 – 0,523
6,15 часа	0,5154 ± 0,007	0,507 – 0,525



Графикон 10. Ефектот на времетраењето на одложеното излевање на недезинфицираниот К-силикон %

Резултатите генерирани со примена на Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон со одложено излевање без дезинфекција (контролната група), презентираат значајна разлика во просечните вредности на линеарните димензионални промени меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 5, df_{Error} (time)20) = 2790,784 p < 0,0001]. Споредбите од Pairwise-табелата направени со Bonferroni-корекција покажаа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка до 6 часа (0,1636 % ± 0,008; 0,2120 % ± 0,006; 0,2772 % ± 0,005; 0,3818 % ± 0,007; 0,5166 % ± 0,004; соодветно), а потоа, намалување во следните 15 минути (0,5154 % ± 0,007). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,048 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,004), за 0,065 % меѓу 15 и 30

минути ($p < 0,0001$), за 0,105 % меѓу 30 и 60 минути ($p < 0,0001$), за 0,135% меѓу 60 минути и 6 часа ($p < 0,0001$), статистички незначајно се зголемила за 0,001 % меѓу 6 часа и 6,15 часа ($p = 1,0$) (табела 17).

Табела 17. *Repeated Measures ANOVA*

група 4						
К-силикон						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,048*	0,004	**0,004	-0,074	-0,023
	30 минути	-0,114*	0,004	***0,000	-0,138	-0,089
	60 минути	-0,218*	0,002	***0,000	-0,234	-0,203
	6 часа	-0,353*	0,005	***0,000	-0,385	-0,321
	6,15 часа	-0,352*	0,004	***0,000	-0,377	-0,326
15 минути	30 минути	-0,065*	0,005	**0,002	-0,094	-0,037
	60 минути	-0,170*	0,002	***0,000	-0,182	-0,157
	6 часа	-0,305*	0,003	***0,000	-0,320	-0,289
	6,15 часа	-0,303*	0,005	***0,000	-0,337	-0,270
30 минути	60 минути	-0,105*	0,005	***0,000	-,133	-0,076
	6 часа	-0,239*	0,004	***0,000	-0,262	-0,217
	6,15 часа	-0,238*	0,003	***0,000	-0,259	-0,217
60 минути	6 часа	-0,135*	0,004	***0,000	-0,159	-0,111
	6,15 часа	-0,134*	0,005	***0,000	-0,163	-0,104
6 часа	6,15 часа	0,001	0,005	1,000	-0,029	0,031

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

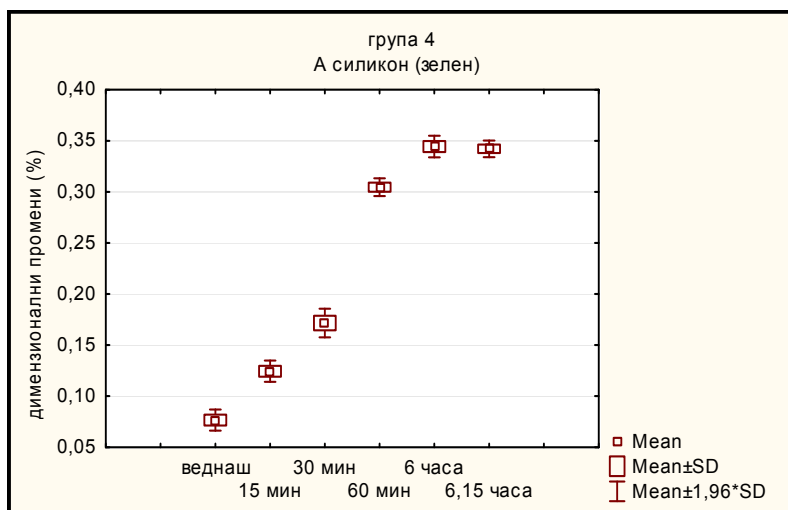
b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig $p < 0,01$, *sig $p < 0,0001$

Во табела 18 и графикон 11 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на линеарните димензионални промени на отпечаточните материјали од адитивен силикон без дезинфекција (контролна група), анализирани во времетраење од 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути (табела 18, графикон 11).

Табела 18. Ефектот на времетраењето на одложено излевање на не дезинфицираниот адитивен силикон

димензионални промени (%)		
група 4 А-силикон (зелен)	статистички параметри	
	mean ± SD	min - max
веднаш	0,0766 ± 0,005	0,068 – 0,081
15 минути	0,1244 ± 0,005	0,118 – 0,132
30 минути	0,1716 ± 0,007	0,161 – 0,18
60 минути	0,3046 ± 0,004	0,299 – 0,31
6 часа	0,3444 ± 0,005	0,338 – 0,351
6,15 часа	0,3422 ± 0,004	0,338 – 0,348



Графикон 11. Ефектот на времетраењето на одложено излевање на не дезинфицираниот А-силикон

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон со одложено излевање без дезинфекција (контролна група), презентираат значајна разлика во просечните вредности на промена на димензионалната стабилност меѓу најмалку две од анализираниите временски точки [(F(df_{time} 5, df_{Error} (time)20) = 2710,213 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка до 6 часа (0,0766 % ± 0,005; 0,1244 % ± 0,005; 0,1716 % ± 0,007; 0,3046 % ± 0,004; 0,3444 % ± 0,005; соодветно), а потоа намалување во следните 15 минути (0,3422 % ± 0,004). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,048 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,002), за 0,047 % меѓу 15 и 30 минути (p < 0,0001), за 0,133 % меѓу 30 и 60 минути (p < 0,0001), за 0,040 % меѓу 60 минути и 6 часа (p = 0,005),

а статистички незначајно се зголемила за 0,002 % међу 6 часа и 6,15 часа ($p = 1,0$) (табела 19 и 19а).

Табела 19. Repeated Measures ANOVA

група 4						
А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,346	5,0	0,069	2710,213	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,346	2,872	0,121	2710,213	***0,000
	Huynh-Feldt	0,346	5,0	0,069	2710,213	***0,000
	Lower-bound	0,346	1,0	0,346	2710,213	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Табела 19а. Repeated Measures ANOVA

група 4						
А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,048*	0,003	**0,002	-0,068	-0,027
	30 минути	-0,095*	0,004	***0,000	-0,122	-0,068
	60 минути	-0,228*	0,003	***0,000	-0,248	-0,208
	6 часа	-0,268*	0,004	***0,000	-0,294	-0,242
	6,15 часа	-0,266*	0,004	***0,000	-0,292	-0,239
15 минути	30 минути	-0,047*	0,001	***0,000	-0,056	-0,038
	60 минути	-0,180*	0,002	***0,000	-0,194	-0,166
	6 часа	-0,220*	0,004	***0,000	-0,242	-0,198
	6,15 часа	-0,218*	0,003	***0,000	-0,234	-0,202
	60 минути	-0,133*	0,003	***0,000	-0,149	-0,117

30 минути	6 часа	-0,173*	0,004	***0,000	-0,195	-0,151
	6,15 часа	-0,171*	0,003	***0,000	-0,189	-0,152
60 минути	6 часа	-0,040*	0,004	**0,005	-0,062	-0,018
	6,15 часа	-0,038*	0,003	**0,002	-0,054	-0,021
6 часа	6,15 часа	0,002	0,002	1,000	-0,012	0,016

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig p < 0,01, *sig p < 0,0001

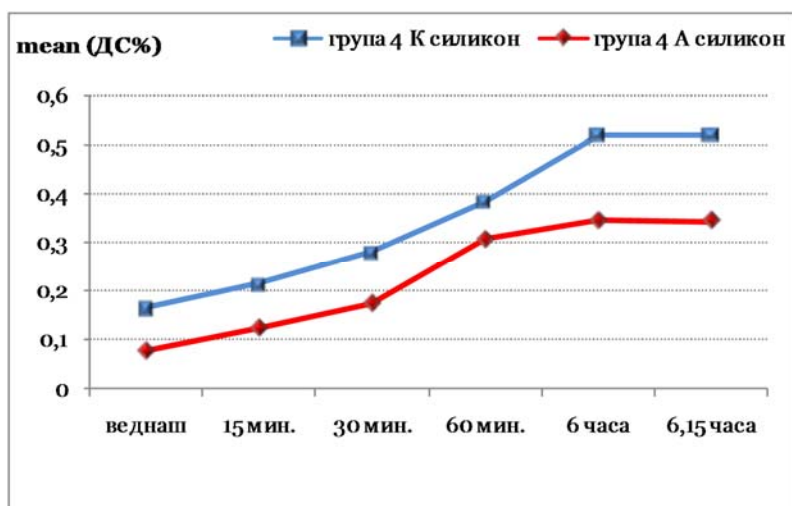
Овие резултати сугерираат на заклучок дека одложеното време на излевање на отпечатокот има значајно влијание на димензионалната стабилност кај недезинфицираните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на димензионалната стабилност на примероците кај кои не беше применета постапка на дезинфекција ($p < 0,0001$). Просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во контролната група беше значајно помала во групата кај адитивниот силикон во сите временски точки: 0,0766 % наспроти 0,1636 % во почетната точка, 0,1244 % наспроти 0,2120 % по 15 минути, 0,1716 % наспроти 0,2772 % по 30 минути, 0,3046 % наспроти 0,3818 % по 60 минути, 0,3444 % наспроти 0,5166 % по 6 часа, и 0,3422 наспроти 0,5154 % по 6,15 часа. Во контролната група кај примероците со адитивен силикон, беа регистрирани значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 20, графикон 12).

Табела 20. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон

група 4 К-силикон наспроти А-силикон	Mean		difference	t-value	p-level
	група 4 К	група 4 А			
веднаш	0,1636	0,0766	0,087	19,79	***0,00000
15 минути	0,2120	0,1244	0,0876	24,82	***0,00000
30 минути	0,2772	0,1716	0,1056	26,65	***0,00000
60 минути	0,3818	0,3046	0,0772	21,17	***0,00000
6 часа	0,5166	0,3444	0,1722	54,67	***0,00000
6,15 часа	0,5154	0,3422	0,1732	45,8	***0,00000

t(Student t-test)

***sig p < 0,0001



Графикон 12. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај недезинфицираните примероци од К и А-силикон

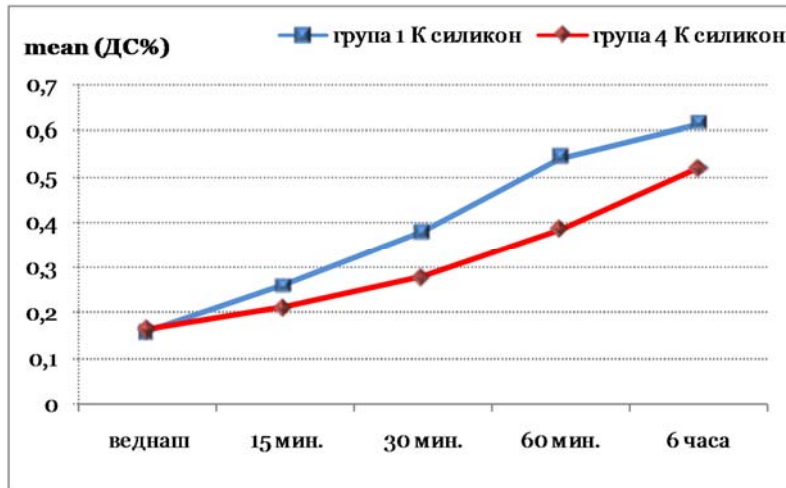
Споредбата на вредностите на димензионалните промени меѓу примероците од кондензациски силикон од првата група и контролната група (дезинфицирани и недезинфицирани) презентира незначајна почетна разлика (0,1588 % наспроти 0,1636 %, $p = 0,32$), значајно поголема просечна вредност за димензионалната промена во групата дезинфицирани примероци по 15 минути (0,2602 % наспроти 0,2120 %, $p = 0,000018$), по 30 минути (0,37802 % наспроти 0,2772 %, $p < 0,0001$), по 60 минути (0,5414 % наспроти 0,3818 %, $p < 0,0001$), по 6 часа (0,6140 % наспроти 0,5166 %, $p < 0,0001$).

Во групата недезинфицирани примероци од кондензациски силикон (контролна група) беа регистрирани значајно помали димензионални промени во период од 15 минути до 6 часа, во споредба со дезинфицираните примероци од кондензациски силикон (табела 21, графикон 13).

Табела 21. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од кондензациски силикон

К-силикон група 1 наспроти група 4	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 4			
веднаш	0,1588	0,1636	0,0048	-1,052	0,32
15 минути	0,2602	0,2120	0,0482	9,038	***0,000018
30 минути	0,37802	0,2772	0,10082	18,928	***0,000000
60 минути	0,5414	0,3818	0,1596	34,261	***0,000000
6 часа	0,6140	0,5166	0,0974	21,326	***0,000000

t(Student t-test)
***sig $p < 0,0001$



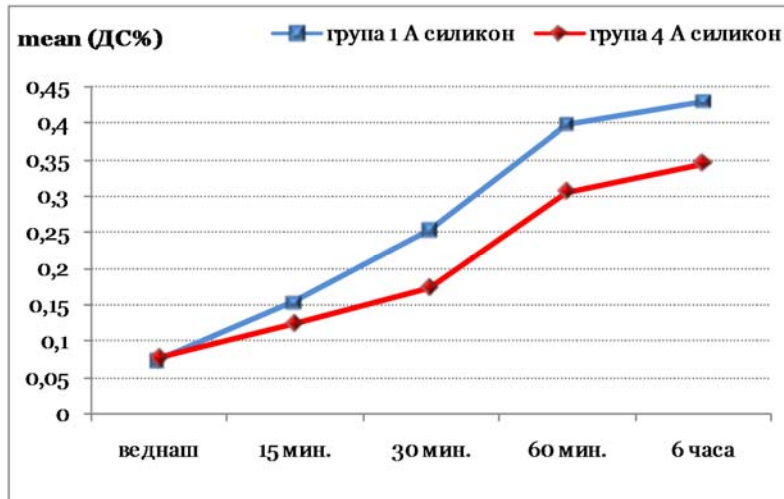
Графикон 13. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од К-силикон

Значајно помали промени на димензионалната стабилност во период од 15 минути до 6 часа беа воочени во групата недезинфицирани примероци од адитивен силикон во споредба со дезинфицираните примероци од адитивен силикон. Просечната вредност на димензионалните промени меѓу примероците од адитивен силикон од првата група и контролната група (дезинфицирани и недезинфицирани) беше статистички незначајна на почетокот (0,0746 % наспроти 0,0766 %, $p = 0,6$), значајно поголема во групата дезинфицирани примероци по 15 минути (0,1534 % наспроти 0,1244 %, $p = 0,00038$), по 30 минути (0,2530 % наспроти 0,1716 %, $p < 0,0001$), по 60 минути (0,3958 % наспроти 0,3046 %, $p < 0,0001$), по 6 часа (0,4276 % наспроти 0,3444 %, $p < 0,0001$) (табела 22, графикон 14).

Табела 22. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од адитивен силикон

А-силикон	mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 4			
група 1 наспроти група 4					
веднаш	0,0746	0,0766	0,002	-0,56	0,6
15 минути	0,1534	0,1244	0,029	5,86	***0,00038
30 минути	0,2530	0,1716	0,0814	16,46	***0,000000
60 минути	0,3958	0,3046	0,0912	31,76	***0,000000
6 часа	0,4276	0,3444	0,0832	18,73	***0,000000

t(Student t-test)
***sig $p < 0,0001$



Графикон 14. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од А-силикон

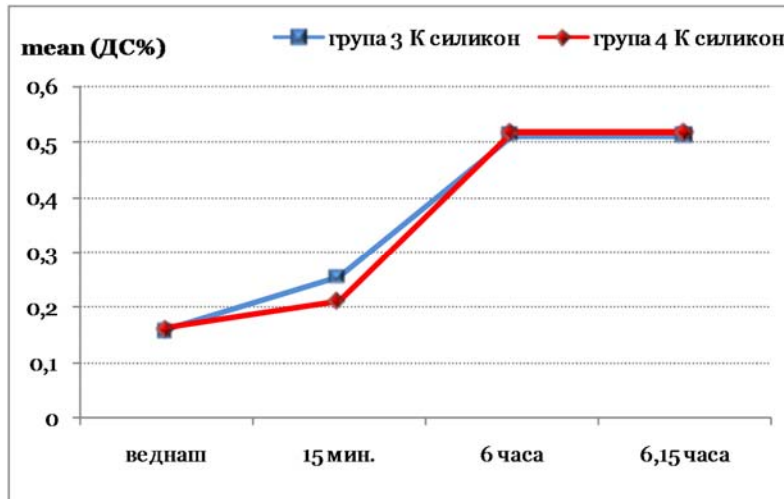
Меѓу примероците од кондензациски силикон кои беа подложни на постапка на повторена дезинфекција и недезинфицираните примероци од кондензациски силикон, беше регистрирана статистички значајна разлика во промените на димензионалната стабилност само во интервал по 15 минути, како резултат на значајно помали промени на димензионалната стабилност во контролната група од кондензациски силикон (0,2120 % наспроти 0,2572 %, $p = 0,000001$).

Почетните просечни вредности на димензионалните промени на оние по 6 часа и по 6,15 часа не се разликуваа значајно меѓу групата примероци од кондензациски силикон со повторена дезинфекција и недезинфицираните примероци од кондензациски силикон ($p = 0,47$, $p = 0,29$, $p = 0,28$, соодветно); 0,160 % наспроти 0,1636 %, соодветно, во групата 3 и контролната група на почетокот; 0,5120 % наспроти 0,5166 %, соодветно, во групата 3 и контролната група по 6 часа; 0,5104 % наспроти 0,5154 %, соодветно, во групата 3 и контролната група по 6,15 часа (табела 23, графикон 15).

Табела 23. Споредба на вредностите за димензионалните промени меѓу складираните примероци од 6 часа и примероците складирани со повторена дезинфекција од 15 минути кај кондензацискиот силикон

К-силикон	mean		difference	t-value	p-level
	група 3	група 4			
група 3 наспроти група 4					
веднаш	0,160	0,1636	-0,0036	-0,76	0,47
15 минути	0,2572	0,2120	0,0452	13,60	***0,000001
6 часа	0,5120	0,5166	-0,0046	-1,14	0,29
6,15 часа	0,5104	0,5154	-0,005	-1,16	0,28

t(Student t-test)
***sig $p < 0,0001$



Графикон 15. Споредба на вредностите за димензионалните промени меѓу складираниите примероци од 6 часа и примероците складирани со повторена дезинфекција од 15 минути кај кондензацискиот силикон

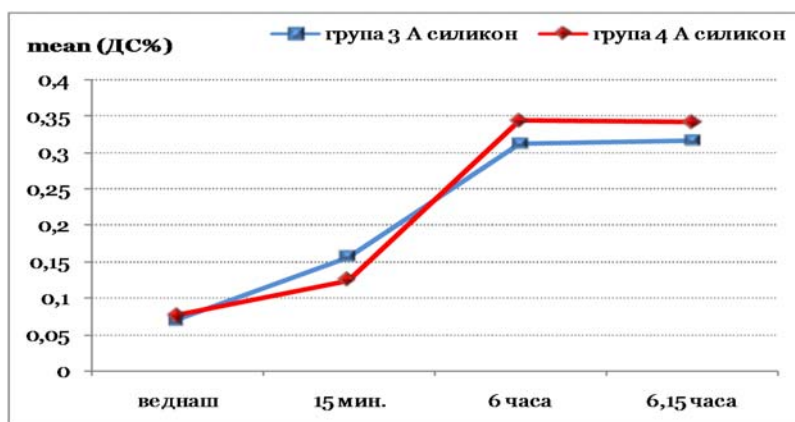
Значајно помали промени на димензионалната стабилност беа воочени кај недезинфицираните примероци од адитивен силикон споредено со примероците од адитивен силикон со повторена дезинфекција во временски интервал од 15 минути (0,1244 % наспроти 0,1572 %, $p = 0,00005$), додека по 6 часа и 6,15 часа, промените на димензионалната стабилност беа значајно помали кај примероците од адитивен силикон кои повторно беа ставени во средство за дезинфекција: по 6 часа 0,3114 % наспроти 0,3444 %, $p = 0,000022$; по 6,15 часа 0,3160 % наспроти 0,3422 %, $p = 0,000045$.

Почетните просечни вредности на промените на димензионалната стабилност беа незначајно различни меѓу примероците од адитивен силикон од третата група и контролната група (0,0712 % наспроти 0,0766 %, $p = 0,32$) (табела 24, графикон 16).

Табела 24. Споредба на вредностите за димензионалните промени меѓу примероците со одложено излевање од 6 часа и примероците со одложено излевање и повторена дезинфекција од 15 минути кај адитивниот силикон

А-силикон	mean		Difference	t-value	p-level
	група 3	група 4			
група 3 наспроти група 4					
веднаш	0,0712	0,0766	-0,0054	-1,08	0,32
15 минути	0,1572	0,1244	0,0328	7,86	***0,00005
6 часа	0,3114	0,3444	-0,033	-8,81	***0,000022
6,15 часа	0,3160	0,3422	-0,0262	-7,96	***0,000045

t(Student t-test)
 ***sig $p < 0,0001$



Графикон 16. Споредба на вредностите за димензионалните промени меѓу примероците со одложено излевање од 6 часа и примероците со одложено излевање и повторена дезинфекција од 15 минути кај адитивниот силикон

Резултати од ефектот на самата дезинфекција врз димензионалните промени кај адитивниот и кондензацискиот силикон

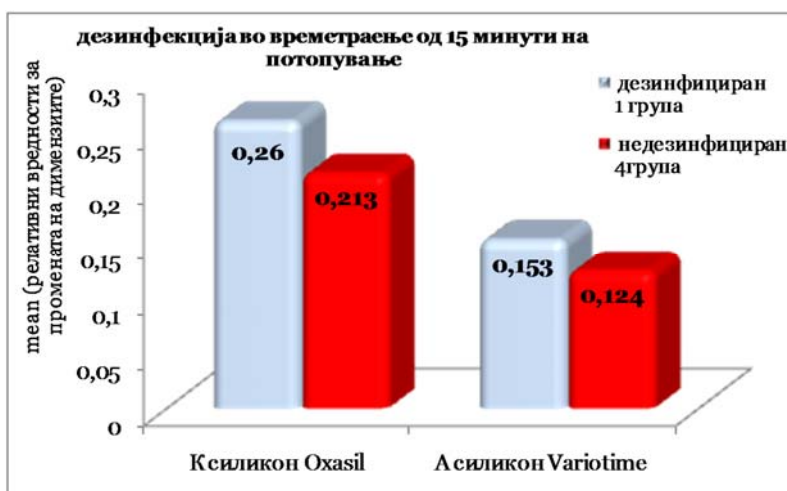
Согласно добиените резултати, статистички значајна разлика беше воочена во димензионалните промени меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон ($p < 0,0001$) (табела 25, графикон 17, 17а, 17б и 17в).

Табела 25. Релативни вредности за промената на димензиите како резултат на делувањето на самата дезинфекција

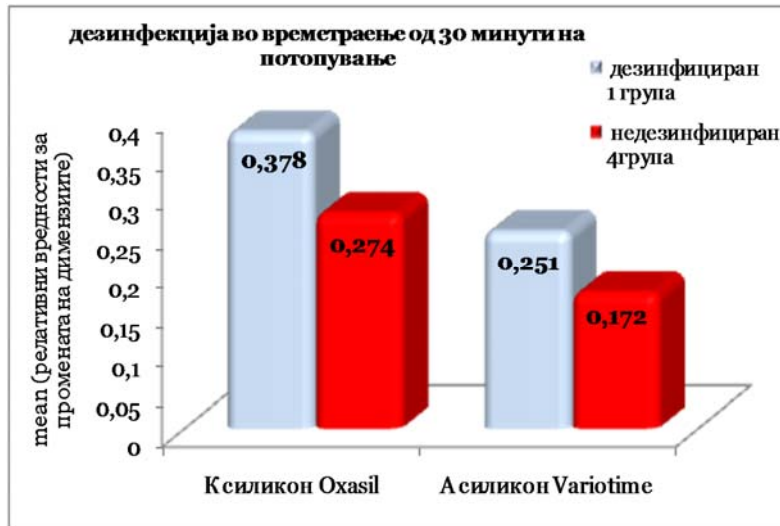
материјал	недезинфициран група 4	недезинфициран група 1	димензионални промени % како резултат на самата дезинфекција	p-level
Дезинфекција во времетраење од 15 минути на потопување				
К-силикон Oxasil	0,212 ± 0,003	0,260 ± 0,010	0,048 ± 0,007	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,124 ± 0,003	0,153 ± 0,010	0,029 ± 0,007	***p = 0,0003
Дезинфекција во времетраење од 30 минути на потопување				
К-силикон Oxasil	0,274 ± 0,008	0,378 ± 0,011	0,104 ± 0,003	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,172 ± 0,007	0,251 ± 0,009	0,079 ± 0,002	***p = 0,0000
Дезинфекција во времетраење од 60 минути на потопување				
К-силикон Oxasil	0,382 ± 0,007	0,542 ± 0,008	0,160 ± 0,001	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,305 ± 0,005	0,396 ± 0,005	0,091 ± 0,000	***p = 0,0000
Дезинфекција во времетраење од 6 часа на потопување				
К-силикон Oxasil	0,517 ± 0,005	0,613 ± 0,010	0,096 ± 0,005	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,344 ± 0,005	0,428 ± 0,008	0,084 ± 0,003	***p = 0,0000

p(t-test);***sig p < 0,0001

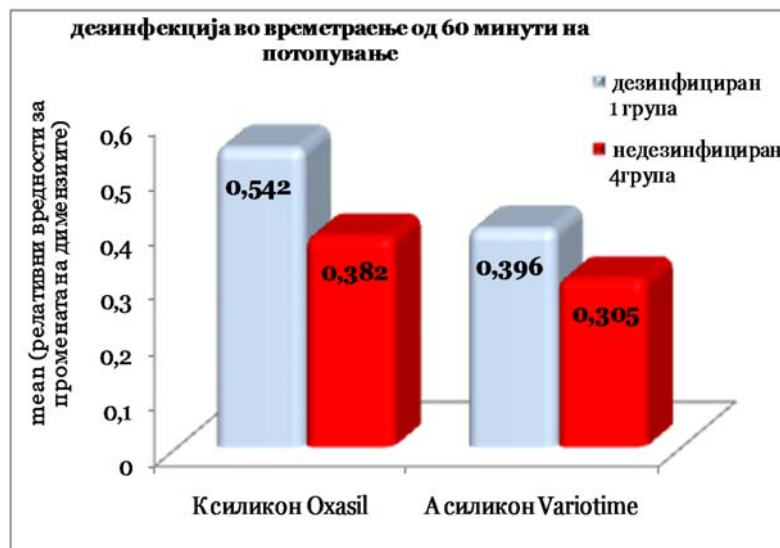
Резултатите од промената на димензионалната стабилност како резултат на делување на самата дезинфекција се добиени со одземање на просечните вредности од мерењата на недезинфицираните примероци од просечните вредности на дезинфицираните примероци во различни временски интервали на потопување во дезинфекциско средство. Кај кондензацискиот силикон Oxasil L, промената на димензиите во временскиот период од 15 мин. на делување на самата дезинфекција беше 0,048 %, за 30 мин. 0,104 %, за 60 минути, вредностите се зголемија на 0,160 %, а по 6 часа на времетраење на дезинфекцијата со тенденција на опаѓање на зголемувањето на измерените вредности од 0,096 %. Истото се случи и кај адитивниот силикон Variotime L, но со помали вредности за разлика од кондензацискиот силикон, односно за 15 мин. вредноста е 0,029 %, за 30 мин. 0,079 %. Во временскиот интервал од 60 минути на потопување во дезинфекциско средство, исто така евидентиравме најголемо зголемување на просечните вредности од 0,091 %, а по 6 часа на времетраење на дезинфекцијата со намалување на тенденцијата за зголемување на промените, 0,084 %. Согласно добиените резултати, статистички значајна разлика беше воочена во димензионалните промени меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон ($p < 0,0001$) (табела 25, графикон 17, 17а, 17б и 17в).



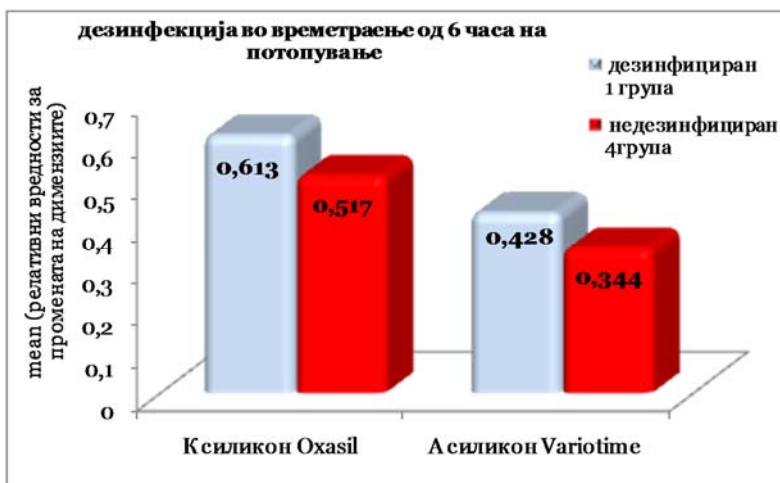
Графикон 17. Димензионална промена кај отпечаточни материјали од недезинфициран наспроти дезинфициран К-силикон, и недезинфициран наспроти дезинфициран А-силикон по 15-минутна дезинфекција (%)



Графикон 17а. Димензионална промена кај отпечаточни материјали од недезинфициран наспроти дезинфициран К-силикон, и недезинфициран наспроти дезинфициран А-силикон по 30-минутна дезинфекција (%)



Графикон 17б. Димензионална промена кај отпечаточни материјали од недезинфициран наспроти дезинфициран К-силикон, и недезинфициран наспроти дезинфициран А-силикон по 60-минутна дезинфекција (%)



Графикон 17в. Димензионална промена кај отпечаточни материјали од недезинфициран наспроти дезинфициран К-силикон, и недезинфициран наспроти дезинфициран А-силикон по 6-часовна дезинфекција (%)

Споредувајќи ги добиените релативни вредности за промените на димензионалната стабилност како резултат на делувањето на самата дезинфекција меѓу временските интервали на потопување во дезинфекциското средство од 15 мин. наспроти 30 мин., и 60 мин. наспроти 6 часа, воочена е статистички значајна разлика меѓу сите временски точки кај кондензацискиот и адитивниот силикон ($p < 0,0001$). Кај кондензацискиот силикон потопен за 15 мин. споредено со 30 мин., ги имаме вредностите: 0,048 % наспроти 0,104 %, $p = 0,0000$, а меѓу 60 мин. и 6 часа: 0,160 % наспроти 0,096 %, $p = 0,0000$. Кај адитивниот силикон, пак, меѓу 15 мин. и 60 мин. вредностите се: 0,029 % наспроти 0,079 %, $p = 0,0000$) и меѓу 60 мин. и 6 часа: 0,109 % наспроти 0,084 %, $p = 0,0000$) (табела 26).

Табела 26. Релативни вредности за промената на димензиите како резултат на делувањето на самата дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа

димензионални промени % како резултат на самата дезинфекција		p-level
15 минути на потопување	30 минути на потопување	
К-силикон Oxasil		
0,048 ± 0,007	0,104 ± 0,003	***p = 0,0000
А-силикон Variotime		
0,041 ± 0,007	0,079 ± 0,002	***p = 0,0000
60 минути на потопување	6 часа на потопување	
К-силикон Oxasil		
0,160 ± 0,001	0,096 ± 0,005	***p = 0,0000
А-силикон Variotime		
0,109 ± 0,000	0,084 ± 0,003	***p = 0,0000

p(t-test);***sig p < 0,0001

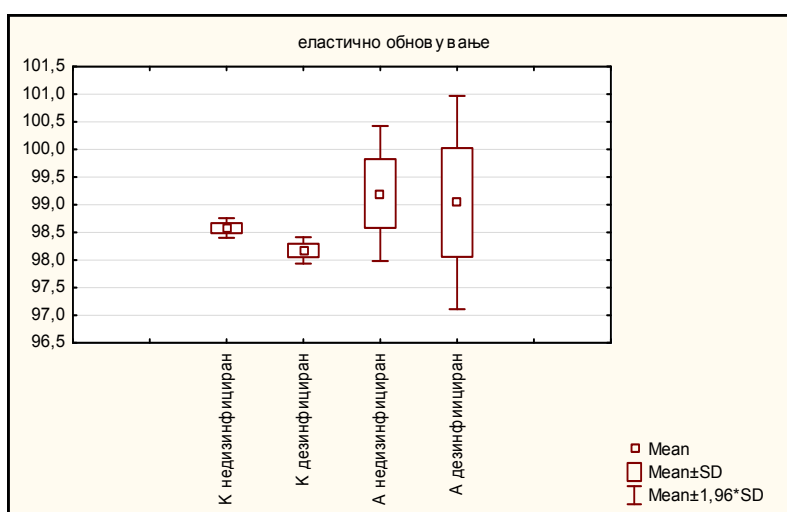
5.2. Резултати од испитувањето на еластичноста и флексибилноста

Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз еластичното обновување на адитивниот и кондензацискиот силикон

Во табела 27 и графикон 18 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, не дезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути.

Табела 27. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, не дезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути

еластично обновување (%)	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – не дезинфициран	98,5780 \pm 0,091	98,451 – 98,654
К – дезинфициран	98,1726 \pm 0,122	97,978 – 98,299
А – не дезинфициран	99,2034 \pm 0,624	98,139 – 99,767
А – дезинфициран	99,0404 \pm 0,985	97,541 – 99,966



Графикон 18. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од К и А-силикон, не дезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути

Споредбата на не дезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на еластичното обновување, покажа значајно влијание на ефектот на дезинфекцијата само во групата со К-силикон ($p = 0,00034$), при што значајно помали промени во еластичноото обновување беа измерени во групата со дезинфицирани примероци (98,1726 % наспроти 98,578 %). Не дезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен материјал незначајно се разликуваа во однос на просечната вредност на еластичното обновување (99,2034 % наспроти 99,0404 %, $p = 0,76$).

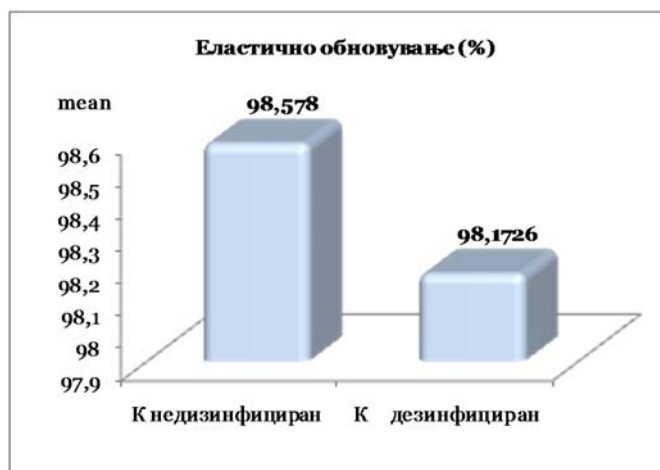
Добиените резултати покажаа дека типот на материјал нема значајно влијание на еластичното обновување и кај недезинфицираните ($p = 0,06$) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци ($p = 0,086$). Просечната вредност на еластичното обновување беше 98,5780 % и 99,2034 %, соодветно во недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон; 98.1726 % и 99.0404 %, соодветно во дезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон (табела 28, графикон 19, 19а, 19б и 19в).

Табела 28. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон (%)

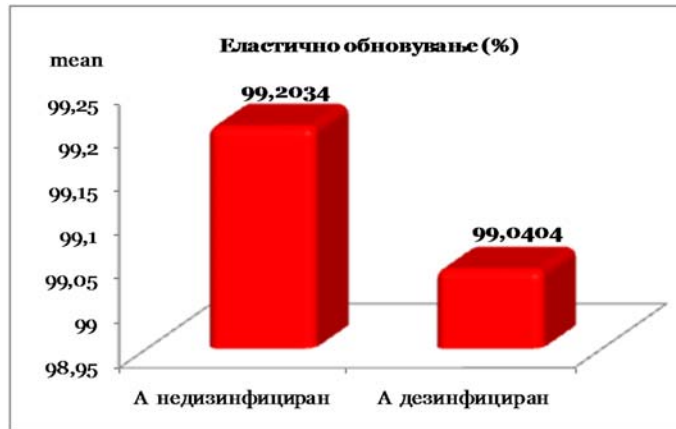
материјал	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	98,578	98,1726	0,4054	5,9559	***0,00034
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	99,2034	99,0404	0,163	0,3126	0,76
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	98,5780	99,2034	-0,6254	-2,2181	0,06
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	98,1726	99,0404	-0,8678	-1,9551	0,086

t(Student t-test)

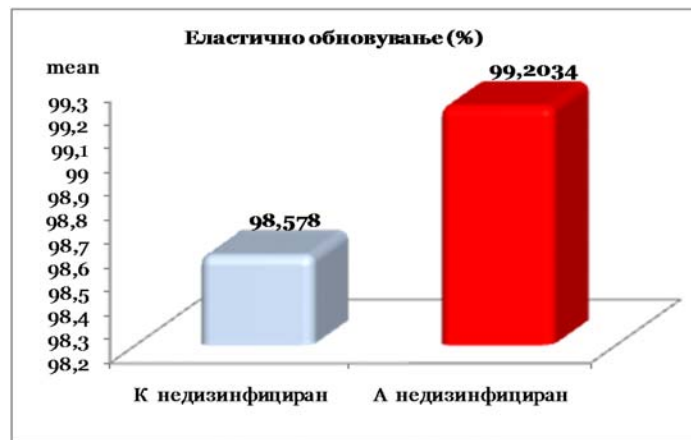
***sig $p < 0,0001$



Графикон 19. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од К-силикон, недезинфициран наспроти дезинфициран



Графикон 19а. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од А-силикон, нестерилизиран наспроти стерилизиран



Графикон 19б. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од нестерилизиран К-силикон наспроти нестерилизиран А-силикон



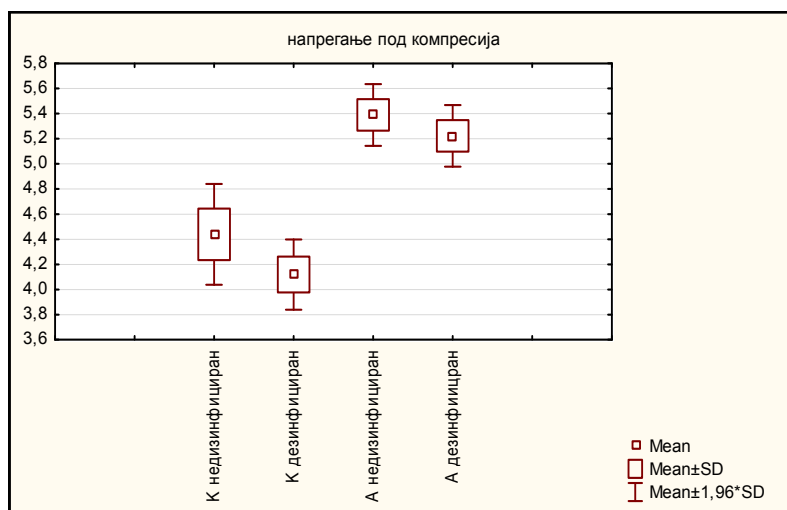
Графикон 19в. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од стерилизиран К-силикон наспроти стерилизиран А-силикон

Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз флексибилноста – напрегањето под компресија на адитивниот и кондензацискиот силикон

Во табела 29 и графикон 20 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на напрегањето под компресија на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, без дезинфекција и по дезинфекција од 15 минути.

Табела 29. Просечни вредности на напрегањето под компресија на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, без дезинфекција и по дезинфекција од 15 минути (%)

материјал	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – недезинфициран	4,4392 \pm 0,25	4,208 – 4,674
К – дезинфициран	4,1186 \pm 0,142	3,984 – 4,354
А – недезинфициран	5,3898 \pm 0,126	5,213 – 5,542
А – дезинфициран	5,2230 \pm 0,125	5,1220 – 5,392



Графикон 20. Просечни вредности на напрегањето под компресија на отпечаточните материјали од К и А-силикон, без дезинфекција и по дезинфекција од 15 минути

Вредноста на напрегањето под компресија значајно се разликува меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски силикон ($p = 0,021$), но не и кај примероците од адитивен силикон ($p = 0,069$). Во групата од кондензациски силикон, беа регистрирани значајно поголеми просечни вредности на напрегањето под компресија кај недезинфицираните примероци (4,4392 % наспроти 4,1186 %), односно дезинфекцијата резултира со значајно помали промени во напрегањето под компресија во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон. Во групата примероци од адитивен силикон, дезинфицираните отпечаточни материјали имаа помали промени во напрегањето под компресија за разлика од недезинфицираните, но без статистички значајна разлика (5,2230 наспроти 5,3898).

Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, има значајно влијание на напрегањето под компресија кај примероците, без и со дезинфекција ($p = 0,000021$ и $p = 0,000001$, соодветно).

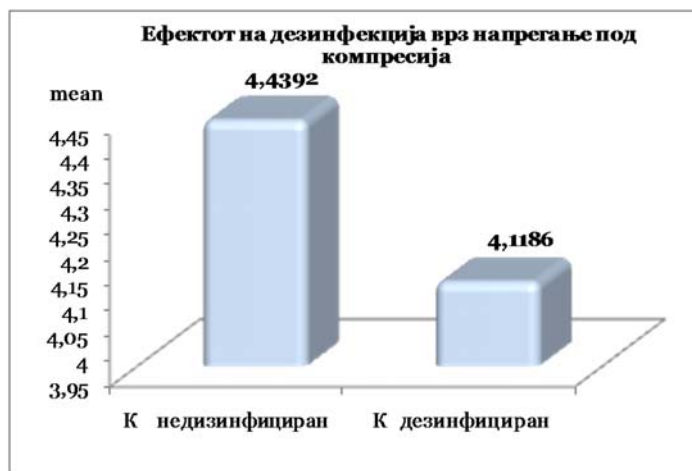
Просечната вредност на напрегањето под компресија беше значајно поголема во групата недезинфицирани и дезинфицирани примероци од адитивен силикон (5,3898 % наспроти 4,439 %, и 5,2230 % наспроти 4,1186 %, соодветно). Кондензацискиот силикон прикажува значајно помало напрегање под компресија за разлика од адитивниот (табела 30, графикон 21, 21a, 21б и 21в).

Табела 30. Ефектот на дезинфекцијата врз флексибилноста – напрегање под компресија

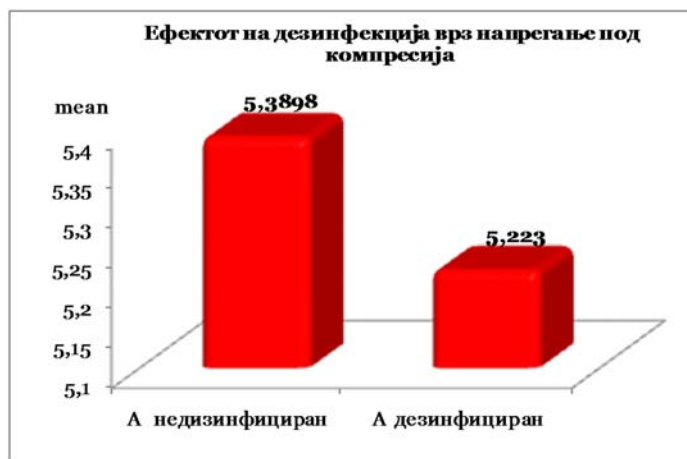
материјал	mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	4,4392	4,1186	0,3206	2,8713	*0,021
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	5,3898	5,2230	0,1668	2,1027	0,069
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	4,4392	5,3898	0,9506	-8,8418	***0,000021
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	4,1186	5,2230	-1,1044	-13,0149	***0,000001

t(Student t-test)

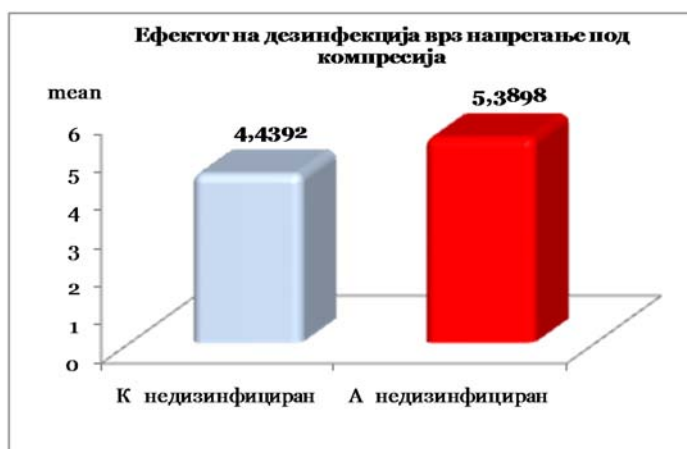
*sig $p < 0,05$, ***sig $p < 0,0001$



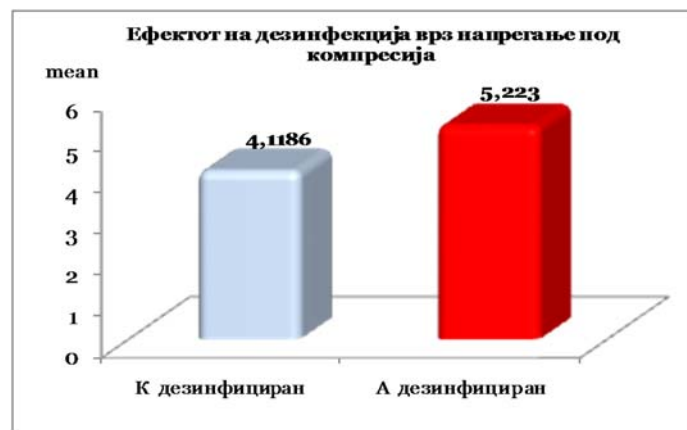
Графикон 21. Просечни вредности на напрегањето под компресија кај отпечаточни материјали од К-силикон, недезинфициран наспроти дезинфициран



Графикон 21а. Просечни вредности на напрегањето под компресија кај отпечаточни материјали од А-силикон, не дезинфициран наспроти дезинфициран



Графикон 21б. Просечни вредности на напрегањето под компресија кај отпечаточни материјали од К-силикон наспроти А-силикон, не дезинфицирани



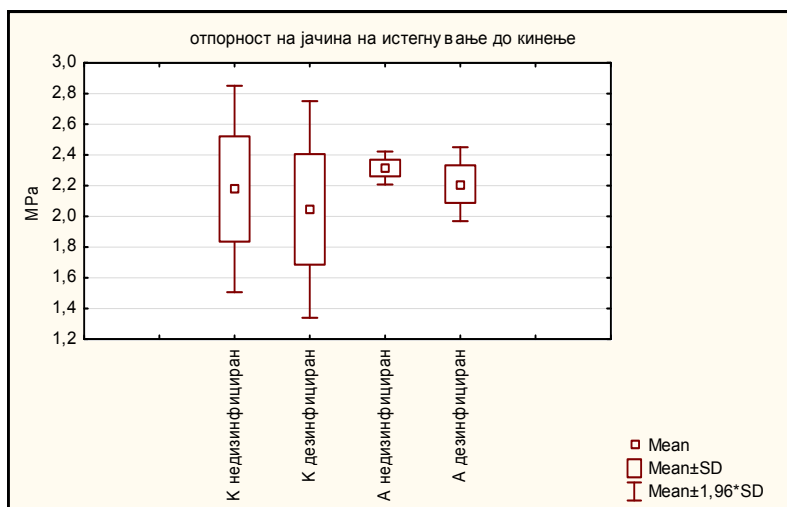
Графикон 21в. Просечни вредности на напрегањето под компресија кај отпечаточни материјали од К-силикон наспроти А-силикон, дезинфицирани

Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз отпорноста на јачината на истегнување до кинење на адитивниот и кондензацискиот силикон

Просечните, минималните и максимални вредности на отпорноста на јачината на истегнување до кинење, на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон се прикажани во табела 31, графикон 22.

Табела 31. Отпорност на јачината на истегнување до кинење (MPa)

материјал	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – недезинфициран	2,1781 \pm 0,343	1,5548 – 2,5902
К – дезинфициран	2,0455 \pm 0,36	1,4218 – 0,36001
А – недезинфициран	2,31501 \pm 0,055	2,3944 – 0,05466
А – дезинфициран	2,20975 \pm 0,1226	2,0093 – 0,12264



Графикон 22. Отпорност на јачината на истегнување до кинење (MPa)

Согласно добиените резултати, дезинфекцијата и типот на силикон немаат значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до кинење ($p > 0,05$). Просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски силикон беше незначајно различна (2,1781 MPa наспроти 2,0455 MPa, $p = 0,53$); не беше најдена статистички значајна разлика и во просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на отпечаточните материјали од адитивен силикон без/со дезинфекција (2,3150 MPa наспроти 2,2097 MPa, $p = 0,12$).

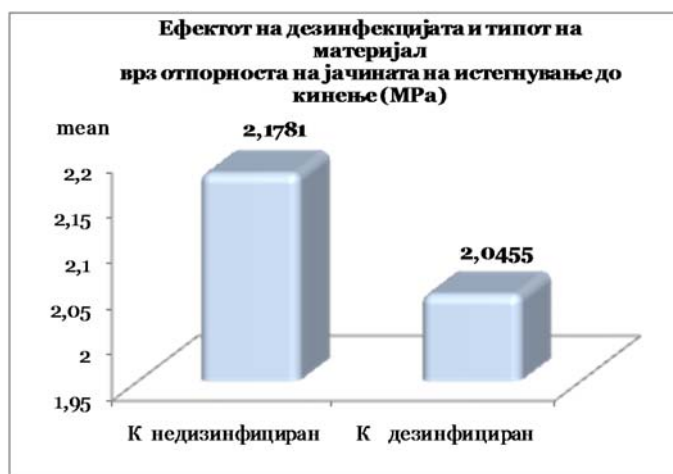
Недезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење (2,1781 MPa наспроти 2,3150 MPa, $p = 0,4$); статистички незначајна беше разликата во просечната отпорност на јачината на

истегнување до кинење меѓу дезинфицираните материјали од кондензациски и адитивен силикон (2,0455 МРа наспроти 2,2097 МРа, $p = 0,36$) (табела 32, графикон 23, 23а, 23б и 23в).

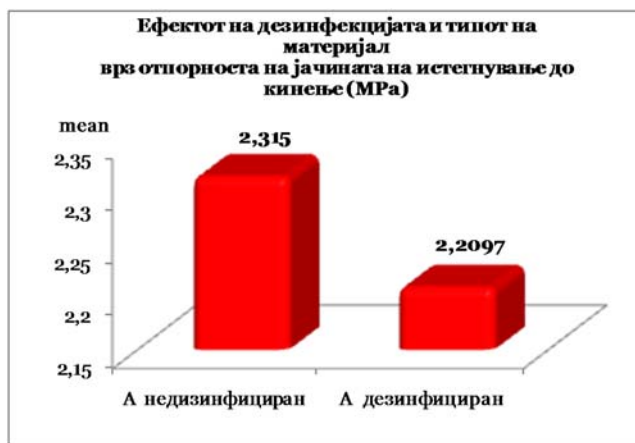
Табела 32. Ефектот на дезинфекцијата и типот на материјал врз отпорноста на јачината на истегнување до кинење (МРа)

материјали – варијабла	Mean		Difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	2,1781	2,0455	0,1326	0,6531	0,53
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	2,3150	2,2097	0,1053	1,7529	0,12
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	2,1781	2,3150	-0,1369	-0,8759	0,4
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	2,0455	2,2097	-0,1642	-0,9669	0,36

t(Student t-test)



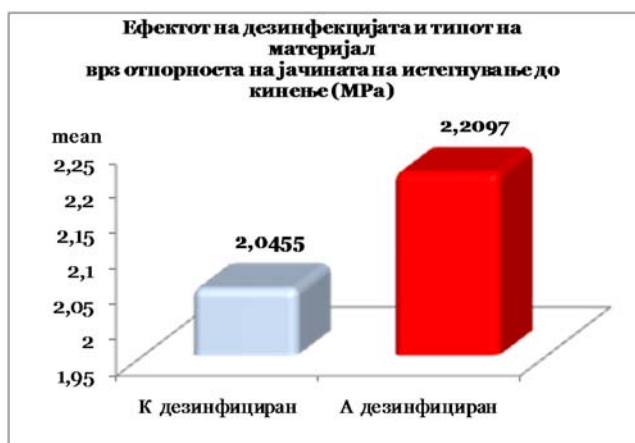
Графикон 23. Просечни вредности на отпорноста на јачината кај отпечаточни материјали од К-силикон, недезинфициран наспроти дезинфициран



Графикон 23а. Просечни вредности на отпорноста на јачината кај отпечаточни материјали од А-силикон, недезинфициран наспроти дезинфициран



Графикон 23б. Просечни вредности на отпорноста на јачината кај отпечаточни материјали од К-силикон наспроти А-силикон, недезинфицирани

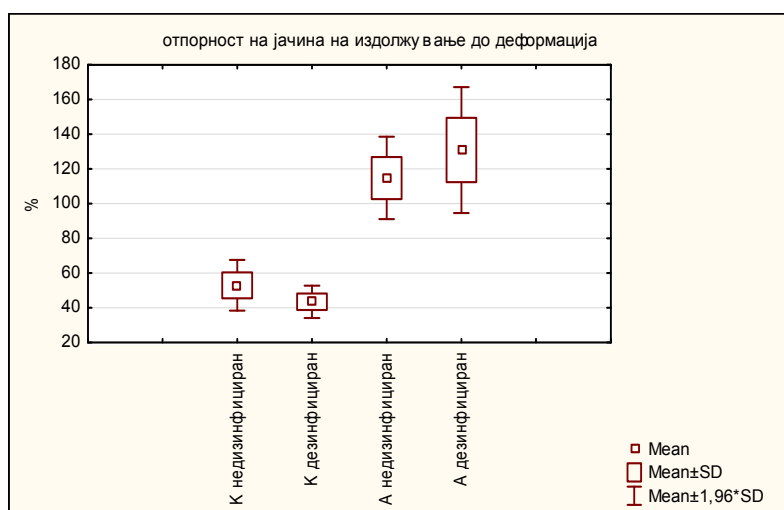


Графикон 23в. Просечни вредности на отпорноста на јачината кај отпечаточни материјали од К-силикон наспроти А-силикон, дезинфицирани

Просечните, минималните и максимални вредности на отпорноста на јачината на истегнување до деформација, на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон се прикажани во табела 33 и графикон 24.

Табела 33. Отпорност на јачина на истегнување до деформација на недезинфицираните и дезинфицираните примероци на кондензациски и адитивен силикон (%)

Материјал	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – недезинфициран	52,9721 \pm 7,4648	40,45 – 61,85
К – дезинфициран	43,4796 \pm 4,7598	34,5525 – 48,325
А – недезинфициран	114,7975 \pm 12,1234	103,4325 – 135,315
А – дезинфициран	130,8880 \pm 18,4928	105,665 – 155,07



Графикон 24. Отпорност на јачината на истегнување до деформација на недезинфицираните и дезинфицираните примероци на К и А-силикон (%)

Во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон, отпорноста на јачината на истегнување до деформација значајно се разликуваше меѓу примероците со/без дезинфекција ($p = 0,025$); значајно помала отпорност беше регистрирана кај примероците со дезинфекција (43,4796 % наспроти 52,9721 %).

Дезинфекцијата немаше значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон ($p = 0,14$); просечната отпорност изнесуваше 130,888 % и 114,7975 %, соодветно во примероците со и без дезинфекција.

Типот на материјал имаше значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација кај недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали ($p = 0,000003$ и $p = 0,000001$, соодветно); независно од користењето на

постапката на дезинфекција, значајно помала отпорност на издолжување до деформација беше забележана кај примероците од кондензациски силикон.

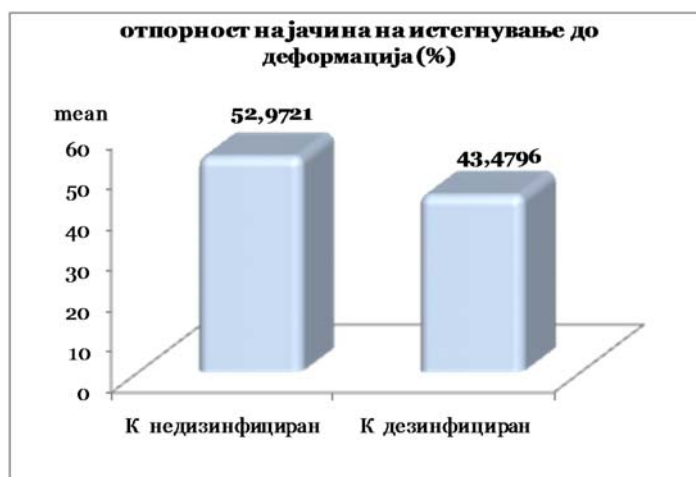
Просечната отпорност на јачината на истегнување до деформација беше 52,9721 и 114,7975 %, соодветно во групите примероци од кондензациски и адитивен силикон без дезинфекција; просечната отпорност на јачината на истегнување до деформација беше 43,4796 и 130,888 %, соодветно во групите примероци од кондензациски и адитивен силикон со дезинфекција (табела 34, графикон 25, 25а, 25б и 25в).

Табела 34. Отпорност на јачината на истегнување до деформација (%) – варијабла

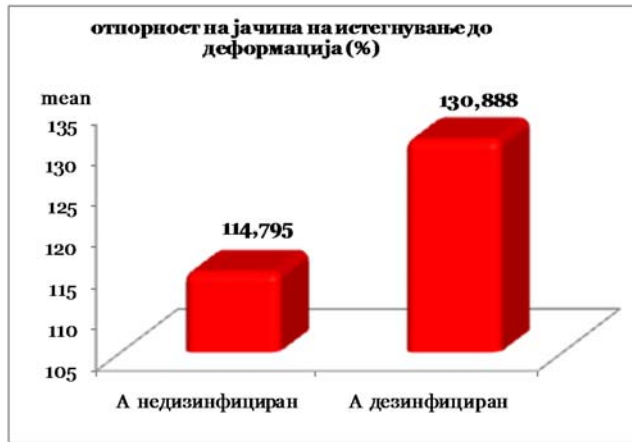
материјал	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	52,9721	43,4796	9,4925	2,6264	*0,025
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	114,7975	130,888	-16,0905	-1,6271	0,14
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	52,9721	114,7975	-61,8254	-10,4055	***0,000003
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	43,4796	130,888	-87,4084	-11,2520	***0,000001

t(Student t-test)

*sig p < 0,05, ***sig p < 0,0001



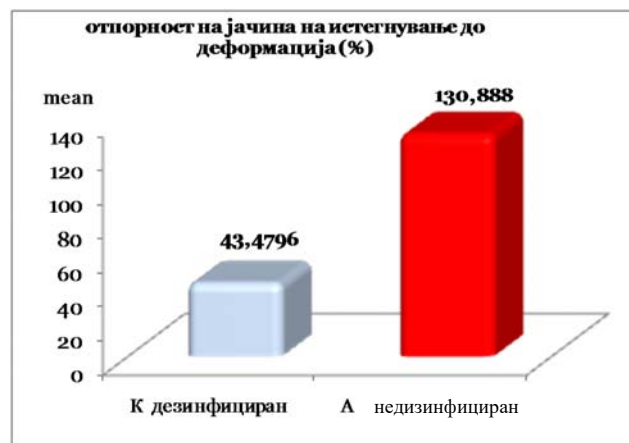
Графикон 25. Просечни вредности на отпорност на јачината на истегнување до деформација кај отпечаточни материјали од К-силикон, недезинфициран наспроти дезинфициран



Графикон 25а. Просечни вредности на отпорност на јачината на истегнување до деформација кај отпечаточни материјали од А-силикон, нестерилизиран наспроти стерилизиран



Графикон 25б. Просечни вредности на отпорност на јачината на истегнување до деформација кај отпечаточни материјали од К и А-силикон, нестерилизирани



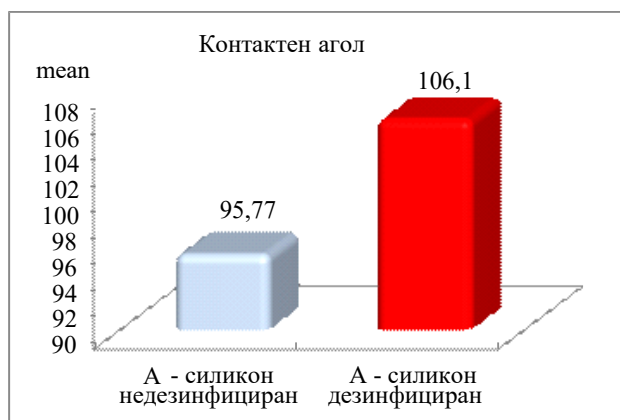
Графикон 25в. Просечни вредности на отпорност на јачината на истегнување до деформација кај отпечаточни материјали од К и А-силикон, стерилизирани

5.3. Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста (хидрофилност)

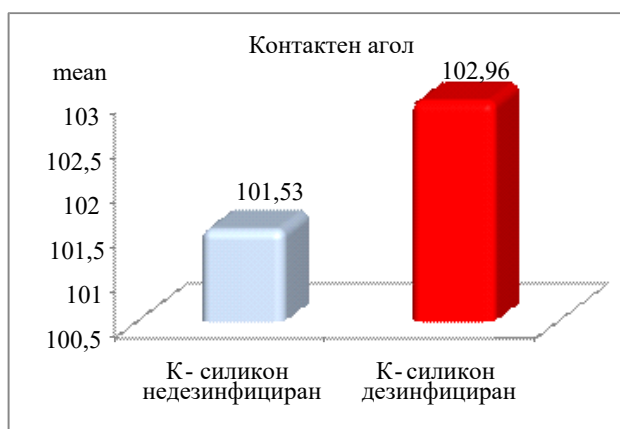
Табелата 35, графиконите 26 и 26а ги прикажуваат просечните вредности на контактниот агол на отпечаточните материјали од адитивен и кондензациски силикон, не дезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути.

Табела 35. Споредба на просечните вредности на контактниот агол меѓу не дезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон (°)

материјал	контактен агол	p-level
А – не дезинфициран	95,77 ± 13,28	p = 0,18 ns
А – дезинфициран	106,10 ± 8,64	
К – не дезинфициран	101,53 ± 8,64	p = 0,75 ns
К – дезинфициран	102,96 ± 4,42	



Графикон 26. Просечни вредности на контактниот агол на отпечаточен материјал од А-силикон, не дезинфициран и дезинфициран во времетраење од 15 минути (°)

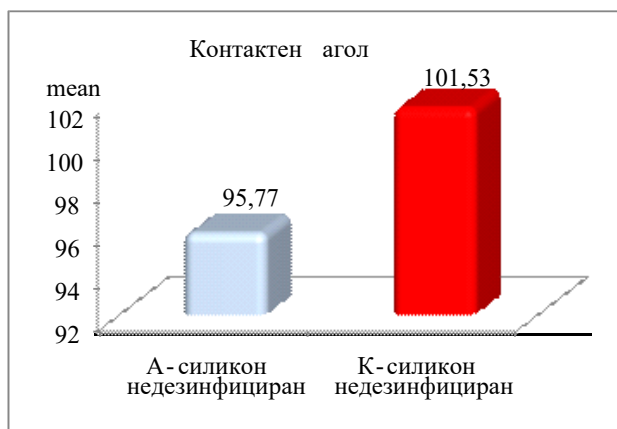


Графикон 26а. Просечни вредности на контактниот агол на отпечаточен материјал од К-силикон, не дезинфициран и дезинфициран во времетраење од 15 минути (°)

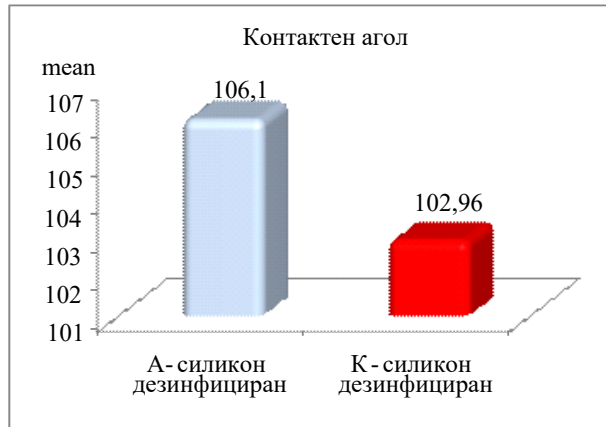
Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на добиените вредности за контактниот агол, покажа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен материјал не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност на контактниот агол ($95,77^\circ$ наспроти $106,10^\circ$, $p = 0,18$). Истото се случи и кај недезинфицираните и дезинфицираните примероци од кондензациски силикон ($101,53^\circ$ наспроти $102,96^\circ$, $p = 0,75$). Добиените резултати покажаа дека типот на материјал нема значајно влијание на добиените вредности за контактниот агол и кај недезинфицираните ($p = 0,44$) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци ($p = 0,49$). Просечната вредност на контактниот агол беше $101,53^\circ$ и $95,77^\circ$, соодветно за недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон; $102,96^\circ$ и $106,10^\circ$, соодветно за дезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон (табела 36, графикон 27 и 27а).

Табела 36. Споредба на просечните вредности на контактниот агол меѓу недезинфицираните и дезинфицираните примероци во зависност од типот на материјалот ($^\circ$)

материјал	(контактен агол)	p-level
А – недезинфициран	$95,77 \pm 13,28$	p = 0,44 ns
К – недезинфициран	$101,53 \pm 8,64$	
А – дезинфициран	$106,10 \pm 8,64$	p = 0,49 ns
К – дезинфициран	$102,96 \pm 4,42$	



Графикон 27. Просечни вредности на контактниот агол кај недезинфицирани отпечаточни материјали од А и К-силикон ($^\circ$)



Графикон 27а. Просечни вредности на контактниот агол кај дезинфицирани отпечаточни материјали од А и К-силикон (°)

Просечната вредност на слободната површинска енергија е најголема кај примероците од недезинфицираниот адитивен силикон од $14,78 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$ и има најмали вредности за контактниот агол од $95,77^\circ$, додека кај дезинфицираниот адитивен силикон, вредноста на слободната површинска енергија изнесува $11,00 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$, а на контактниот агол $106,10^\circ$, што укажува на тоа дека дезинфекцијата ја намалува навлажливоста на овој материјал. Кај кондензацискиот недезинфициран силикон вредноста за слободната површинска енергија беше пониска од адитивниот силикон, односно $12,27 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$ со измерен контактен агол од $101,53^\circ$ кој беше со повисоки вредности од адитивниот. За дезинфицираните примероци од кондензациски силикон добиена е просечна вредност за слободната површинска енергија од $12,26 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$ и контактен агол од $106,10^\circ$, што исто така укажува на фактот дека дезинфекцијата во траење од 15 минути ја намалува навлажливоста на овој материјал (табела 37).

Табела 37. Просечни вредности на контактниот агол и слободната површинска енергија кај недезинфицираните и дезинфицирани отпечаточни материјали од адитивен и кондензациски силикон

материјал	контактен агол (°)	слободна површинска енергија [mJ/m ²]
А – недезинфициран	$95,77 \pm 13,28$	14,78
А – дезинфициран	$106,10 \pm 8,64$	11,00
К – недезинфициран	$101,53 \pm 8,64$	12,27
К – дезинфициран	$102,96 \pm 4,42$	12,26

```

=====
Report of Free Surface Energy Measurement
Created with See Software 7.0 on 04.01.1980, 00:19:18.
1. Calculated contact angles [°]
1: water                102.96 ± 4.42    99.9%
2: glycerol             99.18 ± 9.35    99.9%
3: ethylene glycol     87.72 ± 3.54    99.9%
2. Calculated free surface energy [mJ/m^2], Owens-Wendt Regression model
-----
component              g          Sg-       Sg+
-----
gtotal                 12.26     5.47     5.47  68.3%
gLW                    7.82     4.56     4.56  68.3%
gAB                    4.44     3.02     3.02  68.3%
correl                 0.98

```

Слика 30. Добиени резултати за контактен агол и површинска енергија на дезинфициран примерок од К-силикон

```

=====
Report of Free Surface Energy Measurement
Created with See Software 7.0 on 04.01.1980, 00:44:59.
1. Calculated contact angles [°]
1: water                101.53 ± 8.64    99.9%
2: glycerol             98.83 ± 10.61   99.9%
3: ethylene glycol     87.82 ± 4.86    99.9%
2. Calculated free surface energy [mJ/m^2], Owens-Wendt Regression model
-----
component              g          Sg-       Sg+
-----
gtotal                 12.27     5.31     5.31  68.3%
gLW                    6.61     4.12     4.12  68.3%
gAB                    5.66     3.35     3.35  68.3%
correl                 0.99

```

Слика 31. Добиени резултати за контактен агол и површинска енергија на недезинфициран примерок од К-силикон

```

=====
Report of Free Surface Energy Measurement
Created with See Software 7.0 on 05.01.1980, 01:57:20.
1. Calculated contact angles [°]
1: water                95.77 ± 13.28   99.9%
2: glycerol             93.28 ± 12.25   99.9%
3: ethylene glycol     87.76 ± 7.09    99.9%
2. Calculated free surface energy [mJ/m^2], Owens-Wendt Regression model
-----
component              g          Sg-       Sg+
-----
gtotal                 14.78     2.37     2.37  68.3%
gLW                    4.23     1.38     1.38  68.3%
gAB                    10.54     1.92     1.92  68.3%
correl                 1.00

```

Слика 32. Добиени резултати за контактен агол и површинска енергија на дезинфициран примерок од А-силикон


```

=====
Report of Free Surface Energy Measurement
Created with See Software 7.0 on 04.01.1980, 00:59:25.
1. calculated contact angles [°]
  1: water                106.10 ± 8.64   99.9%
  2: glycerol             101.73 ± 12.79  99.9%
  3: ethylene glycol     91.26 ± 3.58   99.9%
2. Calculated free surface energy [mJ/m^2], Owens-wendt Regression model
-----
component                g          Sg-       Sg+
-----
gtotal                   11.00      4.07      4.07  68.3%
gLw                      7.45      3.48      3.48  68.3%
gAB                      3.55      2.11      2.11  68.3%
correl                   0.99

```

Слика 33. Добиени резултати за контактен агол и површинска енергија на недезинфициран примерок од А-силикон



Слика 34. Капки од вода, глицерол и етилен гликол на дезинфициран примерок од К-силикон



Слика 35. Капки од вода, глицерол и етилен гликол на дезинфициран примерок од А-силикон

5.4. Резултати од стареењето во реални услови и деградација

Резултатите од анализата на дезинфицираните и недезинфицирани примероци од кондензациски и адитивен силикон со помош на FTIR-методата се прикажани во табела 38. Всушност, оваа табела ги презентира подрачјата во кои се забележани карактеристичните пикови за проучуваните системи.

Табела 38. Подрачја во кои се јавуваат пикови при FTIR-анализа

подрачје \approx [cm ⁻¹]	тип на вибрација ¹	структурна единица ¹
3050 – 2925	O-H и SiO-H	H-O-H...H ₂ O и ≡SiO-H... H ₂ O
2940 – 2750	ν_s CH и ν_{as} CH	-CH ₂ и -CH ₃
1335 – 1230	δ_s CH и δ_{as} CH	Si-R, -CH ₂ и -CH ₃
1230 – 905	ν_{as} Si-O-Si (LO&TO mode)	≡Si-O-Si≡
900 – 840	ν Si-C	Si-R
840 – 720	ν_s Si-O	=Si-O-Si=
720 – 650	ν_s Si-O-Si	=Si-O-Si=

¹ Rami Al-Oweini, Houssam El-Rassy. Synthesis and characterization by FTIR spectroscopy of silica aerogels prepared using several Si(OR)₄ and RⁿSi(OR)₃ precursors. Journal of Molecular Structure, Volume 919, Issues 1–3, 2009, Pages 140-145, ISSN 0022-2860, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2008.08.025>.

Од табелата може да се согледа дека подрачјето од околу 3050 – 2925 cm⁻¹ соодветствува на присуството на групи OH, кои се преклопуваат со линиите на водород поврзан со молекули на вода (H-O-H...H). Вибрациите на SiO-H исто така имаат интеракција со молекулите на вода (SiO-H...H₂O). Пределот 1230 – 905 cm⁻¹ се препишува на трансверзалниот оптички модул (ТО) и лонгитудиналниот оптички модул (ЛО) на асиметричните вибрации Si-O-Si и на овој начин се докажува постоењето на густа силикатна мрежа, со кислородни атоми во улога на „поврзувачки мост“ на два атома на силициум. Симетричните вибрации Si-O-Si се наоѓаат нешто пониско, односно на 840 – 720 cm⁻¹. Нискоенергетските линии (720 – 650 cm⁻¹) ја прикажуваат деформацијата на групата Si-O во рамки на мрежата SiO₂, притоа можат да означуваат појава на дефекти во решетката. Сите овие вредности се карактеристични за TMOS (тетраметил ортосиликат) и TEOS (тетраетил ортосиликат) аерогелови.

Вибрационите линии Si-C се наоѓаат во подрачјето 900 – 840 cm⁻¹ и ги претставуваат метил-функционализираните аерогелови, карактеристични за групата на етил силикати. Вибрационите, односно деформационите пикови се во регионите 2940 – 2750 cm⁻¹ и 1335 – 1230 cm⁻¹, соодветно, карактеристични за групата на пропил силикати.

За да се согледа дали постојат некакви промени на карактеристичните ленти како резултат на стареење на 254 nm (нанометри) UV-зрачење на 55 % релативна влажност и 23 °C, одредени се соодносите на карактеристичните ленти кои се обоени со жолто во табела 39, брановиот број од табела 38, и референтниот пик на делта CH обоен со црвено. Мерењата се триплицирани и резултатите претставени во табела 39, претставуваат средни вредности. Резултатите од споредбата се дадени во табела 39 и табела 40.

Табела 39. Средни вредности добиени при мерење на површината на пиковите

Кондензациски силикон – дезинфициран (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	0,87226	0,23634	3,549	60,0778	1,1368	30,852	2,6144
48 часа	0,90388	0,02206	3,258	58,8094	1,1514	30,478	2,995

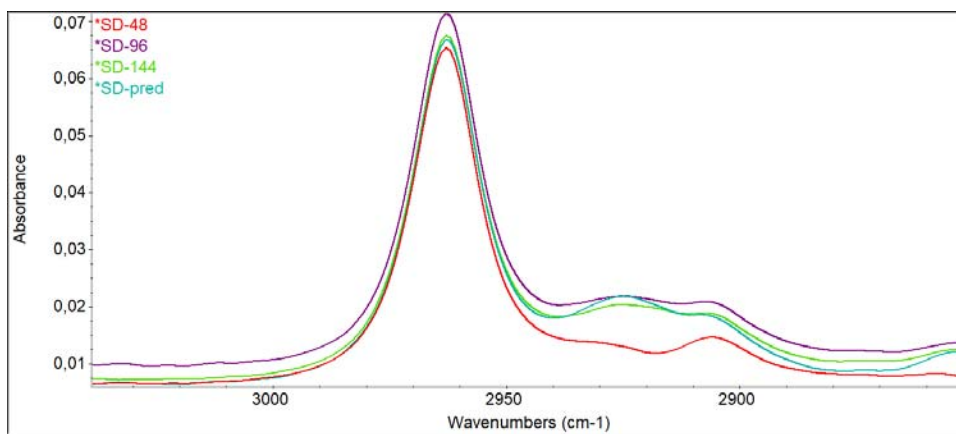
96 часа	0,92606	0,1467	3,3656	60,2924	1,1398	30,793	2,9554
144 часа	0,79158	0,1146	3,2336	60,2158	1,162	30,606	2,8812
Кондензациски силикон – недезинфициран SND (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	0,82774	0,05248	3,6658	59,491	1,1062	30,85	2,97308
48 часа	0,93824	0,0251	3,3244	59,2742	1,1004	30,695	2,9756
96 часа	0,87544	0,10778	3,4114	60,2034	1,1412	30,9472	3,038
144 часа	0,95474	0,05944	3,2786	58,2158	1,1306	30,5566	2,8516
Аддитивен силикон – дезинфициран ZD (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	1,01376	0,08912	2,9116	67,9596	1,0634	32,583	2,8134
48 часа	1,19802	0,17304	2,6978	67,2778	1,0448	32,311	2,7538
96 часа	1,03456	0,08064	2,7906	67,8772	1,0724	32,5954	2,8552
144 часа	1,09278	0,08436	2,967	69,5416	1,0672	32,391	2,4792
Аддитивен силикон – недезинфициран ZND (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	0,91938	0,0345	2,6996	69,7048	1,0432	32,7494	2,8316
48 часа	1,173	0,161236	2,727	70,269	1,0318	32,1744	2,757
96 часа	0,99682	0,07592	2,821	69,2734	1,061	32,512	2,8442
144 часа	1,07994	0,07592	3,0306	70,5852	1,0498	32,4158	2,5818

Табела 40. Споредба на средните вредности со референтен пик – δ_s CH и δ_{as} CH

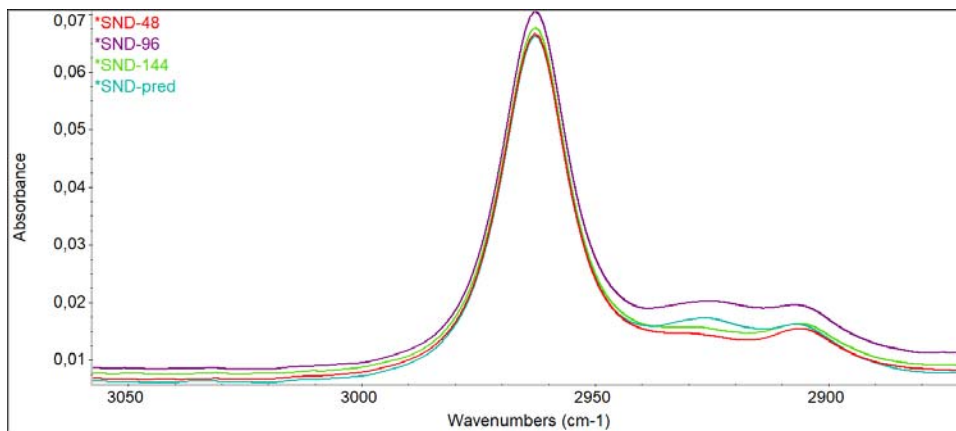
Кондензациски силикон – дезинфициран SD (споредба со референтен пик - δ_s CH и δ_{as} CH)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	ν_{as} Si-O-Si/ δ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_s Si-O/ δ CH	ν_s Si-O-Si/ δ CH
пред стареење	0,2458	16,9281	0,3203	8,6932	0,7367
48 часа	0,2774	18,0508	0,3534	9,3548	0,9193
96 часа	0,2752	17,9143	0,3387	9,1493	0,8781
144 часа	0,2448	18,6219	0,3594	9,4650	0,8910
Кондензациски силикон – недезинфициран SND (споредба со референтен пик - δ_s CH и δ_{as} CH)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	ν_{as} Si-O-Si/ δ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_s Si-O/ δ CH	ν_s Si-O-Si/ δ CH
пред стареење	0,2258	16,2287	0,3018	8,4156	0,8110
48 часа	0,2822	17,8300	0,3310	9,2332	0,8951
96 часа	0,2566	17,6477	0,3345	9,0717	0,8905
144 часа	0,2912	17,7563	0,3448	9,3200	0,8698
Аддитивен силикон – дезинфициран ZD (споредба со референтен пик - δ_s CH и δ_{as} CH)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	ν_{as} Si-O-Si/ δ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_s Si-O/ δ CH	ν_s Si-O-Si/ δ CH
пред стареење	0,3482	23,3410	0,3652	11,1908	0,9663
48 часа	0,4441	24,9380	0,3873	11,9768	1,0208
96 часа	0,3707	24,3235	0,3843	11,6804	1,0231
144 часа	0,3683	23,4384	0,3597	10,9171	0,8356
Аддитивен силикон – недезинфициран ZND (споредба со референтен пик - δ_s CH и δ_{as} CH)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	ν_{as} Si-O-Si/ δ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_s Si-O/ δ CH	ν_s Si-O-Si/ δ CH

пред стареење	0,3406	25,8204	0,3864	12,1312	1,0489
48 часа	0,4301	25,7679	0,3784	11,7985	1,0110
96 часа	0,3534	24,5563	0,3761	11,5250	1,0082
144 часа	0,3563	23,2908	0,3464	10,6962	0,8519

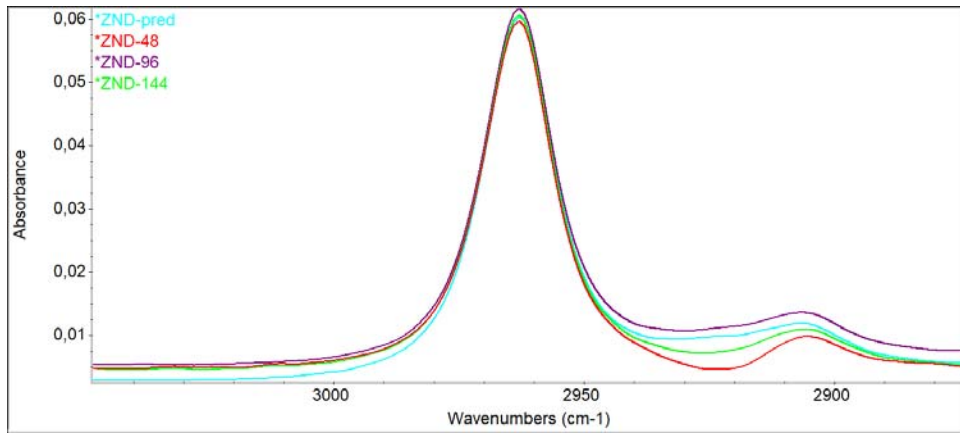
Од резултатите во табелите 40 и 41 не можат да се воочат големи разлики, што значи дека нема значајна деградација во проучуваните примероци. Доколку би постоела поголема деградација, овие соодноси би биле поголеми и би се случило појавување на нови пикови како резултат на појава на конјугирани врски, а истовремено би настанало и намалување, па дури и исчезнување на одредени пикови како резултат на губење на дадени групи во структурата на примероците.



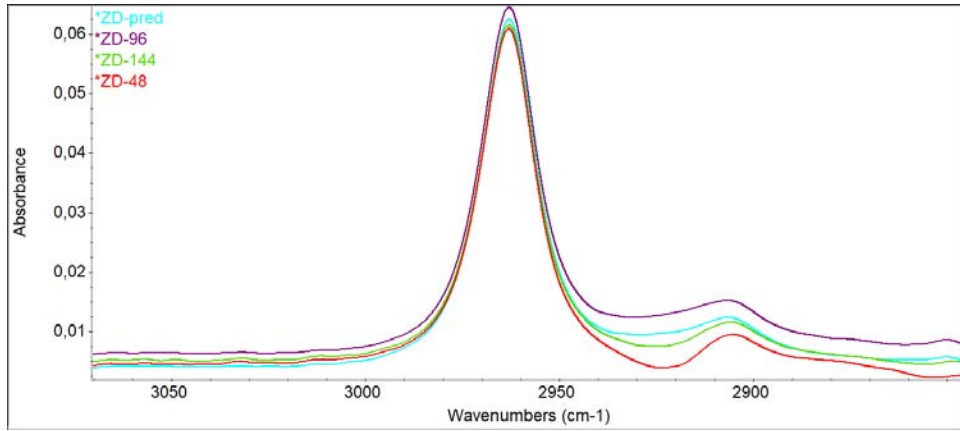
Графикон 28. Спектар од референтен пик на дезинфициран примерок од К-силикон



Графикон 29. Спектар од референтен пик на недезинфициран примерок од К-силикон



Графикон 30. Спектар од референтен пик на недезинфициран примерок од А-силикон



Графикон 31. Спектар од референтен пик на дезинфициран примерок од А-силикон

6. ПРИМЕНА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО И МОЖНИ НАСОКИ ЗА НАТАМОШНО ИСТРАЖУВАЊЕ

Успехот на протетската рехабилитација зависи од мноштво фактори кои вклучуваат висок степен на прецизност во клиничките и лабораториските процедури. При изработката на секој протетски надоместок треба да се почитуваат пропишаните правила и принципи за секоја фаза од изработката. Секоја грешка направена во која било од фазите, неминовно нè враќа назад, а понекогаш сме принудени процесот да го отпочнеме одново што претставува проблем за терапевтскиот тим, а и за самиот пациент. Како прва фаза на изработка на протетската реставрација е земањето на отпечаток. Основна цел и намена на дефинитивниот отпечаток е да ја сними и пренесе ситуацијата на сите опфатени структури во усната шуплина и сето тоа да го пренесе во заботехничката лабораторија каде ќе се излее работен модел на кој ќе се изработи дефинитивната реставрација [2, 3, 4].

Целта на отпечатокот е да се добие прецизен и димензионално стабилен „негатив“ од кој по излевање со гипс ќе се добие прецизен работен модел на кој ќе се изработи протетски надоместок [5].

За таа цел, во стоматолошката протетика се користат голем број современи отпечаточни материјали кои поседуваат различни својства и кои се карактеризираат со свои предности и недостатоци. Пред сè, материјалот за отпечаток мора да биде безбеден за пациентот и лекарот. Сепак, и покрај големиот избор на овие отпечаточни материјали, не можеме со сигурност да кажеме дека е пронајден совршен материјал кој со своите својства ќе одговори на сите наши барања. Еластомерите се најчесто користените отпечаточни материјали во секојдневната клиничка пракса за прецизно снимање и репродукција на морфологијата на забите и околните меки ткива. Поради нивните добри својства, еластомерните материјали отсекогаш биле избор за дефинитивни отпечатоци, особено во фиксната протетика [7].

Во современата стоматолошка пракса, најчесто за земање отпечатоци се користат силиконите, меѓу кои најпознати се адитивните и кондензациските силикони заради нивните одлични механички и физички својства и доброто прифаќање од страна на пациентот. Механичките и физичките својства на отпечаточните материјали се многу важни за успешна и прецизна изработка на протетските надоместоци.

Од овие причини, предмет на истражување на докторската дисертација, пред сè, беа одредени квалитативни и квантитативни испитувања за евалуацијата на димензионалната стабилност на два еластомерни материјали, адитивен и кондензациски силикон. Беа истражувани неколку фактори кои би можеле да влијаат на нивната димензионална стабилност: влијанието на времето поминато од земањето на отпечаток до неговото излевање со гипс (одложено излевање) и влијанието на времетраењето на дезинфекцијата. Покрај тоа, со цел да се обезбеди сеопфатен увид, ги споредивме и одредени физички и механички својства на овие два материјали. Во таа смисла, предмет на истражувањето беше еластичноста и флексибилноста (еластично обновување, отпорност на јачина на истегнување до кинење, напрегање под компресија), навлажливоста (хидрофилност), стареењето и деградацијата на материјалот во контролирани услови.

6.1. Димензионална стабилност

Точноста на земениот отпечаток и неговата стабилност во различни услови се основа за точноста и издржливоста на дефинитивните стоматолошки реставрации. Стабилноста на димензиите се дефинира како способност на материјалот да ја задржи својата големина и форма со текот на времето. Постојат многу фактори кои влијаат на димензионалната стабилност на еластомерните отпечаточни материјали. Меѓу нив се контракцијата за време на полимеризацијата како резултат на намалување на волуменот поради вкрстено поврзување и испарување на алкохол, што е типично за кондензациските силикони, времето што поминува од отстранување на отпечатокот од устата до излевање на гипсениот модел, температурните разлики (температурната разлика по вадење на отпечатокот од усната шуплина до собна температура, како и можна изложеност на екстремни температурни промени при транспорт до далечни стоматолошки лаборатории). Исто така, влијание има и нецелосното еластично обновување и потопувањето во различни раствори за дезинфекција [60]. Контракцијата која се јавува при полимеризацијата на отпечаточниот материјал е важен фактор кој влијае врз неговата димензионална стабилност.

Во нашата студија го искористивме најчесто применуваниот метод за испитување на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали, односно методот на Меѓународната организација за стандарди ISO 4823:2021 кој е во согласност со спецификација број 19 на Американската стоматолошка асоцијација (ADA), како најрелевантни спецификации за истражување на однесувањата на еластомерните отпечаточни материјали. Во овие два стандарди меѓу бројните процедури за тестирање на материјалите, исто така се опишани методи за мерење на димензионалните промени на веќе полимеризирани еластомерни материјали. Евалуацијата на димензионалната стабилност на еластомерните отпечаточни материјали ја спроведовме по препораките на стандардот ISO 4823:2021 кој ја опишува изработката на примероците од материјалот за отпечатување со примена на стандардизиран калап (модел) од не'рѓосувачки метал и методот на истражување. Овој метод се состои од мерење на профилирани жлебови на еластомерните отпечатоци кои се отпечатени од изработен калап во форма на цилиндар. Мерењата беа извршени со микроскоп Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO 20x-300x со прецизност од 0,001 mm.

Овој метод овозможува споредба на различни материјали при примена на истиот протокол без користење лажици за отпечатување и изработка на гипсен модел. Други истражувачки методи вклучуваат услови слични на оние во клиничката пракса, а со тоа и воведување на дополнителни фактори кои исто така влијаат на димензионалната стабилност, што ја отежнува споредбата. Користењето на помал број различни фактори, нуди поголема гаранција за коректна проценка за однесувањето на самиот материјал. Тестовите понекогаш се прават на самиот еластомерен отпечаток, а понекогаш и на моделот добиен од излеан отпечаток. Прецизноста на мерењата на самиот отпечаток е поголема од мерењата на гипсените модели. Недостатокот на стандардизација ја отежнува споредбата на таквите студии [125].

Ефектот на продолженото времетраење на дезинфекцијата врз димензионалните промени кај адитивен и кондензациски силикон

За време на постапката на отпечатување, материјалите доаѓаат во контакт со орални течности, како што се крв, плунка и други ексудати, а тие можат да содржат патогени микроорганизми. Дезинфекцијата на отпечатокот е важна процедура, потребна во секојдневната пракса. Понатаму, претставува важна безбедносна мерка при контрола на инфекции во стоматолошката пракса и може да се дефинира како клиничка фаза дизајнирана за да уништи голем дел од микроорганизмите од површината на отпечатокот [126, 127].

Отпечатокот може да пренесе микроорганизми, а со тоа и повеќе заразни болести од пациентот врз стоматолошкиот тим и забните техничари во лабораторијата. Опасноста може да се намали со дезинфекција на отпечатокот пред да се испрати во лабораторија [42]. Поради потенцијалната опасност од инфекција, се наметнува потребата за тоа отпечатоците да се исплакнат со вода за да се отстранат разни остатоци, крв и плунка, а потоа се дезинфицираат со потопување во хемиски раствори кои се компатибилни со материјалите за отпечатување. Хемиската дезинфекција е наједноставна и ефективна форма на контрола на инфекцијата [128].

Најчесто користени средства за дезинфекција се glutaraldehyde, formaldehyde, alcohol, раствор на јод, синтетички фенол, натриум хипохлорит.

Во литературата, димензионалната стабилност на дезинфицираните отпечатоци е предмет на истражување на многу истражувачи кои користеле различни пристапи. Техниката на мерење што се користела за одредување на димензионалните промени по дезинфекцијата, варираше од користење на дигитален мерач до употреба на мерен микроскоп, скенер, компјутерска томографија, радиографија.

Некои стоматолози не вршат дезинфекција со потопување, стравувајќи од димензионална промена на отпечатоците, особено во постапките кои бараат висока прецизност. Долгото време на потопување може негативно да влијае на димензионалната стабилност на отпечатоците и затоа, времето на потопување во раствор за дезинфекција е уште еден фактор што може да ја компромитира стабилноста на димензиите на отпечатоците. Свесни за важноста и сложеноста на спречувањето на заразни болести и знаејќи дека димензионалната точност и репродукцијата на деталите се важни барања за отпечатоците кои се користат при изработка на гипсени модели, целта во овој дел беше да го испитаме ефектот на продолженото времетраење на дезинфекцијата врз димензионалната стабилност на двата проучувани силикони во нашата студија. За таа цел, примероците од двата силикони ги потопивме во раствор од 0,5 % натриум хипохлорит во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа. Примероците за оваа студија се подготвени со помош на стандардизиран калап од не’рѓосувачки челик, сличен на оној опишан во спецификацијата ISO 4823:2021. Кај кондензацискиот силикон (Oxasil L), промената во просечните вредности на димензионалната промена се манифестира веднаш по првата дезинфекција од 15 минути (0,2602 % \pm 0,01) наспроти мерењето кое е направено веднаш по отстранувањето на примерокот од калапот (недезинфициран: 0,1588 % \pm 0,006). По 30 минути, вредноста е 0,3780 % \pm 0,011, а по 60 минути, е 5414 % \pm 0,008. Исто така, имавме зголемување на контракцијата и по 6-часовното времетраење на дезинфекцијата, но со тенденција на намалување на растот на измерената просечна вредност од 0,6140 % \pm 0,009 (табела 1).

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на линеарните димензионални промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон кои по отстранување од калапот беа потопени во средство за дезинфекција, статистички значајно се разликуваа меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16) = 1942,139 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на димензионалните промени во сите временски точки (0,1588 % ± 0,06; 0,2602 % ± 0,01; 0,37802 % ± 0,011; 0,5414 % ± 0,008; 0,6140 % ± 0,009; соодветно), односно се потврди значајна разлика меѓу секој пар временски точки. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,101 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,001), и потоа дополнително се намалила за 0,118 % меѓу 15 и 30 минути (p = 0,001), за 0,163 % меѓу 30 и 60 минути (p < 0,0001) и за 0,073 % меѓу 60 минути и 6 часа (p = 0,005) (табела 2 и 2а).

Кај адитивниот силикон (Variotime L) измерени се следните вредности: веднаш по отстранување на проучуваниот примерок од калапот: 0,0746 % ± 0,006, по 15 минути: 0,1534 % ± 0,001, по 30 минути: 0,2530 % ± 0,008, по 60 минути: 0,3958 % ± 0,005 и по 6 часа: 0,4276 % ± 0,008. Во сите периоди на времетраењето на потопување на примероците во раствор на 0,5 % натриум хипохлорит, кондензацискиот силикон во споредба со адитивниот силикон покажа повисоки просечни вредности на димензионалните промени. Резултатите генерирани со примена на Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон кои по отстранување од калапот беа потопени во средство за дезинфекција, презентираат значајна разлика во просечните вредности на промените меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16) = 1610,422 p < 0,0001]. Споредбите од Pairwise-табелата направени со Bonferroni-корекција потврдија значајна разлика меѓу секој пар временски точки, со зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка (0,0746 % ± 0,006; 0,1534 % ± 0,010; 0,253 % ± 0,008; 0,3958 % ± 0,005; 0,4276 % ± 0,008 %; соодветно). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,079 % меѓу мерењата на примероците веднаш по отстранување од калапот (без дезинфекција) и по 15-минутно потопување во дезинфекциско средство (p = 0,007), за 0,1 % меѓу 15 и 30 минути (p = 0,008), за 0,143 % меѓу 30 и 60 минути (p = 0,003) и за 0,032 % меѓу 60 минути и 6 часа (p = 0,004) (табела 4а). Овие резултати сугерираат на заклучокот дека времетраењето на дезинфекцијата има значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон.

Отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон кои веднаш по отстранување од калапот беа потопени во средство за дезинфекција, имаа значајно различни вредности за линеарните димензионални промени во сите временски точки (p < 0,0001). Просечната вредност на димензионалната стабилност беше значајно помала во сите временски точки во групата од адитивниот силикон Variotime L: 0,0746 % наспроти 0,1588 % во почетната точка, 0,1534 % наспроти 0,2602 % по 15-минутна дезинфекција, 0,2530 % наспроти 0,37802 % по 30-минутна дезинфекција, 0,3958 % наспроти 0,5414 % по 60-минутна дезинфекција, 0,4276 % наспроти 0,6140 % по 6-часовна дезинфекција. Во примероците со адитивен силикон беа регистрирани значајно помали димензионални промени во сите временски точки (табела 5).

Кај еластомерните отпечаточни материјали, линеарните димензионални промени можат да достигнат максимум од 1,5 % (ISO 4823: 2021). Нашите резултати не надминуваат 0,6140 % за кондензацискиот силикон Ohasil L и 0,4276 % за адитивниот

силикон Variotime L, а со тоа го исполнуваат ова барање. Сепак, кондензацискиот силикон беше повеќе подложен на контракција по дезинфекцијата. Овие материјали се формираат со реакција на кондензација базирана на реакции на вкрстено поврзување меѓу терминалната полисилоксан ОН-група и средството за вкрстено поврзување (тетраалкоксисилан) во присуство на активатор (диоктилтински оксид). Покрај ограничената подвижност на полимерните сегменти во вкрстено поврзаната полимерна хемиска мрежа, ослободувањето на метанол или етанол како нуспроизвод на оваа реакција, предизвикува контракција на материјалот. Исто така, ослободувањето на алкохолот од отпечаточниот материјал во водениот раствор за дезинфекција е побрзо од неговото испарување во воздухот од контролните примероци кои се оставени во сува средина. Добиените резултати од нашето истражување ја отфрлија нашата претпоставка (хипотеза) дека продолженото времетраење на дезинфекцијата од адитивен и кондензациски силикон нема значајно влијание на нивната димензионална стабилност. Адитивниот силикон Variotime L покажа помали вредности за димензионалните промени во однос на кондензацискиот силикон Ohasil L, а со тоа и поголема точност. Ова го потврдуваат и резултатите добиени од една студија на Vrbova и сораб. [68] кои го испитувале ефектот на неколку средства за дезинфекција со методот на потопување врз димензионалната стабилност на различни видови еластомери: адитивен силикон VPS (Vartotime Medium Flow), кондензациски силикон (Xantopren L Blue), полиетер (Impregum S) и четири вида алгинатни отпечаточни материјали. Како средства за дезинфекција биле применувани Aseptoprint Liquid за време од 2 минути, Zeta 7 раствор за време од 10 минути, Silosept за време од 10 минути и Dentaclean Form за 15-минутна дезинфекција. Промената на димензиите е евалуирана веднаш по дезинфекцијата со помош на светлосна микроскопија, скенирачка електронска микроскопија и микро компјутеризирана томографија. Промената на димензиите е дефинирана како процентуална промена на растојанието меѓу линиите репродуцирани на дезинфицираните примероци и линиите со дефинирани димензии на металниот блок. Дезинфицираните примероци од Variotime Medium Flow имале максимално собирање од 0,3 %. Контракцијата на примероците од кондензацискиот силикон Xantopren L Blue била поизразена, до 0,5 %. Еластомерните отпечаточни материјали покажале контракција веднаш по полимеризацијата на материјалот. Контролните примероци на кондензацискиот, адитивниот силикон и полиетерот манифестирале само мали (0,05 до 0,14 %) статистички незначајни димензионални промени ($p \geq 0,99$). По дезинфекцијата, мерењата покажале најизразена контракција кај кондензацискиот силикон Xantopren L Blue, достигнувајќи вредности до 0,50 %. Кај адитивниот силикон Variotime Medium Flow, дезинфицираните примероци покажале контракција од 0,29 %.

Средствата за дезинфекција не само што треба да имаат широк опсег на антибактериска и антивирусна ефикасност туку и не треба да влијаат негативно на својствата и структурата на материјалите. Како што покажуваат некои истражувачки трудови, вториот услов не може секогаш да биде постигнат. Поради непознавање на деталниот состав на тестираните материјали, објаснувањето на разликите во однесувањето за време на процесот на дезинфекција може да биде само шпекулација.

Во нашата студија, кондензацискиот силикон беше повеќе подложен на контракција по дезинфекцијата. Ова го потврдуваат и резултатите од истражувањето на Carvalho и сораб. [87] кои во една студија го истражувале влијанието на времетраењето на дезинфекцијата со потопување во два раствора за дезинфекција на димензионалните промени кај кондензацискиот силикон (Xantopren), адитивниот силикон (Express), полисулфид (Permlastic) и полиетер (Impregum), подготвени според спецификацијата ISO 4823. Материјалите се потопени во раствори за дезинфекција, односно во 0,5 %

натриум хипохлорит и 2 % глутаралдехид за време од 5, 10, 20, 30 и 60 минути ($n = 7$), освен контролната група која не е потопена. Примероците се измерени со помош на компаративен оптички микроскоп, со точност од 0,0005 mm. Според споредбата на периодите на потопување, примероците од кондензацискиот силикон Xantopren покажале дека димензионалната промена (контракција) била значајно повисока по 60 минути (0,460 %) во споредба со другите периоди. Најмалата промена на димензиите е забележана во непосредниот период по отстранување на полимеризацискиот материјал (0,0065 %), а димензионалните промени биле значајно повисоки во секој период на потопување, односно 0,0502 % за 5 минути, 0,1027 % за 10 минути, 0,1195 % за 20 минути, 0,2051 % за 30 минути и 0,4607 % за 60 минути. Кај адитивниот силикон Express измерени се вредности за непосредниот период по отстранување на полимеризациониот материјал од 0,0011 %, по 5 минути: 0,0058 %, по 10 минути: 0,0001 %, по 20 минути: 0,0050 %, по 30 минути: 0,0053 % и по 60 минути: 0,0399 %. Во периодите на потопување од 30 и 60 минути, натриум хипохлоритот предизвикал поголеми димензионални промени на материјалите Xantopren и Express во споредба со глутаралдехидот и потопувањето во вода.

Во нашата студија, анализата на податоците покажа дека и двата материјали презентираа статистички значајни димензионални промени со текот на времетраењето на дезинфекцијата. Во принцип, и кондензацискиот силикон Ohasil L и адитивниот силикон Variotime L покажаа контракција по потопувањето во раствори за дезинфекција. Апроксимација на мономерот и на полимерните синџири се јавува при полимеризација поради што се јавува намалување на просторот меѓу молекулите, кое пак, доведува до контракција на материјалот. Оваа полимеризациска контракција зависи и од количината на честички на филер додадена на материјалот. Кондензацискиот силикон покажа поголеми просечни вредности на промена на димензиите во смисла на контракција и како резултат на нуспроизводот етил алкохол кој се ослободува при полимеризацијата. Молекуларната тежина на алкохолот е поголема од молекуларната тежина на водата која исто така ја зголемува полимеризациската контракција. Притоа, поради зголемениот притисок на пареата од алкохолот, неговото испарување е олеснето. За кондензацискиот силикон, најзначајната разлика меѓу 30-минутното и 60-минутното времетраење на дезинфекцијата, можеби е резултат на истекување на алкохол во растворот за дезинфекција. Промените на димензиите се околу 0,1 до 0,6 % и поради сето ова се препорачува времето поминато до излевање на отпечатокот од кондензацискиот силикон да биде што пократко.

Адитивните силикони се сметаат за материјали со најдобри перформанси меѓу отпечаточните материјали кои се користат во стоматологијата. Оптималната димензионална стабилност на овие материјали се должи на нивната реакција на полимеризација со адисија. Во оваа реакција нема нуспроизводи, под услов да се одржуваат точните пропорции и препораки од производителот [7].

Изборот на растворот за дезинфекција што го користевме во оваа студија (0,5 % натриум хипохлорит) беше поради фактот на неговата широкораспространета ефективност на површините на отпечатоците при што успешно ги елиминира патогените микроорганизми [129].

Kara и Gunal [130] го истражувале ефектот на дезинфекција со прскање врз димензионалната стабилност на три еластомерни отпечаточни материјали (полиетер, кондензациски и еден адитивен силикон). За дезинфекција користеле две средства (Zeta 7 и Descosept). Земени се отпечатоци од калап (модел) од не'рѓосувачки челик при што

од секој материјал се формирани три групи по десет отпечатоци од кои две групи се дезинфицирани по 15 минути со Zeta 7 и Descosept, а третата не дезинфицирана група служела како контролна група. Отпечатоците по дезинфекцијата биле излеани со тврд гипс. Овие подготвени модели се скенирани со тридимензионален уред за скенирање. На добиените тридимензионални дигитални слики од моделите, измерени се растојанијата меѓу две референтни точки. Од добиените резултати може да се согледа дека применетите средства за дезинфекција влијаеле на димензионалната стабилност кај кондензацискиот силикон, при што е забележана статистички значајна разлика меѓу просечните вредности измерени кај контролната група споредени со просечните вредности измерени кај дезинфицираните групи.

Saber и сораб. [60] го истражувале ефектот на дезинфекцијата врз димензионалната точност на два вида кондензациски силикони Spidex® и Rapid® преку изработени примероци од калап од не'рѓосувачки челик со симулирана подготовка на две препарирани забни трупчиња поставени на одредено растојание. Примероците ги поделиле во три групи: група дезинфицирана со 5,25 % натриум хипохлорит со прскање, група дезинфицирана со 10 % јодофор со прскање и група која не била дезинфицирана. Времетраењето на дезинфекцијата била 10 минути во затворена кеса. Дезинфекцијата на секој кондензациски силикон со прскање со две различни дезинфекциски средства резултирала со значајна промена во растојанието меѓу забните трупчиња ($p < 0,05$). Во оваа студија, димензионалните промени што се случиле за време на процесот на дезинфекција се движеле од 0,1 % до 0,4 %. И покрај значајните разлики меѓу примероците со различни протоколи за дезинфекција, сите мерења на точноста на димензиите биле пониски (0,4 %) во рамките на барањата на спецификацијата ADA број 19.

Ефектот на дезинфекцијата на гипсените модели излеани по третман на дезинфекција на отпечатоци од адитивни и кондензациски силикони (Reprosil, Provil и Speedex) со метод на прскање и потопување 10 минути со глутаралдехид, повидон-јод и натриум хипохлорит, го истражувале Ahila и Thulasingham [59]. Добиените резултати од измерените димензии на двата материјали споредени со контролните примероци, покажале дека гипсените модели излеани од отпечатоците од кондензациски силикон дезинфицирани со натриум хипохлорит, глутералдехид, повидон-јод, покажале контракција на материјалот без значајни промени на димензионалната стабилност. Авторите истакнуваат дека оваа контракција кај кондензацискиот силикон може да биде резултат на реакцијата на кондензациската полимеризација на силиконот, а не на самото средство за дезинфекција.

Во некои публикации кои го испитувале ефектот на средствата за дезинфекција врз димензионалната стабилност на еластомерните отпечаточни материјали, се наведува дека интеракцијата на овие агенси и тестираните материјали не доведува до значајни димензионални промени на отпечатоците [131].

Многу е тешко да се увиди однесувањето на материјалот на неговиот хемиски состав. Покрај основните познати компоненти, препаратите можат да содржат и други состојки кои се тајна на секој производител. Димензионалните промени на еластомерните отпечаточни материјали по дезинфекција во различни дезинфекциски раствори со потопување или спреј-методата, се од сложена природа и се однесуваат на нивниот индивидуален хемиски состав [60], додека други автори укажуваат на негативното влијание на средствата за дезинфекција врз еластомерните отпечатоци [50, 82, 132].

Во една студија на Dikicier [89] истражуван е ефектот на различните методи и времетраењето на дезинфекцијата и стерилизацијата на отпечатоци земени со кондензациски и адитивен силикон. Во ова истражување биле применети: потопување во 5,25 % натриум хипохлорит и 3 % водороден пероксид за време од 10 и 20 минути, стерилизација во автоклав на пареа за време од 40 и 50 минути. Кај методот на дезинфекција со потопување и во двата раствори на дезинфекција, кај сите примероци од двата проучувани материјали воочена е контракција. Воочена е значајна разлика меѓу кондензацискиот и адитивниот силикон во однос на димензионалните промени во сите постапки за дезинфекција. Различното времетраење на апликацијата значајно влијаело на димензионална стабилност кај двата отпечаточни материјали без оглед на постапката за дезинфекција ($p < 0,001$). Дезинфекцијата со натриум хипохлорит немала влијание на процентот на промените на димензиите на примероците од адитивен силикон. Времетраењето на дезинфекцијата значајно влијаело на димензионалната стабилност на двата отпечаточни материјали при методот на потопување ($p < 0,001$). Во споредба со контролната група, промената на димензиите била значајна кај дезинфекцијата со натриум хипохлорит во времетраење од 20 минути ($p < 0,05$).

При споредувањето на димензионалните промени на материјалите во однос на примената на натриум хипохлорит како средство за дезинфекција со потопување, димензионалните промени кај кондензацискиот силикон се значајно повисоки, и тоа за време од 10 минути: 0,07 %, за време од 20 минути: 0,09 % во споредба со адитивниот силикон каде за време од 10 минути имаме вредност 0,03 %, а за 20 минути, 0,04 % ($p < 0,05$).

Натриум хипохлорит е хемикалија со формула NaOCl . Составен е од натриум катјон и хипохлоритен анјон. Растворлив е во вода. Често се користи во индустриите за белеење, прочистување на површината, отстранување мирис и дезинфекција на вода. Хипохлорната киселина и натриумот се формираат со додавање вода во хипохлоритот и можат дополнително да се дисоцираат на хлороводородна киселина (HCl) и кислород (O). Атомот на кислород е многу силен оксидатор. Концентрацијата на достапниот хлор и рН на растворот ја регулираат ефикасноста на NaOCl како средство за дезинфекција. Хипохлорната киселина (HOCl) е слаба киселина и се дисоцира со хипохлоритниот јон ($-\text{OCl}$) и протонот (H^+) во зависност од рН на растворот. Општо земено, се смета дека HOCl е динамичен вид во бактерицидната активност, додека концентрацијата на $-\text{OCl}$ е клучен фактор што ја одредува ефикасноста на чистењето [133].

Според Fukuzaki [134], натриум хипохлоритот е најкористено средство за дезинфекција и покрај зголемената достапност на други средства за дезинфекција. Натриум хипохлоритот исполнува многу барања како идеално средство за дезинфекција и одлично чистење. Ефективноста на натриум хипохлоритот во процесите на чистење и дезинфекција зависи од концентрацијата на достапниот хлор и рН на растворот. HOCl продира во клетката на микроорганизмите преку клеточниот ѕид и ја инхибира ензимската активност за раст, ја оштетува клеточната мембрана и ДНК, и доведува до намалување или неутрализација на мембранскиот транспортен капацитет.

Kotsiomiti и сораб. [135] во една студија ги испитувале постоечките докази за ефектите што може да ги има хемиската дезинфекција врз точноста и стабилноста на димензиите со текот на времето. Пребарувањето било спроведено на Pub Med за оригинални написи за лабораториски истражувања, објавени меѓу 1980 и 2005 година во рецензирани списанија кои го истражувале ефектот на хемиската дезинфекција, со потопување или прскање, врз димензионалните промени кои се јавуваат кај

материјалите по земањето на отпечаток. Резултатите за димензионалните промени на дезинфицираните материјали за отпечаток, иако прилично многубројни, тешко се споредувале и анализирале поради варијациите на експерименталниот дизајн. Поголемиот број од статиите укажале на тоа дека процесот на дезинфекција генерално не влијаел на димензионалната стабилност на отпечатоците и покрај статистички значајните разлики кои повремено се воочени. Исто така, авторите заклучиле дека можно е да се појават хемиски интеракции меѓу отпечатоците и средствата за дезинфекција.

Во потрага по нови техники за дезинфекција кои се ефективни и немаат негативни ефекти врз својствата на отпечаточните материјали, Wezgowiec и сораб. [101] ги споредувале ефектите на различни методи на дезинфекција (UVC, гасовит озон, комерцијален раствор и спреј за дезинфекција) врз промената на димензиите на еластомерните материјали од адитивни силикони. Во оваа студија, ефектот на различните техники за дезинфекција врз димензионалната стабилност на проучуваните силикони бил евалуиран во согласност со стандардот ISO 4823:2015. Кај адитивните силикони, дезинфекцијата не влијаела значајно на нивната линеарна димензионална промена во споредба со недезинфицираната контролна група.

Во студијата на Millar и Deb [81] проучуван е ефектот на стерилизацијата со автоклав врз димензионалната стабилност на два адитивни силикони Aquasil и Affinis и еден кондензациски силикон Speedex. Точноста на димензиите е мерена со користење на бесконтактен ласерски скенер. Споредбата на точноста на димензиите по третманот со автоклав покажала дека нема значајна промена кај трите материјали во споредба со конвенционалната дезинфекција или во споредба со нетретираните примероци. Топлината не влијаела негативно на прецизноста на димензиите на материјалите.

Во една компаративна студија, Guiraldo и сораб. [51] ја споредувале димензионалната точност на гипсените модели по излевање на отпечаточните еластомерни материјали полисулфид (Permlastic), полиетер (Impregum Soft), кондензациски силикон (Oranwash L) и еден адитивен силикон поливинил силоксан (Aquasil Ultra LV), по дезинфекција со 2 % натриум хипохлорит, 2 % хлорхексидин диглуконат и 0,2 % пероцетна киселина. По полимеризацијата, една група од секој материјал била дезинфицирана (со потопување во еден од растворите за време од 15 минути), а другата група била недезинфицирана. Точноста на димензиите на адитивниот силикон (Aquasil Ultra LV) била значајно поголема од онаа на кондензацискиот силикон Oranwash L. Пониската димензионална точност за Oranwash L може да биде резултат на постоење на етанол формиран како нуспроизвод при неговата полимеризациска реакција и кој се губи преку испарување од површината на материјалот пред дезинфекција.

Во студијата спроведена од Berhamovic и сораб. [62] истражувана е димензионалната стабилност на четири еластомерни отпечаточни материјали дезинфицирани со потопување во 0,5 % раствор од хлорхексидин диглуконат. Проучувани се примероци од два адитивни силикони и еден кондензациски силикон. Процентот на линеарните димензионални промени на сите четири примероци не ги надминуваат дозволените 1,5 %.

Стабилноста на еластомерните отпечаточни материјали, односно на кондензацискиот силикон (Oranwash L), адитивниот силикон PVS (Express), полисулфидот (Permlastic) и полиетерот (Impregum Soft), по дезинфекција со 0,2 % хлорамин-Т ја истражувале Guiraldo и соработниците [45]. Примероците се изработени

со претходно земени отпечатоци – пренесување од калап во согласност со ISO 4823. Димензионалната стабилност е мерена со помош на оптички микроскоп (Scanning Tunneling Microscope). Од добиените резултати, авторите констатирале дека и полисулфидот и кондензацискиот силикон по дезинфекција со 0,2 % хлорамин-Т, покажале помали просечни вредности на измерените димензии. Според анализираните резултати добиени за мерењата на димензионалната стабилност, авторите заклучиле дека хлорамин-Т може да се користи за дезинфекција на еластомерните отпечаточни материјали без да има значајни промени на димензиите.

Ефектот на продолженото времетраење на излевање од 6 часа кај дезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон

Стабилноста на димензиите се дефинира како способност на материјалот да ја задржи својата големина и форма со текот на времето, односно времето што поминува од отстранување на отпечатокот од устата до излевање на гипсениот модел.

Во нашата студија исто така си поставивме за цел да ја процениме и споредиме димензионалната стабилност на проучуваните примероци од овие два материјали во функција на дезинфекцијата во траење од 15 минути и складирање од 6 часа (одложено време на излевање). Шестчасовното одложено време на излевање го претставува вообичаениот период кој поминува од моментот на отпечатување, односно оптимално време за транспорт на отпечатокот до заботехничката лабораторија во наши услови и до неговото излевање во работен модел. Примероците од оваа истражувана група беа анализирани веднаш по полимеризацијата и отстранувањето од калапот, потоа потопени во средство за дезинфекција во времетраење од 15 минути. По отстранување на примерокот од садот за дезинфекција, истиот го анализиравме и го складиравме 6 часа во амбиентални услови во заботехничката лабораторија и по тие 6 часа на складирање, извршивме анализа на примероците. Просечните вредности за димензионалните промени за кондензацискиот силикон изнесуваа: веднаш по отстранувањето од калапот: 0,1610 % ± 0,006, по 15-минутна дезинфекција: 0,2558 % ± 0,005, по 6-часовно складирање: 0,5122 % ± 0,009. За адитивниот силикон, пак, веднаш по отстранувањето од калапот, вредноста е 0,0746 % ± 0,004, по 15-минутна дезинфекција: 0,1578 % ± 0,007, по 6 часа: 0,3078 % ± 0,005. Како што се забележува, складирањето од 6 часа, односно одложеното излевање на отпечатокот резултира со најголеми просечни вредности на линеарните димензионални промени од 0,5122 % ± 0,009 (табела 6). Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон, дезинфициран за време од 15 минути и складиран во времетраење од 6 часа (одложено време на излевање), статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 2, df_{Error} (time)8) = 3266,317 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на димензионалните промени во сите временски точки (0,1610 % ± 0,006; 0,2558 % ± 0,005; 0,5122 % ± 0,009 %), односно се потврди значајна разлика меѓу секој пар временски точки. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,095 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,004), и потоа дополнително се намалила за 0,256 % меѓу 15 и 6 часа (p = 0,005) (табели 7 и 7a).

Во однос на адитивниот силикон, кај него се забележува дека одложеното излевање од 6 часа резултира со најголеми просечни вредности на димензионалните

промени ($0,3078 \% \pm 0,005$) (табела 8). Просечните вредности за димензионалните промени за адитивниот силикон изнесуваа: веднаш по отстранувањето од калапот, вредноста е $0,0746 \% \pm 0,004$, по 15-минутна дезинфекција: $0,1578 \% \pm 0,007$ и по 6 часа на складирање: $0,3078 \% \pm 0,005$.

Repeated Measures ANOVA-анализата направена во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон кои беа складирани 6 часа по дезинфекцијата, покажа дека просечната вредност на димензионалните промени е значајно различна меѓу најмалку две од анализираниите временски точки [$F(df_{\text{time}} 2, df_{\text{Error}} (\text{time})8) = 1818,674$ $p < 0,0001$]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција со која се тестираа разликите меѓу секој пар, навреме детектираше значајна разлика меѓу секој пар временски точки ($p < 0,0001$). Беше регистрирано зголемување на просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во секоја последователна временска точка ($0,0746 \% \pm 0,004$; $0,1578 \% \pm 0,007$; $0,3078 \% \pm 0,005$ %). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,083$ % меѓу почетокот и по 15 минути, и дополнително за $0,15$ % меѓу 60 минути и 6 часа (табела 9, слика 9a). Добиените резултати од нашето истражување ја отфрлија нашата претпоставка (хипотеза) дека продолженото време на излевање на адитивниот и кондензацискиот силикон (недезинфицирани), нема значајно влијание на нивната димензионална стабилност. И двата материјали покажаа значајно влијание на одложеното време на излевање во сите временски интервали. Адитивниот силикон Variotime L покажа помали вредности за димензионалните промени во однос на кондензацискиот силикон Oxasil L, а со тоа и поголема точност.

Sinobad и сораб. [82] ја истражувале стабилноста на димензиите кај отпечатоци од два адитивни (EliteH-D и Flexitime) и два кондензациски силикони (Oranwash и Xantopren L Blue) по дезинфекцијата. Веднаш по одвојувањето од моделот, биле потопени во соодветно средство за дезинфекција (глутаралдехид, бензалкониум хлорид стеригум и $5,25$ % NaOCl) во времетраење од 10 мин. Отпечатоците кои не се третирани со средство за дезинфекција се дел од контролната група. Направени се последователни мерења со помош на камера Canon G9, користејќи софтверски опции на пакетот Remote Capture, така што добиени се временски серии на фотографии од истиот отпечаток. Мерењата биле реализирани 10 минути по третманот со дезинфекциско средство во рок од 30 минути, 1 час, 24 часа и 7 дена. Мерењата покажале изразени димензионални промени кај сите отпечаточни материјали во функција на времето, како и во функција на применетото средство за дезинфекција. Исто така, воочена е значајна разлика во измерените просечни вредности меѓу адитивните и кондензациските силикони за исто применето средство за дезинфекција и времетраење на истата. Авторите заклучиле дека најголемите димензионални промени кај адитивните и кондензациските силикони се јавиле веднаш по одвојувањето на отпечатоците од калапот, и тоа во првиот час. Просечните вредности кај кондензациските силикони измерени 30 минути по дезинфекцијата изнесувале $0,230$ % (контрола: $0,190$ %), по 1 час изнесувале $0,650$ % (контрола: $0,210$ %), по 24 часа изнесувале $1,220$ % (контрола: $0,490$ %) и по една недела изнесувале $1,890$ % (контрола: $0,58$ %).

Кај адитивните силикони, измерените просечни вредности по 30 минути од дезинфекцијата изнесувале $0,20$ % (контрола: $0,16$ %), по 1 час од дезинфекцијата изнесувале $0,55$ %, (контрола: $0,19$ %), по 24 часа изнесувале $0,93$ %, (контрола: $0,40$ %) и по 1 недела изнесувале $1,20$ % (контрола: $0,52$ %). Адитивните силикони во нивната студија покажале подобра димензионална стабилност.

Во една студија измерени се димензионалните промени кај кондензацискиот силикон Xantopren LB при примена на 5,25 % натриум хипохлорит, Perform ID и Sterilox, како средства за дезинфекција. За мерење на димензиите на примероците од материјалите за тестирање пред дезинфекција, веднаш по дезинфекција и по 24-часовно складирање, користен е вграден автоматски ласерски микрометар. Во оваа студија опишано е намалување од приближно 0,2 до 0,3 % [61].

Димензионалната точност на материјалите за отпечатоци се оценува долго време, но досега за оваа намена не е користена дигитална радиографија.

Özdemir и Pekince [83] ги истражувале ефектите на различни раствори за дезинфекција, натриум хипохлорит и раствор за дезинфекција без алдехид, и времето на складирање врз димензионалната стабилност на различни материјали за отпечатување, односно полиетер, хидроколоид, кондензациски силикон и адитивен силикон, со помош на дигитална радиографија. Полиетерот покажал најмали димензионални промени, хидроколоидот покажал најголеми димензионални промени по излевање на отпечатокот еден ден по земање на истиот. Исто така и кај другите отпечаточни материјали, складирањето од еден ден предизвикало поголеми димензионални промени. Авторите заклучиле дека различните раствори за дезинфекција и времето на складирање имаат различен ефект врз отпечаточните материјали, но сепак, промените на димензиите биле клинички прифатливи.

Nassar и Chow [64] ја истражувале репродукцијата на деталите на површината и димензионалната стабилност на винил полиетер силикон (VPES) во споредба со материјалот винил полисилоксан (VPS) во функција на продолженото складирање до 2 недели. Примероците од секој материјал се направени со помош на калап од не'рѓосувачки челик како што е опишано во спецификацијата бр. 19 на ANSI/ADA, од кои половина од примероците се потопени во 2,5 % пуфериран раствор на глутаралдехид, а останатите непотопени примероци служеле како контролна група. Мерењата на димензионалната стабилност биле направени веднаш по земениот отпечаток и се повториле по 7 и 14 дена складирање во амбиентални лабораториски услови. Дезинфицираните примероци на VPES и VPS имале значајно намалени димензионални промени за време од 7 и 14 дена во споредба со недезинфицираните ($p < 0,0001$). Димензионалната стабилност на двата материјали била во рамките на прифатливата граница на ADA-спецификацијата број 19 во текот на 2-неделниот тест-период, без разлика дали тие биле дезинфицирани или недезинфицирани. Најмалата контракција настанала кога материјалот е испитан веднаш по земениот отпечаток.

Nassar и сораб. [136] ја истражувале димензионалната стабилност на 5 конзистентности на адитивниот силикон винил полиетер силикон (VPES) при складирање до 2 недели, со и без користење на стандардна процедура за дезинфекција. При ова истражување, авторите користеле калап и прстен од не'рѓосувачки челик како што е опишано во ADA-спецификација бр. 19. Биле направени директни линеарни мерења на примероците (отпечатоците) и споредени со вредностите измерени на металниот калап (контрола). Мерењата се направени со помош на микроскоп. Просечните вредности за контракцијата на примероците биле под 0,5 % во сите тестирања на временските интервали во опсег од $0,200 \pm 0,014$ за една недела и $0,325 \pm 0,007$ за втората недела. Повторените мерки на ANOVA-тестот покажале статистички значајна разлика меѓу дезинфицираните и недезинфицираните групи по 2-неделното складирање ($p < 001$). Контракцијата на материјалите се зголемила со складирање на

примероците по една и две недели од складирањето. Авторите заклучиле дека промените на димензиите на примероците од VPES по дезинфекцијата и продолженото складирање, биле усогласени со ADA-спецификацијата бр. 19. Тестираните материјали за отпечаток (VPES) биле димензионално стабилни за клиничка употреба по 30-минутна дезинфекција во глутаралдехид и складирање до 2 недели.

Walker и сораб. [137] го истражувале ефектот на дезинфекцијата врз квалитетот на површината и стабилноста на димензиите на поновите, преформулирани материјали, односно винил полисилоксан (VPS) и полиетер (PE), користејќи протоколи на ADA-спецификацијата бр. 19. Од секој материјал биле подготвени примероци од калапи од не'рѓосувачки челик, а примероците биле поделени во пет групи, односно примероци со/без 10-минутна дезинфекција, со едновремено потопување во фенол или натриум хипохлорит. Стабилноста на димензиите била оценета со мерење на точноста на димензиите според спецификацијата бр. 19 по 24-часовно, 1-неделно и 2-неделно складирање во амбиентални лабораториски услови. Резултатите за димензионалната точност кај секој материјал покажале значајна разлика меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечатоци во функција на времето на мерење поврзано со зголемувањето на контракцијата. И покрај континуираната контракција на недезинфицираните и дезинфицираните отпечатоци на VPS и PE во период од 2 недели, сите мерења на точноста на димензиите ја исполниле спецификацијата ADA во поглед на димензионалната промена.

За разлика од претходната студија на Walker и сораб. [137], група автори го проучувале ефектот на средствата за дезинфекција и одложеното време на излевање од 6 месеци врз димензионалната стабилност на адитивниот и кондензацискиот силикон. Проучуваните примероци од секој материјал се поделени во три групи: контролна група, група дезинфицирана со натриум хипохлорит и група стерилизирана во автоклав. Примероците се чувани шест месеци на 23 °C. Групата примероци стерилизирани со автоклав покажале највисоки просечни вредности за димензионалната промена (0,36 % за кондензацискиот и адитивниот силикон), а контролната група имала најниски просечни вредности за димензионалната промена (0,10 % за адитивниот силикон и 0,15 % за кондензацискиот силикон). Авторите заклучиле дека промените на димензиите на сите примероци биле статистички значајни и дека димензионалната стабилност на отпечатоците зависи од времето поминато од отстранување на отпечатокот од калапот сè до неговото излевање, така што времето на одложено излевање е критично за да се добијат точни гипсени модели [138].

Sana и сораб. [139] во едно нивно истражување вршеле проценка на квалитетот на површината и димензионалната точност на еластомерните материјали за отпечатување, односно адитивен, кондензациски силикон и полиетер, по различни протоколи за дезинфекција. Примероците биле потопени во раствори за дезинфекција, имено 0,2 % хлорхексидин, 5,25 % натриум хипохлорит, 0,2 % повидон-јод и озонска вода. По дезинфекцијата за време од 5 – 10 минути, сите примероци биле отстранети од соодветните средства за дезинфекција и проверени во однос на квалитетот на површината и димензионалната точност со помош на стереомикроскоп и дигитален верни дебели мер во рок од 15 минути, 24 часа и 48 часа од дезинфекцијата. Адитивниот силикон покажал поголема димензионална стабилност, помала контракција како резултат на полимеризацијата и без ослободени испарливи нуспроизводи. Кондензацискиот силикон покажал поголема контракција од адитивниот како резултат на полимеризацијата и губењето на испарливи нуспроизводи.

Ефектот на повторената дезинфекција кај веќе дезинфицирани отпечатоци врз димензионалната промена кај адитивниот и кондензацискиот силикон

Поради различните применети методи и средства за евалуација на димензионалните промени, споредбата на резултатите добиени од истражувањата на оваа проблематика е отежната. Според повеќето автори, препорачливо времетраење на дезинфекцијата е од 10 до 15 минути. Меѓутоа, во заботехничките лаборатории често се случува дезинфекцијата на веќе дезинфицираниот отпечаток во ординацијата да се повтори и во заботехничката лабораторија. Ова се случува како резултат на лошата комуникација меѓу ординацијата и заботехничката лабораторија или стравот од инфекција. Резултатите од едно истражување покажале дека не постои добра комуникација во однос на протоколите за дезинфекција по прашање на конкретното времетраење [140].

Во нашата студија, исто така имавме за цел да ги испитаме димензионалните промени на кондензацискиот и адитивниот силикон кај кои беше користена постапка на повторена дезинфекција од 15 минути по одложено складирање од 6 часа, кое ја симулира дезинфекцијата што ја врши забниот техничар кога ќе добие отпечаток кој претходно е дезинфициран од персоналот на стоматолошката ординација. Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон со одложено време на излевање и повторена дезинфекција од 15 минути, статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираните временски точки $[(F(df_{\text{time}} 3, df_{\text{Error}} (time)12) = 3838,627 p < 0,0001]$. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на промените на димензиите во периодот до 6 часа ($0,160 \% \pm 0,0076$; $0,2572 \% \pm 0,005$; $0,5122 \% \pm 0,008$; $p < 0,0001$), а потоа намалена вредност од $0,5104 \% \pm 0,006$ по повторената дезинфекција од 15 минути, и оваа разлика беше незначајна, $p = 1,0$. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,097 \%$ меѓу почетокот и по 15 минути, потоа дополнително се намалила за $0,255 \%$ меѓу 15 минути и 6 часа, по што се детектира незначајно зголемување за $0,002 \%$ меѓу 6 часа и 6 часа и 15 минути од повторената дезинфекција (табела 12, 12a).

Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа зголемување на промените на димензионалната стабилност во периодот до 6 часа и 15 минути ($0,1572 \pm 0,008$ по 15 минути; $0,3114 \% \pm 0,008$ по 6 часа; $0,3160 \% \pm 0,006$ по 6,15 часа). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,086 \%$ меѓу почетокот и по 15 минути ($p = 0,001$), потоа дополнително се намалила за $0,154 \%$ меѓу 15 минути и 6 часа ($p < 0,0001$), по што се детектира незначајно намалување за $0,005 \%$ меѓу 6 часа и 6,15 часа ($p = 1,0$) (табела 14, 14a).

Овие резултати сугерираат на заклучок дека 6-часовното одложено време на излевање значајно влијае врз димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на димензионалната стабилност на примероците кај кои беше применета постапка по одложено излевање во сите временски точки ($p < 0,0001$). Просечната вредност на промените на димензионалната стабилност беше значајно помала во групата со А-силикон во сите временски точки: $0,0712 \%$ наспроти $0,160 \%$ во почетната точка, $0,1572 \%$ наспроти $0,2572\%$ по 15-минутна дезинфекција, $0,3114 \%$ наспроти $0,5122 \%$ по 6 часа, $0,3160 \%$ наспроти $0,5104 \%$ по дезинфекција од 6 часа и 15 минути. Во групата со одложено излевање и по повторена дезинфекција кај

примероците со адитивен силикон беа регистрирани значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 15). Оттука може да заклучиме дека повторената дезинфекција од 15 минути по одложеното излевање од 6 часа, нема влијание на димензионалните промени и кај двата силикони. Овие резултати ја потврдуваат и нашата претпоставка (хипотеза) дека повторената дезинфекција од 15 минути по одложеното излевање од 6 часа на претходно дезинфицираниот отпечаток, нема статистички значајно влијание врз димензионалната стабилност.

Нашите резултати се во согласност со резултатите на Melilli и сораб. [141] кои укажуваат на тоа дека дезинфекцијата со потопување веднаш по земениот отпечаток, секогаш предизвикува значајна димензионална промена, додека втората дезинфекција, која се повторува 6 часа по првата, не предизвикала каква било значајна димензионална промена, веројатно поради хемиското стабилизирање на материјалот што се јавува во првите часови по земањето на отпечаток. Авторите го истражувале ефектот на дезинфекцијата со потопување веднаш по земањето на отпечаток и повторената дезинфекција по 6 часа одложено излевање врз димензионалната стабилност на два еластомерни отпечаточни материјали. Примероците за истражување од полиетер и еден адитивен силикон се подготвени со помош на калап од не'рѓосувачки челик. Тест-примероците биле подложни на третман за дезинфекција со потопување во два комерцијално достапни раствори кои содржат кватернерни амониумски соединенија и глутаралдехид + аминодериват. Отпечатоците биле измерени во 4 различни временски точки: пред каков било третман на дезинфекција; по првата дезинфекција; 6 часа по првата дезинфекција (одложено излевање); по втората дезинфекција, извршена 6 часа по првата. Отпечатоците кои не биле дезинфицирани служеле како контроли. Промената на димензиите на сите комбинации на материјал и средства за дезинфекција секогаш била $\leq 0,5\%$.

Резултатите добиени од нашата студија се исто така во согласност со добиените резултати од една студија на Khatri и сораб. [46], кои ги споредувале димензионалните промени на три еластомерни отпечаточни материјали по дезинфекција со потопување. Проучуваните примероци биле подложни на две различни процедури на дезинфекција, односно итна дезинфекција (T1) и дезинфекција по 12 часа (T2), за да се процени ефектот на 2,45 % глутаралдехид и 3 % натриум хипохлорит. Втората дезинфекција ја симулирала дезинфекцијата што ја врши забниот техничар кога ќе добие отпечаток кој претходно е дезинфициран од стоматолошката ординација. За компаративни цели, димензионалните промени биле споредувани со примероци кои не биле подложни на дезинфекција. Во оваа студија, адитивниот силикон PVS, дезинфициран со глутаралдехид и NaOCl во временски интервали T1 и T2, не покажал значајна разлика во димензионалната стабилност. Авторите забележале дека силиконските отпечаточни материјали покажале прифатлива димензионална стабилност и при повторена дезинфекција.

Според Ahila и Thulasingham [59], ова се должи на хидрофобната природа на силиконите, која ја прави површината на овие материјали отпорна на водениот раствор на средствата за дезинфекција без разлика од типот на материјалот и должината на периодот на изложеност.

Ефектот на самото средство за дезинфекција врз димензионалните промени кај адитивниот и кондензацискиот силикон

Во литературата се предлагаат различни методи за дезинфекција, но се смета дека дезинфекцијата со потопување во дезинфекциско средство е најсигурен метод кој ги дезинфицира отпечатоците од сите површини, вклучувајќи ја и лажицата за отпечатување. Дезинфекцијата треба да ги елиминира патогените микроорганизми и да не влијае на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали [47].

Almuraikhi T. [142] во едно свое истражување од 2022 година, го истражувал ефектот на две различни средства за дезинфекција, 2 % глутаралдехид за време од 30 минути и 5,25 % натриум хипохлорит за време од 20 минути, врз димензионалната стабилност на адитивниот силикон и полиетерот. Примероците за истражувањето биле подготвени со помош на калап од неѓосувачки челик, според стандардот ISO 4823 и ADA-спецификацијата бр. 19. Мерењата биле извршени со стереомикроскоп со помош на софтвер за истражување слики.

Просечните вредности за димензионалните промени како резултат на влијанието на самата дезинфекција, биле пресметани со одземање на добиените просечните вредности пред потопување од просечните вредност добиени со мерењата по потопување во дезинфекциски средства. Просечната димензионална стабилност пред и по дезинфекцијата кај адитивниот силикон, потопен во 2 % глутаралдехид изнесувала $0,43\% + 0,08$ (пред потопување: $0,19\% + 0,06$ и по потопување: $0,62\% + 0,14$).

Најниски промени во димензиите се забележани со потопувањето во 5,25 % натриум хипохлорит (NaOCl), односно $0,36\% \pm 0,01$ (пред потопување: $0,20\% \pm 0,10$ и по потопување: $0,56\% \pm 0,09$). Разликите меѓу групите биле статистички значајни ($p < 0,001$). За тој дел користен е ANOVA-тест.

Во нашата студија, исто така го истражувавме и ефектот на делувањето на самата дезинфекција. Релативните просечни вредности на промените на димензионалната стабилност како резултат на делување на самата дезинфекција, се добиени со одземање на просечните вредности од мерењата на недезинфицираните примероци од просечните вредности на дезинфицираните примероци во различни временски интервали на потопување во дезинфекциско средство. Кај кондензацискиот силикон Ohasil L, релативните вредности за промена на димензиите во временскиот период од 15 мин. на делување на самата дезинфекција беа $0,048\%$, за 30 мин. беа $0,104\%$, за 60 минути вредностите се зголемија на $0,160\%$, а по 6-часовно времетраење на дезинфекцијата имаме тенденција на опаѓање на зголемувањето на измерените вредности од $0,096\%$. Истото се случи и кај адитивниот силикон Variotime L, но со помали релативни вредности за разлика од кондензацискиот силикон, односно за 15 мин.: $0,029\%$, за 30 мин.: $0,079\%$. Во временскиот интервал од 60 минути на потопување во дезинфекциско средство, исто така евидентиравме најголемо зголемување на релативните просечни вредности од $0,091\%$, а по 6-часовно времетраење на дезинфекцијата, забележавме намалување на тенденцијата на зголемување на промените од $0,084\%$. Сметаме дека ова намалување е резултат на стабилизирањето на отпечаточниот материјал. Согласно добиените резултати, статистичка значајна разлика беше воочена во димензионалните промени меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон ($p < 0,0001$) (табела 25, 26).

Двата истражувани материјали покажаа дека и самата дезинфекција предизвикува статистички значајни димензионални промени во сите различни

временски интервали. И кај двата материјали, најмали промени како резултат на делување на самата дезинфекција евидентиравме во временскиот период на траење на дезинфекцијата од 15 минути. Овие промени беа помали кај адитивниот силикон, односно 0,029 %, за разлика од кондензацискиот силикон каде се забележува промена од 0,048 %. Најголеми вредности за делување на самата дезинфекција евидентиравме во временскиот период од 30 минути, и тоа 0,104 % кај кондензацискиот и 0,079 % кај адитивниот силикон. По 60-минутното потопување евидентиравме промена од 0,160 % за кондензацискиот и 0,091 % за адитивниот силикон. За овие временски периоди, адитивниот силикон покажа помали димензионални промени за разлика од кондензацискиот силикон. Интересен е фактот што по 6-часовното времетраење на делување на самата дезинфекција, и двата еластомерни материјали покажаа намалување на просечните вредности на промените и стабилизирање. Добиените резултати ја отфрлија нашата претпоставка (хипотеза) дека времетраењето на дезинфекцијата статистички нема значајно влијание врз димензионалните промени и кај двата еластомерни материјали.

Според Sinobad и сораб. [82], хлорот е реактивен елемент и може да реагира со материјалите за отпечатување и да се залепи на материјалот. Оваа интеракција меѓу натриум хипохлоритот и состојките на отпечатокот може да резултира и со запечатување, спречување или намалување на промената на димензиите со текот на времето. По овој период, доаѓа до хемиска стабилизација каде што можат да настанат мали промени во димензијата на материјалот. Сметаме дека ова може да ги објасни нашите резултати во однос на намалувањето на димензионалните промени и стабилизацијата на отпечаточниот материјал по 6-часовно времетраење на дезинфекцијата.

Според Rubel [7], димензионалната промена може да се должи на реакцијата на соединението на хлор со сулфонски етер, па при реакцијата на полимеризација, предизвикува димензионална промена. Авторот во неговата компаративна студија укажува на тоа дека кај адитивниот силикон постојат најмали димензионални варијации на димензионалните промени меѓу сите споредени материјали за отпечатување. Овој материјал покажува значајна разлика во димензионалната промена кога истиот се дезинфицира на подолг временски период (60 мин.) во растворите за дезинфекција. Тоа може да се должи на додавањето на сурфактанти за да се подобри неговата способност за репродукција на деталите. Присуството на овие агенси ја подобрува компатибилноста со водата и ја зголемува апсорпцијата на водата при подолго потопување на отпечатоците. Во нашата студија, адитивниот силикон Variotime L во сите временски интервали на траењето на потопување во дезинфекциското средство 0,5 % натриум хипохлорит, спореден со кондензацискиот силикон Oxasil L, покажа помали димензионални промени. Според производителот, адитивниот силикон Variotime L поседува хидрофилни својства, што значи дека во себе содржи сурфактант кој ги „подобрува“ хидрофилните својства, но не го прави хидрофилен. Ова својство овозможува одреден степен на апсорпција на вода, а со тоа и експанзија на материјалот, и доведува до делумна неутрализација на контракцијата.

Carvalho и сораб. [86] потенцираат дека и краткото време на потопување во раствор од натриум хипохлорит, предизвикува поголеми димензионални промени кај кондензацискиот силикон.

Растворите од натриум хипохлоритот се оксидирачки и хидролизирачки агенси. Овие средства се силно алкални, хипертонични и обично имаат нормални концентрации

од 10 – 14 % достапен хлор. Овие својства се влошуваат со текот на времето со изложување на светлина, температура и контаминација со метални јони. Соединението на хлор е високореактивно и може да реагира и да се придржува (фиксира) на материјалот [143]. Ова го потврдуваат и Martins и сораб. [67] кои укажуваат на тоа дека натриум хипохлоритот е високореактивен елемент и може да се придржува до состојките на отпечаточниот материјал.

Во една студија на Razavi и сораб. [144] истражуван е ефектот на различните процедури за дезинфекција врз димензионалната стабилност на кондензациските силиконски отпечаточни материјали. Врз основа на процедурите за дезинфекција, материјалите ги поделиле во 4 групи: потопување во 5,25 % натриум хипохлорит, потопување во 2 % раствор на глутаралдехид и употреба на деконекс. Отпечатоците кои не биле дезинфицирани, служеле како контролна група. По третманите, отпечатоците биле излезани со гипс и биле мерени и споредувани со алуминиумскиот калап во три димензии. Врз основа на резултатите, 5,25 % натриум хипохлоритот и деконексот покажале најзначајни димензионални промени. Кај дезинфекцијата со растворот на глутаралдехид, авторите евидентирале помали димензионални промени.

Yazdan Mehr и сораб. [121] ја разгледувале деградацијата на силиконите од оптичка класа. Тие откриле дека силиконите не се засегнати од изложеност на UV и сина светлина, потопување во вода на 35 °C или 100 % RH на 100 °C, дури и по 3000 часа стареење. Сепак, контактот со солена вода на 100 °C предизвикал значајни промени во спектрите FT-IR поради реактивните јони на хлорот. Промената на врвовите во IR-спектрите е објаснета со кршење на врските Si-O-Si и распаѓање на јаглеводородните странични синцири. Исто така, сето тоа резултирало со значајна промена во преносот на светлината на примероците. Хлорните јони нарушиле одредени својства на силиконските гуми како резултат на оксидација на страничните синцири. Деградацијата резултирала и со промената транспарентност на примероците. Поради деградирачкиот ефект на хлорот, присутен во растворот на натриум хипохлорит, јачината на истегнување кај силиконите значајно се намалила.

Ефектот на одложеното излевање на недезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон (контролна група)

Во литературата, влијанието на времето поминато од отстранувањето на отпечатокот од устата до неговото излевање со гипс (одложено излевање) е проучувано од повеќе автори во повеќе временски интервали, тргнувајќи од фактот дека процесот на полимеризација продолжува и по отстранувањето на отпечатокот од устата.

Во нашето истражување вршеме проценка на димензионалната стабилност на два еластомерни материјали, еден кондензациски силикон (Oxasil L) и еден адитивен силикон (Variotime L), во функција на времето кое поминало до излевање (одложено излевање), без да бидат изложени на дезинфекција. Примероците беа добиени со помош на препорачаниот метод на стандардот ISO 4823:2021, и истите беа измерени веднаш по отстранување на полимеризираните примероци од калапот, за време од 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути. Во нашето истражување, времето од 6 часа на одложено време на излевање, го претставува вообичаениот период кој поминува од моментот на отпечатување, оптимално време за транспорт на отпечатокот до заботехничката лабораторија и до негово излевање во работен модел. Просечните вредности за димензионалните промени кај кондензацискиот силикон, веднаш по

отстранувањето изнесуваа $0,1636 \% \pm 0,008$ и $0,0766 \% \pm 0,005$ за адитивниот силикон. Просечните вредности во временските интервали од 15 минути изнесуваа $0,2120 \% \pm 0,006$ за кондензацискиот силикон и $0,1244 \% \pm 0,005$ за адитивниот, за 30 минути изнесуваа $0,2772 \% \pm 0,005$ за кондензацискиот и $0,1716 \% \pm 0,007$ за адитивниот силикон. За временскиот интервал од 1 час, просечната вредност на димензионалните промени кај кондензацискиот изнесуваше $0,3818 \% \pm 0,007$ и $0,3046 \% \pm 0,004$ за адитивниот, додека во временскиот период од 6 часа изнесување $0,5166 \% \pm 0,004$ за кондензацискиот и $0,3444 \% \pm 0,005$ за адитивниот силикон. Во временскиот период од 6 часа и 15 минути, вредноста изнесуваше $0,5154 \% \pm 0,007$ за кондензацискиот силикон и $0,3422 \% \pm 0,004$ за адитивниот силикон (табела 16).

Споредбите од Pairwise-табелата направени со Bonferroni-корекција покажаа зголемување на просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во секоја последователна временска точка до 6 часа ($0,1636 \% \pm 0,008$; $0,2120 \% \pm 0,006$; $0,2772 \% \pm 0,005$; $0,3818 \% \pm 0,007$; $0,5166 \% \pm 0,004$), а потоа намалување во следните 15 минути ($0,5154 \% \pm 0,007$). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,048 \%$ меѓу почетокот и по 15 минути ($p = 0,004$), за $0,065 \%$ меѓу 15 и 30 минути ($p < 0,0001$), за $0,105 \%$ меѓу 30 и 60 минути ($p < 0,0001$), за $0,135 \%$ меѓу 60 минути и 6 часа ($p < 0,0001$) (табела 17).

Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка до 6 часа ($0,0766 \% \pm 0,005$; $0,1244 \% \pm 0,005$; $0,1716 \% \pm 0,007$; $0,3046 \% \pm 0,004$; $0,3444 \% \pm 0,005$ %), а потоа намалување во следните 15 минути ($0,3422 \% \pm 0,004$). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,048 \%$ меѓу почетокот и по 15 минути ($p = 0,002$), за $0,047 \%$ меѓу 15 и 30 минути ($p < 0,0001$), за $0,133 \%$ меѓу 30 и 60 минути ($p < 0,0001$), за $0,040 \%$ меѓу 60 минути и 6 часа ($p = 0,005$), статистички незначајно се зголемила за $0,002 \%$ меѓу 6 часа и 6,15 часа ($p = 1,0$) (табела 19, 19a).

Овие резултати сугерираат на заклучокот дека одложеното време на излевање на отпечатокот има значајно влијание на димензионалната стабилност кај недезинфицираните материјали од кондензациски и адитивен силикон.

Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на димензионалната стабилност на примероците кај кои не беше применета постапка на дезинфекција ($p < 0,0001$).

Просечната вредност на промените на димензионалната стабилност беше значајно помала во групата со адитивен силикон во сите временски точки: $0,0766 \%$ наспроти $0,1636 \%$ во почетната точка, $0,1244 \%$ наспроти $0,2120 \%$ по 15 минути, $0,1716 \%$ наспроти $0,2772 \%$ по 30 минути, $0,3046 \%$ наспроти $0,3818 \%$ по 60 минути, $0,3444 \%$ наспроти $0,5166 \%$ по 6 часа, и $0,3422 \%$ наспроти $0,5154 \%$ по 6,15 часа (табела 20).

Добиените резултати од нашето истражување ја отфрлија нашата претпоставка (хипотеза) дека одложеното излевање на отпечатоките од адитивен и кондензациски силикон (недезинфицирани), незначајно влијае на нивната димензионална стабилност. Адитивниот силикон Variotime L покажа помали вредности за димензионалните промени во однос на кондензацискиот силикон Oxasil L, а со тоа и поголема точност. До истиот заклучок дошле и Bud и сораб. [31] во нивното истражување каде утврдиле дека адитивниот силикон покажал поголема точност во однос на кондензацискиот силикон и дека димензионалната стабилност на кој било отпечаточен материјал зависи од

времетраењето на складирањето до излевање и техниката на отпечатување. Во нивната студија, авторите ја истражувале точноста на гипсени модели, излеани од три различни материјали за отпечатоци кои вообичаено се користат во стоматолошката ординација: алгинат, кондензациски и адитивен силикон, со помош на екстраорален тридимензионален скенер. Од секој материјал биле проучувани по пет гипсени модели излеани од горенаведените отпечаточни материјали. Алгинатните отпечаточни материјали покажале најмала точност меѓу проучуваните материјали. Тие укажале на фактот дека некои од материјалите единствено имаат добра димензионална стабилност веднаш по отпечатувањето, која значајно се намалува по неколку часа.

Добиените резултати од нашето истражување се потврдија и преку една студија на Каг и соработниците [145]. Тие вршеле проценка на димензионалната точност на еластомерните отпечаточни материјали од адитивен силикон (Aquasil LV, Dentsply), кондензациски силикон (Speedex coltene, Whaledent) и полиетер (3M, ESPE) со помош на 3D-ласерски скенер. Авторите подготвиле по 10 отпечатоци од секој материјал. Сите отпечатоци биле излеани со тврд гипс од Тип IV и скенирани со Picza 3D-ласерски скенер, и разликата во измерените просечни вредности на одредени растојанија на гипсените модели е пресметана со одредување на нивните волуметриски промени. Сите три групи покажале намалување што укажува на контракција на отпечатоците. Сите резултати покажале статистичка значајност ($p < 0,001$). Полиетерот покажал помали просечни вредности и истите биле статистички значајни.

Исто така, значајна разлика меѓу димензионалната стабилност на адитивниот и кондензацискиот силикон во различни интервали на одложено излевање забележале Kamran и соработниците [34]. Тие го истражувале ефектот на различните интервали на одложено излевање на отпечатоците врз димензионалните промени на два силиконски отпечаточни материјали. Во студијата, истражувани се еден адитивен силикон и еден кондензациски силикон во интервал од половина час, 6, 12 и 24 часа на одложено излевање. Добиените резултати од мерењата покажале значајна разлика меѓу димензионалната стабилност на двата материјали во различни интервали на одложено излевање. При споредбата на резултатите, адитивниот силикон покажал помало изобличување во споредба со димензионалната стабилност на кондензацискиот силикон при одложеното излевање во времетраење од половина час, 6, 12 и 24 часа. Димензионалната стабилност се намалувала со зголемување на временскиот интервал на одложено излевање. Иако димензионалната стабилност се намалувала во одреден временски период, и двата отпечаточни материјали по 24 часа сепак покажале прифатлива димензионална промена. Авторите, сепак, препорачуваат отпечатоците од кондензацискиот силикон да се излеваат веднаш или половина час по земениот отпечаток. Адитивниот силикон ја одржувал димензионалната стабилност во текот на 24-часовното одложено излевање. Нивна препорака е дека истиот може да се излее и по 24 часа на одложено излевање.

Simunovic и Delic [19] ја истражувале димензионалната стабилност кај два вида кондензациски силикони, конвенционален Xantopren L и Xantopren L RTV, при нивната подготовка во различни услови – механички/рачно мешани, со/без додавање 3 капки вода, како и влијанието на времето поминато до излевање. Мерењата се направени со помош на дигитален микроскоп, во различни временски интервали од 2, 4, 8, 24 и 48 часа до моментот на излевање. Измерените димензии на калапот ја претставувале референтната вредност. Испитаните примероци измешани рачно или механички, со или без додавање 3 капки од вода, покажале континуирана контракција. Референтната вредност од калапот била поголема во споредба со сите вредности измерени за време од

2, 4, 8, 24 и 48 часа по полимеризацијата. Колку е подолг периодот на складирање на примерокот, толку биле поголеми вредностите за контракција. Контракцијата била поголема од 0,5 % по 2-часовно складирање. Проучуваните силиконски отпечатоци материјали покажале значајна контракција, која се зголемила со периодот на складирање, без разлика како материјалот е подготвен. Авторите заклучиле дека кондензациските отпечатоци материјали треба да се излеваат со гипс во што е можно пократок временски интервал по отстранувањето од устата.

Во една студија, димензионалната стабилност на шест вида кондензациски силиконски отпечатоци во функција на времето на одложено излевање, веднаш по отстранувањето од калапот, по 30 минути, 1 час и 7 дена, е евалуирана со помош на тридимензионална координантна мерна машина. Авторите заклучиле дека сите тестирани кондензациски силикони покажале клинички прифатливи димензионални промени и отпечатоците можат да се излеат веднаш, по 30 минути, по 1 час и по 7 дена по земање на отпечатокот [146].

Во една компаративна студија евалуирана е димензионалната стабилност на кондензацискиот и адитивниот силикон на излеани гипсени модели, во зависност од времетраењето на одложеното излевање. Отпечатоците се подготвени во калап од не'рѓосувачки челик од два цилиндрични абатмента со топчест врв. Отпечатоците се излеани со гипс во различни временски периоди од 30 минути, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48 и 96 часа. Калапот и излеаните модели од гипс се скенирани и измерени. Разликите на измерените просечни вредности за растојанието меѓу двата цилиндра на калапот се споредени со просечните вредности добиени од мерењата на истите растојанија кај гипсените модели. Разлика во големината на растојанието кај адитивниот силикон се појавила веќе во првиот временски интервал од 30 минути на одложено излевање. Резултатите од мерењата на димензионалната промена на кондензациските силикони покажале дека варијациите меѓу гипсените абатменти и главниот модел варираше од 2,5 μm до 152,8 μm . Најголемата разлика на измереното растојание меѓу абатментите од гипсениот модел и калапот се измерени по периодот од 96 часа. Авторите заклучиле дека разликите биле значајно поголеми кај кондензацискиот силикон. Димензионалната стабилност на адитивниот силикон не се променила значајно, ниту по 96 часа бидејќи линеарните димензионални промени не надминале 1 %. Спротивно на тоа, кондензацискиот силикон покажал помала стабилност. Најголема точност е воочена по 1 час од излевање на отпечатокот [147].

Во случај кога адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Ohasil L се подложни на одложено излевање на поголем временски период, нивните димензии значајно се менуваат, односно просечните вредности на контракција се зголемуваат. Од нашето истражување може да се согледа дека адитивниот силикон покажа поголема димензионална стабилност во сите тестирани временски периоди. Одложеното време на излевање кај кондензацискиот силикон покажа значајни димензионални промени. Во споредба со адитивниот силикон, по 6 часа одложено леење, најголеми промени во димензиите, во смисла на изразена контракција, забележавме кај кондензацискиот силикон, но сепак, тие беа во границите на 0,6 %, притоа не ги надминуваа пропишаните вредности на стандардот ISO 4823:21 за максималната граница на димензионалните промени од 1,5 %. Овие резултати се разликуваат од резултатите на студијата на Pereira и сораб. [28] во која вредноста за линеарната контракција изнесувала 2,97 %. Тие во нивното истражување вршеле проценка на линеарните димензионални измени кај гипсени модели добиени со излевање на различни видови еластомерни материјали: адитивен, кондензациски

силикон, полисулфид и полиетер. За истражувањето користен е калап од не'рѓосувачки челик со два препарирани заби за земање отпечатоци. Одредени референтни точки на оклузалните и букалните површини на абатментите од моделите и калапот се мерени со помош на оптички микроскоп, а потоа и споредени. Адитивниот силикон покажал 0,57 % димензионална промена споредено со калапот од кој е земен отпечатокот, проследено со 1,49 % кај полиетерот, 1,50 % кај полисулфидот и 2,97 % кај кондензацискиот силикон. Авторите забележале дека адитивниот силикон е најстабилен материјал, додека кондензацискиот силикон покажал поголеми просечни вредности на промена на димензиите. Гипсените модели излеани од отпечатоците од кондензацискиот отпечаток покажале поголеми димензионални линеарни промени. Измерените просечни вредности во студијата на овие автори беа поголеми од нашите резултати. Сметаме дека тоа е резултат на примената на различна методологија на истражување, односно кај нив, мерењата се направени на гипсени модели добиени со излевање на отпечатоците, исто така важна улога има гипсот со некои свои одредени својства, а во прв ред тоа е неговата експанзија. Сепак, резултатите од овие студии укажуваат на тоа дека може да се добие прецизен гипсен модел од кондензациски силикон ако излевањето со гипс на отпечатокот е излеан во соодветно време според упатството на производителот.

Добиените резултати од нашето истражување не се во согласност со тврдењата на Amini, Rahprema и Hejazi [148] во однос на супериорноста на адитивниот над кондензацискиот силикон по прашање на димензионалната стабилност. Тие во нивната ин витро студија ја споредувале точноста на кондензацискиот силикон (Optosil) и адитивниот полисилоксан отпечаточен материјал (Elite-HD). Мерењата се извршени на гипсени модели излеани од наведените материјали. Мерењата на референтните точки од гипсените модели ги споредувале со калапот (мастер-моделот). Просечните вредности за растојанието се зголемиле во двете групи кај гипсените модели, со повисоки вредности кај адитивниот силикон (Elite-HD). Авторите дошле до заклучок дека кондензацискиот силикон (Optosil) е попрецизен материјал од адитивниот силикон Elite-HD.

Студијата спроведена од Faria и сораб. [149] исто така открила дека кондензациските силикони се понестабилни од адитивните силикони. Кондензациските силикони веднаш биле излеани, додека адитивните силикони по 1 час. Но, тие исто така, тврдат дека излевањето на отпечатоците веднаш по отстранувањето од устата, може да има негативно влијание врз еластичното обновување на отпечаточниот материјал и на точноста на работниот модел. Според нив, соодветно време за излевање на отпечатоците од кондензациски силикон е 1 час по земениот отпечаток.

Faruk и сораб. [150] во една ин витро студија вршеле проценка на волуметриските промени и точноста на четири различни материјали за отпечатоци, полиетер, два адитивни силикони, односно поливинил силоксан (PVS) и винил силоксантер (VSE) и два кондензациски силикони, односно Optosil и Xantopren L. Мерењата се спроведени на гипсени модели излеани од отпечатоците од овие материјали со помош на тридимензионален метод на мерење. Резултатите покажале дека кондензациските силикони со вредности од $0,039 \pm 0,014$ mm значајно се разликувале од полиетерот со вредност $0,025 \pm 0,012$ mm, поливинил силоксанот со $0,022 \pm 0,009$ mm и винил силоксантерот со $0,015 \pm 0,002$ mm. Димензиите на излеаните гипсени модели биле помали од калапот од кој се земени отпечатоците. Споредувајќи ги просечните вредности на кондензациските силикони наспроти другите три материјали, воочена е значајна разлика во просечните вредности за димензионалните промени.

Од аспект на примената на материјалите за отпечаток во клиничката пракса, најважната разлика меѓу адитивните и кондензациските силикони е во нивната релативна димензионална стабилност. Кондензациските силикони покажуваат димензионални промени веќе по поставувањето на материјалот во устата, кои можат да бидат предизвикани од бавното поставување или со губење на алкохолот како нуспроизвод, кој предизвикува губење на тежината што е проследено со контракција на отпечаточниот материјал. Адитивните силикони имаат незначителен број ослободени нуспроизводи, што обезбедува димензионално стабилен отпечаток [151].

Димензионалната стабилност на материјалите за отпечаток што се користат во стоматолошката протетика, претставува важен фактор за точноста на стоматолошките реставрации. Затоа познавањето на својствата на материјалите за отпечатување е императив за терапевтот да може да избере соодветен материјал кој одговара на соодветната ситуација [152].

Еластомерните материјали се често користени и се сметаат за златен стандард меѓу отпечаточните материјали. Имаат способност да репродуцираат фини детали, особено во фиксната стоматолошка протетика [153]. Едноставната и брза подготовка, пријатен мирис и тактилен комфор за пациентот заедно со компатибилноста со гипсот, ги позиционира како еден од најпогодните материјали за земање отпечатоци [154].

Кондензациските силикони се материјали кои денес исто така често се користат во стоматолошката пракса заради нивните добри својства. Реакцијата на полимеризација вклучува реакција на функционални три и тетра-алкил силикати во присуство на калај октоат како катализатор [155].

Полимеризацијата на силиконите, започнува со контактот на основниот материјал и реакторот при замешувањето, па тогаш се јавуваат и првите еластични честички чиј број со текот на времето се зголемува, со што на крај меѓусебно се вмрежуваат до целосна полимеризација и премин од пластична во еластична состојба. Самата полимеризација на силиконските материјали се јавува во две фази. Првата фаза е стврднување на материјалот со кое ни е овозможено негово отстранување од устата без да се деформира. Втората фаза продолжува по отстранувањето од устата и во зависност од силиконот може да потрае и до еден час до завршување на целосната полимеризација. Во текот на овој временски интервал можни се димензионални промени на отпечаточниот материјал, а со неговото завршување, започнува времето погодно за излевање на отпечатокот.

Во една студија истражувана е димензионалната стабилност на неколку вида кондензациски силикони. Евалуацијата на промените на димензиите е извршена со директно мерење на примероците од проучуваните материјали со микроскоп Mitutoyo, а истовремено била применета и гасна хроматографија (GC). Мерењата се извршени веднаш по отстранување на отпечатокот, по 30 минути, по 2 часа, по 1, 3 и 7 дена по отстранување на отпечатокот од калапот. Материјалите Coltex®, Coltoflax®, Optosil® и Xantopren® VL покажале добра димензионална стабилност до триесет минути по отстранување на отпечатокот, па поради тоа, авторите препорачуваат нивно излевање до 30 минути по земениот отпечаток [35].

Методот на мерење е многу важен фактор кој може да влијае врз резултатите од мерењата на димензионалните промени на отпечаточните материјали. Според едно компаративно истражување на Monteiro и сораб. [156], може да се согледа дека методот на примена на стереомикроскоп при мерењето покажал најрелевантни резултати. Тие во

своето истражување вршеле проценка на димензионалната стабилност на кондензацискиот силикон (Speedex) во различни временски интервали на одложено излевање со примена на различни мерни инструменти (дигитален микрометар, стереомикроскоп и 3D-машина за мерење на координати) во четири одделни временски интервали, односно веднаш, по 30 минути, 1 час и по 7 дена. Авторите заклучиле дека добиените резултати од ова компаративно истражување покажале дека методот на примена на стереомикроскоп покажал најрелевантни резултати кои укажуваат на значајна разлика меѓу времињата на одложено излевање на отпечатоците. Исто така авторите заклучиле дека при процесот на полимеризација се ослободува етил алкохол кој предизвикува контракција на материјалот.

6.2. Еластичност и флексибилност

Ефектот на дезинфекцијата врз еластичното обновување на адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Oxasil L

Во литературата сретнавме ограничен број научни истражувања на оваа тема иако во клиничката примена на материјалите за отпечаток, сите проучени параметри се од големо значење. Идеалниот материјал за отпечатоци треба да покажува одредени карактеристики во клиничка и лабораториска средина. Клинички, треба да произведе димензионално стабилен, точен отпечаток со оптимални механички својства, меѓу кои и соодветно еластично обновување. Еластичното обновување, односно еластичноста на отпечаточните материјали игра голема улога во точноста на репродукцијата на деталите од усната шуплина. Тоа е мерка за способноста на еластомерот да се врати во првобитната форма кога ќе се отстрани оптоварувањето со компресија. Тој треба лесно да тече во подминираниите области во устата и да остане во таа положба по полимеризацијата. Кога ќе се извади од устата и кога на него ќе делуваат сили на истегнување и компресија, тој повторно треба да се врати назад во првобитната форма и димензии кога овие сили ќе престанат да делуваат. Ова својство на материјалот се нарекува еластично обновување [120].

Еластичното обновување исто така укажува дали отпечаточниот материјал ќе може да го издржи товарот на деформацијата при излевање со гипсената кашеста маса и дали стврднатиот гипсен модел ќе може лесно и безбедно да се отстрани од отпечатокот [157].

Прегледот на литературата покажа дека има ограничени податоци за еластичното обновување на еластомерните отпечаточни материјали. Оттука, оваа студија беше спроведена за да се оцени и спореди еластичното обновување на адитивниот и кондензацискиот силикон. Во оваа студија го истражувавме високо еластичното својство – еластичното обновување на адитивниот силикон (Vartime Light Flow) и кондензацискиот силикон (Oxasil Light Flow), споредувајќи ги измерените просечни вредности кај дезинфицираните групи со потопување во 0,5 % натриум хипохлорит во времетраење од 15 минути, со просечните вредности од недезинфицираните примероци од двата материјали.

Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на еластичното обновување, покажа значајно влијание на ефектот на дезинфекцијата само во групата со кондензациски силикон ($p = 0,00034$), при што значајно помали промени во еластичноото обновување

беа измерени во групата со дезинфицирани примероци (98,1726 % наспроти 98,578 %). Недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен силикон не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност на еластичното обновување (99,2034 % наспроти 99,0404 %, $p = 0,76$).

Добиените резултати покажаа дека типот на материјал нема значајно влијание на еластичното обновување и кај недезинфицираните ($p = 0,06$) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци ($p = 0,086$). Просечната вредност на еластичното обновување беше 98,5780 % и 99,2034 %, соодветно во недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон; 98,1726 % и 99,0404 %, соодветно во дезинфицираните примероци од кондензациски (Oxasil L) и адитивен силикон (Variotime L) (табела 27, 28).

Поголеми просечни вредности за еластичното обновување беа забележани кај адитивниот силикон Variotime L поради неговото подобро еластично обновување и отпорност на деформација. Овие вредности и за двата материјали беа во опсегот од $\geq 96,5$ % поставен од Меѓународната организација за стандарди (ISO 4823:2021). И двата материјали кои не беа дезинфицирани покажаа добри својства за еластично обновување со тоа што кондензацискиот силикон (Oxasil L) покажа помали вредности за еластично обновување за разлика од адитивниот силикон (Variotime L). Дезинфекцијата го намали процентот на еластично обновување и кај двата материјали, но со поголема значајност кај кондензацискиот силикон ($p < 0,0034$). Овие резултати не се во корелација со резултатите на една студија на Gothwal и сораб. [93], спроведена во 2019 година, во која го испитувале ефектот на дезинфекцијата со хемиски средства и автоклавирање со пара врз еластичното обновување кај три различни еластомерни отпечаточни материјали, односно два адитивни силикони (Affinis и Aquasil) и еден кондензациски силикон (Speedex). Авторите заклучиле дека кај овие три материјали, еластичното обновување било со најмали просечни вредности кај недезинфицираната група, кои се подобриле со дезинфекција и автоклавирање. Резултатите покажале значајна разлика во еластичното обновување на адитивниот силикон Affinis (при дезинфекција: 98,8 %, при автоклавирање: 99,0 %, при контрола: 97,6 %), додека добиените резултати од мерењата на еластичното обновување не покажале значајна разлика кај кондензацискиот силикон Speedex (недезинфицирани: 98,7 %, дезинфицирани: 98,8 %, автоклав: 98,6 %) и кај адитивниот силикон Aquasil (недезинфицирани: 98,7 %, дезинфицирани: 98,6 %, автоклав: 98,7 %). Добиените резултати биле слични и кај трите еластомерни материјали кои се споредувани при процесот на дезинфекција. Нетретираните примероци на адитивниот силикон Affinis покажале најмали вредности за еластично обновување (97,6 %) во споредба со кондензацискиот силикон Speedex (98,7%) и Aquasil (98,7 %). Во нашето истражување, недезинфицираните примероци на адитивниот силикон Variotime L покажаа поголеми просечни вредности за еластичното обновување (99,203 %) во споредба со резултатите од студијата на Gothwal и сораб. [93] за адитивните силикони Affinis (97,6 %), Aquasil (98,7 %) и кондензацискиот силикон Speedex (98,7 %). Исто така, значајно негативно влијание на ефектот на дезинфекцијата евидентиравме само во групата на кондензацискиот силикон Oxasil L ($p = 0,00034$), па може да се заклучи дека дезинфекцијата негативно влијаела на својството на еластично обновување на овој материјал.

Еластомерите се подложни на трајна деформација, што го објаснува недостатокот на униформност забележан во отпечатоците со деформација поврзан со неможноста на материјалите целосно да се вратат во нивните оригинални димензии. Еластичниот

капацитет за обновување е различен кај материјалите, а тоа е важен фактор во исходот на отпечатувањето.

Иако нема отпечаточен материјал со 100 % еластично обновување, адитивниот силикон PVS е означен како материјал со подобар капацитет за обновување на еластичноста [120, 158].

Според Lawson и сораб. [95], овие разлики на просечните вредности на еластичното обновување се можни како резултат на тоа што различни видови отпечаточен материјал од адитивен силикон покажуваат варијации во еластичното обновување. Тие го истражувале еластичното обновување на пет адитивни силикони (VPS) и еден хибриден отпечаточен материјал (содржи VPS и полиетерска група). Материјалите за отпечатоци од VPS покажале подобро еластично обновување во споредба со хибридниот материјал, што може да биде поврзано со составот на материјалите. Хибридниот материјал во својот состав содржи полиетери, кои имаат помало еластично обновување во споредба со VPS.

Ова го потврдуваат и Din и сораб. [159], Saeed и сораб. [160] во нивните истражувања. Тие утврдиле дека еластичното обновување на овие материјали зависи од нивниот состав, како што се претполимерот, средствата за вкрстено поврзување и полнилата.

Ahmad и сораб. [161] укажуваат на тоа дека поголемото еластично обновување на адитивниот силикон се припишува на одличното вкрстено поврзување со хидридна група меѓу полимерните синцири.

Во друга студија, Lu H и Powers [162] го истражувале еластичното обновување на два адитивни силикони VPS (Flexitime и Imprint II) и еден полиетер (Impregum). Тие утврдиле дека Flexitime имал 99,60 %, Imprint II 99,75 % и Impregum 99,19 % еластично обновување, и дека отпечатоците треба да имаат прифатливи механички својства. Според нив, материјалите би требало да можат да ги издржат сите напрегања при отстранување на отпечатокот од устата без промена на димензионалната стабилност, како и при отстранување на гипсениот модел од отпечатокот без нарушување на неговиот интегритет, дури и по дезинфекција.

Во едно истражување, Rubel [7] утврдил дека адитивниот силикон PVS покажал најдобро еластично обновување во споредба со полиетерот и полисулфидот.

Leonardo de Cesero и сораб. [163] во една ин витро студија го истражувале влијанието на времето на еластичното обновување врз димензионалната стабилност на кондензацискиот силикон (Speedex) пред неговото излевање со гипс. Мерењата се направени за време од 30 минути, 24 и 72 часа по земањето на отпечатоците. Не е забележана статистички значајна разлика меѓу трите групи (30 минути, 24 и 72 часа), меѓутоа при споредување на просечните вредности од трите групи со вредностите од металниот калап, воочена е значајна разлика во првата група (30 мин.) во однос на просечните вредности на дијаметарот на металниот калап ($p = 0,047$). Кондензацискиот силикон Speedex покажал добро еластично обновување и задоволителна димензионална стабилност Исто така, отпечатоците од овој материјал можат да се излеваат и до 72 часа по земање на отпечатокот.

Во една компаративна студија, Pandey и сораб. [92] го истражувале еластичното обновување на три еластомерни материјали, винил полисилоксан VPS, полиетер PE и

поливинил етер силикон PVES на изработени примероци од стандардизирани калапи од не'рѓосувачки челик. За сите тестирани материјали, вредностите за еластично обновување биле $\geq 98\%$. Од добиените резултати може да се согледа дека еластичното обновување е поголемо кај VPS (98,49 %) во споредба со другите два материјали, PE (98,07 %) и PVES (98,32 %). Вредностите за просечното време за опоравување се движеле од 2,8 – 6,8 мин. Сите тестирани материјали го исполниле барањето на ISO 4823 за кое е потребно $\geq 96,5\%$ закрепнување. Бидејќи нема отпечаточен материјал на пазарот кој ги исполнува сите барани својства, направен е обид на хибридизација меѓу двата најчесто користени отпечаточни материјали – поливинил силоксан (PVS) и полиетер (PE) со цел да се добие нов материјал кој ќе ги комбинира добрите својства на двата материјали и ќе ги елиминира нивните недостатоци.

Во една нивна студија, Singer и сораб. [164] го истражувале влијанието на хибридизацијата меѓу полиетер и адитивен силикон врз еластичното обновување на новиот материјал, споредувајќи ги со матичните материјали од кои е направена хибридизацијата. Добиените резултати покажале просечни вредности кои биле статистички незначајни, споредувајќи ги трите материјали. Сите материјали го исполниле барањето на стандардот ISO 4823 за еластично обновување поголемо од 96,5 % и не е доловена статистички значајна разлика во еластичното обновување на трите материјали. PVS покажал просечни вредности за еластично обновување од 98,5 %, додека хибрирот VPES покажал вредност од 97,5 %. Полиетерот покажал просечни вредности од 97,2 %.

Според Namalian и сораб. [102], еластичното обновување на отпечаточниот материјал е капацитетот на материјалот да се врати во првобитната положба, без значајно искривување при напрегање и при отстранување на силата која предизвикала деформација.

Din SU и сораб. [80], Balkenhol и сораб. [165] сметаат дека тоа се должи на присуството на преклопени полимерни сегменти во рамките на материјалот, кои се намотуваат и се откачуваат при оптоварување и растоварување. Веројатноста за трајна деформација се зголемува со бавното отстранување на отпечатокот од устата.

Еластомерите како полимери се карактеризираат со високофлексибилни сегменти кои овозможуваат слобода на движење. Под дејство на оптеретувањето, сегментите се расклопуваат. По отстранување на оптеретувањето, еластомерниот материјал треба да покаже целосно еластично обновување при кое флексибилните фрагменти се враќаат во нивната положба и во онаков распоред во каков што биле пред оптеретувањето. При издолжување поголемо од критичната точка до каде материјалот може да издржи и да настапи еластичното обновување, се јавува трајна деформација. Всушност, степенот до кој тоа се случува е мерка за еластичното обновување на материјалот [3].

Еластичното обновување е важно за одредување на точноста на отпечаточниот материјал. Во нашето истражување, споредувајќи ги добиените просечни вредности од мерењата кај кондензацискиот силикон (Oxasil Light), дезинфицираните примероци покажаа значајно пониски вредности за еластично закрепнување од недезинфицираните примероци. Кај адитивниот силикон (Variotime Light) постои статистички незначајна разлика на просечните вредности при споредба на недезинфицираните со дезинфицираните примероци. Поголеми, но незначајни просечни вредности за еластичното обновување беа забележани кај адитивниот силикон поливинил силоксан

(PVS) поради неговото добро еластично обновување и отпорност на деформација. PVS има својство да се деформира со многу побавни чекори од другите еластомерни отпечаточни материјали. Овие вредности и за двата материјали беа во опсегот од $\geq 96,5$ %, поставен од Меѓународната организација за стандарди (ISO 4823:2021). И двата материјали кои не беа дезинфицирани, покажаа подобри својства за еластично обновување со тоа што кондензацискиот силикон (Oxasil L) покажа помали вредности за еластично обновување за разлика од адитивниот силикон (Variotime L). Дезинфекцијата го намали процентот на еластичното обновување и кај двата материјали, но со поголема значајност кај кондензацискиот силикон ($p < 0,0034$). Согласно добиените резултати, наодите од оваа студија ја отфрлија нашата поставена хипотеза дека нема значајна разлика во еластичното обновување меѓу дезинфицираните и недезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон. Дезинфекцијата го намали процентот на еластичното обновување и кај двата материјали, но со поголема значајност кај кондензацискиот силикон ($p < 0,0034$). И двата материјали кои не беа дезинфицирани покажаа добри својства за еластично обновување, со тоа што кондензацискиот силикон (Oxasil L) покажа помали вредности за еластично обновување за разлика од адитивниот силикон (Variotime L). Ова би можело да се должи на тоа што адитивните силикони се со поголема густина и имаат подобро еластично обновување бидејќи имаат поголем број на вкрстени врски кои се отпорни на деформација. Ова својство, заедно со другите пожелни карактеристики, како што се отпорот на јачината на истегнување до кинење и димензионалната стабилност, допринесуваат за избор на адитивниот материјал како идеален материјал за земање отпечатоци.

Слични резултати се пријавени и од Singer и сораб. [164] во 2022 година што укажува на тоа дека деформацијата на отпечаточниот материјал е под големо влијание на степенот на вкрстено поврзување на полимерните синцири.

Според Din SU и сораб. [166], способноста на еластомерните отпечаточни материјали да се враќаат на нивната првобитна форма при отстранување на применетиот напон, е поврзана со нивната намотана обвивка и искривени молекуларни синцири. Овие полимерни синцири се протегаат во насока на стресот и се оддалечуваат при ослободувањето на силата, враќајќи се во нивната првобитна форма. Во една студија имале за цел да го истражат ефектот на нов агенс за вкрстено поврзување и нов сурфактант за обновување на еластичноста и напрегање под компресија на пет експериментални адитивни силикони VPS и да се направи споредба. Мерењата на еластичното обновување се изведени според стандардот ISO 4823 со помош на калибрирано механичко тестирање. Сите тестирани материјали го исполниле барањето на стандардот ISO 4823 за еластично обновување поголемо од 96,5 %. Значајна е употребата на нов агенс за вкрстено поврзување кој го зголемил еластичното обновување на експерименталните материјали наспроти конвенционалните материјали. Авторите забележале дека додавањето на нејонски сурфактант во експерименталната формулација за подобрување на хидрофилноста на материјалот, резултирало со намален процент на еластично обновување на материјалот, меѓутоа промените биле статистички незначајни.

Исто така, Ahmad и сораб. [161] укажуваат на тоа дека поголемото еластично обновување на адитивниот силикон се припишува на одлично вкрстено поврзување со хидридната група меѓу полимерните синцири.

Често во литературата се наведува дека адитивните силикони, PVS, се најидеалните еластомерни материјали за отпечатување бидејќи тие поседуваат подобро

својство на еластично обновување и помала трајна деформација од останатите еластомери. Според Gothwal и сораб. [93], кондензациските силикони покажуваат 98,2 – 99,6 % еластично обновување, додека адитивниот силикон PVS покажува 99,9 % еластично обновување, со најмала трајна деформација од 0,3 – 0,5 %. Сите тестирани материјали треба да ги исполнуваат барањата на ISO 4823, односно > 96,5 % еластично обновување, и опсег од 1 – 3 % трајна деформација на материјалот.

Еластичното обновување е важно својство кое го вклучува концептот на времето на складирање (одложено излевање) и ја претставува способноста на отпечатокот да остане незасегнат од времето на складирањето. Ова својство исто така укажува на тоа дека полимеризираните отпечатоци ќе покажат доволен отпор на деформацијата при излевањето со гипсената каша и при отстранувањето на гипсениот модел од отпечатокот без трајно деформирање, така што истиот може да се користи повеќе пати. Иако сите еластомерни отпечаточни материјали ги исполнуваат критериумите на стандардот ISO 4823 при кој е потребно > 96,5 % еластично обновување, сепак адитивниот силикон поседува подобро еластично обновување во споредба со другите материјали за отпечатување [102, 167].

Според Lu и сораб. [162], колку е повисоко еластичното обновување, толку е помало напрегањето под компресија. Соодветните механички својства, како еластично обновување, напрегање под компресија, јачина на истегнување до кинење, гарантираат дека материјалот за отпечаток може да издржи различни напрегања при отстранување на отпечатокот од устата и да ја одржи димензионалната стабилност. Оваа деформација зависи од изразеноста на подминираниите места и е едно од најважните својства при проценката на соодветноста на отпечаточниот материјал за клиничка примена.

Времето мерено од започнувањето на мешање на материјалот за отпечатување додека не се случи целосна полимеризација, е време на зацврстување. За да се спречи искривување, отпечатокот треба да се остави во мирна состојба во устата цело време до негово стврднување како што е наведено во упатството на производителот. Времето мерено од почетокот на мешањето на материјалот за отпечаток до точката каде што понатамошната манипулација ќе внесе изобличување или неточност, се нарекува работно време [168].

Ефектот на дезинфекцијата врз флексибилноста – напрегањето под компресија на адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Oxasil L

Вискоеластичните својства на еластомерните отпечаточни материјали играат главна улога во нивната успешна примена како отпечатоци со висока точност [169]. Флексибилноста е многу важна за да се добие точен отпечаток и пријатно чувство кај пациентот при земањето и отстранувањето на отпечатокот од устата. Материјалите за земање отпечаток се разликуваат едни од други во однос на ова својство. Флексибилниот материјал при земањето на отпечаток нуди можност побезболно и полесно да се отстрани од устата на пациентот, поминувајќи преку подминираниите простори меѓу забите и меките ткива. Ова својство исто така е важно и при отстранувањето на стврднатиот гипсен модел од отпечатокот без фрактура на ситните и важни детали од моделот. Со мерењето на флексибилноста, односно вкочанетоста на материјалот се утврдува колкаво е напрегањето под компресија. Ова својство покажува дали полимеризираните отпечатоци може да се отстрани од устата без да предизвика повреда на меките и тврдите ткива, и дали и колку полимеризираните отпечатоци е крут за да го

издржи притисокот од гипсената каша при неговото излевање без да се деформира, и дали стврднатиот гипсен модел ќе може да се отстрани од отпечатокот без да се оштети или скрши [162, 170].

Јачината на отстапување, напрегањето во точката на попуштање и енергијата на кинење се трите механички својства на еластомерните материјали за отпечатување кои се клинички релевантни. Се смета дека PVS и полиетерите имаат најголем отпор на јачината на истегнување до кинење бидејќи се кинат пред границата на постојана деформација. Тие се деформираат во опсегот на нивната сила на отстапување, така што нивната клиничка примена е посоодветна [102].

Според стандардот ISO 4823:21, вредностите за напрегање под компресија треба да изнесуваат од 0,8 – 20 % за кит-конзистенции и 2 – 20 % за материјалите со течни конзистенции. Колку што е поголемо напрегањето под компресија, толку материјалот е пофлексибилен. Компресивното напрегање кај еластичниот материјал се дефинира како деформација во цврста материја поради примена на притисок. Со други зборови, напрегањето под компресија се создава кога телото се намалува во должина, односно кога еднакви и спротивни сили се обидуваат да го притиснат. Овој параметар математички се изразува како сооднос на промената на должината на објектот со неговата оригинална должина. Прегледот на литературата покажа дека и за ова својство има ограничени податоци при истражувањата на флексибилноста на отпечаточните материјали, кои се предмет и на нашето истражување. Оттука, во нашата студија си поставивме за цел да направиме проценка и споредба на флексибилноста на два еластомерни материјали, адитивен (Variotime L) и кондензациски силикон (Oxasil L) преку мерење и споредба на добиените вредности на напрегањето под компресија кај недезинфицирани и дезинфицирани примероци. Вредноста на напрегањето под компресија значајно се разликуваше меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензацискиот силикон Oxasil L ($p = 0,021$), но не и кај примероците од адитивниот силикон Variotime L ($p = 0,069$). Во групата примероци од кондензацискиот силикон Oxasil L, значајно поголеми просечни вредности на напрегањето под компресија беа регистрирани кај недезинфицираните примероци (4,4392 % наспроти 4,1186 %), односно дезинфекцијата резултирала со значајно помали просечни вредности за напрегањето под компресија во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон. И кај адитивниот силикон, дезинфицираните отпечаточни материјали имаа помали просечни вредности за напрегањето под компресија од недезинфицираните, но без статистичка значајна разлика (5,2230 % наспроти 5,3898 %).

Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на напрегањето под компресија кај примероците без и со дезинфекција ($p = 0,000021$ и $p = 0,000001$, соодветно).

Просечната вредност на напрегањето под компресија беше значајно поголема во групата недезинфицирани примероци за разлика од дезинфицираните примероци од двата силикони (5,3898 % наспроти 4,439 %; 5,2230 % наспроти 4,1186 %). Кондензацискиот силикон презентираше значајно помало напрегање под компресија од адитивниот (табела 29, 30).

Ова својство го олеснува неговото отстранување од устата и од излеаните модели од гипс без кинење или деформација. Резултатите од оваа студија покажаа дека сите тестирани вредности за напрегањето под компресија беа во опсегот кој е наведен во стандардот ISO 4823:21 (0,8 – 20 % за лесно тело и 2 – 20 % за тешко тело).

Кондензацискиот силикон Oxasil L покажа поголема ригидност од адитивниот силикон Variotime L. Согласно добиените резултати, наодите од оваа студија делумно ја отфрлија нашата поставена хипотеза дека нема значајна разлика во напрегањето под компресија меѓу дезинфицираните и недезинфицираните примероци од адитивен силикон (Variotime L) и кондензациски силикон (Oxasil L). Дезинфекцијата имаше влијание само на примероците од кондензациски силикон. Вредноста на напрегањето под компресија значајно се разликуваше меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски силикон ($p = 0,021$), но не и кај примероците од адитивен силикон ($p = 0,069$). Ова укажува на фактот дека дезинфекцијата значајно влијаела на својството на напрегање под компресија, односно влијаела на намалувањето на флексибилноста на овој материјал. Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на напрегањето под компресија кај примероците без и со дезинфекција ($p = 0,000021$ и $p = 0,000001$, соодветно). Добиените вредности укажуваат на тоа дека кај недезинфицираните и дезинфицираните примероци постои значајна разлика во измерените вредности за напрегањето под компресија меѓу двата материјали, односно адитивниот силикон Variotime L покажа поголема флексибилност со висока затегнувачка енергија од кондензацискиот силикон Oxasil L. Нашите резултати од напрегањето под компресија за адитивниот силикон се во корелација со резултатите од истражувањето на Mohammed [171] спроведено во 2022 година, кој вршел проценка на антимикробната ефикасност на различни средства за дезинфекција, како и нивниот ефект врз контактниот агол, напрегањето под компресија и отпорот на јачината на истегнување до кинење на адитивниот силикон PVS. Од добиените резултати, авторот заклучил дека дезинфекцијата не предизвикала негативни ефекти врз механичките својства на овој материјал за отпечаток.

Pandey и сораб. [92] ги истражувале механичките својства на три еластомерни материјали, адитивен силикон винил полисилоксан (VPS), полиетер PE и поливинил етер силикон (PVES) на изработени примероци од стандардизирани калапи од не'рѓосувачки челик. Биле измерени поголеми вредности за напрегањето под компресија кај полиетерот PE (9,22 %) и PVES (8,16 %) за разлика од VPS (5,66 %). Тие заклучиле дека полиетерот и хибридниот еластомер поливинил етер силикон имале поголема флексибилност од адитивниот силикон винил полисилоксан.

Во едно истражување, Sheta и сораб. [104] вршеле проценка и споредба на флексибилноста на хибриден материјал од винил полиетер силикон (VPES), поливинил силиоксан (PVS) што содржи нанофилери со конвенционален PVS без филери и полиетер (PE). Просечните вредности за напрегањето под компресија на PE: $3,705788 \% \pm 0,417$, на VPES: $3,65602 \% \pm 0,790$, на конвенционалниот адитивен силикон PVS: $3,577988 \% \pm 0,697$ не биле значајно различни едни од други и тие биле значајно различни од PVS кој содржи нанофилери и кој покажал вредности од $2,65902 \% \pm 0,790$. Сите материјали покажале прифатлива флексибилност во рамките на препорачаниот опсег (2 – 20 %) според ISO 4823:21 стандардот и ANSI/ADA бр. 19. Кај PE, VPES и конвенционалниот PVS забележана е поголема флексибилност од материјалот PVS кој во својот состав содржи нанофилери.

Кај флексибилните материјали се очекува вкрстеното поврзување и полнилата да се во помал опсег, или пак, да имаат повеќе пластификатор, така што би се очекувало да бидат послаби од поцврстите материјали и полесно да се кинат. Еластичното обновување и напрегањето под компресија се во обратна корелација. При изборот на материјалите, треба биде избран материјал што го максимизира еластичното обновување, додека одржувањето на флексибилноста да биде во прифатлив опсег.

Јачината на кинење е под влијание на хемискиот состав, конзистентноста и начинот на отстранување на отпечатокот од устата на пациентот. Брзата примена на сила за време на отстранувањето обично го зголемува отпорот на силата на кинење [162].

Според Sakaguchi и сораб. [172], поголемите вредности на напрегање под компресија укажуваат на поголема флексибилност.

Изборот на материјалот за отпечатување треба да се заснова повеќе на податоци за неговите својства отколку на типот и класата на еластомерниот отпечатоен материјал [173, 174, 175].

Истото го потврдуваат и Walker и сораб. [176] кои ја проучувале ригидноста на PE, PVS и хибридниот VPES како отпечатоци материјали. Резултатите покажале дека материјалите на адитивниот силикон PVS покажале значајно поголема отпорност на јачина на кинење и цврстина од VPES или PE. Утврдено е дека отпорноста на јачината на кинење на материјалите на PVS кои содржат нанофилери и VPES не се значајно различни, додека тие се значајно повисоки од PE и PVS. Lawson и сораб. [177] откриле дека PVS покажува поголем отпор на јачина на кинење од PE и хибридниот VPES еластомер. Причината за оваа разлика може да биде користењето на различни методи на тестирање.

Во нашата студија, истражувањето на напрегањето под компресија беше со цел да се процени ригидноста на адитивниот и кондензацискиот силикон при вадењето на отпечатокот од устата без трајна деформација или да се спротивстави на деформацијата кога се излева со густата гипсена каша. И двата силиконски материјали имаа вредност за процентот на напрегање под компресија во рамките на границите според стандардот ISO 4823:2021.

Ефектот на дезинфекцијата врз отпорноста на јачината на истегнување до кинење и деформација на адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Oxasil L

За успешен клинички резултат, материјалот со кој земаме отпечаток, треба да има оптимални физички и механички својства. Кога отпечатокот се отстранува од устата, тој е под дејство на сили на притисок и истегнување. Притоа, ако истиот е ретиниран за некој подминираан интердентален или субгингивален простор, тој ќе се истегне во моментот на отстранување. Материјалите за отпечатоци треба да имаат прифатливи механички својства за да се постигне сигурност дека можат да ги издржат сите напрегања настанати при отстранување од устата без да се наруши нивниот интегритет и промена на димензионалната стабилност. Се разбира, особено е важно овие својства да не трпат промена дури и по процесот на дезинфекција [162].

Отпорот на јачината на истегнување е максималната количина на напрегање на истегнување што може да го издржи материјалот пред да се скине. Тоа е мерка за способноста на материјалот да се спротивстави на деформацијата при напнатост или сили на истегнување. Кога отпечатокот се отстранува од устата, тој доживува сили на притисок и истегнување. Ако затегнатиот отпечаток е зафатен во подминираан простор, тесна меѓупроксимална област или тесен гингивален сулкус, тој ќе се истегне кога ќе се отстрани [178].

Кога се применуваат високи оптоварувања на истегнување, еластичните и кршливи материјали можат да подлежат на дефект. Овој процес започнува со униформна деформација низ примерокот проследена со зголемување на должината и намалување на ширината со иста брзина. Максималното оптоварување што може да го издржи примерокот пред да се скине, е отпорот на јачината на истегнување. Јачината на истегнување обично се пријавува во единици на сила по единица површина, како што се фунти по квадратен инч (psi) или мегапаскали (МПа). Јачината на отпорот на истегнување на материјалот зависи од неговиот состав, структура и обработка, и е важен фактор за одредување на неговата соодветност за одредена примена.

Во нашата компаративна студија го испитувавме ефектот на дезинфекцијата со 0,5 % натриум хипохлорит во времетраење од 15 минути врз отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформација на адитивниот силикон Variotime и кондензацискиот силикон Ohasil. Како контролна група ни послужија примероците кои не беа дезинфицирани. По обработка на податоците, дојдовме до следните резултати: измерените просечни вредности на отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформацијата кај примероците од кондензациски силикон кои не беа дезинфицирани, се $2,178 \pm 0,343$ МПа со деформација од $52,972 \pm 7,464$ %. Кај дезинфицираните примероци, овие вредности покажаа намалување, и тоа: $2,045 \pm 0,360$ МПа за отпорот на јачината на истегнување и за деформацијата од $43,479 \pm 4,759$ %. Кај недезинфицираните примероци на адитивниот силикон Variotime, вредноста за отпорот на јачината на истегнување е $2,315 \pm 0,054$ МПа, а за деформацијата е $114,797 \pm 10,843$ %. Кај дезинфицираните примероци, вредноста за отпорот на јачината на истегнување е $2,209 \pm 0,122$ МПа, а за деформацијата е $130,888 \pm 16,540$ %. Од резултатите може да се заклучи дека вредностите за отпорот на јачината на истегнување кај дезинфицираните примероци од адитивниот силикон се помали од измерените просечни вредности кај недезинфицираните примероци, исто како и кај кондензацискиот силикон. Согласно добиените резултати, дезинфекцијата и типот на силикон немаа значајно влијание на отпорот на јачината на истегнување до кинење ($p > 0,05$) (табела 31, 32).

Просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски силикон беше незначајно различна ($2,1781$ МПа наспроти $2,0455$ МПа, $p = 0,53$), притоа статистички не беше најдена значајна разлика и во просечната вредност на јачината на истегнување до кинење на отпечаточните материјали од адитивен силикон без/со дезинфекција ($2,3150$ МПа наспроти $2,2097$ МПа, $p = 0,12$).

Просечните вредности на процентот на истегнување (деформација) на примероците од кондензацискиот силикон кои беа дезинфицирани, покажаа помали просечни вредности споредено со недезинфицираните примероци што укажува на фактот дека кај нив се јавила помала деформација.

Во однос на адитивниот силикон, кај дезинфицираните примероци измерени се поголеми просечни вредности на процентот на истегнување (деформацијата) од $130,888$ % $\pm 18,492$ наспроти недезинфицираните примероци со вредност од $114,797$ % $\pm 12,123$. Во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон, истегнувањето (деформацијата) значајно се разликуваше меѓу примероците со/без дезинфекција ($p = 0,025$). Значајни беа и разликите на просечните вредности на процентот на истегнување (деформацијата), и тоа, кај примероците со дезинфекција $43,4796$ % наспроти недезинфицираните примероци со вредност од $52,9721$ %.

Дезинфекцијата немаше значајно влијание на истегнувањето до деформација во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон ($p = 0,14$), додека просечната отпорност изнесуваше 130,888 % и 114,7975 %, соодветно во примероците со и без дезинфекција.

Типот на материјал имаше значајно влијание на истегнувањето до деформација кај недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали ($p = 0,000003$ и $p = 0,000001$, соодветно). Независно од користењето на постапка за дезинфекција, значајно помали просечни вредности за истегнувањето до деформација беа забележани кај примероците од кондензациски силикон.

Просечната вредност на истегнувањето до деформација беше 52,9721 и 114,7975 %, соодветно во групите примероци без дезинфекција од кондензациски и адитивен силикон. Просечната вредност на истегнувањето до деформација беше 43,4796 и 130,888 %, соодветно во групите примероци со дезинфекција од кондензациски и адитивен силикон (табела 33, 34). Согласно добиените резултати, наодите од оваа студија делумно ја потврдија нашата поставена хипотеза дека нема значајна разлика во отпорот на јачината на истегнување до кинење и истегнувањето меѓу дезинфицираните и недезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон. Дезинфекцијата и типот на силикон немаа значајно влијание на отпорот на јачината на истегнување до кинење ($p > 0,05$). Меѓутоа, типот на материјал имаше значајно влијание на истегнувањето до деформација кај недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали ($p = 0,000003$ и $p = 0,000001$, соодветно). Независно од користењето на постапката за дезинфекција, значајно помали просечни вредности за истегнувањето до деформација беа забележани кај примероците од кондензациски силикон. Тоа укажува на фактот дека адитивниот силикон Variotime L покажа поголем отпор на јачината на истегнување до деформација од кондензацискиот силикон Oxasil L. Овие резултати се во согласност со резултатите од истражувањата на Wezgowies и сораб. [101], кои ги оценувале ефектите од дезинфекцијата со потопување, прскање, UV-зрачење и озон врз отпорот на јачината на истегнување до кинење на адитивни и кондензациски силиконски отпечаточни материјали. Резултатите покажале дека адитивните силикони имале повисока димензионална стабилност, отпорност на јачината на истегнување, споредувајќи ги со добиените вредности за кондензациските силикони. Дезинфекцијата со потопување, спреј-методата, UV-зрачењето и озонот како алтернативни методи на дезинфекција, незначајно влијаеле на отпорот на јачината на истегнување. Анализата на вредностите за отпорот на јачината на истегнување до кинење кај недезинфицираните примероци покажала значајна разлика кај отпечаточните материјали. Највисока просечна вредност на овој параметар е измерена кај адитивниот силикон Panasil M (3,607 MPa), а најниска кај кондензацискиот силикон Oranwash L (1,159 MPa). Авторите заклучиле дека адитивните силикони поседуваат поголеми просечни вредности на отпорот на јачината на истегнување (3,043 MPa) отколку просечните вредности добиени за кондензациските силикони (1,425 MPa). Споредбата на дезинфицираните примероци со недезинфицираните контролни примероци покажала дека дезинфекцијата немала ефект врз отпорот на јачината на истегнување на материјалите за отпечатување. Покрај тоа, просечните вредности на отпорот на јачината на истегнување на проучуваните материјали дезинфицирани со различни методи, незначајно се разликувале од просечните вредности на отпорот на јачината на истегнување на недезинфицираните. Добиеените резултати од нашето истражување се во корелација со резултатите од истражувањето на овие автори. Авторите во нивното истражување, исто така, утврдиле дека отпорот на јачината на истегнување на кондензациските силикони и на адитивните

силикони со различен вискозитет незначајно биле под влијание на стандардните хемиски средства за дезинфекција, UV-зрачењето или гасовитиот озон.

Тоа дека хемиската дезинфекција и стерилизацијата со автоклав немаат значајно влијание врз отпорот на јачината на истегнување, го потврдуваат Kotha и сораб. [96] истражувајќи го ефектот на хемиската дезинфекција, стерилизацијата со автоклав и примената на микробраново зрачење врз отпорноста на јачината на истегнување до кинење на пет адитивни силиконски отпечаточни материјали. Примероците биле поделени во четири експериментални групи: група 1 (контролна), група 2 (хемиска дезинфекција), група 3 (стерилизација со автоклав) и група 4 (микробранова стерилизација). Резултатите покажале дека хемиската дезинфекција и стерилизацијата со автоклав немале значајно влијание врз отпорот на јачината на истегнување додека микробрановата стерилизација покажала статистички значајно намалување на отпорот на јачината на истегнување.

Отпорот на јачината на истегнување се однесува на способноста да се издржат силите на истегнување кои се применуваат на отпечаточниот материјал при неговото вадење од устата за да се одвои од забите и околните ткива. Со други зборови, отпорот на јачината на истегнување е максималниот стрес што може да го издржи материјалот под еднооксијално влечење пред да пукне [179]. Ова својство е важно бидејќи материјалот е изложен на интерпроксимални простори. Од клинички аспект, материјалите со висока отпорност на јачината на истегнување не би требало да се фаворизирани во однос на материјалите со ниска отпорност на јачината на истегнување бидејќи идеалниот материјал за отпечаток потребно е да покаже максимална апсорпција на енергија без кинење и минимална деформација. Во пракса, ако отпечатокот се скине на критичните места, а тоа е видно, отпечатокот треба да се повтори. Ако се деформира, тогаш е тешко да се забележи и нема да биде точен со сите понатамошни реперкусии врз точноста на протетската реставрација Прегледот на литературата покажа дека има ограничени податоци за ова својство кај некои од отпечаточните материјали. Оттука, оваа студија беше спроведена да се оцени отпорот на јачината на истегнување до кинење на адитивниот и кондензацискиот силикон.

Според Namalian и сораб. [102], отпорот на јачината на истегнување до кинење, напрегањето до точката на попуштање и енергијата на кинење се трите механички својства на еластомерните материјали за отпечатување, кои притоа се клинички релевантни. Од нивните истражувања утврдиле дека полиетерите и адитивниот силикон PVS покажале најголем отпор на јачината на истегнување до кинење бидејќи тие се кинеле пред границата на постојана деформација. Исто така утврдиле дека тие се деформирале во опсегот на нивната сила на отстапување и затоа нивната примена во клиничката пракса е посоодветна.

Во една студија, Gupta и сораб. [25] вршеле проценка и споредба на отпорот на јачината на истегнување до кинење со примена на стерилизација со автоклав, на два адитивни силикони VPS (Affinis и Aquasil) со нестерилизирана група. Резултатите покажале дека вредностите за отпорот на јачината на истегнување (MPa) на контролната група од Aquasil покажале значајно повисоки вредности (3,8 MPa) од контролната група на Affinis (2,5 MPa), ($p < 0,05$). Исто така, отпорот на јачината на истегнување до кинење на стерилизираниот Aquasil била значајно повисока (4,00 MPa) отколку кај автоклавираниот Affinis (2,5 MPa), ($p < 0,05$). Сепак, не била забележана значајна разлика меѓу контролната група на Aquasil (3,8 MPa) и стерилизираната група на Aquasil

(4,0 MPa), ($p = 0,410$), како и меѓу контролната група на Affinis (2,5 MPa) и стерилизираната група со автоклав на Affinis (2,5 MPa), ($p = 0,943$).

Dino и сораб. [180] го споредувале отпорот на јачината на истегнување до кинење кај 12 адитивни винил полисилоксани, 2 полиетера и 3 хибридни винил полиетерски силиконски отпечаточни материјали (VPES) со различна конзистентност. Винил полисилоксаните покажале повисоки просечни вредности на отпорот на јачината на истегнување од полиетерите. Материјалите со погуста конзистенција покажале поголем отпор на јачината на истегнување од материјалите со потечна конзистенција од ист производител. Меѓу лесните тела, највисок отпор на јачината на истегнување покажал хибридниот винил полиетер силикон (2,70 MPa). Кај полиетерите воочена е најниска просечна вредност (1,44 MPa), без оглед на вискозноста. Авторите заклучиле дека изборот на материјалот за отпечаток треба да се базира на специфичното физичко однесување на еластомерот. Винил полиетер силиконот со течна конзистенција покажал висок отпор на јачината на истегнување. Димензионалната стабилност, еластичноста и флексибилноста на еластомерните отпечаточни материјали имаат директно влијание врз квалитетот на отпечатокот. Кога имаме примена на затегнувачки оптоварувања при отстранување на отпечатокот од устата на пациентот и одвојување на истиот од гипсениот модел, тие треба да бидат отпорни на кинењето. Во пределот на гингивалниот сулкус и интерденталните простори, отпечаточните материјали се склони кон кинење. Кинењето може да предизвика дефекти кои подоцна можат да влијаат на прецизноста на дефинитивно изработениот протетски надоместок. Отпечаточниот материјал треба да поседува висока енергија на кинење и оптимална еластичност. За време на отстранувањето, ако материјалот се истегне, а потоа не се заглави или ако напнатоста исчезне, материјалот ќе се врати во неговата оригинална големина и форма. Тоа значи дека материјалот има добар отпор на јачината на кинење и истегнување и добро еластично обновување. Кога различните материјали за отпечаток се истегнуваат под слични околности, тие можат трајно да се искриват под услов ако напнатоста ја достигне точката на попуштање на тој конкретен материјал. Ако напнатоста е поголема од точката на попуштање на материјалот, ќе дојде до кинење [181].

Во студијата на Arinsathanon и сораб. [182], авторите вршеле истражување на способноста за навлегување и проценка на отпорот на јачината на истегнување меѓу винил силоксантерот (VSE), полиетерот (PE) и поливинил силоксанот (PVS). Истражувањето на отпорот на јачината на истегнување е спроведено на модели според Тип I од спецификациите на ISO 37:2017 и/или Тип C од спецификациите ASTM D412. Од добиените резултати може да се согледа дека адитивниот силикон PVS покажал значајно повисоки просечни вредности за отпорот на јачината на истегнување од адитивниот силикон VSE и полиетерот.

Lu, Nguyen и Powers [162] ги истражувале механичките својства, вклучително и еластичното обновување, напрегањето под компресија, енергијата на кинење и отпорот на јачината на истегнување до кинење, на 3 хидрофилни материјали за отпечатување со мала и висока конзистентност. Проучувани се два адитивни силикони и еден бренд на полиетер. Еластичното обновување (%) и напрегањето под компресија (%) биле тестирани според ISO 4823, додека енергијата на кинење (J/m²) и отпорноста на јачината на истегнување (MPa) биле тестирани со Методот на Вебер и Рајге, како и ASTM D412 (Метод на тестирање А). Истражувани се по пет примероци за секоја група. Резултатите се анализирани со двонасочна анализа на варијанса. Со цел да се проценат односите меѓу својствата, користена е корелација. Вредностите за корелацијата на материјалот, конзистентноста и интеракцијата за напрегање под компресија, енергијата на кинење и

отпорот на јачината на истегнување, биле $p < 0,0001$. За еластичното обновување, вредностите за корелација за материјалот и интеракцијата меѓу материјалот и конзистентноста биле $p < 0,0001$. Напрегањето под компресија било во корелација со другите механички својства ($p < 0,5$), за разлика од отпорот на јачината на истегнување и отпорноста на кинење.

Din SU и сораб. [183] забележале дека вклучувањето на нов агенс за вкрстено поврзување во голема мера го подобрил отпорот на јачината на истегнување до кинење на материјалите во споредба со контролата која во својот состав содржела вкрстено поврзувачки конвенционален агенс (метил хидросилоксан). Дополнително, инкорпорирањето на нов сурфактант резултирало со значајно зголемување на процентот на издолжување.

6.3. Навлажливост (хидрофилност)

Ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста и слободната површинска енергија на адитивниот силикон Variotime L и кондензацискиот силикон Oxasil L

Материјалот за отпечаток мора да го поседува својството на навлажливост на површината на забите и меките структури при земањето на отпечаток од устата. Притоа, во втората фаза кога истиот се излева, треба да поседува површински својства што овозможуваат лесно да се навлажни со мешавината од гипс без да се создадат празнини на површината на самиот отпечаток. Способноста на материјалот за отпечатување да ги реплицира отпечатените заби и меки структури од устата, зависи од неговата компатибилност со гипсот со кој се излева отпечатокот, односно растворите за дезинфекција можат да го променат ова својство, правејќи го материјалот повеќе или помалку навлажлив со кашестата маса од гипсот со можност за појава на воздушни меурчиња при излевањето, кои влијаат на прецизноста на гипсениот модел. Навлажливоста на површината се одредува со мерење на големината на контактниот агол кој се формира меѓу капката течност и површината на отпечаточниот материјал. Потребно е да се внимава на изборот на растворот за дезинфекција и времетраењето на дезинфекцијата со што ќе се минимизира негативниот ефект врз некои типови отпечаточен материјал. Но, исто така може дури и да ги подобри перформансите на некои видови отпечатоци [111].

Способноста на материјалот да тече по мали површини и да репродуцира ситни детали ја дефинира навлажливоста на отпечаточниот материјал [102].

Мерењата на контактниот агол кои ја дефинираат навлажливоста, се прават претежно на отпечаточен материјал во статична, непроменлива состојба. Промените на контактниот агол се случуваат во фазата на негова полимеризација [157].

Неколку фактори, вклучувајќи ја и измерената хидрофилност, односно вредностите на контактниот агол, дебелината на материјалот, се исклучително важни и се поврзани со точноста на отпечатоците во клиничката пракса [184, 185].

Мерењето на контактниот агол меѓу капките дестилирана вода и рамната површина на материјалот е конвенционален метод. Затоа, ние во нашата студија применивме капка дестилирана вода за мерење на контактниот агол. Во студијата, имавме за цел да ја оцениме навлажливоста на површината на два вида еластомерни

материјали, адитивен и кондензациски силикон во постполимеризацискиот период. Од секој материјал беа формирани по две групи. Првата група од секој материјал беше дезинфицирана во времетраење од 15 минути во 0,5 % натриум хипохлорит, а втората послужи како контролна група од недезинфицирани примероци. Примероците за ова истражување беа изработени во калапи според стандардот ISO 4823:21 и ADA-спецификацијата бр. 19. Мерењата на проучуваните примероци се спроведени со нивно поставување во апарат за мерење на контактен агол и површинска енергија (See System E) со капка дестилирана вода (0,1 ml) аплицирана со микропипета. Контактниот агол на капката и тестируваниот материјал беа снимени и мерени во одредени временски интервали: на 30 секунди од почетокот на мешањето на материјалот, се капнува една капка дестилирана вода (0,1 ml) со микропипета, до време од 150 секунди, контактниот агол на капката и тестируваниот материјал се мери во одредени временски интервали со електронски гониометар, и добиените вредности потоа се анализираат преку софтвер поврзан со гониометарот. Добиените резултати подоцна се статистички обработени. Споредбата на недезинфицираните и дезинфицирани отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на добиените просечни вредности за контактниот агол, покажа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивниот силикон не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност за контактниот агол ($95,77^\circ$ наспроти $106,10^\circ$, $p = 0,18$). Истото се случи и кај кондензацискиот силикон (недезинфицирани: $101,53^\circ$ наспроти дезинфицирани: $102,96^\circ$, $p = 0,75$) (табела 35). Добиените резултати покажаа дека типот на материјал немаше значајно влијание на добиените вредности за контактниот агол и кај недезинфицираните ($p = 0,44$) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци ($p = 0,49$). Просечната вредност на контактниот агол беше $101,53^\circ$ и $95,77^\circ$ кај недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон; $102,96^\circ$ и $106,10^\circ$, соодветно кај дезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон (табела 36).

Во едно истражување, Din SU и сораб. [186] утврдиле дека дезинфекцијата имала мало влијание на контактниот агол.

Во истражувањето спроведено од Ozdogan и Ozmen [187], измерени се високи вредности на контактниот агол кои се во согласност со измерените вредности на контактниот агол кај адитивниот силикон во нашето истражување. Авторите ја истражувале навлажливоста на адитивните отпечаточни материјали винил полисилоксан (VPS) и хибридниот винил полиетер силикон (VPES) кои биле потопени во различни средства за дезинфекција, и тоа во различни временски интервали. Примероците од истражуваните материјали биле потопени во две средства за дезинфекција за време од 1 минута, 1 час и 24 часа. Воочена е значајна разлика меѓу времето на дезинфекција ($p = 0,001$) со измерени просечни вредности за сите адитивни силикони потопени во дезинфекциско средство за 1 мин.: $108,90^\circ \pm 4,58$, за 1 час: $110,82^\circ \pm 2,67$ и за 24 часа: $117,08^\circ \pm 5,48$. Овие резултати исто така се во корелација со добиените резултати од нашата студија во однос на адитивниот силикон кои покажаа дека дезинфекцијата има незначајно влијание на зголемувањето на контактниот агол, а со тоа и на зголемувањето на хидрофобноста.

Дезинфекцијата може да ги промени површинските својства на отпечаточниот материјал. Хемиското дејство на растворите за дезинфекција на површината на отпечатоците може да ја попречи влажноста на материјалот. Внатрешната хидрофобна природа на материјалите за отпечатување од адитивен силикон PVS предизвикува тешкотии во реплицирањето на влажните орални ткива. Иако традиционалните

адитивни и кондензациски еластомерни отпечаточни материјали нудат голем број предности при рутинските клинички процедури, еден од недостатоците на овие материјали е слабата навлажливост и покрај тврдењата на производителот дека нивниот материјал поседува хидрофилно својство [46].

Во понатамошните студии во кои е правена проценка на хидрофобноста на силиконските отпечаточни материјали, утврдуваат дека тоа се должи на формирање на синцири на парафински метил-групи на нивната површина. Овој недостаток може да го загрози резултатот со инкапсулирање на плунка или крв доколку полето не е добро исушено [22].

Резултатите добиени од истражувањето на Kotha и сораб. [96] кои го истражувале ефектот на примената на хемиски средства за дезинфекција и стерилизација со автоклав и микробранова печка, врз некои од својствата на пет адитивни поливинил силоксан (PVS) еластомерни отпечаточни материјали, покажале дека трите методи не предизвикале значаен ефект врз навлажливоста, но тие потенцираат дека стерилизацијата со автоклав и микробранова печка резултирала со зголемување на хидрофилноста кај сите пет адитивни материјали од PVS.

Како резултат на тоа, во стоматолошката област сè повеќе се истражуваат алтернативни процеси на дезинфекција кои се помалку штетни за отпечаточниот материјал. Адитивните силикони поради добрите својства имаат предности за разлика од други материјали во однос на репродукцијата на ситни детали, димензионалната стабилност, помалата контракцијата при полимеризација без ослободување на нуспроизводи. Но, и покрај добрите својства, ниската навлажливост која ја покажуваат традиционалните адитивни материјали, од клинички аспект, се смета за нивни недостаток. Силоксанските врски, опкружени со алифатични јаглеводороди во силиконската гума, даваат својство на хидрофобност на материјалот [110].

Zguga и сораб. [108] ја истражувале навлажливоста на адитивните и кондензациските силикони, полиетерот и алгинатните отпечаточни материјали со методот на мерење на контактниот агол. Мерењата на контактните агли се направени со помош на системот за анализа на обликот на капка вода. Анализирајќи ги вредностите на контактниот агол добиени со примена на капка вода, авторите заклучиле дека контактните агли измерени кај некои од адитивните и кондензациските силикони биле поголеми од 90°, додека кај некои од адитивните силикони испорачани од производителот со додаден сурфактант, контактниот агол се намалувал со текот на времето. Некои од кондензациските силикони покажале хидрофилни својства уште на самиот почеток на мерењата. Полиетерот покажал значајно помали вредности на контактниот агол во споредба со адитивниот и кондензацискиот силикон, а со тоа и добра хидрофилност.

При процесот на земање отпечаток, материјалот е во контакт со течноста во усната шуплина. При тоа важно е течноста да не влијае на процесот на отпечатување, а со тоа и на квалитетот на самиот отпечаток. Течноста и самиот материјал кога се во допир можат да се најдат во ситуација при која течноста може да се шири слободно низ неговата површина, прилагодувајќи се на површината на отпечаточниот материјал, притоа создавајќи тенок филм од течноста без негативно дејство на површинскиот релјеф на отпечатокот. Во друга ситуација, може да се појави тенденција, односно течноста да се собира како капка и да предизвика појава на порозност на површината на излеаниот гипсен модел. Каков однос ќе настане меѓу течноста и материјалот со кој

земаме отпечаток, ќе зависи од интермолекуларните интеракции во самата течност и меѓу течноста и материјалот. Во случај кога силата на меѓумолекуларната интеракција во течноста е поголема од силата на привлекување на молекулите на течноста кон молекулите на материјалот, тогаш течноста ќе има тенденција да се собере во форма на капка. Тогаш за таквиот материјал велиме дека е хидрофобен со слаба можност за навлажнување. Во случај кога материјалот ќе покаже својство на посилено привлекување молекули од течноста отколку што тие самите се поврзани меѓу себе, тогаш течноста ќе се шири низ таквите материјали, а со тоа ќе биде презентирана подобра навлажливост. Интеракцијата на еластомерниот отпечаточен материјал и кашестата маса од гипсот со кој се излева отпечатокот, е многу важна во процесот на изработка на модел без порозности. Површинскиот напон е резултат на односот меѓу силите на кохезија и адхезија. Ако материјалот е хидрофилен, тој ќе развие сили на адхезија со молекулите на водата со кои ќе дојде во контакт. Ова ќе ги деформира капките на водата и тие ќе почнат да се шират по рамна површина. Оваа деформација нема да се јави само доколку материјалот е хидрофобен [36].

Еден од важните параметри кој го карактеризира материјалот е неговата површинска енергија. Претежно, во поголем дел од материјалот, атомите се стабилни и врските меѓу нив се во рамнотежа за разлика од неговата површина каде врските се нецелосни и неурамнотежени поради помал број соседни атоми и имаат поголема енергија. Оваа енергија се нарекува слободна површинска енергија на материјалот.

Површинската енергија на материјалот е во позитивна корелација со јачината на врските меѓу атомите и нивната површинска изложеност што значи дека, ако врските се посилни или ако површинската изложеност е поголема, тогаш и површинската енергија ќе биде поголема. Секогаш површината на материјалот има тенденција да ја намали површинската енергија што може да се постигне со адсорпција на другите материјали кои имаат помала површинска енергија од неговата. Кога материјалот има помала површинска енергија, контактниот агол со течноста ќе биде поголем, а со тоа материјалот нема да се навлажни. Површинската слободна енергија не може директно да се мери, па затоа се предложени неколку модели кои користат мерења на контактниот агол. Регресиониот модел на Овенс–Венд е еден од најкористените модели за слободната површинска енергија. Пресметувањето на енергијата на слободната површина со овој модел бара мерење на аголот на допирот на две познати течности. Пресметките на површинската слободна енергија во нашето истражување беа извршени според моделот на регресија Овенс–Венд. За таа цел, беа извршени мерења на контактниот агол врз основа на определување на средната вредност од три последователни мерења на секој од примероците по стандардна процедура со капки дестилирана вода, етилен гликол и глицерол [188].

Со резултатите од мерењето на контактниот агол беа извршени и пресметки на слободната површинска енергија според Овенс–Вендовиот модел (Owens-Wendt Regression model), користејќи софтверски модул кој автоматски ја извршува опишаната проценка на слободната површинска енергија на проучуваната површина. Врз основа на извршените мерења на слободната површинска енергија на површините на проучуваните примероци, може да се согледа дека просечната вредност на слободната површинска енергија е најголем кај примероците од недезинфицираниот адитивен силикон од $14,78 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$ и има најмали вредности за контактниот агол од $95,77^\circ$, додека кај дезинфицираниот адитивен силикон, вредноста на слободната површинска енергија изнесува $11,00 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$, а вредноста на контактниот агол е $106,10^\circ$ што укажува на тоа дека дезинфекцијата незначително ја намалува навлажливоста на овој материјал

($p = 0,18$). Кај кондензацискиот недезинфициран силикон, вредноста за слободната површинска енергија беше пониска од адитивниот силикон, $12,27 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$ со измерен контактен агол од $101,53^\circ$, односно повисоки вредности за разлика од адитивниот. За дезинфицираните примероци од кондензацискиот силикон добиена е просечна вредност за слободната површинска енергија од $12,26 \text{ (mJ/m}^2\text{)}$, и контактен агол од $106,10^\circ$. Согласно добиените резултати, наодите од оваа студија ја потврдија нашата поставена хипотеза дека дезинфекцијата нема значаен ефект на својството на навлажнување кај недезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон. Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на добиените просечни вредности за контактниот агол и слободната површинска енергија, покажаа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивниот силикон не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност за контактниот агол ($95,77^\circ$ наспроти $106,10^\circ$, $p = 0,18$). Истото се случи и кај кондензацискиот силикон (недезинфицирани: $101,53^\circ$ наспроти дезинфицирани $102,96^\circ$, $p = 0,75$) (табела 35). Добиените резултати покажаа дека типот на материјал немаше значајно влијание на добиените вредности за контактниот агол и слободната површинска енергија и кај недезинфицираните ($p = 0,44$) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци ($p = 0,49$). Сепак, може да се воочи фактот дека поголемите вредности за слободната површинска енергија ја подобруваат навлажливоста. Ова го потврдуваат и резултатите од истражувањата на Lee и сораб. [189] кои потврдуваат дека површините со повисока слободна површинска енергија ја зголемуваат навлажливоста. Ниската површинска енергија на силиконските материјали за отпечатување ја намалува нивната навлажливост. Површинската енергија е еден од параметрите со кој се карактеризира еден материјал. Површината на еден материјал секогаш има тенденција да ја намали површинската енергија, а ова може да се постигне преку адсорпција на материјал со помала енергија на неговата површина. Преку адсорпција, бројот на површински атоми со голема површинска енергија се намалува и тие се заменуваат со атоми/молекули со помала енергија. Најчесто, течностите се тие кои имаат помала површинска енергија поради слабите врски меѓу молекулите. Доколку некој материјал има помала површинска енергија, ќе формира поголем контактен агол со течноста, односно материјалот нема да се навлажни.

Од еластомерните материјали, најдобро својство на навлажнување покажуваат хидрофилните адитивни силикони и полиетерите, а најмалку, кондензациските силикони и хидрофобните адитивни силикони [190].

Затоа, повеќето производители се обиделе да ја подобрат влажноста на адитивниот силикон PVS со додавање сурфактанти во неговиот хемиски состав [191]. Површински активните супстанции се додаваат, на пример, на материјалите за отпечаток од поливинил силоксан за да се намали контактниот агол и за да се зголеми хидрофилноста [181].

Уште при самото мешање на отпечаточниот материјал, сурфактантите дифузираат низ материјалот до површината, зголемувајќи ја хидрофилноста [192].

Што се однесува до сурфактантот, штом ќе стигне до површината, некои веруваат дека тој останува прикачен на површината на материјалот за отпечаток [189], додека други мислат дека сурфактантот се ослободува во течноста на интерфејсот [193].

Al-Jubori и сораб. [111] го испитувале ефектот на 2 % алкален глутаралдехид и 1 % натриум хипохлорит во различно времетраење на дезинфекцијата врз навлажливоста на еластомерните отпечаточни материјали од адитивен силикон Express (хидрофилен), конденсациски силикон Speedex и (хидрофобен) адитивен силикон President. Примероците се поделени во две групи. Првата група примероци се потопени во 2 % алкален глутаралдехид, додека втората група примероци се потопени во 1 % натриум хипохлорит. Двете група се поделени во три подгрупи според трите интервали на потопување (15, 30 и 60 минути), а потоа е извршено тестирање со гониометарски микроскоп. Капка раствор од CaSO₄ (0,2 gm/mL на CaSO₄ во дестилирана вода) која симулира течна фаза на кашестата маса од гипс, е аплицирана на површината на полимеризираните примероци. Тестирањата покажале дека кај Express, хидрофилен адитивен силикон потопен во 1 % натриум хипохлорит за време од 15 минути, просечната вредност на измерениот контактен агол била 64,1°, по 30 минути: 64,6°, по 60 минути: 71,0°, а кај контролната група изнесувала 45,6°. За Speedex, конденсациски силикон потопен во 1 % натриум хипохлорит, просечната вредност на контактниот агол за 15 минути била 68,7°, за 30 минути: 61,2° и за 60 минути: 53,2°, а за контролната група: 85,7°. Кај President, хидрофобен адитивен силикон потопен во 1 % натриум хипохлорит, средната вредност на контактниот агол за 15-минутно потопување била 89,4°, за 30 минути: 96,1°, за 60 минути: 95,5°, додека за контролната група (непотопени): 92,4°. Ова укажува на тоа дека адитивниот отпечаточен материјал Express (хидрофилен) покажал висока навлажливост (низок контактен агол од 64,1°, 64,6°, 71,0°). По него следи конденсацискиот силикон Speedex (68,7°, 61,2°, 53,2°), додека хидрофобниот адитивен силикон President покажал ниска навлажливост (висок контактен агол од 89,4°, 96,1°, 95,5°). Авторите заклучиле дека различните интервали на потопување (15, 30 и 60 минути) немале значајно влијание врз навлажливоста на трите проучувани отпечаточни материјали. Адитивниот хидрофилен силикон (Express), покажал најниски вредности на контактниот агол, а со тоа и најдобро својство на навлажнување. Тестираните раствори за дезинфекција, глутаралдехид и натриум хипохлорит, ја зголемиле навлажливоста на конденсацискиот силикон (Speedex), притоа имале мал ефект врз навлажливоста на хидрофобниот адитивен силикон (President). Растворот на натриум хипохлорит имал најголемо позитивно влијание на навлажнувањето.

Во една ин витро студија, Kumar и сораб. [194] го оценувале ефектот на четири раствори за дезинфекција врз навлажливоста на три типа еластомерни материјали за отпечатување, адитивен силикон, конденсациски силикон и полиетер, во временски интервали од 10 и 30 минути. Употребените средства за дезинфекција се 2 % глутаралдехид, 0,5 % натриум хипохлорит, 0,05 % јодофор и 0,25 % бензалкониум хлорид. За мерење на контактниот агол, користен е заситен раствор на калциум сулфат дихидрат. Сите раствори за дезинфекција ја намалиле навлажливоста (зголемени вредности на контактниот агол) на сите отпечатоци без оглед на временскиот интервал на потопување. Просечните вредности на контактниот агол на конденсацискиот силикон биле највисоки, споредувајќи ги со вредностите на другите еластомери.

Во една друга студија, Dulaimi [112] го истражувал ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста на хидрофилизиран конденсациски силикон со потопување во 0,5 % натриум хипохлорит за време од 10 минути. Навлажливоста е оценета со аплицирање на 2 ml кашеста маса од гипс на површината на отпечатокот. Сите групи (контролна и експериментална) покажале помал контактен агол, освен складираната група. Дезинфицираната група имала помала просечна вредност на контактниот агол (18,38°) за разлика од контролната група (21,25°) и групата која е складирана (28,75°). Според авторите, овој резултат се должи на вградениот внатрешен сурфактант во проучуваните

материјали со што се предизвикува повисока концентрација на сурфактантот на површината на отпечатокот, а со тоа и намалување на контактниот агол и подобро влажнење. Во однос на групата со одложено складирање, тие сметаат дека одложеното складирање од два часа е причина поради која сурфактантот испарува и придонесува за зголемување на контактниот агол.

Кондензациските силикони се познати како хидрофобни, но производителите со додавање на сурфактанти го подобруваат навлажнувањето на хидрофобните површини со водени течности и затоа се означени како хидрофилизирани [191].

Научното објаснувањето за овој резултат се должи на внатрешниот сурфактант кој се ослободува на површината, предизвикувајќи повисока концентрација на сурфактантот на површината на отпечатокот и намалување на контактниот агол со кашестата мешавина од гипс. Исто така, дезинфекцијата со методот на потопување со 0,5 % натриум хипохлорит доведува до хемиска реакција меѓу 0,5 % натриум хипохлоритот и нуспроизводот етил алкохол што се ослободува при полимеризацијата. Оваа хемиска реакција може да ја менува површинската енергија на отпечатокот [111].

Истражувањата покажале дека ако се продолжи времето на експозиција на хидрофилниот поливинил силоксан со средства за дезинфекција, сурфактантот може целосно да се раствори на површината на материјалот и да предизвика губење на првобитното подобро навлажнување на материјалот [70, 114, 195].

Според Zgura и сораб. [108], дезинфекцијата може да ги менува површинските својства на хидрофилизираниот силиконски отпечаточен материјал, притоа тој повеќе или помалку може да се навлажнува со мешавината од гипс.

Lad и сораб. [118] го истражувале ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста на површината на адитивниот (Express 3M), кондензацискиот силикон (Zetaplus) и полиетерот (Impregum F) со потопување во 4 % натриум хипохлорит и 2 % глутаралдехид во времетраење од 10 минути и по третман со средство за навлажнување на површината (сурфактант). Мерењата ги вршеле со GBX-анализатор на контактен агол. Најхидрофилен од сите отпечаточни материјали бил полиетерот (Impregum F: $56,0^\circ \pm 0,705$), потоа хидрофилниот адитивен силикон (Express 3M: $77,3^\circ \pm 0,876$). Кај кондензацискиот силикон (Zetaplus) измерени се најголеми вредности на контактниот агол од $88,1^\circ \pm 0,623$ и со тоа покажал најмала хидрофилност од трите материјали. Сите три еластомерни отпечаточни материјали покажале подобрување на влажноста при користењето на сурфактант. Исто така, авторите утврдиле дека дезинфекцијата во траење од 10 минути не влијаела на влажноста на површината на овие отпечаточни материјали. Третманот со сурфактант, локално, по краткотрајна дезинфекција, придонесол за подобрување на влажноста.

Во една студија, AlZain [44] го испитувал ефектот на дезинфекцијата со прскање со 0,5 % глутаралдехид врз навлажливоста на површината на адитивниот силикон и полиетерот. Примероците од секој материјал се поделени во контролни и експериментални групи. Примероците од експерименталните групи биле испрскани со 0,5 % глутаралдехид во времетраење од 10 минути. Контактниот агол бил анализиран со помош на гониометар на 30 секунди, 1 и 2 минути по падот на капката вода на површината на отпечаточниот материјал. Статистички значајна разлика во вредностите на мерењата на контактниот агол постоела меѓу трите отпечаточни материјали ($p = 0,000$). Измерените вредности за контактниот агол на сите групи значајно се намалиле со зголемување на временскиот интервал ($p = 0,000$). Ова укажува на фактот дека

дезинфекцијата со 0,5 % глутералдехид ја подобрува влажноста на површината на дезинфицираните отпечаточни материјали. Според авторите, глутаралдехидот делувал како средство кое влијаело на намалување на слободната површинска енергија на отпечаточниот материјал со што навлажнувањето се подобрило.

Blalock и сораб. [114] укажуваат на тоа дека продолженото време на дезинфекција на отпечаточните материјали може да го отстрани сурфактантот, значајно менувајќи го контактниот агол, а со тоа и својството на навлажливост. Во нивното истражување, авторите го одредувале ефектот на времетраењето на контактот со растворот за дезинфекција врз контактниот агол на отпечатоци од адитивен силикон. За секој тип отпечаточен материја биле забележани значајни зголемувања на контактните агли со зголеменото времетраење на дезинфекцијата. Продолженото времетраење на контактот со дезинфекциското средство кај материјалите кои содржат сурфактант, може во голема мера да ја промени измерената вредност за контактниот агол на материјалот за отпечатување и да го направи сличен на материјал без сурфактант.

Fulsundar и сораб. [196] во 2022 година го истражувале влијанието на дезинфекцијата со примена на озонирана вода и 0,5 % натриум хипохлорит во времетраење од 10 минути, врз навлажливоста на површината на отпечатоци земени со адитивен силикон (PVS). За мерење на контактниот агол биле применувани гониометар и капка дестилирана вода. Третираната група со 0,5 % NaOCl покажала поголеми вредности на контактниот агол што укажува на намалената навлажливост на површината, додека групата третирана со озонирана вода покажала релативно помали вредности на контактниот агол што укажува на мала промена во навлажливоста на површината на отпечатокот од PVS.

Во литературата постојат повеќе објавени научни трудови во кои се истражувала вредноста на контактниот агол кај еластомерните отпечаточни материјали, но различните експериментални протоколи не дозволуваат споредба на нивните вредности поради примена на различни методологии (капка дестилирана вода, вештачка плунка, кашеста маса од гипс, раствор од гипс). Според Stober и сораб. [49], Menees и сораб. [110], Enkling и сораб. [197], волуменот на капката, изборот на плунка или дестилираната вода и времето имаат влијание на вредностите на контактниот агол. Иако се разликуваат по експерименталниот дизајн, во многу истражувања воочена е супериорна хидрофилност при користењето на плунка наместо капка дестилирана вода при што се добиени помали вредности за контактниот агол.

Во една ин витро студија, Menees и сораб. [110] ги споредувале контактните агли на водата и плунката кај седум неполимеризирани еластомерни отпечаточни материјали во пет временски периоди од самиот почеток на замешување. Притоа, биле користени два традиционални адитивни силикони поливинил силоксани (PVS), 2 модифицирани PVS, полиетер и два хибридни еластомери. Примероците биле со дебелина од 2 mm, а капката дестилирана вода или плунка од 5 μ L е аплицирана врз површината на примерокот во временски интервал од 25 секунди, по почетокот на мешањето. Мерењето на контактниот агол е спроведено со дигитален микроскоп при почетен контакт, по 2 секунди, по 5 секунди, по поминување на 50 % од работното време и по поминување на 95 % од работното време. Добиените резултати укажуваат дека кога е користена капка вода, кај модифицираниот PVS и еден хибриден материјал (Identium) измерени се најниски вредности на контактниот агол. Мерењата покажале највисоки вредности на контактен агол кај традиционалниот PVS-материјал и хибридниот (EXA'lence). Авторите заклучиле дека модифицираните PVS-материјали и еден од хибридниите материјали се

похидрофилни од традиционалните PVS-материјали кога се мерат со вода. Активните супстанции на PVS-материјалот се ослободуваат од површината на материјалот и доаѓаат во допир со капката вода, предизвикувајќи намалување на вредностите на контактниот агол, а со тоа и зголемување на навлажливоста и хидрофилноста на отпечаточниот материјал. За разлика од водата, плунката содржи растворени протеини и соли. Како составен дел на плунката, муцините со изразената лепливост ја зголемуваат вискозноста. Сурфактантите бидејќи не можат да се растворат во плунка, тие не се во состојба да ја надминат површинската напнатост што ја создаваат адхезивните сили на муцилот.

Според Stober, Johnson и Schmitter [49], истражувањата кои користат капка плунка во нивните методологии, при мерењата можат да добијат поголеми вредности за измерените контактни агли. PVS-материјалите со сурфактанти кога ќе дојдат во контакт со плунката, не се во состојба да покажат помали вредности за контактниот агол.

Во однос на вештачката плунка, Marcinkowska-Gapińska и сораб. [198] во нивното истражување дошле до заклучок дека таа не ја прикажува клиничката состојба бидејќи вискозноста и составот на плунката варира од човек до човек. Примената на капка плунка може негативно да влијае на мерењето на контактниот агол. Воочени се поголеми варијации на вредностите на контактниот агол кај истражувањата кај кои е користена вештачка плунка.

Khalaf и Hussein [199] го истражувале ефектот на дезинфекцијата и примената на сурфактант за навлажнување на адитивен и кондензациски силион со мерење на контактниот агол со примена на гипсена кашеста маса на површините на отпечатоците. Отпечатоците се дезинфицирани со два вида раствори за дезинфекција, односно 0,2 % хлорхексидин глуколат и 1 % повидон-јод во времетраење од 30 и 60 минути, и еден сурфактант. Примероците од контролната група биле потопени во плунка. Добиените резултати од нивното истражување укажуваат на тоа дека третманот со 0,2 % хлорхексидин глуколат како средство за дезинфекција и во комбинација со сурфактантот, ја подобрил навлажливоста на адитивните и кондензациските силикони во времетраење од 30 минути, но присуството на сурфактант кај кондензацискиот силикон покажало значајно зголемување на просечните вредности на контактниот агол по 30-минутно траење на дезинфекцијата. Третманот со 1 % повидон-јод значајно ги зголемил просечните вредности за контактниот агол и кај двата силикони. Ист резултат е забележан кога за дезинфекција е користен повидон-јод во комбинација со сурфактант. Авторите заклучиле дека адитивниот силикон покажал помали просечни вредности за контактниот агол во споредба со кондензацискиот силикон.

6.4. Старење во реални услови и деградација

И покрај нивните одлични својства и издржливост, силиконските еластомери, како и сите полимерни материјали, се предмет на деградација со текот на времето кога се изложени на различни еколошки, хемиски влијанија и високи температури. Старењето резултира со влошување на саканите својства на материјалот. Разбирањето на ефектите од старењето врз својствата на материјалите е важно во однос на предвидувањето на животниот век на материјалот. Со текот на времето, механичкото динамичко оптоварување (замор), процесите на оксидација, температурата, изложеноста на UV-светлина (фотооксидација) и агресивните медиуми доведуваат до неповратни промени во физичките и хемиските својства на еластомерниот материјал, што често

резултира со предвременно функционално откажување на компонентите. Старењето на еластомерите вклучува различни хемиски или физички процеси кои го менуваат или разградуваат еластомерниот материјал. Оштетувањето на еластомерите, предизвикано од стареење, е неповратно и со тоа материјалите стануваат неупотребливи по одредено време. Старењето може да значи и формирање нови супстанции. Оценувањето на животниот век на еластомерите зависи од повеќе фактори. Еден материјал се однесува поинаку кога е поставен во непосредна близина на прозорец или радијатор отколку кога е поставен подалеку од нив. Тестовите за стареење се со цел да се процени степенот на промените во својствата на материјалите, при обид да се добијат квалитативни или квантитативни информации на долгорочните перформанси на материјалите во конкретни средини. Во литературата сретнавме повеќе автори кои го испитувале ефектот на одложено излевање (складирање во амбиентални услови) во времетраење од неколку часа до 6 месеци, врз димензионалната стабилност на отпечаточните материјали. Но, ниеден од нив не направил истражување дали во тој временски период настапила деградација на материјалите, а со тоа и квалитативни и квантитативни промени на нивните својства. Во нашата студија го истражувавме ефектот на стареењето на двата еластомерни материјали, адитивен и кондензациски силикон, притоа недезинфицирани и дезинфицирани за време од 15 минути во 0,5 % натриум хипохлорит. Примероците беа поставени во комора за стареење во реални услови на 254 nm (нанометри) UV-зрачење, температурата од 23 °C и релативна влажност од 55 % во различни временски интервали: пред поставување, по 48, 96 и 144 часа. Испитувањата на ефектот на стареењето и дезинфекцијата врз деградацијата се спроведуваа во универзален апарат за FTIR-спектроскопија (FTIR spectrophotometer, Perkin Elmer, Spectrum 100). Карактеризацијата на примероците (дезинфицирани и недезинфицирани) се вршеше пред и по процесот на стареење, со цел утврдување на можни процеси на деградација на дезинфицираните и недезинфицираните примероци. За да се согледа дали постојат некакви промени на карактеристичните ленти како резултат на стареењето на 254 nm (нанометри) UV-зрачење на 55 % релативна влажност и 23 °C, одредени се соодносите на карактеристичните ленти O-H; SiO-H, ν_s CH; ν_{as} CH, ν_{as} Si-O-Si, ν Si-C, ν_s Si-O, ν_s Si-O-Si и референтниот пик δ_s CH; δ_{as} CH. Од добиените резултати може да се согледа дека подрачјето од околу 3050 – 2925 cm^{-1} соодветствува на присуството на OH-групи, кои се преклопуваат со линиите на водород поврзан со молекулите на вода (H-O-H...H), како и вибрациите SiO-H и нивната интеракција со молекулите на вода (SiO-H...H₂O). Пределот 1230 – 905 cm^{-1} се препишува на трансверзалниот оптички (TO) и лонгитудиналниот оптички (LO) модул на асиметричните вибрации Si-O-Si и на овој начин се докажува постоењето на густа силикатна мрежа, со кислородни атоми во улога на „поврзувачки мост“ на два атоми на силициум. Симетричните вибрации Si-O-Si се наоѓаат нешто пониско, 840 – 720 cm^{-1} . Нискоенергетските линии (720 – 650 cm^{-1}) ја прикажуваат деформацијата на групата Si-O во склоп на мрежата SiO₂, но во овој случај можат да се појават и дефекти во решетката (табела 39).

Од резултатите може да се согледа дека нема големи разлики во просечните вредности кај проучуваните дезинфицирани и недезинфицирани примероци, што значи дека нема значајна деградација кај сите проучувани примероци од адитивен и кондензациски силикон. Тоа укажува на фактот дека дезинфекцијата нема ефект врз деградацијата и кај двата силикони при процесот на стареење од 48, 96 и 144 часа. (табела 40, 41). Овие резултати ја потврдија и нашата претпоставка (хипотеза) дека дезинфекцијата од 15 минути нема да има ефект врз процесот на стареење и деградацијата на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон. Исто така резултатите покажаа дека процесот на стареење од 48, 96 и 144 часа, UV-зрачењето,

температурата и влажноста не предизвикаа деградација кај двата силикони. Ова го потврдуваат и резултатите добиени од истражувањето на Griniari и сораб. [200]. Според резултатите од нивното истражување, не се забележани структурни промени кај пигментираните и непигментираните силиконски еластомери при процедурите за стареење. Тие ги истражувале структурните промени на еден максилофацијален силикон со два различни пигменти, по фотостарење и потопување во средства за дезинфекција. Примероците за испитувањето биле поделени во 3 еднакви групи. Првата група се состоела од примероци од непигментиран силикон (Multisil Epithetik), втората група се состоела од примероци од силикон обоен со црвен функционален течен пигмент (Cosmesil Reactive 0,2 % wt). Третата група се состоела од примероци од силикон обоен со црвен пигмент во прав (Cosmesil Dry). Примероците од секоја група биле поделени во 4 еднакви подгрупи (потопени во раствор од сапун, етанол 95°, дестилирана вода или ставени во апарат за фотостарење за време од 174 часа). Структурните промени се проучувани со инфрацрвена спектроскопија (ATR-FTIR) пред и по стареењето. Акцентот бил ставен на факторите поврзани со секојдневните навики на пациентот, како што е изложување на сончева светлина или/и начинот на кој пациентите ја чистат протезата. Во однос на резултатите од инфрацрвената спектроскопија, промените во структурата не биле квалитативни туку само квантитативни. Намалувањето на процентот на преостанатите групи Si-H по потопувањето, покажало дека растворите делумно ја забрале полимеризацијата на силиконот. Полимеризацијата била поинтензивна особено по фотостарењето, веројатно поради влијанието на зрачењето на хемиските врски. Според резултатите на ова истражување, може да се заклучи дека нема структурни промени кај пигментираните и непигментираните силиконски еластомери со процедурите за стареење. Снимените промени во бојата на тестираните материјали биле во границите на клиничката прифатливост по сите процедури на стареење.

Во една студија, истражувани се вискоеластичните својства на еден медицински протетски еластомерен материјал (Silastic®) подложен на забрзано стареење. Примероците за испитување во вид на цилиндар (дијаметар 5 mm, висина $2,2 \pm 0,2$ mm) биле проучувани пред и откако примероците биле подложни на стареење во солен раствор на 70 °C за време од 38, 76 часа и 11 дена. Сите групи на примероци биле потопени во физиолошки солен раствор на 37 °C за време на тестирањето. Фуриеовата трансформација на инфрацрвена спектроскопија (ATR-FTIR) покажала дека забрзаното стареење има незначајно влијание врз површинските хемиски структури на материјалот [201].

Спротивно на тоа, Eleni и сораб. [202] истражувајќи го влијанието на факторите на стареење врз промената на структурата на силоксаните, констатирале промени во структурното однесување на материјалот по продолжено изложување на зрачење. Stathi, Tarantili и Polyzois [116] во нивното истражување исто така евидентирале разлики во структурата на максифацијалниот силикон при додавање на сув и функционален пигмент. Тие ја испитувале заштитата од ултравиолетови зраци што им се обезбедува на силиконските еластомери од адитивен тип со различни бои, како што се конвенционалните суви земјени пигменти, како и таканаречените, функционални или реактивни пигменти. Изложеноста на силиконот на UV-зрачење резултирало со одредени промени во IR-апсорпцијата, термичко распаѓање по 400 °C и промени на својството на истегнување. Добиените спектроскопски податоци се интерпретирани со претпоставка дека сечењето на синцирот се случува за време на стареењето. Во однос на евалуацијата на различните средства за боене, добиените резултати покажале дека сувите пигменти се почувствителни на условите за забрзано стареење во споредба со функционалните течни пигменти. Покрај тоа, хидрофобниот карактер на силиконскиот

калап бил зајакнат со додавање на овој тип пигменти поради винилните функционални силикански групи присутни во нивната хемиска структура. Вклучувањето на силика нанофилерот не го спречило разградувањето на силиконскиот еластомер при UV-зрачење.

Истото го потврдуваат и Yi, Shi и Liang [203] кои го проучувале ефектот на UV-зрачењето на НТВ-силиконската гума под различни услови на влажност. Примероците од експериментот за вештачко ултравиолетово стареење и тестот на цврстина се анализирани со помош на FTIR. Резултатите од експериментот покажале дека цврстината на двата примероци се зголемила, флексибилноста се намалила, притоа контактниот агол исто така се намалил. Авторите заклучиле дека UV-зрачењето и променливата влажност имале одредено влијание врз силиконската гума.

Најчеста причина за деградација е изложеноста на UV-зрачење, вода/влажност и флукуации на температурата. Во многу случаи, деградацијата се оценува врз основа на промените во хемиската структура и присуството на туѓи хемикалии во системот во функција на времето. Деградацијата на еластомерите се дефинира како неповратна промена на материјалот на хемиско или физичко ниво. Овие хемиски промени вклучуваат сечење на синцирот на вкрстеното поврзување, реакција на синцири или на полнилата како составен дел на материјалот.

Yazdan и сораб. [121] ја разгледувале деградацијата на силиконите од оптичка класа. Тие откриле дека силиконите не се засегнати од изложеноста на UV и сина светлина, потопување во вода на 35 °C или 100 % RH на 100 °C, дури и по 3000 часа стареење. Сепак, контактот со солена вода на 100 °C предизвикал значајни промени во спектрите FT-IR поради реактивните Cl- јони. Промената на врвовите во IR-спектрите е објаснета со кршење на врските Si-O-Si и распаѓање на јаглеводородните странични синцири. Ова, исто така, резултирало со значајна промена во преносот на светлината на примероците. Хлорот ги нарушува својствата на силиконските гуми како резултат на оксидација на страничните синцири. Деградацијата резултирала и со промената транспарентност на примероците. Поради деградирачкиот ефект на хлорот присутен во растворот на NaOCl, јачината на истегнување на силиконот значително се намалила. Стареењето на материјалите, глобално, може да се определи на два начина: (а) од примероци кои биле подложни на реални услови на животната средина и (б) од резултатите добиени на слични примероци складирани во добро контролирана средина во лабораторија. Тестирањето за стареењето во реално време се врши при нормални услови на складирање. Примерок од материјалот е изложен на нормални флукуации на условите за складирање, како што се промените на температурата и влажноста. По стареењето се врши дополнително тестирање за перформансите на производот. Забрзаното стареење е важно за одредување на ефикасноста на материјалот со текот на времето. Ова тестирање на рокот на траење е клучно за да се обезбеди заштита на својствата на материјалот бидејќи тие можат да се променат со долг рок на траење или при промени во условите на складирање. Хемиската евалуација на механизмите за деградација често се спроведува со користење на спектроскопија на инфрацрвена трансформација на Фурие (ATR-FTIR) со атенуирана вкупна рефлексција. ATR-FTIR овозможува евалуација на хемиските врски присутни пред и по стареењето. Со проценка на создавањето и раскинувањето на хемиските врски, може да се добие увид во механизмите на деградација присутни за време на различните процеси на стареење. Овие хемиски промени во системот можат да предизвикаат физички промени кои можат да се забележат со помош на оптичка микроскопија. Фурие-трансформираната инфрацрвена спектроскопија може да обезбеди увид во корелацијата меѓу својствата на материјалот

и нивниот состав и структура. Таа е аналитичка техника која се користи за идентификување на органски, полимерни и, во некои случаи, неоргански материјали. Методот за анализа FTIR користи инфрацрвена светлина за скенирање на тест-примероци и набљудување на хемиските својства. Според Пировиот закон, јачината на апсорпција (висина на врвот) е директно пропорционална со концентрацијата. Инфрацрвената спектроскопија е моќна аналитичка техника која има бројни примени во различни области заради способноста да обезбеди детални информации за составот и структурата на материјалите, и ја прави суштинска алатка за истражувачите и научниците. Спектарот FTIR обезбедува информации за функционалните групи присутни во примерокот. Откако ќе се идентификуваат присутните функционални групи, тогаш можат да се користат позициите на врвовите за да се одредат специфичните соединенија или присутните молекуларни структури.

Derchi и сораб. [204] го истражувале временскиот одговор на три адитивни силикони (Imprint 4, Flexitime, Aquasil) и еден полиетер (Impregum) во однос на нивните номинални работни времиња кои стандардно се потврдуваат со инструментални лабораториски тестови. Авторите, во нивната студија имале за цел исто така, да ги идентификуваат алтернативните физичко-хемиски техники за проценка на временскиот одговор за карактеристичното работно време и стврднување на полимерите. Работното време t_w може да се дефинира како време при кое нема значајна промена во реолошките и механичките својства на материјалите, така што во овој временски период сè уште е можно преуредување на материјалот; времето на поставување t_s е времето за настанување на мрежата на полимерот, претворајќи ја вискозната течност во стабилна цврста материја отпорна на истегнување. Додека $t_w < t_s$ по дефиниција, идеалниот материјал би покажал релативно долго работно време t_w и кратко време на поставување t_s , и двете на скала со минути, што би овозможило и сигурно работење од страна на стоматологот и кратко време на чекање и за стоматологот и за пациентот. Во оваа студија, карактеризацијата била спроведена со уред за тестирање на перки од ајкула и дурометар со кои било проучувано карактеристичното време на работа и стврднување на полимерите, споредено со номиналното време од производителите. Сепак, алтернативните средства со слични перформанси и неинвазивен карактер исто така можат да се најдат во Ramap или инфрацрвена (IR) спектроскопија, кои денес се рутински техники за истражување на полимерите преку нивните молекуларни вибрации. IR особено наоѓа широка примена благодарение на неговата погодна имплементација како Фурие-трансформирана IR (FTIR). Авторите имале за цел да идентификуваат алтернативни техники за проценка на временскиот одговор. Фурие-трансформираната инфрацрвена спектроскопија може да обезбеди увид во корелацијата меѓу својствата на материјалот и нивниот состав и структура. FTIR треба да овозможи истражување на врските меѓу составот и функционалноста на отпечаточните материјали. Авторите го проучувале однесувањето на четири стоматолошки отпечаточни материјали со FTIR-мерења. Истражувани се еден полиетер и три адитивни силикони кои биле проучувани во однос на времето, почнувајќи од мешањето во интервали од 15 – 20 секунди, со што е овозможено утврдување на карактеристичното време на работа и стврднувањето на полимерите по соодветна дефиниција. Врз основа на добиените резултати, авторите заклучиле дека карактеристичното време на работа и стврднувањето на полимерите не се совпаѓа со номиналното време пропишано од производителите.

Во една ин витро студија на Güngör и сораб. [117] спроведена во 2021 година, авторите имале за цел да го истражат ефектот на UV-зрачењето врз механичките својства на максилофацијалните адитивни силикони по вештачко стареење. Истражувани се шест

групи примероци (непигментирани, пигментирани со бела, жолта, црвена, сина и мешана боја) на максилофацијален адитивен силикон. Примероците биле подложни на стареење во атмосферска комора за време од 300 и 600 часа, и на термоциклирање за да се истражи отпорноста на јачината на истегнување и процентуалното издолжување, јачината на кинење и цврстината. Добиените резултати од истражувањето укажале на тоа дека отпорноста на јачината на истегнување се намалила по 300 и 600-часовно UV-стареење. Стареењето генерирало намалување на процентуалните вредности на издолжување во споредба со примероците кои не биле подложни на процесот на стареење. Додавањето на UV-заштитни средства не влијаело во голема мера на отпорноста на јачината на кинење на примероците во споредба со контролната група. Цврстината на групата со додадени заштитни UV-зраци се зголемила во споредба со онаа на групата по 300 и 600-часовно UV-стареење. UV-зрачењето значајно ја намалило цврстината на силиконот. Промената на бојата е најчестиот проблем што го ограничува работниот век на еластомерните (силиконски) максилофацијални протези на лицето. Не е јасно дали додавањето на ултравиолетови заштитни средства може да ја подобри стабилноста на бојата на овие материјали.

Kashi и сораб. [118] објавиле студија за забрзано стареење на силиконска гума при зголемена температура од 195 °C. Варијациите во механичките својства (затегнување, кинење, цврстина) биле следени во однос на времето на стареење, додека трајната деформација на гумата била евалуирана преку мерења на еластичното обновување. Морфологијата и хемијата на површината на застарениот еластомер, исто така, биле проучувани преку електронска микроскопија за скенирање и спектроскопија на Фуриеова трансформација на инфрацрвена боја (FTIR). Стареењето имало значајно влијание врз механичките својства со намалување на крајната цврстина на истегнување и издолжување при прекин. Во суштина, со примена на инфрацрвено зрачење (IR) на примероците од материјали, анализата FTIR ја мери апсорпцијата на инфрацрвената светлина на примерокот на различни бранови должини за да го одреди молекуларниот состав и структурата на материјалот. Спектрометарот на Фуриеовата трансформација работи на конвертирање на необработените податоци од широкопојасниот извор на светлина за да се добие нивото на апсорпција на секоја бранова должина. FTIR-спектроскопијата може да се користи на цврсти, течни и гасовити примероци. Обично, количината на материјал потребен за одржлива анализа е многу мала и повеќето анализи можат да се направат релативно брзо со мала подготовка на примерокот.

Во една студија на Zhang и сораб. [205], за тестирање е земен материјал кој често се користи во енергетскиот систем, а тоа е силиконската гума. Притоа, карактеристиките на инфрацрвениот спектар на примероците во различни средини се проучувале со користење на FTIR како основен метод за анализа, за да се процени промената на перформансите на силиконскиот гумен материјал. Примероците од силиконска гума стареат многу години во сурова клима на отворено, поради долгорочното зрачење на ултравиолетовите зраци во областите со голема надморска височина, при што главниот синџир на молекули на површината од силиконската гума се уништува, степенот на поларитет се зголемува, а на површината од материјалот се создаваат голем број хидрофилни групи. Инфрацрвениот спектар покажал присуство на нитрати, што укажува на тоа дека киселата магла реагира со површината на силиконската гума по пат на електрохемиска реакција и ја уништува микроструктурата на материјалот. Фуриеовата трансформирана инфрацрвена спектроскопија може да се користи за квалитативна анализа на степен на деградација на силиконската гума. Односот на висината на карактеристичните апсорпциони врвови на страничниот синџир и главниот синџир може да го карактеризира степенот на влошување на површината од силиконска

гума, па колку е помала вредноста, толку повеќе оштетувањето на површината е сериозно.

Кога материјалот се потопува во течности, хемиското стареење зависи од дифузијата на течноста во материјалот. Ова може да потрае долго време на скалата на хемиска деградација и често се дава предлог за користење тенок примерок за побрзо да се постигне рамнотежа во преносот на масата. Меѓутоа, штом ќе се постигне рамнотежа на апсорпцијата, кривата на регистрираното механичко својство покажува очигледна промена. Хемиската евалуација на механизмите за деградација често се спроведува со користење на спектроскопија на инфрацрвена трансформација на Фурие (ATR-FTIR) со атенуирана вкупна рефлексација. ATR-FTIR овозможува евалуација на хемиските врски присутни пред и по стареењето. Со проценка на создавањето и раскинувањето на хемиските врски, може да се добие увид во механизмите на деградација присутни за време на различните процеси на стареење. Овие хемиски промени во системот можат да предизвикаат физички промени кои можат да се забележат со помош на оптичка микроскопија. Во една студија, Goiato и сораб. [119] вршеле проценка на стабилноста на бојата на еден максилофацијален адитивен силикон, подложен на хемиска дезинфекција и забрзано стареење. Примероците за истражувањето биле дезинфицирани со шумливи таблети, неутрален сапун или 4 % хлорхексидин глюконат. Дезинфекцијата се вршела трипати неделно за време од 2 месеци. Потоа, примероците биле поставени на различни периоди на стареење. Евалуацијата на бојата била спроведена по 60 дена (период на дезинфекција) и по 252, 504 и 1008 часа стареење, со помош на спектрофотометар на рефлексација. Авторите заклучиле дека, додавањето на замаглувач, хемиската дезинфекција и процедурите за забрзано стареење влијаеле на стабилноста на бојата на максилофацијалниот силикон.

Во една наративна ревија, Kaszmarek и сораб. [122] се фокусирале на примената на спектроскопските методи, како што се инфрацрвена спектроскопија, инфрацрвена спектроскопија за трансформација на Фурие (FT-IR), Raman-спектроскопија, ултравиолетова и видлива спектроскопија (UV-Vis), спектроскопија на X-зраци и масовна спектрометрија, кои се широко користени во истражувањето на површинските својства на стоматолошките материјали. Прикажани се и примери за истражување на материјали кои се користат како полнења на кавитети во ендодонцијата, подготовка на површината на одредени материјали кои се користат во стоматолошката протетика и имплантологијата. Наведените студии покажале дека горенаведените техники можат да бидат вредни алатки бидејќи ги прошируваат истражувачките можности за испитување на својствата на материјалите кои се користат во стоматологијата.

Во суштина, со примена на инфрацрвено зрачење на примероци од материјали, анализата FTIR ја мери апсорпцијата на инфрацрвената светлина на примерокот на различни бранови должини за да го одреди молекуларниот состав и структурата на материјалот. Спектрометарот на Фуриеова трансформација работи на конвертирање на необработените податоци од широкопојасниот извор на светлина за да се добие нивото на апсорпција на секоја бранова должина. FTIR-спектроскопијата може да се користи на цврсти, течни и гасовити примероци. Обично, количината на материјал потребна за одржлива анализа е многу мала и повеќето анализи можат да се направат релативно брзо со мала подготовка на примерокот.

Полидиметилсилоксан силиконскиот еластомер сè повеќе се користи во здравството и биомедицинските области заради неговите одлични оптички и механички својства. Неговата биокompatibilност и отпорност на биоразградување овозможуваат

различни апликации во медицината. Многуге предности на овој еластомер, сепак, делумно се компензираат со неговата вродена хидрофобност, што го прави несоодветен за апликации кои бараат навлажнување. Затоа се бара хидрофилизација на неговата површина со изложување на UV-зрачење или O₂-плазма. Сепак, еластомерната состојба на полидиметилсилоксанот се трансформира во бавен, со часови или денови, процес на намалување на хидрофилноста на неговата површина – процес наречен хидрофобно обновување.

Користејќи ја инфрацрвената спектроскопија на Фуриеовата трансформација (FTIR) и микроскопијата на атомската сила, студијата на Tsuzuki и сораб. [206] ја опишува динамиката на хидрофобното обновување на полидиметилсилоксанот. Откриено е дека на врвот на материјалот полидиметилсилоксан, по неговата хидрофилизација со UV-зрачење, се формира тенок, цврст, хидрофилен филм од силициум диоксид. Хидрофобното обновување на овој материјал е резултат на преклопување на различните наномеханички и дифузни процеси, секој со своја динамика, кои паралелно биле анализирани. Следењето на хидрофобното обновување на полидиметилсилоксанот, со вградени хидрофилни зрнца, открило дека истото е одложено, а потоа целосно запрено на неколку микрометри од вградените хидрофилни зрна. Сложените процеси на хидрофилизација и последователната хидрофобна регенерација влијаат на дизајнот и функционирањето на материјалот полидиметилсилоксан.

Од неодамна со примената на Фуриеовата трансформација на инфрацрвена (FTIR) и Raman-спектроскопијата, постигнат е значаен напредок во истражувањата на стоматолошките материјали. FTIR и Raman-спектроскопиите нудат нови можности во областа на стоматолошките материјали. Овие техники се користат за добивање хемиски слики на формулации и постои можност истражувачите да ја откријат „in situ“ структурата на материјалите. Во еден студиски преглед, Khan и сораб. [207] ги сумирале информациите добиени од овие две техники за нивната примена при истражувањето на стоматолошките материјали. Целта на овој труд била да се обезбедат информации за спектроскопиите (Raman и FTIR) и докази за нивната примена при истражувањето на стоматолошките материјали. Авторите избрале широк спектар на стоматолошки материјали на база на смоли, керамика, цемента, материјали за отпечаток и материјали кои се применуваат во протетски цели. Спектралните врвови кои се поврзани со овие истражувани материјали, обезбедиле клучни податоци за разбирање на хемиските структури и својства на овие материјали. Вибрационата спектроскопија овозможува брза идентификација на типичните стоматолошки материјали составени од органски и неоргански соединенија. Од нивната студија и консултираната литература, авторите потенцираат дека истражувачите ги потврдиле придобивките од вибрационата спектроскопија во врска со идентификацијата на хемиските функционални групи на различни хемиски соединенија и дека истата веќе широко се користи како неdestructивна техника за проучување на забните тврди ткива и хемискиот состав на стоматолошките ресторативни материјали. Квалитативните и квантитативните анализи на стоматолошките отпечаточни материјали ја опишуваат состојбата на материјалите додека се зема отпечатокот и за периодот потоа. Суштинско својство на таквиот материјал е хемискиот процес одговорен за преминот од вискозна во цврста состојба. Овие спектроскопски техники обезбедуваат увид во хемиските реакции што се случуваат во материјали кои се однесуваат на формирање и раскинување на врската. Покрај тоа, обезбедуваат информации за молекуларниот состав на материјалите. Авторите заклучиле дека спектроскопиите FTIR и Raman обезбедуваат основни податоци за хемиските и структурни својства на материјалите, па затоа овие техники се

применети за проучување на стоматолошкиот материјал. Тие исто така потенцираат дека овој преглед го истакнал потенцијалот на овие техники за истражување на молекуларна структура на некои од најчесто користените стоматолошки материјали и дека овие техники се многу чувствителни, и преку нив можат да се добијат информации за хемискиот состав на материјалите без уништување на нивната структура.

Според Cole и сораб. [208], материјалите за отпечаток на база на силикон и алгинат најчесто се користат во секојдневната стоматолошка пракса. Овие отпечаточни материјали се базираат на полимерна основа и се со различни физички и хемиски својства кои можат да се истражат со помош на спектроскопските техники. Во едно нивно истражување, тие ја проучувале фотополимеризацијата на силоксан, функционализиран со тиол кој содржи иницијатори, пластификатор и каолин филер, со FTIR-спектроскопија. Авторите примениле FTIR и Raman-спектроскопија на еден адитивен силиконски отпечаточен материјал (Aquasil Ultra, Dentsply, Германија). Спектарот FTIR покажал асиметрични и симетрични врвови на истегнување на C–H на 2970 cm и 2820 cm и 1250 cm; еден врв доделен на Si-OH и 1100 – 1000 cm; еден припишан на Si-O-Si, соодветно.

Полимеризираните силикони на собна температура без примена на топлина (RTV), се меки еластомери. Можат да имаат една или две компонентни системи, именувани како RTV-1 и RTV-2 силикони.

Медицинските меки силиконски еластомери (RTV) најшироко се користат во протетиката бидејќи се хемиски инертни, и се поиздржливи од другите меки материјали, а со тоа нудат многу придобивки за пациентите, како што се удобност, издржливост, природен изглед, лесна нега и чистење. Силиконскиот еластомер е моментално најдобриот материјал достапен за максилофацијални протези, но сепак, долговечноста и обезбојувањето, кои се под големо влијание на ултравиолетовото зрачење, микроорганизмите и факторите на животната средина, остануваат како значаен проблем.

Cifter и сораб. [115] ги испитувале ефектите од стареењето и условите при работа врз промената на бојата кај максилофацијалните силиконски материјали. Промената на бојата кај максилофацијалните силиконски еластомери станува забележлива 6 – 12 месеци по изработката на протезата. Утврдувањето на факторите кои ја забрзуваат деградацијата на протезата може да им помогне на стоматолозите да го зголемат нејзиниот животен век. Затоа, целта на студијата била да се истражи ефектот на времето и температурата врз промената на бојата на максилофацијалните силиконски еластомери по складирање во темна соба за 6000 часа. Мерењата на бојата на полимеризираните силиконски примероци биле извршени со помош на спектрофотометар Konica Minolta. Првичните мерења се добиени откако блоковите биле отстранети од калапите и конечните мерења се забележани 6000 часа по складирањето во темна средина на 25 °C и 40 % релативна влажност. Авторите заклучиле дека температурата влијае на степенот на промена на бојата по складирањето во темна средина.

Целта на студија на Pesqueira и сораб. [209] била да се оцени ефектот на дезинфекцијата и стареењето врз димензионалната стабилност и репродукцијата на деталите на максилофацијалниот силикон Silastic MDX 4-4210, кондензациски силикон со различни видови наночестички. Примероци биле поделени во три групи: безбојни, пигментирани и со наночестички. Половина од примероците од секоја група биле дезинфицирани со таблети Ефердент, а половина со неутрален сапун за време од 60 дена. Потоа, сите примероци биле подложни на стареење. Димензионалната стабилност и

репродукцијата на деталите биле евалуирани по изработката на примерокот (почетен период), по хемиската дезинфекција и по периодите на стареење (252, 504 и 1008 часа). Хемиската дезинфекција, а исто така и стареењето влијаеле на димензионалната стабилност на максилофацијалниот силикон. Репродукцијата на деталите на силиконот не била под влијание на овие два фактори без оглед на типот на наночестичките, дезинфекцијата и стареењето.

Од оваа студија очекуваме научен и практичен придонес во обезбедување на важни научни податоци за ефектот на одредени фактори кои влијаат врз механичките и физичките својства на отпечаточните материјали кои ќе бидат предмет на ова истражување. По анализата и интерпретацијата на резултатите, ќе бидат достапни податоци и препораки кои ќе можат да се применат во стоматолошките ординации и заботехничките лаборатории при работата со овие материјали. Објавените резултати и заклучоци ќе послужат како средство за консултации на стоматолозите, забните техничари и студентите со препораки за почитување на одредени принципи и протоколи при работата со отпечаточните материјали прифатени од сите чинители. Исто така, очекуваме дека ова наше испитување ќе им даде поттик на колегите да ги прошират своите видувања и истражувања во оваа насока. Сето ова ќе допринесе за подобри клинички резултати и поголем успех при изработката на протетските реставрации.

7. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на поставените цели, избраната методологија со која добивме веродостојни резултати и врз основа на нивната анализа, ги изведовме следните заклучоци:

1. Времето на потопување во дезинфекциското средство и одложеното време на излевање, влијае на димензионалните промени кај кондензацискиот и адитивниот силикон. Немаше значајни димензионални промени и кај двата отпечаточни материјали од почетокот до време од 15 минути.
2. Најзначајните промени се случуваат во првиот час, речиси половина од сите промени, а подоцна полесно се стабилизираат до време од 6 часа.
3. Повторената дезинфекција по шест часа не доведува до значајни промени, веројатно поради хемиската стабилизација на материјалот во првите часови по земање на отпечатокот.
4. Димензионални промени се во рамките на максималната дозволена димензионална промена од 1,5 %, прифатена со стандардот ISO 4823:2021. Сепак, кондензацискиот силикон беше повеќе подложен на контракција по дезинфекцијата и одложеното време на излевање.
5. Во однос на еластичното обновување, споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон покажа значајно влијание на ефектот на дезинфекцијата само во групата со кондензациски силикон.
6. Значајно се разликуваа просечните вредности на напрегањето под компресија меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски силикон, но не и кај примероците од адитивен силикон.
7. Просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски силикон и адитивен силикон беше незначајно различна.
8. Типот на материјал имаше значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација. Значајно помала отпорност на издолжување до деформација беше забележана кај примероците од кондензациски силикон.
9. Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на добиените вредности за контактниот агол, покажа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали.
10. Од резултатите добиени со FTIR-спектроскопијата може да се согледа дека нема значајни разлики во споредените просечни вредности за деградација на проучуваните дезинфицирани и недезинфицирани примероци по процесот на стареење.
11. Општо земено, не постои специфичен протокол за дезинфекција за секој тип отпечаточен материјал со што би се намалила можноста за вкрстена инфекција, без да бидат предизвикани негативни ефекти врз димензионалната стабилност на материјалот. Во таа смисла си дозволуваме да **препорачаме:**

- дезинфекција на отпечатоците во времетраење од 15 минути;

- во работниот налог до заботехничката лабораторија да се назначи времето на земање на отпечатокот, дали отпечатокот е дезинфициран и со кое средство;
- транспортот на отпечатокот да биде во специјален сад (кутија) обложен од внатре со сунѓер за заштита од температурни разлики и удар;
- препорачуваме да се користат производи од еден ист бренд бидејќи производителите ги усогласиле својствата на сите материјали кои се применуваат во процесот на изработка на протетските реставрации (отпечаточен материјал, гипс, восок за моделирање, маси за вложување и својства на материјалот од кој се изработува протетската реставрација);
- почитување на препораките на производителот за ракување со материјалите кои ги применуваме во реализацијата на изработката на протетската реставрација;
- доколку се претпостави дека одложеното време на излевање ќе потрае подог временски период поради која било причина, препорачуваме отпечатокот да се излее во ординацијата со тврд гипс и така да се транспортира.

12. Според резултатите од ова истражување, можеме да заклучиме дека, генерално, адитивниот силикон е постабилен од кондензацискиот силикон во однос на времетраењето на дезинфекцијата и одложеното време на излевање.

LITERATURA

1. Thota KK, Jasthi S, Ravuri R, Tella S. A comparative evaluation of the dimensional stability of three different elastomeric impression materials after autoclaving - an in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2014; 8(10): ZC48-50 DOI: 10,7860/JCDR/2014/9768.5036.
2. Karaman T, Oztekin F, Tekin S. 2020, Effect of application time of two different disinfectants on the surface roughness of an elastomeric impression material. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2020 Jul, Vol-14(7): ZC10-ZC13. DOI 10,7860/JCDR/2020/44752.13828.
3. Perakis N, Belser UC, Magne P. Final impressions: a review of material properties and description of a current technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004 Apr; 24(2):109-17. PMID: 15119881..
4. Luana Caroline Piva, Jamille Favarão², Mauricio Matte Zanini³, Veridiana Camilotti⁴, Marcio Jose Mendonca⁵, Mario Alexandre Coelho Sinhoreti⁶ Effect of Technique of Disinfection by Ultrasonic Nebulization on Accuracy of Vinyl Polysiloxane Impressions *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2019 Aug, Vol-13(8): ZC01-ZC04. DOI:10,7860/JCDR/2019/40849.13056.
5. Yaqoob, A., Al Shehrani, I., Alfarsi, M., Baba, S., Kanji, M. A., & Hussain, M. W.. PANORAMA OF IMPRESSION TECHNIQUES IN FIXED PARTIAL DENTURES. A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Medical Dentistry,* 2018; 22(1):70-84.
6. Čatović A, Komar D, Čatić A i sur.. *Klinička i fiksna protetika – krunice, prvo izdanje,* Zagreb, Medicinska naklada. 2015: 49-63.
7. Rubel BS. Impression materials: A comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(3):629-42. doi: 10,1016/j.cden.2007.03.006.
8. Ch.P.K Wadhvani, G.H. Johnson, X. Lepe, A.J. Raigrodski, Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials, *Journal of Prosthetic Dentistry* 2005;93(6):530-539.doi: 10,1016/j.prosdent.2005.03.007.
9. R. Pant, A. S. Juszczuk, R. K.F. Clark, D. R. Radford, Long-term dimensional stability and reproduction of surface detail of four polyvinyl siloxane duplicating materials, *Journal of dentistry* 2008; 36(6):456–461. doi: 10,1016/j.jdent.2008.03.003.
10. R. Butta, Ch. J. Tredwin, M. Nesbit, D. R. Moles. Type IV gypsum compatibility with five addition-reaction silicone impression materials, *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005;93(6):540–544. doi: 10,1016/j.prosdent.2005.04.006.
11. Daou, E. The elastomers for complete denture impression: a review of literature. *The Saudi Dental Journal,* 2010; 22(4):153–160, doi: 10,1016/j.sdentj.2010.07.005.
12. Stamenkovic, D., Obradovic-Đuricic, K., Ivanovic, V., Vulicevic, Z.R., Markovic, D., Todorovic, A., *Stomatološki materijali.* Beograd: Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet. 2005.
13. Jerolimov и соpаб. *Osnove stomatoloskih materijala Sveuciliste u Zagrebu,* Stomatoloski fakultet, Zagreb 2009
14. Mehulić K i sur. *Dentalni materijali.* Zagreb: Medicinska naklada; 2017. p 242-69.
15. Pisulkar S, Nimonkar S, Borle A, Dhage Y. Recent advances in elastomeric impression materials. *EAS J Dent Oral Med* 2019; 1(5):83-6. DOI: 10,36349/EASJDOM.2019.v01i05.001.
16. Rentzia A, Coleman DC, O'Donnell MJ, Dowling AH, O'Sullivan M. Disinfection procedures: Their efficacy and effect on dimensional accuracy and surface quality of an irreversible hydrocolloid impression material. *J Dent.* 2011; 39 (2): 133-140, doi: 10,1016/j.jdent.2010,11.003.
17. Goel K, Gupta R, Solanki J, Nayak M. A comparative study between microwave irradiation and sodium hypochlorite chemical disinfection: a prosthodontic view. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(4):42-46. doi: 10,7860/JCDR/2014/8578.4274.

18. Sampath Kumar Tejo, Anil G Kumar, Vivekanand S Kattimani, Priti D Desai, Sandeep Nalla and Krishna Chaitanya. A comparative evaluation of dimensional stability of three types of interocclusal recording materials- an in-vitro multi-centre study. *Face Medicine*. 2012; 8(1):27. doi: 10,1186/1746-160X-8-27. <http://www.head-face-med.com/content/8/1/27>.
19. Marica Simunovic, Zdravko Delic Accuracy of Two Condensation--Type Light Body Silicones after Setting *Acta Stomat Croat* 2001; 35(3):339-342. <https://hrcak.srce.hr/11407>.
20. Aivatzidou K, Kamalakis SN, Emmanouil I, Michalakis K, Pissiotis AL. Comparative study of dimensional stability and detail reproduction of reformulated and nonreformulated elastomeric impression materials. *Journal of Prosthodontics*. 2021 Apr; 30(4):345–50, doi: 10,1111/jopr.13248.
21. Aalaei et al. Dimensional Stability of Two Polyvinyl Siloxane Impression Materials in Different Time Intervals. *Journal of Dental Biomaterials*. 2015; 2(4):155-161.
22. Francisco Martins, Ignacio Barbero Navarro, Paulo Maurício. Dimensional Stability of a Preliminary Vinyl Polysiloxane Impression Material. *Dentistry Journal*. 2019; 7(3) :81-88. doi: [10,3390/dj7030081](https://doi.org/10.3390/dj7030081).
23. Oliveira, A.R.B, Sinhoreti, M.A.C., Amaral, M. et al. Dimensional change of impression materials for dental prosthesis using different measuring methods. *revista Matéria*, 2021; 26,(2):83-85 DOI:10,1590/s1517-707620210002.1257.
24. Ahmed Abd-Al Hamed, Safia H. El-Gharabawy, Fayza Al-Abbassy, Abd Elsalam A. Abd Elsalam. Laboratory Evaluation of Dimensional Changes of Different Elastomeric Impression Materials Using 3D Laser Scanner. *International Journal of Science and Research (IJSR)* 2016; 5(7):2064-2070 DOI: 10,21275/v5i7.
25. Gupta, M.; George, V.T.; Balakrishnan, D. A comparative evaluation of tear strength and tensile strength of autoclavable and non-autoclavable vinyl polysiloxane impression material: An in vitro study. *J. Int. Oral Health*. 2020; 12(2):153–157. DOI: [10,4103/jioh.jioh_212_19](https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_212_19).
26. Lamia Singer, Shaymaa I. Habib, Heba El Amin Shalaby, Sayed H. Saniour and Christoph Bourau. Digital assessment of properties of the three different generations of dental elastomeric impression materials. *BMC Oral Health* 2022; 22(1):379. <https://doi.org/10,1186/s12903-022-02419-4>.
27. Karaaslan G, Malkoç MA, Yildirim G, Malkoç S. Comparison of time-dependent two-dimensional and three-dimensional stability with micro-computerized tomography and wettability of three impression materials. *Niger J Clin Pract* 2018; 21(7): 912-20, doi: 10,4103/njcp.njcp_314_17.
28. Pereira JR, Murata KY, Valle AL, Ghizoni JS, Shiratori FK. Linear dimensional changes in plaster die models using different elastomeric materials. *Braz Oral Res*. 2010; 24(3):336-41. doi: 10,1590/s1806-83242010000300013.
29. Nassar U, Oko A, Adeeb S, El-Rich M, Flores-Mir C. An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period. *J Prosthet Dent* 2013; 109(3):172-8. DOI: 10,1016/S0022-3913(13)60038-4.
30. Mehta R, Dahiya A, Mahesh G, Kumar A, Wadhwa S, Duggal N, et al. Influence of delayed pours of addition silicone impressions on the dimensional accuracy of casts. *J Oral Health Community Dent* 2014; 2(8):148-53. doi: 10,4172/2376-032X.1000108.
31. Bud ES, Bocanet VI, Muntean MH, Vlăsa A, Păcurar M, Zetu IN, Soporan BI, Bud A. Extra-Oral Three-Dimensional (3D) Scanning Evaluation of Three Different Impression Materials-An In Vitro Study. *Polymers (Basel)*. 2022 Sep 5; 14(17):3678. doi: 10,3390/polym14173678.
32. Torassian, G.; Kau, C.H.; English, J.D.; Powers, J.; Bussa, H.I.; Marie Salas-Lopez, A.; Corbett, J.A. Digital models vs plaster models using alginate and alginate substitute materials. *Angle Orthod*. 2010; 80(4), 662–669. doi: 10,2319/072409-413.1.

33. Khan SA, Tushar, Nezam S, Singh P, Kumari N, Singh SS. Comparison and evaluation of linear dimensional accuracy of three elastomeric impression materials at different time intervals using vision inspection system: An in vitro study. *J Int Soc Prevent Communit Dent* 2020; 10(6):736-42. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_282_20,
34. Kamran A, Mohammad K, Khatereh J. The Effect of Different Times of Impression Preparing on Dimensional Changes of 2 Silicone Impression Materials. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 2015; 5(7):274-278,
35. Juliene C. Fonte-Boa, João Maurício L. F. Mota, Luiz Thadeu A. Poletto, et al. Condensation silicones: Do new materials really presents better dimensional stability *Acta Odontol. Latinoam.* 2011;24(1):61-65.
36. Oana Tanculescu, Vieriu Raluca-Maria, Adrian Doloca Characterization of some Condensation silicone impression materials *Bul. Inst. Polit. Iasi*, 2011; 57(4):33-46.
37. Neethu.L, Gilsa K Vasunni. Comparative Evaluation of Dimensional Stability of Three Different Elastomeric Impression Materials – An Invitro. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 2015; 14(9):89-93. DOI: 10.9790/0853-14968993.
38. Thomas W, Kumar P, Mathew S, Sarathchandran S, Jayanthi P. Effect of storage time and temperature change on the dimensional stability of polyvinyl siloxane and polyether impression materials: An in vitro study. *J NTR Univ Health Sci* 2016; 5(3):204-9. DOI:10.4103/2277-8632.191848.
39. Nouri, N.; Amini, P.; Amini, R.; Mousavi, M.; Estabragh, S.R.; Ebrahimi, A. Dimensional Accuracy of Polyvinyl Siloxane Impression Materials Considering Impression Techniques—A Literature Review. *J. Dent. Sch.* 2019;37(1):32–39. DOI:10.22037/jds.v37i1.27171.
40. Naumovski, B.; Kapushevska, B. Dimensional Stability and Accuracy of Silicone—Based Impression Materials Using Different Impression Techniques—A Literature Review. *Pril Makedon Akad Nauk Umet Odd Med. Nauki.* 2017; 38(2):131–138. . DOI: 10.1515/prilozi-2017-0031
41. Vitti, R.P.; da Silva, M.A.B.; Consani, R.L.X.; Sinhoreti, M.A.C. Dimensional Accuracy of Stone Casts Made from Silicone-Based Impression Materials and Three Impression Techniques. *Braz. Dent. J.* 2013; 24(5) 498–502. doi: 10.1590/0103-6440201302334.
42. Chidambaranathan AS, Balasubramaniam M. Comprehensive review and comparison of the disinfection techniques currently available in the literature. *J Prosthodont.* 2019; 28 (2): e849-e856. doi: 10.1111/jopr.12597.
43. Estafanous EW, Palenik CJ, Platt JA. Disinfection of bacterially contaminated hydrophilic PVS impression materials. *J Prosthodont.* 2012; 21 (1): 16-21. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00788.
44. AlZain S. Effect of 0,5% glutaraldehyde disinfection on surface wettability of elastomeric impression materials. *Saudi Dental Journal* 2019 Jan; 31(1):122-128. doi: 10.1016/j.sdentj.2018.10.002.
45. Guiraldo RD, Berger SB, Punhagui MF, Moretto TS, Lopes MB, Gonini-Júnior A, Sinhoreti MAC. Influence of chloramine-T disinfection on elastomeric impression stability. *Eur J Dent.* 2018 Apr-Jun; 12(2):232-236. doi: 10.4103/ejd.ejd_195_17
46. Monika Khatri, Sneha S. Mantri, Suryakant C. Deogade, Abhilasha Bhasin, Shivkumar Mantri, Neetu Khatri, Priyanka Jain, Deepak Chauha. Effect of Chemical Disinfection on Surface Detail Reproduction and Dimensional Stability of a New Vinyl Polyether Silicone Elastomeric Impression Material. *Contemporary Clinical Dentistry.* 2020; 11 (1):10-14. doi: 10.4103/ccd.ccd_9_19.
47. Ahila S, Subramaniam E. Comparative evaluation of dimensional stability and surface quality of gypsum casts retrieved from disinfected addition silicone impressions at various time intervals: an in vitro study. *J Dent Oral Hyg.* 2012; 4 (4): 34-43. DOI:10.5897/JDOH11.015.
48. Surendra GP, Anjum A, Babu CLS, Shetty S. Evaluation of dimensional stability of autoclavable elastomeric impression material. *J Indian Prosthodont Soc* 2011; 11(1): 63-6. DOI: 10.1007/s13191-011-0061-1
49. Stober T, Johnson GH, Schmitter M. Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. *J Prosthet Dent* 2010; 103(4): 228-39. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60035-2.

50. Lucas MG, Arioli JN, Nogueira SS, Batista AU, Pereira RD. Effect of Incorporation of Disinfectant Solutions on Setting Time, Linear Dimensional Stability, and Detail Reproduction in Dental Stone Casts. *J Prosthodont* 2009; 18(6): 521-6 DOI: 10.1111/j.1532-849X.2009.00466.x
51. Guiraldo RD, Berger SB, Siqueira RM, Grandi VH, Lopes MB, Gonini-Júnior A et al. Surface detail reproduction and dimensional accuracy of molds: influence of disinfectant solutions and elastomeric impression. *Acta Odontol Latinoam*. 2017; 30 (1): 13-18. English. PMID: 28688181.
52. Taylor. RL, Wright PS, Maryan C. Disinfection procedures: their effect on the dimensional accuracy and surface quality of irreversible hydrocolloid impression materials and gypsum casts. *Dent Mater*. 2002; 18(2):103–110, doi: 10.1016/s0109-5641(01)00027-6.
53. Amalan A, Gijnjupalli K, Upadhya N. Evaluation of properties of irreversible hydrocolloid impression materials mixed with disinfectant liquids. *Journal of Dental Research* 2013; 10(1):65-73 DOI 10.4103/1735-3327.111795.
54. Khinnavar PK, Kumar BH, Nandeeshwar DB. An in vitro study to evaluate the effect on dimensional changes of elastomers during cold sterilization. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2015; 15(2):131-137 DOI 10.4103/0972-4052.155034.
55. Amin WM, Al-Ali MH, Al Tarawneh SK, Taha ST, Saleh MW, Ereifij N. 2009. The effects of disinfectants on dimensional accuracy and surface quality of impression materials and gypsum casts. *Journal of Clinical Medicine Research* 2009; 1(2):81-89 DOI 10.4021/jocmr2009.04.1235.
56. Dapello-Zevallos, Giannina Milagros, San Miguel-Ramírez , Febré-Cuibin Kimberly Nieves Mishell, Kelvin Samuel, Deysi Albertina Gutiérrez-Obando, Pedro Luis Tinedo-López. Disinfection of dental impression materials and its effects on dimensional changes: a literature review. *Rev Odont Mex* 2021; 25 (2):154-159. <https://hdl.handle.net/20,500,14308/3811>.
57. Blalock SJ, Casteel C, Roth MT, Ferreri S, Demby KB, Shankar V. Impact of enhanced pharmacologic care on the prevention of falls: a randomized controlled trial. *Am J Geriatr Pharmacother*. 2010 Oct; 8(5):428-40, doi: 10.1016/j.amjopharm.2010.09.002.
58. Shetty, S., Kamat, G., Shetty, R., Wettability changes in polyether impression materials subjected to immersion disinfection. *Den. Res. J* 2013; 10(4):539–544. PMID: 24130593; PMCID: PMC3793421.
59. Ahila SC, Thulasingam C. Effect of disinfection on gypsum casts retrieved from addition and condensation silicone impressions disinfected by immersion and spray methods. *SRM J Res Dent Sci* 2014; 5(3):163-9. DOI: 10.4103/0976-433X.138724.
60. Saleh Saber F, Abolfazli N, Kohsoltani M. The effect of disinfection by spray atomization on dimensional accuracy of condensation silicone impressions. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2010; 4(4): 124-9. doi: [10.5681/joddd.2010.031](https://doi.org/10.5681/joddd.2010.031).
61. Martin N, Martin MV, Jedykiewicz NM. The dimensional stability of dental impression materials following immersion in disinfecting solutions. *Dent Mater*.2007; 23(6):760-8. doi: 10.1016/j.dental.2007.01.004.
62. Berhamovic, L. Emir Berhamović , Sead Redžepagić , Muhamed Ajanović Dimenzionalna stabilnost cetiri elastomerna otisna materijala dezinficirana uranjanjem u otopinu 0,5% Hlorheksidin diglukonata. *Stomatoloski vjesnik* 2012; 01:53-60, ISSN 0350-5499 UDK 616.31.
63. Maria João Azevedo, Inês Correia, Ana Portela, Benedita Sampaio-Maia. A simple and effective method for addition silicone impression disinfection. *J Adv Prosthodont*. 2019 ; 11(3): 155–161. doi:10.4047/jap.2019.11.3.155.
64. Nassar U, Chow AK. Surface detail reproduction and effect of disinfectant an long-term storage on the dimensional stability of a novel vinyl polyether silicone impression material. *Journal of Prosthodontics* 2015; 24(6):494-498 DOI 10.1111/jopr.12244.

65. Duseja S, Shah RJ, Shah DS, Duseja S. Dimensional measurement accuracy of recent polyether and addition silicone monophase impression materials after immersion in various disinfectants: An in vitro study. *Int. J Health Biomed Res.* 2014; 2(4):87–97. www.ijhbr.com ISSN: 2319-7072.
66. Queiroz DA, Peçanha MM, Neves AC, Frizzera F, Tonetto MR, Silva-Concilio LR. Influence of disinfection with peracetic acid and hypochlorite in dimensional alterations of casts obtained from addition silicone and polyether impressions. *J Contemp Dent Pract.* 2013; 14(6):1100–1105. PMID: 24858758.
67. Francisko Martins, Patricia Branco, Jose Reis, Ignacio Barbero Navarro, Paulo Mauricio. Dimensional stability of two impression materials after a 6-month storage period. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica* . 2017; 3(1):84-91. doi: [10.1080/23337931.2017.1401933](https://doi.org/10.1080/23337931.2017.1401933).
68. Radka Vrbova, Pavel Bradna, Martin Bartos and Adela Roubickova. The effect of disinfectants on the accuracy, quality and surface structure of impression materials and gypsum casts: A comparative study using light microscopy, scanning electron microscopy and micro computed tomography. *Dent Mater J.* 2020; 39(3): 500–508. doi: 10.4012/dmj.2019-065.
69. Soganci G, Cinar D, Caglar A, Yagi A. 3D evaluation of the effect of disinfectants on dimensional accuracy and stability of two elastomeric impression materials. *Dent Mater J.* 2018; 37(4):675-684. doi: 10.4012/dmj.2017-097.
70. Hiraguchi, H, Iwasaki Y, Iwasaki E, Kikuchi H, Hirose, H, Yoneyama T. Dimensional changes in stone models simulating full crown preparations with adjacent teeth resulting from long-term immersion of medium-viscosity addition-type silicone rubber impressions in disinfectant solutions . *Dent Mater J.* 2015; 34(1):48-53. doi: 10.4012/dmj.2014-186.
71. Ghasemi E, Fathi AH, Parvizinia S. Effect of Three Disinfectants on Dimensional Changes of Different Impression Materials. *J Iran Dent Assoc.* 2019; 31(3): 169-176. DOI: jidai.31.3.169
72. Noorhayati Raja Mohd, Ros Anita Omar, Enas Abdalla Etaju. Dimensional Stability of Elastomeric Impression Material After Disinfection Via Immersion and Microwave Irradiation. *The Open Dentistry Journal.* 2021;15(1):658-663. <https://doi.org/10.2174/1874210602115010658>.
73. Nimonkar SV, Belkhode VM, Godbole SR, Nimonkar PV, Dahane T, Sathe S. Comparative Evaluation of the Effect of Chemical Disinfectants and Ultraviolet Disinfection on Dimensional Stability of the Polyvinyl Siloxane Impressions. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2019; 9(2):152-158. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_406_18.
74. Jyothy, J. R., Suvvati, P., Thandava, M., Bhatt, L., Satpathy, S., & Chauhan, M. S. Evaluations of dimensional changes after disinfection of elastomeric impression materials with Ozone water, sodium hypochlorite and autoclave method. *International Journal of Health Sciences,* 2022; 6(S3):4494–4499. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.6884>.
75. Sowjanya Devi K, Chalapathi Kumar H, Pottam SR, Sneha P. Comparative evaluation of accuracy and surface roughness of two different elastomeric impression materials before and after autoclaving an in vitro study. *MJDS.* 2019; 4(2):7-15.
76. Kandasamy B, Sharma P, Reddy RN, Rajkumar G, Karthikeyan S, Santhakumari S. Comparative Assessment of Sodium Hypochlorite, UV Radiation, Aloe Vera and Microwave Irradiation for Disinfection of Impression Materials. *Int J Cur Res Rev.* 2021; 13(5): S35-S38. doi.org/10.31782/IJCRR.2021.SP148.
77. Vatsal A, Prasad S, Deepmala S, Patil A, Sulochana K, DP Shruthi. Comparative evaluation of dimensional changes of elastomeric impression materials after disinfection with glutaraldehyde and microwave irradiation. *J Int Oral Health* 2015; 7(12):44-46. PDF (www.ispcd.org) V7I12A9.
78. Sohaila A. Abdelhameed, Yousreya A. Shalaby, Mohamed T. El Halawani COMPARATIVE ASSESSMENT OF DIMENSIONAL STABILITY OF ADDITION SILICONE IMPRESSION UNDER THE EFFECT OF DISINFECTION MATERIALS *Alexandria Dental Journal.* 2021, Volume 47 Issue 2 Section B, 140-146. DOI: 10.21608/adjalexu.2021.69456.1173.

79. Kuei-ling Hsu. 3D cone-beam C.T. imaging used to determine the effect of disinfection protocols on the dimensional stability of full arch impressions. *Saudi Dent J.* 2021 Nov; 33(7): 453–461. doi: 10.1016/j.sdentj.2020.12.001.
80. Ud Din Su, Sajid M, Saeed A, Chaudhary FA, Alam MK, Sarfraz J, Ahmed B, Patel M.. Dimensional changes of commercial and novel polyvinyl siloxane impression materials following sodium hypochlorite disinfection. *PeerJ* 2022; 28(10):e12812 DOI 10.7717/peerj.12812.
81. A.S.Mahalakshmi, Vidhya Jeyapalan, Vallabh Mahadevan, Chitra Shankar Krishnan, N. S. Azhagarasan,, Hariharan Ramakrishnan. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019 Jan-Mar; 19(1):33–41. doi: 10.4103/jips.jips72_18.
82. Sinobad T, Obradovic-Djuricic K, Nikolic Z, Dodic S, Lazic L, Vladimir Sinobad, Jesenko-Rokvic A. The effect of disinfectants on dimensional stability of addition and condensation silicone impressions. *Vojnosanit Pregl.* 2014; 71(3): 251–258. DOI: 10.2298/vsp120709037s.
83. Hatice Özdemir, Kader Azlağ Pekince Evaluation of the effect of storage time and disinfectant solutions on the dimensional accuracy of impression materials with digital radiography *Dent Med Probl.* 2019 Jan-Mar;56(1):67-74. doi: 10.17219/dmp/101649.
84. Kamble SS, Khandeparker RV, Somasundaram P, Raghav S, Babaji RP, Varghese TJ. Comparative Evaluation of Dimensional Accuracy of Elastomeric Impression Materials when Treated with Autoclave, Microwave, and Chemical Disinfection. *J Int Oral Health.* 2015 Sep; 7(9):22-4. PMID: 26435611; PMCID: PMC4589713.
85. Brian J. Millar, Sanjukta Deb. Effect of Autoclave Sterilisation on the Dimensional Stability and Tear Strength of Three Silicone Impression Materials. *Open Journal of Stomatology* 2014; 04 (12):518-526. DOI:10.4236/ojst.2014.412069.
86. Godbole SR, Dahane TM, Patidar NA, Nimonkar SV. "Evaluation of the Effect of Ultraviolet Disinfection on Dimensional Stability of the Polyvinyl Siloxane Impressions." an in-Vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2014; 8(9):73-6. doi: 10.7860/JCDR/2014/8461.4875.
87. Cintia Iara Oda Carvalhal, José Antônio Nunes de Mello, Lourenço Correr Sobrinho, Américo Bertolazzo Correr Mário Alexandre Coelho Sinhoret. Dimensional Change of Elastomeric Materials after Immersion in Disinfectant Solutions for Different Times. *J Contemp Dent Pract* 2011; 12 (4):252-258. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1043.
88. Kalantari MH, Malekzadeh A, Emami A. The effect of disinfection with sodium hypochlorite 0,5% on dimensional stability of condensation silicone impression materials of speedex and irasil. *J Dent (Shiraz).* 2014 Sep; 15(3):98-103. PMID: 25191657; PMCID: PMC4149900,
89. Sibel Dikicier The effect of current infection control procedures and application times on the dimensional stability of dental impression materials. *Gulhane Med J* 2023;65(1):56-62. DOI: 10.4274/gulhane.galenos.2022.06332.
90. Alam M, Amini P, Ghaffarpasand A, Dalooei NK, Hadi A, Abbasi K. Effect of Surfosept and Deconex® 53 Disinfectant Agents on the Accuracy and Dimensional Stability of Panasil Dental Impression Materials: An Experimental Study. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2021 Oct 21;2021:1248531. doi: 10.1155/2021/1248531.
91. Yousief SA, Alzahrani KT, Alhuwairini SM, Alharbi FY, Eissa DA, Almojaddidi SM et al. The Effects of Chemical Disinfection on Dimensional Stability among Different Type of Impression Addition Silicon Materials. *International Journal of Innovative Research in Medical Science,* 2020; 5(12), 645–649. DOI:10.23958/ijirms/vol05-i12/1029.
92. Pandey P, Mantri S, Bhasin A, Deogade SC. Mechanical properties of a new vinyl polyether silicone in comparison to vinyl polysiloxane and polyether elastomeric impression materials. *Contemp Clin Dent.* 2019; 10(2):203–207. doi: 10.4103/ccd.ccd_324_18.

93. Gothwal G, Meena S, Padiyar UN, Sharma HK, Kaurani P, Singh DP. Comparative evaluation of elastic recovery of three different elastomeric impression materials on chemical disinfection and autoclaving: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019; 19(4):345-52. doi: 10.4103/jips.jips_277_19.
94. Leonardo de Cesero, Lígia Maria Nogarett, Eduardo Gonçalves Mota, Lisiane Martins Fracasso Influence of Elastic Recovery Time on the Dimensional Stability of Polydimethylsiloxane (PDS) *Polímeros* 2013;23(4):473-476. doi.org/10.4322/polimeros.2013.012
95. Nathaniel Lawson, John O Burgess, Mark S Litaker Tensile elastic recovery of elastomeric impression materials *The Journal of prosthetic dentistry* 2008;100(1):29-33. DOI:10.1016/S0022-3913(08)60131-6.
96. Kotha SB, Ramakrishnaiah R, Devang Divakar D, Celur SL, Qasim S, Matinlinna JP. Effect of disinfection and sterilization on the tensile strength, surface roughness, and wettability of elastomers. *J Investig Clin Dent.* 2017 Nov; 8(4). doi: 10.1111/jicd.12244.
97. Mohammed D. H, Fatalla A. A, Jani G. H. Comparison of Some Mechanical and Physical Properties of Three Types of Impression Materials with Implant Angulations. *Biomed Pharmacol J* 2018; 11(3):1359-1368. doi.org/10.13005/bpj/1499.
98. Guntupalli Y, Ganesh SB, Jayalakshmi S. Effect of disinfectants on the tear strength of addition silicone impression material—An in vitro study. *J AdvPharm Technol Res*2022;13(2):458-61. doi: 10.4103/japtr.japtr_270_22.
99. Shetty V, Sharma A, Mishra S. Comparison of tensile and tear strength of three silicone materials for maxillofacial prosthesis in Indian climatic condition. *J Interdiscip Dentistry* 2020;10(3):105-10, DOI:10.4103/jid.jid_41_20.
100. Yagthan Mohammed Haider, Norehan Mokhtar and Zubaida TariqNajim. Effect of Different Viscosity and Tear Strength of Polyvinyl Siloxane Impression Material on the Accuracy of Dental Implant Impressions. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 2018, 7(12): 101-109. https://doi.org/10.26452/ijrps.v9i4.1618.
101. Joanna Wezgowiec, Anna Paradowska-Stolarz, Andrzej Malysa, Sylwia Orzesze, Piotr Seweryn, Mieszko Wieckiewicz. Effects of Various Disinfection Methods on the Material Properties of Silicone Dental Impressions of Different Types and Viscosities. *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 23(18):10859. https://doi.org/10.3390/ijms231810859.
102. T. A. Hamalian, E. Nasr, and J. J. Chidiac, Impression materials in fixed prosthodontics: influence of choice on clinical procedure. *Journal of Prosthodontics.* 2011;20 (2):153–160, doi: 10.1111/j.1532-849X.2010.00673.x.
103. Perna Agrawal, Mahendra Dave, Purvi Dhariwal, Anurag Jindal, Furkan Ahmed Khan, Dr. Jay Dondani. Influence of Extended Setting Time On Permanent Deformation Of Elastomeric Impression Materials: An In Vitro Study. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine.*2020; 07(1):8557-8563. ISSN 2515-8260,
104. Shetaa MS, El-Shorbagyb ZA, Abdel Karima UM, Abd-Allab S. Laboratory comparative study of wettability, dimensional changes, flexibility and tear resistance of two recent elastomeric impression materials. *Tanta Dent J.*2017; 14(2):89-95. DOI:10.4103/tdj.tdj_8_17.
105. Usama Nassar, Faraz Tavoossi, Yan Wen Pan, Nathan Milavong-Viravongsa, Giseon Heo, John A. Nychka. Comparison of the contact angle of water on set elastomeric impression materials. *J can dent assoc.* 2018;84:i6. ISSN-1488-2159.
106. Rameshbabu AO, Chandrasekaran D, Mariappan S, Ramadoss S, Badimela A, Krishnaswamy A. Comparative Evaluation of Wettability at Various Stages of Working Time for Light Body and Medium Body Consistencies of Three Elastomeric Impression Materials. *J Pharm Bioallied Sci.* 2022 Jul; 14(1):S135-S139. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_857_21.
107. Anna Theocharidou, Konstantinos Tzimas, Kosmas Tolidis, Dimitrios Tortopidis. Evaluation of Elastomeric Impression Materials Hydrophilicity: An in vitro Study *Acta stomatol Croat.*2021;55(3):256263 .DOI:10.15644/asc55/3/3.

108. I.Zgura. Assessment of the Impression materials by investigation of the Hydrophilicity. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures 2010; 5(3):749 – 755. <https://www.researchgate.net/publication/26641697>.
109. Jagadeesh KN. A Comparative Study to Determine the Wettability and Castability of Different Elastomeric Impression Materials. J Contemp Dent Pract 2012; 13(3):356-363.
110. Menees TS, Radhakrishnan R, Ramp LC, Burgess JO, Lawson NC. Contact angle of unset elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 2015; 114(4):536-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.05.00
111. Al-Jubori S H. An in vitro study to evaluate the effect of two disinfectant solutions on wettability of three elastomeric impression materials. Al-Rafidain Dent J. 2011; 11(2): 357 –363. doi: 10.33899/rden.2011.45463
112. Suha Fadhil Dulaimi. The effect of disinfection procedure and storage on wettability of hydrophilized condensation silicone impression materials MDJ 2016; 13 (1):11-18. DOI: <https://doi.org/10.32828/mdj.v13i1.791>
113. Lad PP, Gurjar M, Gunda S, Gurjar V, Rao NK. The effect of disinfectants and a surface wetting agent on the wettability of elastomeric impression materials: An in vitro study. J Int Oral Health 2015; 7(6):80-83. PMID: 26124605; PMCID: PMC4479779.
114. Blalock, J.S., Cooper, J.R., Rueggeberg, F.A., The effect of chlorine-based disinfectant on wettability of a vinyl polysiloxane impression material. J. Prosthet. Dent. 2010; 104(5):333–341. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60151-5
115. Cifter et al. In vitro study of effects of aging and processing conditions on colour change in maxillofacial silicone elastomers. BMC Oral Health. 2019;19:122. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0798>
116. K Stathi, P A Tarantili, G Polyzois. The effect of accelerated ageing on performance properties of addition type silicone biomaterials. J Mater Sci Mater Med . 2010; 21(5):1403-11. doi: 10.1007/s10856-010-3991-y.
117. Merve Bankoğlu Güngör, Seçil Karakoca Nemli, Bilge Turhan Bal, Yeliz Kaşko Arıcı. Effect of ultraviolet protective agents on maxillofacial silicone elastomer, part 2: Mechanical properties after artificial aging. J Prosthet Dent 2023; 129(4):658-668. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.06.032.
118. Kashi et al. Mechanical, Thermal, and Morphological Behavior of Silicone Rubber during Accelerated Aging. Polymer - Plastics Technology and Engineering. 2018; 57(5):1-10, DOI: [10.1080/03602559.2017.1419487](https://doi.org/10.1080/03602559.2017.1419487).
119. Goiato MC, Haddad MF, Pesqueira AA, Moreno A, Dos Santos DM, Bannwart LC. Effect of chemical disinfection and accelerated aging on color stability of maxillofacial silicone with opacifiers. J Prosthodont. 2011 Oct; 20(7):566-9. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00755.x. 130,
120. Panagiota Griniari, Gregory Polyzois, Triantafillos Papadopoulos. Color and structural changes of a maxillofacial elastomer: the effects of accelerated photoaging, disinfection and type of pigments Appl Biomater Funct Mater 2015; 13(2): e87-e91. DOI: 10.5301/jabfm.5000229.
121. Yazdan Mehr M, Van Driel W, De Buyl F, Zhang K. Study on the Degradation of Optical Silicone Exposed to Harsh Environments. Materials. 2018; 11(8):1305. <https://doi.org/10.3390/ma11081305>.
122. Kaczmarek K, Leniart A, Lapinska B, Skrzypek S, Lukomska-Szymanska M. Selected Spectroscopic Techniques for Surface Analysis of Dental Materials: A Narrative Review. Materials (Basel). 2021 May 17; 14(10):2624. doi: 10.3390/ma14102624.
123. <https://www.iso.org> standard ISO 4823:2021- Dentistry—Elastomeric impression and bite registration materials (Edition 5, 2021) .
124. <https://www.iso.org> standard ISO 37:2017-Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of tensile stress-strain properties Withdrawn (Edition 6, 2017).

125. Donovan TE, Chee WW. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am.* 2004; 48:445-70, doi: 10,1016/j.cden.2003.12.014.
126. Marya CM, Shukla P, Dahiya V, Jnaneswar A. Current status of disinfection of dental impressions in Indian dental colleges: a cause of concern. *J Infect Dev Ctries.* 2011 Nov 15;5(11):776-80, doi: 10,3855/jidc.1652.
127. Peng X, Xu X, Li Y, Cheng L, Zhou X, Ren B. Transmission routes of 2019-nCoV and controls in dental practice. *Int J Oral Sci.* 2020;12(1):9. doi: 10,1038/s41368-020-0075-9.
128. Demajo JK, Cassar V, Farrugia C, Millan-Sango D, Sammut C, Valdramidis V, Camilleri J. Effectiveness of Disinfectants on Antimicrobial and Physical Properties of Dental Impression Materials. *Int J Prosthodont.* 2016 Jan-Feb;29(1):63-7. doi: 10,11607/ijp.4358.
129. Memarian M, Fazeli MR, Jamalifar H, Azimnejad A. Disinfection Efficiency of Irreversible Hydrocolloid Impressions Using Different Concentrations of Sodium Hypochlorite: A Pilot Study. *J Contemp Dent Pract* 2007 May;8(4):027-034. PMID: 17486184.
130. Damla KARA, Burcu GÜNAL IN VITRO EVALUATION OF THE EFFECT OF DISINFECTION PROCEDURES ON DIMENSIONAL STABILITY OF ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS *J Dent Fac Atatürk Unİ* 2019;29(1):12-19
131. Kronstrom MH, Johnson GH, Hompesch RW. Accuracy of a new ring-opening metathesis elastomeric dental impression material with spray and immersion disinfection. *J Prosthet Dent.* 2010;103(1):23-30, DOI: 10,1016/S0022-3913(09)60210-9.
132. Michalakis KX, Bakopoulou A, Hirayama H, Garefis DP, Garefi PD. Pre- and -set hydrophilicity of elastomeric impression materials. *J Prosthodont.* 2007;16: 238-248.
133. Mantena SR, Mohd I, Dev KP, Suresh Sajjan MC, Ramaraju AV, Bheemalingeswara Rao D. Disinfection of Impression Materials: A Comprehensive Review of Disinfection Methods. *Int J Dent Mater.* 2019; 1(1): 07-16. DOI:http://dx.doi.org/10,37983/IJDM.2019.1102.
134. Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol science.* 2006;11(4):147-57. doi: 10,4265/bio.11.147.
135. Kotsiomi E, Tziella A, Hatjivasilou K. Accuracy and stability of impression materials subjected to chemical disinfection - a literature review. *J Oral Rehabil.* 2008 Apr;35(4):291-9. doi: 10,1111/j.1365-2842.2007.01771.x. PMID: 18321265.
136. Nassar U, Flores-Mir C, Heo G, Torrealba Y. 2017. The effect of prolonged storage and disinfection on the dimensional stability of 5 vinyl polyether silicone impression materials. *The Journal of Advanced Prosthodontics* 9:182_187 DOI 10,4047/jap.2017.9.3.182.
137. Walker MP, Rondeau M, Petrie C, Tasca A, Williams K. Surface quality and long-term dimensional stability of current elastomeric impression materials after disinfection. *J Prosthodont.* 2007 Sep-Oct;16(5):343-51. doi: 10,1111/j.1532-849X.2007.00206.
138. U. Varalakshmi, D. Sudha Madhuri, Siddharth Swarup, Udayagiri Madhusudhana Rao, Dharam Hinduja, Sunke Anuradha. The effect of disinfectants on dimensional stability of addition and condensation silicone impressions *Eur. Chem. Bull.* 2023, 12(Special Issue 6), 4878 – 4882.
139. Mohammed Sana, Sumeet Sharma, D Jyothi Rizwanulla Y.Chandra Mouli EVALUATION OF SURFACE QUALITY AND DIMENSIONAL ACCURACY OF ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS AFTER VARIOUS DISINFECTION PROTOCOLS *International Journal of Scientific Research* 2021;10 (08): 60-62 . DOI : 10,36106/ijsr.
140. Almortadi N, Chadwick RG. Disinfection of dental impressions - compliance to accepted standards. *Br Dent J* 2010; 209(12): 607-11. doi: 10,1038/sj.bdj.2010,1134.
141. Melilli D, Rallo A, Cassaro A, Pizzo G. The effect of immersion disinfection procedures on dimensional stability of two elastomeric impression materials. *J Oral Sci* 2008; 50(4): 441-446. doi: 10,2334/josnurd.50,441.

142. Almuraikhi T. Effect of Disinfectants on Dimensional Stability of Two Elastomeric Impression Materials: An In Vitro Study. *World Journal of Dentistry*, 2022, № 5, p. 489-492. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-2068>.
143. Matyas J, Dao N, Caputo AA, Lucatoro FM. Effects of disinfectants on dimensional accuracy of impression materials. *J Prosthet Dent* 1990; 64:25-31. doi: 10.1016/0022-3913(90)90148-6.
144. Fariba Emadian Razavi , Marjan Rahimi Effect of Disinfection Procedures of Condensation Silicone Materials on the Dimensional Stability of Gypsum Dye *J Mash Dent Sch* 2022; 46(1): 58-64.
145. Kar S, Tripathi A, Singh J, Ramkumar J. Comparison of dimensional accuracy of elastomeric impression materials using 3D laser scanner. *Med J Armed Forces India*. 2022 Sep;78(Suppl 1):S55-S60, doi:10.1016/j.mjafi.2021.05.019.
146. Monteiro, JB., Garcia, CR., Salgado, IO., Chaves-Netto, HDM. Evaluation of the linear dimension of silicones by condensation through the measurement of coordinates in three dimensions *Acta odontologica Venecolana* 2015; 53(3):3.
147. Marković, et al. The dimensional stability of elastomeric dental impression materials *Contemporary Materials*, 2012; 3(1): 105- 110,
148. Amini P, Rahpeyma A, Hejazi M. Comparative analysis of dimensional accuracy of two types of silicone impression materials: Optosil and Elite-HD. *J Dent Mater Tech* 2017; 6(1): 1-6.
149. Faria AC, Rodrigues RC, Macedo AP, Mattos Mda G, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Braz Oral Res*. 2008 Oct-Dec; 22(4):293-8. DOI: 10.1590/s1806-83242008000400002
150. Faruk Emir, Simel Ayyildiz, Bulent Piskin, Cumhuri Sipahi Volumetric Evaluation and three-dimensional accuracy of different elastomeric impression materials *Measurement* 2018;127:436-44. DOI:10.1016/j.measurement.2018.06.002.
151. McCabe, A. W.G. Walls, *Applied dental materials*, Blackwell Publishing (2008) 167–172.
152. Rodriguez JM, Bartlett DW. The dimensional stability of impression materials and its effect on in vitro tooth wear studies. *Dent Mater*. 2011 Mar;27(3):253-8. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.010,
153. Wadhvani CP, Johnson GH, Lepe X, Raigrodski AJ. Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2005 Jun;93(6):530-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2005.03.007.
154. Faria AC, Rodrigues RC, Macedo AP, Mattos Mda G, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Braz Oral Res*. 2008 Oct-Dec;22(4):293-8. doi: 10.1590/s1806-83242008000400002.
155. Payam, Z.; Sahba, R. Impression materials for dental prosthesis. In *Advanced Dental Biomaterials*; Elsevier: New York, NY, USA, 2019; p. 207. [Google Scholar](#)
156. Jaiane Bandoli Monteiro, Lisseth, Patrícia Cláudio Contreras, Thaiana Damasceno Cunha, Luís Paulo Vasconcelos de Castro Leite, Jalon de Moraes Vieira, Ivone de Oliveira Salgado Dimensional accuracy of a condensation silicone: comparison of storage time and measurement method *Odontol. Sanmarquina* 2018; 21(4): 288-295 <http://dx.doi.org/10.15381/os.v21i4.15556>.
157. Mondon M, Ziegler C. Changes in water contact angle during the first phase of setting of dental impression. *J Prosthodont*. 2003;16:49–53. PMID: 12675455.
158. Kanehira, M., Finger, W.J. and Endo, T. Volatilization of components from and water absorption of polyether impressions. *J. Dent.*, 2005; 34(2):134.138. doi: 10.1016/j.jdent.2005.05.003.
159. Din SU, Noor N, Humayoun S, Khalid S, Parker S, Patel M.. Tensile strength of novel experimental hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials compared to control and commercial VPS impression materials. *Journal of Islamabad Medical & College* 2018 ; 7(1):67-72. doi: [10.1155/2022/1703869](https://doi.org/10.1155/2022/1703869)

160. Saeed A, Zahid S, Sajid M, Din SUd, Alam MK, Chaudhary FA, Kaleem M, Alswairki HJ, Abutayyem H. Physico-mechanical properties of commercially available tissue conditioner modified with synthesized chitosan oligosaccharide. *Polymers* 2022; 14(6):1233 doi.org/10.3390/polym14061233.
161. Ahmad, S., Tredwin, C.J., Nesbit, M. and Moles, D. Effect of Immersion Disinfection with Perform-ID on Alginate, an Alginate Alternative, an Addition-Cured Silicone and Resultant Type III Gypsum Casts. *British Dental Journal*, 2007; 202:E1-7 DOI: 10.1038/bdj.2006.120 .
162. Lu H, Nguyen B, Powers JM. Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 2004; 92:151-4. doi: 10.1016/j.prosdent.2004.05.016
163. Leonardo de Cesero, LÍgia Maria Nogarett, Eduardo Gonçalves Mota, Lisiane Martins Fracasso Influence of Elastic Recovery Time on the Dimensional Stability of Polydimethylsiloxane (PDS) *Polímeros* 2013;23(4):473-476. <http://dx.doi.org/10.4322/polimeros.2013.012>
164. Singer L, Bourauel C, Habib SI, Shalaby HE-A, Saniour SH. 2022. Tear strength and elastic recovery of new generation hybrid elastomeric impression material: a comparative study. *BMC Research Notes* 15:1 DOI 10.1186/s13104-021-05885-1.
165. Balkenhol M, Haunschild S, Erbe C, Wöstmann B. Influence of prolonged setting time on permanent deformation of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2010 May;103(5):288-94. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60060-1.
166. Din SU, Khattak O, Chaudhary FA, Saeed A, Iqbal A, Syed J, Kensara AA, Alsharari T, Mustafa M, Sultan SE, Patel M.. Comparison of the elastic recovery and strain-in-compression of commercial and novel vinyl polysiloxane impression materials incorporating a novel crosslinking agent and a surfactant. *PeerJ* 2023,11:e15677 <http://doi.org/10.7717/peerj.15677>.
167. Din SU , Parker S, Braden M, Patel M. 2018b. The effects of cross-linking agent and surfactant on the tear strength of novel vinyl polysiloxane impression materials. *Dental materials* . 2018; 34(12):e334-e343. doi: 10.1016/j.dental.2018.09.010,
168. Pitel ML. Successful impression taking. First time. Everytime. 1st ed. Armonk, NY: Heraeus Kulzer; 2005. <https://www.durodent.com.au> > Kulzer > Impression.
169. Shen C. Impression materials. In: Anusavice KJ, editor. *Philips' Science of Dental Materials*. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2003.p. 224-31.
170. Helvey GA. 2011. Elastomeric impression materials: factors to consider. *Compend Contin Educ Dent* 2011;32(8):57-59. PMID: 22073812.
171. Mohammed Ayedh Alqahtani Decontamination of a siloxane impression material by using 5-aminolevulinic acid activated by photodynamic therapy, microwave irradiation, and hydrogen peroxide *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* Volume 38, June 2022, 102867 <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.102867>
172. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials*. 13th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2012. pp. 286–96. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-65754-3>
173. Shetty RM, Bhandari RG, Mehta D. Vinyl poly siloxane ether: A breakthrough elastomeric impression materials. *World J Dent* 2014;5:134-7. 10.5005/jp-journals-10015-1274.
174. Pandey A, Mehtra A. Comparative study of dimensional stability and accuracy of various elastomeric materials. *J Dent Med Sci* 2014 ;13:40-5. . DOI:[10.9790/0853-13354045](https://doi.org/10.9790/0853-13354045)
175. Tabesh M, Alikhasi M, Siadat H. A comparison of implant impression precision: Different materials and techniques. *J Clin Exp Dent* 2018; 10:e151-7. doi: 10.4317/jced.54457
176. Walker MP, Alderman N, Petrie CS, McGuire J. Correlation of impression removal force with elastomeric impression material rigidity and hardness. *J Prosthodont* 2013; 22:362–366. . doi: 10.1111/jopr.12011.

177. Lawson NC, Burgess JO, Litaker MS. Tear strength of five elastomeric impression materials at two setting times and two tearing rates. *J Esthet Restor Dent* 2008; 20:186–194. doi: 10,1111/j.1708-8240,2008.00176.x.
178. Lawson NC, Burgess JO, Litaker MS. Tensile elastic recovery of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2008;100(1):29-33. doi: 10,1016/S0022-3913(08)60131-6.
179. Meincke, D.K.; Ogliari, A.D.O.; Ogliari, F.A. Influence of different fillers on the properties of an experimental vinyl polysiloxane. *Braz. Oral Res.* 2016, 30, 1–10, doi: 10,1590/1807-3107BOR-2016.vol30,0036.
180. Dino Re., De Angelis F, Augusti G, Augusti D, Caputi S, D'Amario M, D'Arcangelo C. Mechanical Properties of Elastomeric Impression Materials: An In Vitro Comparison. *Int J Dent*. 2015;2015:428286. doi: 10,1155/2015/428286.
181. Burgess JO. Impression material basics. *Inside Dentistry*. 2005; 1(1):30-33.
182. Apinsathanon P, Bhattarai BP, Suphangul S, Wongsirichat N, Aimjirakul N. Penetration and Tensile Strength of Various Impression Materials of Vinylsiloxanether, Polyether, and Polyvinylsiloxane Impression Materials. *Eur J Dent*. 2022 May; 16(2):339-345. doi: 10,1055/s-0041-1735793.
183. Din SU, Parker S, Braden M, Patel M. 2018b. The effects of cross-linking agent and surfactant on the tear strength of novel vinyl polysiloxane impression materials. *Dental materials* . 2018; 34(12):e334-e343. doi: 10,1016/j.dental.2018.09.010,
184. Kršek H, Dulčić N. Functional Impressions in Complete Denture and Overdenture Treatment. *Acta Stomatol Croat*. 2015 Mar; 49(1):45-53. doi: 10,15644/asc49/1/6.
185. Tasopoulos T, Kouveliotis G, Polyzois G, Karathanasi V. Fabrication of a 3D Printing Definitive Obturator Prosthesis: a Clinical Report. *Acta Stomatol Croat*. 2017 Mar; 51(1):53-58. doi: 10,15644/asc49/1/6.
186. Din SU, Parker S, Braden M, Tomlins P, Patel M. Experimental hydrophilic vinyl polysiloxane (VPS) impression materials incorporating a novel surfactant compared with commercial VPS. *Dental Materials*2017.; 33(8):e301-e309. doi: 10,1016/j.dental.2017.04.012.
187. Ozdogan A, Ozmen MF. Effect of Two Different Disinfectant Agents on Wettability of Elastomeric Impression Materials. *J Dent Mater Tech* 2020; 9(3): 130-138.
188. Laurén, S. "How To Measure Surface Free Energy?". [blog.biolinscientific.com](https://www.biolinscientific.com/blog/owrk-method-owens-wendt-rabel-and-kaelble-model). Biolin Scientific. Retrieved 2019-12-31. <https://www.biolinscientific.com/blog/owrk-method-owens-wendt-rabel-and-kaelble-model>.
189. Lee DY, Oh YI, Chung KH, et al. Mechanism study on surface activation of surfactant-modified polyvinyl siloxane impression materials. *J Applied Polymer Sci*. 2004; 92(4):2395-2401. . DOI:10,1002/app.20177.
190. Punj A, Bompolaki D, Garaicoa J. Dental Impression Materials and Techniques. *Dent Clin North Am*. 2017 Oct;61(4):779-796. doi: 10,1016/j.cden.2017.06.004190,
191. Yuan Y, Lee TR, Gianangelo B, et al. Contact angle and wetting properties. In: *Surface Science Techniques*. 2013; 11(2):3–34. DOI 10,1007/978-3-642-34243-1_1,
192. Balkenhol M, Haunschild S, Lochnit G, Wöstmann B. Surfactant release from hydrophilized vinylpolysiloxanes. *J Dent Res*. 2009; 88(7):668-672. doi: 10,1177/0022034509339721.
193. Kanehira M, Finger WJ, Komatsu M. Surface detail reproduction with new elastomeric dental impression materials. *Quintessence Int*. 2007; 38(6):479-488. PMID: 17625631.
194. Vijaya Kumar R , M Viswambaran ,RK Dhiman COMPARATIVE STUDY ON THE EFFECT OF FOUR DISINFECTANT SOLUTIONS ON WETTABILITY OF ELASTOMERIC IMPRESSION: AN IN-VITRO STUDY *JETIR* August 2018; 5(8):1055-1063. www.jetir.org (ISSN-2349-5162).

195. Hiraguchi H, Kaketani M, Hirosei H, Kikuchi H, Yoneyama T. Dimensional changes in stone casts resulting from long-term immersion of addition-type silicone rubber impressions in disinfectant solutions. *Dent Mater* 2013; 32(3):361–366. doi: 10.4012/dmj.2012-159.
196. Fulsundar PD, More V, Bhadekar R, et al. Comparative Evaluation of Ozonated Water and 0.5% Sodium Hypochlorite for their Effect of Disinfection and Surface Wettability on Polyvinyl Siloxane Impression Material. *World J Dent* 2022; 13 (S-1):S3–S7. DOI:10.5005/jp-journals-10015-2130.
197. Enkling N, Bayer S, Jöhren P, Mericske-Stern R. Vinylsiloxanether: a new impression material. Clinical study of implant impressions with vinylsiloxanether versus polyether materials. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Mar; 14(1):144-51. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00240.x
198. Marcinkowska-Gapińska A, Linkowska-Świdzińska K, Świdziński T, Surdacka A. Rheological parameters of saliva in comparison with taste examination. *Biorheology*. 2018; 55(1):51-60, doi: 10.3233/BIR-180171.
199. Hanan Abdul-Rahman Khalaf, Basima M. Ali Hussein Effect of certain disinfecting solutions and surfactant on the wettability of silicone rubber impression materials *MDJ* 2012; 9(1):48-54. DOI:https://doi.org/10.32828/mdj.v9i1.241
200. Panagiota Griniari, Gregory Polyzois, Triantafillos Papadopoulos Color and structural changes of a maxillofacial elastomer: the effects of accelerated photoaging, disinfection and type of pigments *Appl Biomater Funct Mater* 2015; 13(2): e87-e91. DOI: 10.5301/jabfm.5000229.
201. Mahomed A, Hukins DW, Kukureka SN. Effect of accelerated aging on the viscoelastic properties of a medical grade silicone. *Biomed Mater Eng*. 2015; 25(4):415-23. doi: 10.3233/BME-151538..
202. Eleni PN, Katsavou I, Krokida MK, Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic elastomers after artificial weathering. *Dent Res J* 2008; 5(2): 71-9. <<http://drj.mui.ac.ir/index.php/drj/article/view/54>>.
203. Yi CF, Shi Q, Liang PS. Effect of UV Radiation on HTV-Silicon Rubber under Different Humidity. *AMR* 2014; 986–987:55–8. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.986-987.55>.
204. Derchi G, Manca E, Shayganpour A, Barone A, Diaspro A, Salerno M. Combined Characterization of the Time Response of Impression Materials via Traditional and FTIR Measurements. *Materials*. 2015; 8(5):2387-2399. <https://doi.org/10.3390/ma8052387>.
205. Zhang Z, Liang T, Jiang Z, Jiang X, Hu J, Pang G. Application of Infrared Spectroscopy in Research on Aging of Silicone Rubber in Harsh Environment. *Polymers*. 2022; 14(21):4728. <https://doi.org/10.3390/polym14214728>
206. Tsuzuki, T.; Baassiri, K.; Mahmoudi, Z.; Perumal, A.S.; Rajendran, K.; Rubies, G.M.; Nicolau, D.V. Hydrophobic Recovery of PDMS Surfaces in Contact with Hydrophilic Entities: Relevance to Biomedical Devices. *Materials* 2022, 15(6) : 2313. <https://doi.org/10.3390/ma15062313>.
207. Abdul S. Khan, Hina Khalid, Zenab Sarfraz, Maria Khan, Jibran Iqbal, Nawshad Muhammad, Muhammad A. Fareed & Ihtesham Ur Rehman (2017) Vibrational spectroscopy of selective dental restorative materials, *Applied Spectroscopy Reviews*, 2017;52(6): 507-540, DOI: 10.1080/05704928.2016.1244069.
208. Cole, M. A., Jankousky, K. C., and Bowman, C. N. (2014) Thiol-ene functionalized siloxanes for use as elastomeric dental impression materials. *Dent. Mater., Off. Publ. Acad. Dent. Mater.* 30 (4): 449–455. doi: 10.1016/j.dental.2014.01.011.
209. Pesqueira AA, Goiato MC, Dos Santos DM, Haddad MF, Moreno A. Effect of disinfection and accelerated ageing on dimensional stability and detail reproduction of a facial silicone with nanoparticles. *J Med Eng Technol*. 2012 May;36(4):217-21. doi: 10.3109/03091902.2012.666321.

БИОГРАФИЈА

Енис Шабанов

Роден е на 31.12.1978 година во Скопје. Основното образование го завршил во ОУ „Едвард Кардељ“ во Скопје. Своеото образование го продолжил во ДСМУ „Д-р Панче Караѓозов“ во отсекот Зални техничари. Во 1997 година се запишал на Стоматолошкиот факултет во Скопје каде и дипломирал во 2003 год. со просек 9,40.

Во 2004 год. се вработил на Клиниката за стоматолошка протетика при Стоматолошкиот клинички центар „Св.Пантелејмон“ во Скопје, со договор на определено време. Во тој период покрај работата на Клиниката за протетика, бил ангажиран и во наставниот прицес на Стоматолошкиот факултет во Скопје во изведување на наставата по предметот Претклиничка стоматолошка протетика.

Во 2008 год. го положил специјалистичкиот испит и се стекнал со звањето Специјалист по стоматолошка протетика. Во 2010 год. се вработил како Стручен соработник на Стоматолошкиот факултет во Скопје со договор на определено време каде учествувал во организација и изведување на теоретска и практична настава по предметот Претклиничка стоматолошка протетика.

Во 2011 год. го одбрал магистерскиот труд под наслов „Хоризонтални и вертикални отстапувања во димензиите на гипсени излевоци земени со хидроколоиди со различен хемиски состав“. Во 2021 се вработил во Универзитетскиот стоматолошки клинички центар „Св.Пантелејмон“ во Скопје на Клиниката за мобилна протетика, каде работи како клинички лекар-специјалист.

Во 2022 година се запишал на трет циклус студии – докторски студии на Стоматолошкиот факултет во Скопје, на потпрограма Стоматолошка протетика. Има објавено повеќе научни стручни трудови во домашни и меѓународни списанија, како автор и коавтор. Учествувал на повеќе курсеви и работилници, како и на повеќе конгреси со меѓународно учество и семинари во земјава и во странство.

Листа на објавени трудови согласно Правилникот за трет циклус студии

1. Sabanov, E., Elencevski, S., Pancevski, G., Jankulovski, P., Dostinova, M.

HORIZONTAL DIMENSIONAL DEVIATIONS IN PLASTER CASTS TAKEN WITH ALGINATE WITH DIFFERENT CHEMICAL COMPOSITION

Македонски стоматолошки преглед. ISSN 25454757, 2023; 46 (4): 136-141. UDK: 616.31477:615.28

2. Sabanov, E., Dostinova, M., Elencevski, S., Pancevska, S.

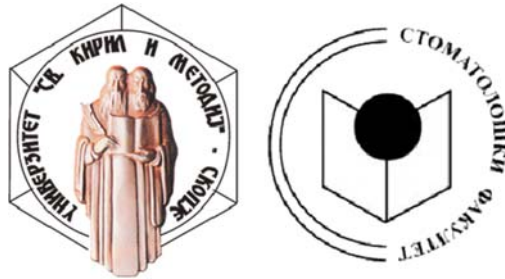
METHODS OF ASSESSMENT OF DIMENSIONAL STABILITY OF ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS AFTER DISINFECTION: A literature review

Acta Medica Medianae, ISSN 1821-2794 (online), ISSN 0365-4478 (printed version), UDC: 615.461:616.31]:615.28, DOI 10.5633/amm.2024.0310.

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ – СКОПЈЕ

СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Катедра за стоматолошка протетика



Енис Ерол Шабанов

**КОМПАРАТИВНА ЕВАЛУАЦИЈА НА МЕХАНИЧКИ И ФИЗИЧКИ СВОЈСТВА
НА ДВА ЕЛАСТОМЕРНИ ОТПЕЧАТОЧНИ МАТЕРИЈАЛИ**

АВТОРЕЗИМЕ НА ДОКТОРСКАТА ДИСЕРТАЦИЈА

Скопје, 2024

1. ВОВЕД

Фазата на земање отпечаток е рутинска процедура во сите гранки на стоматологијата, особено во фиксната и мобилната протетика. Целта на отпечатокот е да се добие прецизен и димензионално стабилен „негатив“ од кој по излевањето со гипс ќе се добие прецизен работен модел на кој ќе се изработи совршен протетски надоместок. Во стоматолошката протетика, еластомерните материјали се едни од најкористените, особено адитивниот и кондензацискиот силикон. Едно од најглавните барани својства на овие материјали е да се димензионално стабилни сè до нивното излевање и по нивната дезинфекција, со оптимални физички и механички својства, односно добра еластичност и флексибилност, оптимална способност за навлажнување и рок на траење (стареење) без нивна деградација.

Од овие причини, предмет на истражувањето во докторската дисертација, пред сè, е евалуацијата на ефектот на времетраење на дезинфекцијата и одложеното излевање на отпечатоците врз димензионалната стабилност на два еластомерни материјали, адитивен и кондензациски силикон. Покрај тоа, со цел да се обезбеди сеопфатен увид, споредени се еластичноста и флексибилноста (еластично обновување, отпорност на јачина на истегнување до кинење, напрегање под компресија), навлажливоста (хидрофилност), стареењето и деградацијата на материјалот во контролирани услови (температура, влажност и UV-зрачење) кои можат под одредени околности да влијаат на нивните механички и физички својства. Врз основа на податоците од литературата и анализите од проучувањето на оваа проблематика, прикажани се целите на ова истражување: да се истражи влијанието на одредени фактори врз димензионалната стабилност на два еластомерни материјали, како времетраење на дезинфекцијата, продолженото време на излевање од 6 часа, повторената дезинфекција од 15 минути по одложеното излевање од 6 часа на веќе дезинфициран отпечаток во стоматолошката ординација. Исто така, истражувани се еластичните и флексибилните својства на двата материјали, дезинфицирани и недезинфицирани, во однос на нивното еластично обновување, напрегањето под компресија и отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформацијата. Истражуван е и ефектот на дезинфекцијата на својството на навлажнување (хидрофилност, хидрофобност) и дали стареењето на материјалите (дезинфицирани и недезинфицирани) во реално време, ќе предизвика нивна деградација.

Поради разноликоста на методите, средствата и резултатите добиени од истражувањата, хипотезите во оваа студија се поставени како нулта хипотези. Во согласност со целите на истражувањето, поставени се следните хипотези кои ќе бидат потврдени или отфрлени:

Хипотеза 1. Не постои статистички значајна разлика во димензионалната стабилност на отпечатоците од адитивниот и кондензацискиот силикон како резултат на продолженото времетраење на дезинфекцијата со потопување во 0,5 % натриум хипохлорит за 15, 30, 60 минути и 6 часа.

Хипотеза 2. Продолженото време на одложено излевање од 6 часа на дезинфицираните примероци од двата материјали нема значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон.

Хипотеза 3. Повторената дезинфекција од 15 минути по 6 часа од одложеното излевање на веќе дезинфицираните примероци во ординација, нема статистички значајно влијание на димензионалната стабилност на адитивниот и кондензацискиот силикон.

Хипотеза 4. Продолженото време на одложено излевање од 6 часа на недезинфицираните примероци од двата материјали (контролна група), нема значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон.

Хипотеза 5. Дезинфекцијата во траење од 15 минути нема значајно влијание на еластичното обновување, напрегањето под компресија (флексибилност), отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформацијата и врз својството на навлажнување (хидрофилност) на отпечатоците од адитивен и кондензациски силикон.

Хипотеза 6. Дезинфекцијата во траење од 15 минути со потопување во 0,5 % натриум хипохлорит, нема да има значајно влијание на навлажливоста (хидрофилност) на двата истражувани материјали.

Хипотеза 7. Стареењето во контролирани услови кај двата дезинфицирани и недезинфицирани еластомерни материјали нема да има значајно влијание на деградацијата на двата материјали.

2. ПРИМЕНЕТИ НАУЧНИ МЕТОДИ И МЕТОД НА РАБОТА

Во ова ин витро истражување вклучени се еден адитивен и еден кондензациски силикон. Методот на дезинфекција е спроведен со потопување во раствор од 0,5 % натриум хипохлорит. Примероците се подготвени по препораките на стандардите ISO 4823:2021 и ISO 37:2017. Полимеризираните примероци за евалуација на димензионалната стабилност се поделени во четири групи.

- Првата група примероци се потопени во средството за дезинфекција, односно во 0,5 % натриум хипохлорит во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа. Мерењата ги спроведовме со дигитален микроскоп Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO 20x-300x со прецизност од 0,001 mm, веднаш по отстранувањето на примероците од калапот и по секоја временска точка на потопување.
- Втората група примероци се дезинфицирани за време од 15 минути и потоа складирани во рок од 6 часа во амбиентални услови во лабораторија. Мерењата се спроведени веднаш по отстранувањето од калапот, по 15-минутна дезинфекција и по 6-часовно складирање.
- Третата група примероци се дезинфицирани за време од 15 минути и потоа складирани во рок од 6 часа во амбиентални услови во лабораторија, па изложени на повторена дезинфекција во траење од 15 минути. Мерењата се спроведени веднаш по отстранувањето од калапот, по 15 минути од првата дезинфекција во ординација, по 6 часа на складирање и по повторената дезинфекција.
- Четвртата група примероци за тестирање се складирани без дезинфекција, за време од 6 часа и 15 минути во амбиентални услови во заботехничката лабораторија (продолжено време на излевање).

Примероците за евалуација на еластичноста, флексибилноста и навлажливоста се подготвени според горенаведените стандарди. По полимеризацијата, примероците од секоја група се поделени во 4 подгрупи со по 5 примероци (5 дезинфицирани и 5 недезинфицирани од секој проучуван материјал). Потоа примероците се проучувани со апарат за тестирање на еластичното обновување, на напрегањето под компресија, на отпорот на јачината на истегнување до кинење и деформацијата, односно со Shimadzu 25T type AGX Determination of mechanical properties- additional equipment: for Compression testing (Model 34308095).

Навлажливоста на подготвените дезинфицирани и недезинфицирани примероци е евалуирана преку мерење на контактниот агол на капка вода на површината на полимеризируваниот примерок со инструментот See System E, Instrument for Contact angle measurement Determination of contact angle and surface energy со Software 7.0. Мерењата се извршени на примероци од двата материјали и резултатите се добиени врз основа на определување на просечната вредност од последователни мерења на секој од примероците, согласно стандардната постапка со капка дестилирана вода, глицерол и етилен гликол.

Ефектот на стареењето на дезинфицираните и недезинфицираните примероци од двата еластомери врз нивната деградација е истражувана со нивно поставување во комора каде се одвива UV-деградација со 254 nm (нанометри) UV-зрачење, 55 % релативна влажност и температура од 23 °C, во различни временски интервали: пред поставување, по 48, 96 и 144 часа во реално време. Карактеризацијата на примероците е

реализирана со помош на FTIR-спектроскопија (FTIR spectrophotometer, Perkin Elmer, Spectrum 100). Апаратот е поврзан со софтвер кој ја врши оваа математичка операција и дава информации за вибрациите во форма на интерферограм. FTIR-спектроскопијата овозможува да се одредат карактеристичните вибрации на атомските групи на проучуваното соединение.

3. ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НИВНОТО ЗНАЧЕЊЕ

3.1. Резултати од истражувањето на димензионалната стабилност

3.1.1. Резултати од истражувањето на ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз димензионалните промени на кондензацискиот и адитивниот силикон

Во табела 1 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на линеарните димензионални промени на отпечаточните материјали од кондензациски силикон, потопени во средство за дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа.

Табела 1. Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз линеарните димензионални промени кај кондензацискиот силикон

димензионални промени (%)		
група 1 К-силикон	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
веднаш	0,1588 \pm 0,006	0,15 – 0,165
15 минути	0,2602 \pm 0,01	0,248 – 0,27
30 минути	0,37802 \pm 0,011	0,36 – 0,388
60 минути	0,5414 \pm 0,008	0,53 – 0,55
6 часа	0,6140 \pm 0,009	0,6 – 0,624

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажале дека просечната вредност на линеарните димензионални промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон, кои по отстранување од калапот биле потопени во средство за дезинфекција, статистички значајно се разликувала меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16) = 1942,139 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажала значајно зголемување на промените на димензионалната стабилност во сите временски точки (0,1588 % \pm 0,06; 0,2602 % \pm 0,01; 0,37802 % \pm 0,011; 0,5414 % \pm 0,008; 0,6140 % \pm 0,009), односно се потврдила значајна разлика меѓу секој пар временски точки. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,101 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,001), и потоа дополнително се намалувала за 0,118 % меѓу 15 и 30 минути (p = 0,001), за 0,163 % меѓу 30 и 60 минути (p < 0,0001) и за 0,073 % меѓу 60 минути и 6 часа (p = 0,005) (табела 2, 2а).

Табела 2. Repeated Measures ANOVA

група 1 К-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.	
time	Sphericity Assumed	0,718	4	0,179	1942,139	0,000
	Greenhouse-Geisser	0,718	2,182	0,329	1942,139	0,000
	Huynh-Feldt	0,718	4,000	0,179	1942,139	0,000
	Lower-bound	0,718	1,000	0,718	1942,139	0,000

Табела 2а. Repeated Measures ANOVA

група 1 К-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	Time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,101*	0,006	0,001	-0,133	-0,070
	30 минути	-0,219*	0,003	0,000	-0,235	-0,204
	60 минути	-0,383*	0,005	0,000	-0,413	-0,352
	6 часа	-0,455*	0,005	0,000	-0,483	-0,427
15 минути	30 минути	-0,118*	0,008	0,001	-0,164	-0,071
	60 минути	-0,281*	0,006	0,000	-0,316	-0,246
	6 часа	-0,354*	0,004	0,000	-0,377	-0,331
30 минути	60 минути	-0,163*	0,007	0,000	-0,201	-0,125
	6 часа	-0,236*	0,007	0,000	-0,278	-0,194
60 минути	6 часа	-0,073*	0,007	0,005	-0,112	-0,033

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Просечните, минималните и максимални вредности на промена на димензиите на отпечаточните материјали од адитивен силикон, кои се потопени во средство за дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа, се прикажани во табела 3. Како што се забележува, и во оваа група примероци од адитивен силикон, промената во просечните вредности на промените на димензиите се манифестирала веднаш по првата дезинфекција по 15 минути (0,1534 % ± 0,001 наспроти 0,0746 % ± 0,006) (табела 3).

Табела 3. Ефектот на времетраењето на дезинфекцијата врз линеарните димензионални промени кај адитивниот силикон %

група 1 А-силикон	димензионални промени(%)	
	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
веднаш	0,0746 ± 0,006	0,069 – 0,082
15 минути	0,1534 ± 0,001	0,143 – 0,168
30 минути	0,2530 ± 0,008	0,240 – 0,260
60 минути	0,3958 ± 0,005	0,39 – 0,401
6 часа	0,4276 ± 0,008	0,418 – 0,436

Резултатите генерирани со примена на Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон кои по отстранување од калапот се потопени во средство за дезинфекција, презентираат значајна разлика во просечните вредности на промените меѓу најмалку две од анализираните временски точки [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16) = 1610,422 p < 0,0001]. Споредбите од Pairwise-табелата направени со Bonferroni-корекција, потврдиле значајна разлика меѓу секој пар временски точки, со зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка (0,0746 % ± 0,006; 0,1534 % ± 0,010; 0,253 % ± 0,008; 0,3958 % ± 0,005; 0,4276 % ± 0,008 %). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,079 % меѓу

почетокот и по 15 минути ($p = 0,007$), за 0,1 % меѓу 15 и 30 минути ($p = 0,008$), за 0,143 % меѓу 30 и 60 минути ($p = 0,003$) и за 0,032 % меѓу 60 минути и 6 часа ($p = 0,004$) (табела 4, 4а).

Табела 4. Repeated Measures ANOVA

група 1 А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,462	4	0,115	1610,422	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,462	1,461	0,316	1610,422	***0,000
	Huynh-Feldt	0,462	2,090	0,221	1610,422	***0,000
	Lower-bound	0,462	1,000	0,462	1610,422	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Табела 4а. Repeated Measures ANOVA

група 1 А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	Time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,079*	0,007	**0,003	-0,115	-0,042
	30 минути	-0,178*	0,003	***0,000	-0,194	-0,163
	60 минути	-0,321*	0,004	***0,000	-0,341	-0,301
	6 часа	-0,353*	0,006	***0,000	-0,389	-0,317
15 минути	30 минути	-0,100*	0,008	***0,002	-0,144	-0,055
	60 минути	-0,242*	0,006	***0,000	-0,274	-0,211
	6 часа	-0,274*	0,003	***0,000	-0,291	-0,257
30 минути	60 минути	-0,143*	0,003	***0,000	-0,162	-0,123
	6 часа	-0,175*	0,007	***0,000	-0,214	-0,135
60 минути	6 часа	-0,032*	0,004	*0,014	-0,054	-0,009

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*sig $p < 0,05$, **sig $p < 0,01$, ***sig $p < 0,0001$

Овие резултати сугерираат на заклучок дека времетраењето на дезинфекцијата има значајно влијание на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон кои веднаш по отстранување од калапот се потопени во средство за дезинфекција, имале значајно различни вредности за линеарните димензионални промени во сите временски точки ($p < 0,0001$).

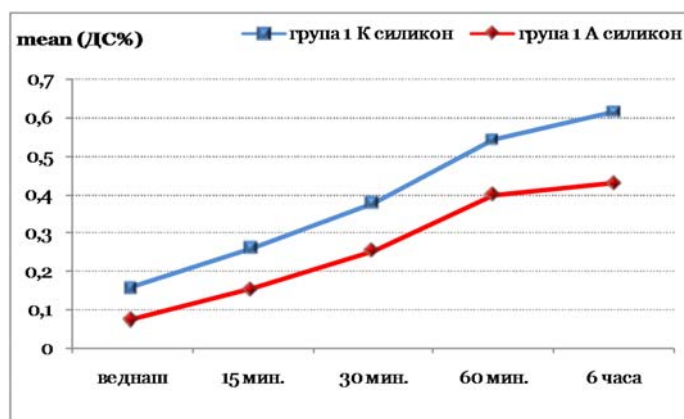
Просечната вредност на димензионалната стабилност е значајно помала во сите временски точки во групата со А-силикон: 0,0746 % наспроти 0,1588 % во почетната точка, 0,1534 % наспроти 0,2602 % по 15-минутна дезинфекција, 0,2530 % наспроти 0,37802 % по 30-минутна дезинфекција, 0,3958 % наспроти 0,5414 % по 60-минутна дезинфекција, 0,4276 % наспроти 0,6140 % по 6-часовна дезинфекција. Во примероците

со адитивен силикон регистрирани се значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 5, графикон 1).

Табела 5. Компаративни вредности за димензионалните промени меѓу кондензацискиот и адитивниот силикон во зависност од времетраењето на дезинфекцијата

група 1 К-силикон наспроти А-силикон	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1 К	група 1 А			
веднаш	0,1588	0,0746	0,0842	22,3	***0,00000
15 минути	0,2602	0,1534	0,1068	168	***0,00000
30 минути	0,37802	0,2530	0,12502	20,52	***0,00000
60 минути	0,5414	0,3958	0,1456	35,71	***0,00000
6 часа	0,6140	0,4276	0,1864	33,7	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p < 0,0001



Графикон 1. Компаративни вредности за димензионалните промени меѓу кондензацискиот и адитивниот силикон во зависност од времетраењето на дезинфекцијата

3.1.2. Резултати од ефектот на одложеното излевање врз димензионалните промени на дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон

Во табела 6 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од кондензациски силикон во анализираниите временски точки, односно веднаш по отстранувањето од калапот, по дезинфекција од 15 минути и по одложеното излевање од 6 часа. Како што се забележува, одложеното излевање на отпечатокот од 6 часа резултира со најголеми просечни вредности на линеарните димензионални промени од $0,5122 \% \pm 0,009$.

Табела 6. Ефектот на одложеното излевање на дезинфицираниот кондензациски силикон на димензионалните промени %

група 2 К-силикон	димензионални промени (%)	
	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
веднаш	0,1610 \pm 0,006	0,155 – 0,170
15 минути	0,2558 \pm 0,005	0,250 – 0,261
6 часа	0,5122 \pm 0,009	0,498 – 0,520

Repeated Measures ANOVA-анализата направена во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон, по дезинфекцијата и одложено време на излевање од 6 часа покажала дека просечната вредност на димензионалните промени е значајно различна меѓу најмалку две од анализираниите временски точки ($p < 0,0001$). Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција детектираше значајна разлика меѓу секој пар временски точки ($p < 0,0001$). Регистрирано е зголемување на просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во секоја последователна временска точка ($0,0746 \% \pm 0,004$; $0,1578 \% \pm 0,007$; $0,3078 \% \pm 0,005$ %). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,083$ % меѓу почетокот и по 15 минути, и дополнително за $0,15$ % меѓу 60 минути и 6 часа (табела 7, 7a).

Табела 7. Repeated Measures ANOVA

група 2 А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,140	2,0	0,070	1818,674	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,140	1,527	0,091	1818,674	***0,000
	Huynh-Feldt	0,140	2,0	0,070	1818,674	***0,000
	Lower-bound	0,140	1,0	0,140	1818,674	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Табела 7a. Repeated Measures ANOVA

група 2 А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	Time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,083*	0,004	***0,000	-0,098	-0,068
	6 часа	-0,233*	0,003	***0,000	-0,245	-0,222
15 минути	6 часа	-0,150*	0,005	***0,000	-0,169	-0,131

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig $p < 0,0001$

Просечните вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од адитивен силикон со одложено излевање од 6 часа по 15-минутна дезинфекција, како и минималните и максимални вредности на овие примероци, се прикажани во табела 8. Како што се забележува кај примероците од адитивен силикон, одложено излевање од 6 часа резултирало со најголеми просечни вредности на димензионалните промени ($0,3078 \% \pm 0,005$) (табела 8).

Табела 8. Ефектот на одложено излевање на дезинфицираните примероци врз димензионалните промени кај адитивниот силикон

димензионални промени (%)		
група 2	статистички параметри	
А-силикон	mean ± SD	min – max
веднаш	0,0746 ± 0,004	0,069 – 0,080
15 минути	0,1578 ± 0,007	0,151 – 0,169
6 часа	0,3078 ± 0,005	0,301 – 0,314

Repeated Measures ANOVA-анализата направена во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон, по дезинфекцијата и одложено време на излевање од 6 часа, покажала дека просечната вредност на димензионалните промени е значајно различна меѓу најмалку две од анализирани временски точки [(F(df_{time} 2, df_{Error} (time)8) = 1818,674 p < 0,0001]. Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција детектирала значајна разлика меѓу секој пар временски точки (p < 0,0001). Регистрирано е зголемување на просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во секоја последователна временска точка (0,0746 % ± 0,004; 0,1578 % ± 0,007; 0,3078 % ± 0,005 %). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,083 % меѓу почетокот и по 15 минути, и дополнително за 0,15 % меѓу 60 минути и 6 часа (табела 9, 9а).

Табела 9. Repeated Measures ANOVA

група 2 А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,140	2,0	0,070	1818,674	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,140	1,527	0,091	1818,674	***0,000
	Huynh-Feldt	0,140	2,0	0,070	1818,674	***0,000
	Lower-bound	0,140	1,0	0,140	1818,674	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 9а. Repeated Measures ANOVA

група 2 А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,083*	0,004	***0,000	-0,098	-0,068
	6 часа	-0,233*	0,003	***0,000	-0,245	-0,222
15 минути	6 часа	-0,150*	0,005	***0,000	-0,169	-0,131

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig p < 0,0001

Овие резултати сугерираат на заклучок дека ефектот на одложеното време на излевање од 6 часа значајно влијае на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Димензионалните промени на примероците со одложено време на излевање значајно зависи од типот на материјал во сите временски точки ($p < 0,0001$), при што се добиени значајно помали димензионални промени во групата отпечаточни примероци од адитивен силикон.

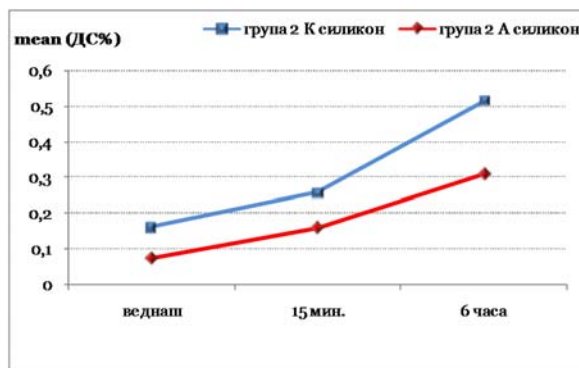
Почетната просечна вредност на димензионалните промени е 0,1610 и 0,0746 %, соодветно во групите со кондензациски и адитивен силикон; 0,2556 и 0,1578 %, соодветно во групите со кондензациски и адитивен силикон по 15-минутна дезинфекција; 0,5122 и 0,3078 %, соодветно во групите со кондензациски и адитивен силикон по 6-часовно одложено време на излевање (табела 10, графикон 2).

Табела 10. Споредба на просечните вредности на димензионалните промени меѓу дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон по одложено излевање

група 2 К-силикон наспроти А-силикон	Mean		difference	t-value	p-level
	2 група К	2 група А			
веднаш	0,1610	0,0746	0,0864	26,46	***0,00000
15 минути	0,2558	0,1578	0,098	24,91	***0,00000
6 часа	0,5122	0,3078	0,2044	43,89	***0,00000

t(Student t-test)

***sig $p < 0,0001$



Графикон 2. Споредба на просечните вредности на димензионалните промени меѓу дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон по нивно одложено излевање

3.1.3. Резултати од ефектот на одложеното излевање и повторената дезинфекција врз димензионалната стабилност на дезинфицираниот кондензациски и адитивен силикон

Во табела 11 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на линеарните димензионални промени на кондензацискиот силикон кај кој е користена постапка на повторена дезинфекција од 15 минути по одложено излевање.

Табела 11. Ефектот на одложено излевање и повторената дезинфекција кај дезинфицираниот кондензациски силикон %

димензионални промени %		
група 3 К-силикон	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
веднаш	0,160 ± 0,007	0,15 – 0,168
15 минути	0,2572 ± 0,005	0,25 – 0,262
6 часа	0,5122 ± 0,008	0,502 – 0,523
6,15 часа	0,5104 ± 0,006	0,503 – 0,519

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата покажаа дека просечната вредност на димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон со одложено време на излевање и повторена дезинфекција од 15 минути, статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираните временски точки ($p < 0,0001$). Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа значајно зголемување на промените на димензиите во периодот до 6 часа ($0,160 \% \pm 0,0076$; $0,2572 \% \pm 0,005$; $0,5122 \% \pm 0,008$; $p < 0,0001$), а потоа намалена вредност од $0,5104 \% \pm 0,006$ по повторената дезинфекција од 15 минути, и оваа разлика беше незначајна, $p = 1,0$. Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за $0,097 \%$ меѓу почетокот и по 15 минути, потоа дополнително се намалила за $0,255 \%$ меѓу 15 минути и 6 часа, по што се детектира незначајно зголемување за $0,002 \%$ меѓу 6 часа и 6 часа и 15 минути од повторената дезинфекција (табела 12, 12а).

Табела 12. Repeated Measures ANOVA

група 3 К силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,481	3,0	0,160	3838,627	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,481	2,132	0,226	3838,627	***0,000
	Huynh-Feldt	0,481	3,0	0,160	3838,627	***0,000
	Lower-bound	0,481	1,0	0,481	3838,627	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 12а. Repeated Measures ANOVA

група 3 К силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,097*	0,004	***0,000	-0,119	-0,076
	6 часа	-0,352*	0,003	***0,000	-0,367	-0,337
	6,15 часа	-0,350*	0,003	***0,000	-0,366	-0,335
15 минути	6 часа	-0,255*	0,004	***0,000	-0,275	-0,235
	6,15 часа	-0,253*	0,004	***0,000	-0,273	-0,234
6 часа	6,15 часа	0,002	0,005	1,000	-0,024	0,027

Based on estimated marginal means

- *. The mean difference is significant at the ,05 level.
 b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.
 ***sig p < 0,0001

Табелата 13 ги прикажува просечните, минималните и максимални вредности на линеарните промени на димензиите на отпечаточните материјали од адитивен силикон кои по 6-часовно одложено излевање, повторно се потопени во дезинфекциско средство во времетраење од 15 минути.

Табела 13. Ефектот на одложено излевање и повторената дезинфекција кај дезинфицираниот адитивен силикон %

димензионални промени (%)		
група 3 А-силикон	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
веднаш	0,0712 ± 0,01	0,06 – 0,08
15 минути	0,1572 ± 0,008	0,148 – 0,169
6 часа	0,3114 ± 0,006	0,303 – 0,32
6,15 часа	0,3160 ± 0,006	0,308 – 0,321

Согласно резултатите генерирани од Repeated Measures ANOVA, просечната вредност на промена на димензиите во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон со одложено време на излевање и повторена дезинфекција, статистички значајно се разликува меѓу најмалку две од анализираниите временски точки (p < 0,0001). Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа зголемување на промените на димензионалната стабилност во периодот до 6 часа и 15 минути (0,1572 % ± 0,008 по 15 минути; 0,3114 % ± 0,008, по 6 часа; 0,3160 % ± 0,006, по 6,15 часа). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,086 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,001), потоа дополнително се намалила за 0,154 % меѓу 15 минути и 6 часа (p < 0,0001), по што се детектира незначајно намалување за 0,005 % меѓу 6 часа и 6,15 часа (p = 1,0) (табела 14, 14а).

Табела 14. Repeated Measures ANOVA

група 3 А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,218	3,0	0,073	1234,118	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,218	2,189	0,099	1234,118	***0,000
	Huynh-Feldt	0,218	3,0	0,073	1234,118	***0,000
	Lower-bound	0,218	1,0	0,218	1234,118	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 14а. Repeated Measures ANOVA

група 3 А-силикон					
Pairwise Comparisons					
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference

					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,086*	0,005	**0,001	-0,112	-0,060
	6 часа	-0,240*	0,006	***0,000	-0,270	-0,211
	6,15 часа	-0,245*	0,005	***0,000	-0,268	-0,222
15 минути	6 часа	-0,154*	0,004	***0,000	-0,176	-0,132
	6,15 часа	-0,159*	0,002	***0,000	-0,170	-0,147
6 часа	6,15 часа	-0,005	0,005	1,000	-0,029	0,020

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig p < 0,01, *sig p < 0,0001

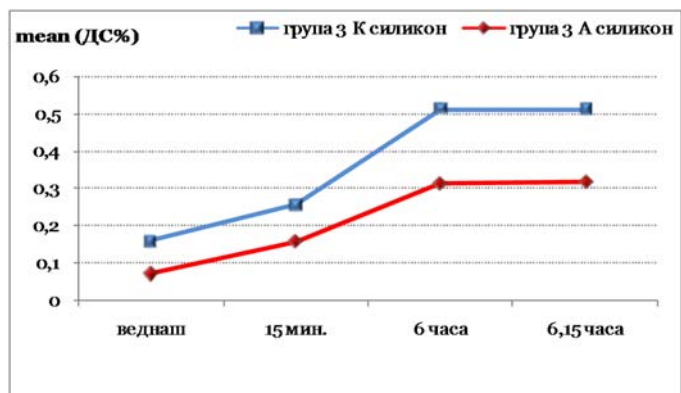
Овие резултати сугерираат на заклучокот дека 6-часовното одложено време на излевање значајно влијае на димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, има значајно влијание на димензионалната стабилност на примероците кај кои е применета постапка по одложено излевање во сите временски точки ($p < 0,0001$). Просечната вредност на промените на димензионалната стабилност е значајно помала во групата од адитивен силикон во сите временски точки: 0,0712 % наспроти 0,160 % во почетната точка, 0,1572 % наспроти 0,2572 % по 15-минутна дезинфекција, 0,3114 % наспроти 0,5122 % по 6 часа, 0,3160 % наспроти 0,5104 % по 6 часа и 15 минути. Во групата со одложено излевање и по повторената дезинфекција кај примероците од адитивен силикон, регистрирани се значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 15, графикон 3).

Табела 15. Споредба на вредностите кај дезинфицираниот адитивен и кондензациски силикон по складирање и повторена дезинфекција

група 3 К-силикон наспроти А-силикон	Mean		Difference	t-value	p-level
	К група 3	А група 3			
веднаш	0,160	0,0712	0,0888	16,77	***0,00000
15 минути	0,2572	0,1572	0,1	25,02	***0,00000
6 часа	0,5122	0,3114	0,2008	44,35	***0,00000
6,15 часа	0,5104	0,3160	0,1944	49,93	***0,00000

t(Student t-test)

***sig p < 0,0001



Графикон 3. Споредба на вредностите кај дезинфицираниот адитивен и кондензациски силикон по складирање и повторена дезинфекција

3.1.4. Ефектот на времетраењето на одложено излевање врз димензионалните промени на кондензацискиот и адитивниот силикон (контролна група)

Просечните, минималните и максимални вредности на димензионалните промени на отпечаточните материјали од кондензациски силикон без дезинфекција со одложено излевање (контролна група) во времетраење од 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути, се прикажани во табела 16.

Табела 16. Ефектот на времето на одложено излевање на недезинфицираниот кондензациски силикон %

група 4 К-силикон	димензионални промени (%)	
	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
веднаш	0,1636 ± 0,008	0,158 – 0,178
15 минути	0,2120 ± 0,006	0,204 – 0,22
30 минути	0,2772 ± 0,005	0,268 – 0,281
60 минути	0,3818 ± 0,007	0,374 – 0,389
6 часа	0,5166 ± 0,004	0,512 – 0,523
6,15 часа	0,5154 ± 0,007	0,507 – 0,525

Резултатите генерирани со примена на Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон со одложено излевање без дезинфекција (контролна група), презентираат значајна разлика во просечните вредности на линеарните димензионални промени меѓу најмалку две од анализираниите временски точки [(F(df_{time} 5, df_{Error} (time)20) = 2790,784 p < 0,0001]. Споредбите од Pairwise-табелата направени со Bonferroni-корекција покажаа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка до 6 часа (0,1636 % ± 0,008; 0,2120 % ± 0,006; 0,2772 % ± 0,005; 0,3818 % ± 0,007; 0,5166 % ± 0,004), а потоа намалување во следните 15 минути (0,5154 % ± 0,007). Димензионалната стабилност статистички значајно се намалила за 0,048 % меѓу почетокот и по 15 минути (p = 0,004), за 0,065 % меѓу 15 и 30 минути (p < 0,0001), за 0,105 % меѓу 30 и 60 минути (p < 0,0001), за 0,135 % меѓу 60 минути и 6 часа (p < 0,0001), статистички незначајно се зголемила за 0,001 % меѓу 6 часа и 6,15 часа (p = 1,0) (табела 17).

Табела 17. Repeated Measures ANOVA

група 4 К-силикон						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,048*	0,004	**0,004	-0,074	-0,023
	30 минути	-0,114*	0,004	***0,000	-0,138	-0,089
	60 минути	-0,218*	0,002	***0,000	-0,234	-0,203
	6 часа	-0,353*	0,005	***0,000	-0,385	-0,321
	6,15 часа	-0,352*	0,004	***0,000	-0,377	-0,326
15 минути	30 минути	-0,065*	0,005	**0,002	-0,094	-0,037
	60 минути	-0,170*	0,002	***0,000	-0,182	-0,157
	6 часа	-0,305*	0,003	***0,000	-0,320	-0,289

	6,15 часа	-0,303*	0,005	***0,000	-0,337	-0,270
30 минути	60 минути	-0,105*	0,005	***0,000	-,133	-0,076
	6 часа	-0,239*	0,004	***0,000	-0,262	-0,217
	6,15 часа	-0,238*	0,003	***0,000	-0,259	-0,217
60 минути	6 часа	-0,135*	0,004	***0,000	-0,159	-0,111
	6,15 часа	-0,134*	0,005	***0,000	-0,163	-0,104
6 часа	6,15 часа	0,001	0,005	1,000	-0,029	0,031

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig p < 0,01, *sig p < 0,0001

Во табела 18 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на линеарните димензионални промени на отпечаточните материјали од адитивен силикон без дезинфекција (контролна група), анализирани во времетраење од 15, 30, 60 минути, 6 часа и 6 часа и 15 минути.

Табела 18. Ефектот на времето на одложено излевање на недезинфицираниот адитивен силикон

димензионални промени (%)		
група 4 А-силикон	статистички параметри	
	mean ± SD	min – max
веднаш	0,0766 ± 0,005	0,068 – 0,081
15 минути	0,1244 ± 0,005	0,118 – 0,132
30 минути	0,1716 ± 0,007	0,161 – 0,18
60 минути	0,3046 ± 0,004	0,299 – 0,31
6 часа	0,3444 ± 0,005	0,338 – 0,351
6,15 часа	0,3422 ± 0,004	0,338 – 0,348

Резултатите од Repeated Measures ANOVA-анализата за димензионалните промени во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон со одложено излевање без дезинфекција (контролна група), презентираат значајна разлика во просечните вредности на промена на димензионалната стабилност меѓу најмалку две од анализирани временски точки ($p < 0,0001$). Post-hoc анализата со Bonferroni-корекција покажа зголемување на просечната вредност на димензионалните промени во секоја последователна временска точка до 6 часа ($0,0766 \% \pm 0,005$; $0,1244 \% \pm 0,005$; $0,1716 \% \pm 0,007$; $0,3046 \% \pm 0,004$; $0,3444 \% \pm 0,005$ %), а потоа намалување во следните 15 минути ($0,3422 \% \pm 0,004$). Димензионалната стабилност статистички значајно е намалена за $0,048 \%$ меѓу почетокот и по 15 минути ($p = 0,002$), за $0,047 \%$ меѓу 15 и 30 минути ($p < 0,0001$), за $0,133 \%$ меѓу 30 и 60 минути ($p < 0,0001$), за $0,040 \%$ меѓу 60 минути и 6 часа ($p = 0,005$), статистички незначајно се зголемила за $0,002 \%$ меѓу 6 часа и 6,15 часа ($p = 1,0$) (табела 19, 19а).

Табела 19. Repeated Measures ANOVA

група 4 А-силикон						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
Time	Sphericity Assumed	0,346	5,0	0,069	2710,213	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,346	2,872	0,121	2710,213	***0,000

	Huynh-Feldt	0,346	5,0	0,069	2710,213	***0,000
	Lower-bound	0,346	1,0	0,346	2710,213	***0,000

***sig p < 0,0001

Табела 19а. *Repeated Measures ANOVA*

група 4 А-силикон						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
веднаш	15 минути	-0,048*	0,003	**0,002	-0,068	-0,027
	30 минути	-0,095*	0,004	***0,000	-0,122	-0,068
	60 минути	-0,228*	0,003	***0,000	-0,248	-0,208
	6 часа	-0,268*	0,004	***0,000	-0,294	-0,242
	6,15 часа	-0,266*	0,004	***0,000	-0,292	-0,239
15 минути	30 минути	-0,047*	0,001	***0,000	-0,056	-0,038
	60 минути	-0,180*	0,002	***0,000	-0,194	-0,166
	6 часа	-0,220*	0,004	***0,000	-0,242	-0,198
	6,15 часа	-0,218*	0,003	***0,000	-0,234	-0,202
30 минути	60 минути	-0,133*	0,003	***0,000	-0,149	-0,117
	6 часа	-0,173*	0,004	***0,000	-0,195	-0,151
	6,15 часа	-0,171*	0,003	***0,000	-0,189	-0,152
60 минути	6 часа	-0,040*	0,004	**0,005	-0,062	-0,018
	6,15 часа	-0,038*	0,003	**0,002	-0,054	-0,021
6 часа	6,15 часа	0,002	0,002	1,000	-0,012	0,016

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig p < 0,01, *sig p < 0,0001

Овие резултати сугерираат на заклучок дека одложеното време на излевање на отпечатокот има значајно влијание на димензионалната стабилност кај недезинфицираните материјали од кондензациски и адитивен силикон. Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, има значајно влијание на димензионалната стабилност на примероците кај кои не е применета постапка на дезинфекција ($p < 0,0001$).

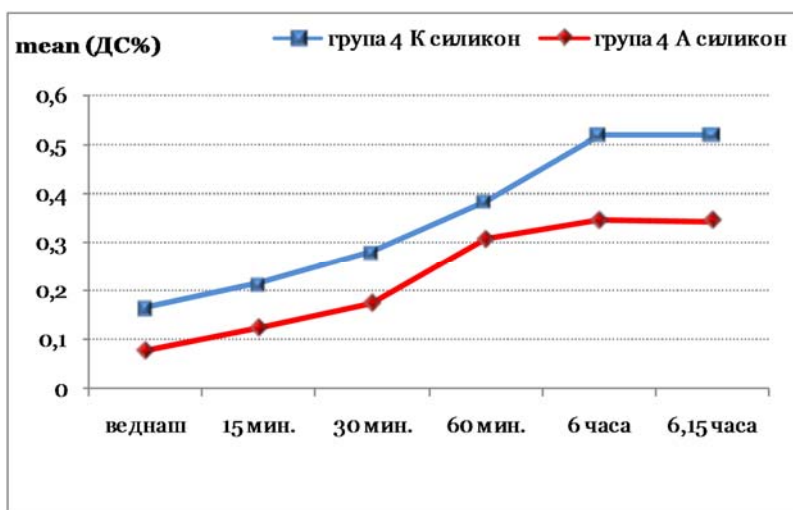
Просечната вредност на промените на димензионалната стабилност во контролната група е значајно помала во групата кај адитивниот силикон во сите временски точки: 0,0766 % наспроти 0,1636 % во почетната точка, 0,1244 % наспроти 0,2120 % по 15 минути, 0,1716 % наспроти 0,2772 % по 30 минути, 0,3046 % наспроти 0,3818 % по 60 минути, 0,3444 % наспроти 0,5166 % по 6 часа, и 0,3422 % наспроти 0,5154 % по 6,15 часа. Кај примероците со адитивен силикон, регистрирани се значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки (табела 20, графикон 4).

Табела 20. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон

група 4 К-силикон наспроти А-силикон	mean		Difference	t-value	p-level
	К група 4	А група 4			
веднаш	0,1636	0,0766	0,087	19,79	***0,00000
15 минути	0,2120	0,1244	0,0876	24,82	***0,00000
30 минути	0,2772	0,1716	0,1056	26,65	***0,00000
60 минути	0,3818	0,3046	0,0772	21,17	***0,00000
6 часа	0,5166	0,3444	0,1722	54,67	***0,00000
6,15 часа	0,5154	0,3422	0,1732	45,8	***0,00000

t(Student t-test)

***sig p < 0,0001



Графикон 4. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон

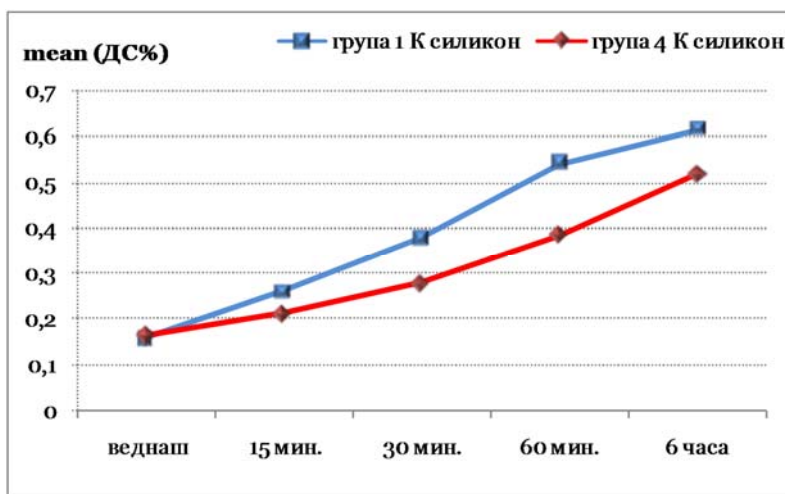
Споредбата на вредностите на димензионалните промени меѓу примероците од кондензациски силикон од првата група и контролната група (дезинфицирани и недезинфицирани), презентираат незначајна почетна разлика (0,1588 % наспроти 0,1636 %, $p = 0,32$), значајно поголема просечна вредност за димензионалната промена во групата дезинфицирани примероци по 15 минути (0,2602 % наспроти 0,2120 %, $p = 0,000018$), по 30 минути (0,37802 % наспроти 0,2772 %, $p < 0,0001$), по 60 минути (0,5414 % наспроти 0,3818 %, $p < 0,0001$), по 6 часа (0,6140 % наспроти 0,5166 %, $p < 0,0001$). Во групата недезинфицирани примероци од кондензациски силикон (контролна група), регистрирани се значајно помали димензионални промени во периодот од 15 минути до 6 часа, во споредба со дезинфицираните примероци од кондензациски силикон (табела 21, графикон 5).

Табела 21. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од кондензациски силикон

К-силикон група 1 наспроти група 4	mean		difference	t-value	p-level
	К група 1	К група 4			
веднаш	0,1588	0,1636	0,0048	-1,052	0,32
15 минути	0,2602	0,2120	0,0482	9,038	***0,000018
30 минути	0,37802	0,2772	0,10082	18,928	***0,000000
60 минути	0,5414	0,3818	0,1596	34,261	***0,000000
6 часа	0,6140	0,5166	0,0974	21,326	***0,000000

t(Student t-test)

***sig p < 0,0001



Графикон 5. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од кондензациски силикон

Значајно помали промени на димензионалната стабилност се воочени во групата недезинфицирани примероци од адитивен силикон во споредба со дезинфицираните примероци од адитивен силикон. Просечната вредност на димензионалните промени меѓу примероците од адитивен силикон од првата група и контролната група (дезинфицирани и недезинфицирани) е статистички незначајна на почетокот (0,0746 % наспроти 0,0766 %, p = 0,6), значајно поголема во групата дезинфицирани примероци по 15 минути (0,1534 % наспроти 0,1244 %, p = 0,00038), по 30 минути (0,2530 % наспроти 0,1716 %, p < 0,0001), по 60 минути (0,3958 % наспроти 0,3046 %, p < 0,0001), по 6 часа (0,4276 % наспроти 0,3444 %, p < 0,0001) (табела 22, графикон 6).

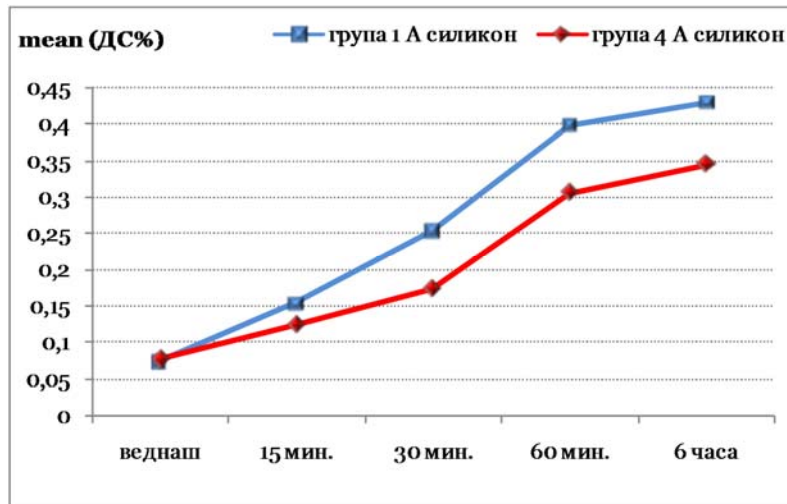
Табела 22. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од адитивен силикон

А-силикон група 1 наспроти група 4	mean		difference	t-value	p-level
	А група 1	А група 4			
веднаш	0,0746	0,0766	0,002	-0,56	0,6
15 минути	0,1534	0,1244	0,029	5,86	***0,00038
30 минути	0,2530	0,1716	0,0814	16,46	***0,000000
60 минути	0,3958	0,3046	0,0912	31,76	***0,000000

6 часа	0,4276	0,3444	0,0832	18,73	***0,000000
--------	--------	--------	--------	-------	-------------

t(Student t-test)

***sig p < 0,0001



Графикон 6. Споредба на вредностите на димензионалните промени кај дезинфицираните и недезинфицираните примероци од адитивен силикон

3.1.5. Резултати од ефектот на самата дезинфекција врз димензионалните промени кај адитивниот и кондензацискиот силикон

Согласно добиените резултати, воочена е статистичка значајна разлика во димензионалните промени меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон ($p < 0,0001$) (табела 23).

Табела 23. Релативни вредности за промената на димензиите како резултат на делувањето на самата дезинфекција (%)

материјал	недезинфициран 4 група	дезинфициран 1 група	димензионални промени % како резултат на самата дезинфекција	p-level
дезинфекција во времетраење од 15 минути на потопување				
К-силикон Oxasil	0,212 ± 0,003	0,260 ± 0,010	0,048 ± 0,007	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,124 ± 0,003	0,153 ± 0,010	0,029 ± 0,007	***p = 0,0003
дезинфекција во времетраење од 30 минути на потопување				
К-силикон Oxasil	0,274 ± 0,008	0,378 ± 0,011	0,104 ± 0,003	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,172 ± 0,007	0,251 ± 0,009	0,079 ± 0,002	***p = 0,0000
дезинфекција во времетраење од 60 минути на потопување				
К-силикон Oxasil	0,382 ± 0,007	0,542 ± 0,008	0,160 ± 0,001	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,305 ± 0,005	0,396 ± 0,005	0,091 ± 0,000	***p = 0,0000
дезинфекција во времетраење од 6 часа на потопување				

К-силикон Oxasil	0,517 ± 0,005	0,613 ± 0,010	0,096 ± 0,005	***p = 0,0000
А-силикон Variotime	0,344 ± 0,005	0,428 ± 0,008	0,084 ± 0,003	***p = 0,0000

p(t-test);***sig p < 0,0001

Резултатите на промената на димензионалната стабилност по делувањето на самата дезинфекција, се добиени со одземање на просечните вредности од мерењата на не дезинфицираните примероци од просечните вредности на дезинфицираните примероци во различни временски интервали на потопување во дезинфекциско средство. Кај кондензацискиот силикон Oxasil L, промената на димензиите во временскиот период од 15 минути на делување на самата дезинфекција е 0,048 %, за 30 минути е 0,104 %, за 60 минути пак, вредностите се зголемени на 0,160 %, а по 6 часа на времетраење на дезинфекцијата имаме тенденција на опаѓање на зголемувањето на измерените вредности од 0,096 %. Истото е воочено и кај адитивниот силикон Variotime L, но со помали вредности за разлика од кондензацискиот силикон, односно за 15 минути: 0,029 %, за 30 минути: 0,079 %. Во временскиот интервал од 60 минути на потопување во дезинфекциско средство, исто така е забележано најголемо зголемување на просечните вредности од 0,091 %, а по 6 часа на времетраење на дезинфекцијата имаме тенденција на опаѓање на зголемувањето на промените од 0,084 %. Согласно добиените резултати, статистички значајна разлика е воочена во димензионалните промени меѓу не дезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон (p < 0,0001).

Споредувајќи ги добиените релативни вредности за промените на димензионалната стабилност како резултат на делувањето на самата дезинфекција меѓу временските интервали на потопување во дезинфекциското средство за време од 15 мин. наспроти 30 мин., и 60 мин. наспроти 6 часа, воочена е статистички значајна разлика меѓу сите временски точки кај кондензацискиот и адитивниот силикон (p < 0,0001). Кај кондензацискиот силикон, во временските интервали 15 минути и 30 минути, воочени се разликите 0,048 % наспроти 0,104 %, p = 0,0000, а меѓу 60 минути и 6 часа, 0,160 % наспроти 0,096 %, p = 0,0000. Кај адитивниот силикон, пак, меѓу 15 минути и 60 минути ги имаме вредностите 0,029 % наспроти 0,079 %, p = 0,0000 и меѓу 60 минути и 6 часа, 0,109 % наспроти 0,084 %, p = 0,0000 (табела 24).

Табела 24. Релативни вредности за промената на димензиите како резултат на делувањето на самата дезинфекција во времетраење од 15, 30, 60 минути и 6 часа

димензионални промени % како резултат на самата дезинфекција		p-level
15 минути на потопување	30 минути на потопување	
К-силикон Oxasil		
0,048 ± 0,007	0,104 ± 0,003	***p = 0,0000
А-силикон Variotime		
0,041 ± 0,007	0,079 ± 0,002	***p = 0,0000
60 минути на потопување		6 часа на потопување
К-силикон Oxasil		
0,160 ± 0,001	0,096 ± 0,005	***p = 0,0000
А-силикон Variotime		
0,109 ± 0,000	0,084 ± 0,003	***p = 0,0000

p(t-test);***sig p < 0,0001

3.2. Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз еластичното обновување на адитивниот и кондензацискиот силикон

Табелата 25 ги прикажува просечните, минималните и максимални вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, недезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути.

Табела 25. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, недезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути

еластично обновување (%)	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – недезинфициран	98,5780 \pm 0,091	98,451 – 98,654
К – дезинфициран	98,1726 \pm 0,122	97,978 – 98,299
А – недезинфициран	99,2034 \pm 0,624	98,139 – 99,767
А – дезинфициран	99,0404 \pm 0,985	97,541 – 99,966

Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на еластичното обновување, покажа значајно влијание на ефектот на дезинфекцијата само во групата со кондензациски силикон ($p = 0,00034$), при што измерени се значајно помали промени во еластичноото обновување во групата дезинфицирани примероци (98,1726 % наспроти 98,578 %). Недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен материјал не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност на еластичното обновување (99,2034 % наспроти 99,0404 %, $p = 0,76$).

Добиените резултати покажаа дека типот на материјал немаше значајно влијание на еластичното обновување и кај недезинфицираните ($p = 0,06$) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци ($p = 0,086$). Просечната вредност на еластичното обновување е 98,5780 % и 99,2034 %, соодветно кај недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон; 98,1726 % и 99,0404 %, соодветно кај дезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон (табела 26).

Табела 26. Просечни вредности на еластичното обновување на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон (%)

материјал	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	98,578	98,1726	0,4054	5,9559	***0,00034
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	99,2034	99,0404	0,163	0,3126	0,76
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	98,5780	99,2034	-0,6254	-2,2181	0,06
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	98,1726	99,0404	-0,8678	-1,9551	0,086

t(Student t-test)

***sig $p < 0,0001$

3.3. Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз флексибилноста – напрегањето под компресија на адитивниот и кондензацискиот силикон

Во табела 27 прикажани се просечните, минималните и максимални вредности на напрегањето под компресија на отпечаточните материјали од кондензациски силикон и адитивен силикон, без дезинфекција и по дезинфекција од 15 минути.

Табела 27. Просечни вредности на напрегањето под компресија на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон, без дезинфекција и по дезинфекција од 15 минути (%)

материјал	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – недезинфициран	4,4392 \pm 0,25	4,208 – 4,674
К – дезинфициран	4,1186 \pm 0,142	3,984 – 4,354
А – недезинфициран	5,3898 \pm 0,126	5,213 – 5,542
А – дезинфициран	5,2230 \pm 0,125	5,1220 – 5,392

Вредноста на напрегањето под компресија значајно се разликуваше меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски силикон ($p = 0,021$), но не и кај примероците од адитивен силикон ($p = 0,069$). Во групата од кондензациски силикон, значајно поголеми просечни вредности на напрегањето под компресија беа регистрирани кај недезинфицираните примероци (4,4392 % наспроти 4,1186 %), односно дезинфекцијата резултирала со значајно помали промени во напрегањето под компресија во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон. И во групата примероци од адитивен силикон, дезинфицираните отпечаточни материјали имаа помали промени во напрегањето под компресија од недезинфицираните, но без статистичка значајна разлика (5,2230 % наспроти 5,3898 %).

Типот на материјал, кондензациски или адитивен силикон, имаше значајно влијание на напрегањето под компресија кај примероците без и со дезинфекција ($p = 0,000021$ и $p = 0,000001$, соодветно).

Просечната вредност на напрегањето под компресија е значајно поголема во групата недезинфицирани и дезинфицирани примероци од адитивен силикон (5,3898 % наспроти 4,439 %, 5,2230 % наспроти 4,1186 %, соодветно). Кондензацискиот силикон има значајно помало напрегање под компресија од адитивниот (табела 28).

Табела 28. Ефектот на дезинфекцијата врз флексибилноста – напрегање под компресија

материјал	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	4,4392	4,1186	0,3206	2,8713	*0,021
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	5,3898	5,2230	0,1668	2,1027	0,069
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	4,4392	5,3898	0,9506	-8,8418	***0,000021
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	4,1186	5,2230	-1,1044	-13,0149	***0,000001

t(Student t-test)

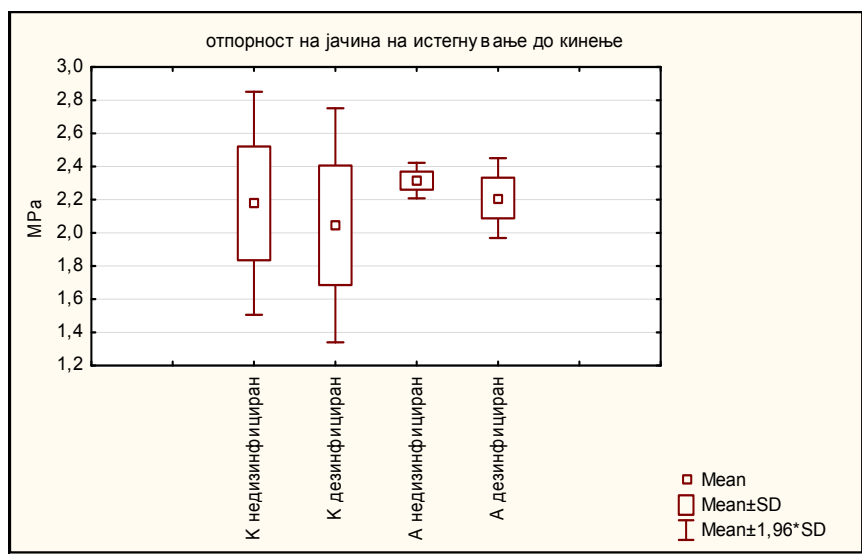
*sig $p < 0,05$, ***sig $p < 0,0001$

3.4. Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз отпорноста на јачината на истегнување до кинење на адитивниот и кондензацискиот силикон

Просечните, минималните и максимални вредности на отпорноста на јачината на истегнување до кинење, на не дезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон, се прикажани во табела 29 и графикон 7.

Табела 29. Отпорност на јачината на истегнување до кинење (MPa)

материјал	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – не дезинфициран	2,1781 \pm 0,343	1,5548 – 2,5902
К – дезинфициран	2,0455 \pm 0,36	1,4218 – 0,36001
А – не дезинфициран	2,31501 \pm 0,055	2,3944 – 0,05466
А – дезинфициран	2,20975 \pm 0,1226	2,0093 – 0,12264



Графикон 7. Отпорност на јачината на истегнување до кинење (MPa)

Согласно добиените резултати, дезинфекцијата и типот на силикон немаат значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до кинење ($p > 0,05$). Просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на не дезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски силикон е незначајно различна (2,1781 MPa наспроти 2,0455 MPa, $p = 0,53$); не е воочена статистички значајна разлика и во просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење на отпечаточните материјали од адитивен силикон без/со дезинфекција (2,3150 MPa наспроти 2,2097 MPa, $p = 0,12$).

Не дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност на отпорноста на јачината на истегнување до кинење (2,1781 MPa наспроти 2,3150 MPa, $p = 0,4$); статистички незначајна беше и разликата во просечната отпорност на јачината на

истегнување до кинење меѓу дезинфицираните материјали од кондензациски и адитивен силикон (2,0455 МРа наспроти 2,2097 МРа, $p = 0,36$) (табела 30).

Табела 30. Ефектот на дезинфекцијата и типот на материјал врз отпорноста на јачината на истегнување до кинење (МРа)

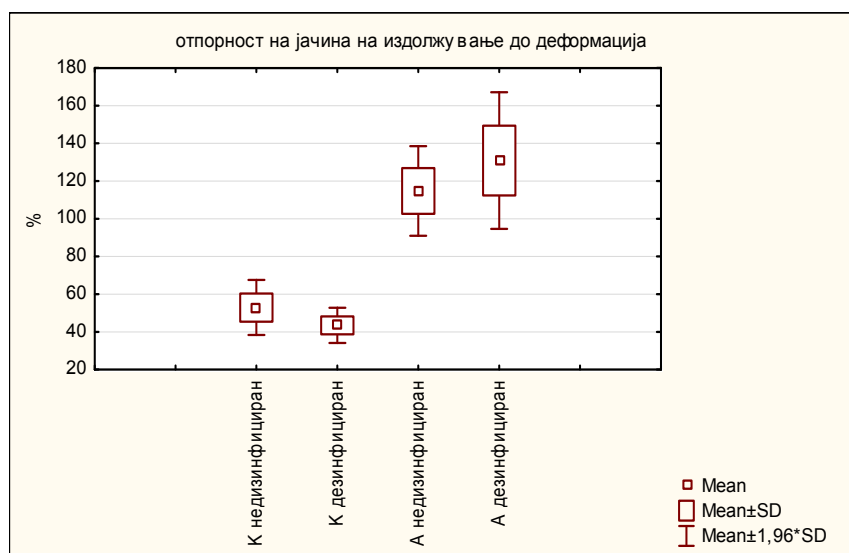
материјали – варијабла	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	2,1781	2,0455	0,1326	0,6531	0,53
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	2,3150	2,2097	0,1053	1,7529	0,12
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	2,1781	2,3150	-0,1369	-0,8759	0,4
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	2,0455	2,2097	-0,1642	-0,9669	0,36

t(Student t-test)

Просечните, минималните и максимални вредности на отпорноста на јачината на истегнување до деформација, на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали од кондензациски и адитивен силикон, се прикажани во табела 31 и графикон 8.

Табела 31. Отпорност на јачината на истегнување до деформација на недезинфицираните и дезинфицираните примероци на кондензациски и адитивен силикон (%)

материјал	статистички параметри	
	mean \pm SD	min – max
К – недезинфициран	52,9721 \pm 7,4648	40,45 – 61,85
К – дезинфициран	43,4796 \pm 4,7598	34,5525 – 48,325
А – недезинфициран	114,7975 \pm 12,1234	103,4325 – 135,315
А – дезинфициран	130,8880 \pm 18,4928	105,665 – 155,07



Графикон 8. Отпорност на јачина на истегнување до деформација на недезинфицираните и дезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон (%)

Во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон, отпорноста на јачината на истегнување до деформација значајно се разликува меѓу примероците со/без дезинфекција ($p = 0,025$); значајно помала отпорност е регистрирана кај примероците со дезинфекција (43,4796 % наспроти 52,9721 %).

Дезинфекцијата нема значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација во групата отпечаточни материјали од адитивен силикон ($p = 0,14$). Просечната отпорност изнесува 130,888 % и 114,7975 %, соодветно во примероците со и без дезинфекција.

Типот на материјал има значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација кај недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали ($p = 0,000003$ и $p = 0,000001$, соодветно). Независно од користењето на постапката на дезинфекција, значајно помала отпорност на издолжувањето е забележана кај примероците од К-силикон.

Просечната отпорност на јачината на истегнување до деформација е 52,9721 и 114,7975 %, соодветно во групите примероци без дезинфекција од кондензациски и адитивен силикон. Просечната отпорност на јачината на истегнување до деформација е 43,4796 и 130,888 %, соодветно во групите примероци од кондензациски и адитивен силикон со примена на дезинфекција (табела 32).

Табела 32. Отпорност на јачината на истегнување до деформација (%) – варијабла

материјал	Mean		difference	t-value	p-level
	група 1	група 2			
К – недезинфициран наспроти К – дезинфициран	52,9721	43,4796	9,4925	2,6264	*0,025
А – недезинфициран наспроти А – дезинфициран	114,7975	130,888	-16,0905	-1,6271	0,14
К – недезинфициран наспроти А – недезинфициран	52,9721	114,7975	-61,8254	-10,4055	***0,000003
К – дезинфициран наспроти А – дезинфициран	43,4796	130,888	-87,4084	-11,2520	***0,000001

t(Student t-test)

*sig $p < 0,05$, ***sig $p < 0,0001$

3.5. Резултати од ефектот на дезинфекцијата врз навлажливоста (хидрофилноста) на адитивниот и кондензацискиот силикон

Табелата 33 ги прикажува просечните вредности на контактниот агол на отпечаточните материјали од адитивен и кондензациски силикон, недезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути.

Табела 33. Просечни вредности на контактниот агол на отпечаточните материјали од адитивен и кондензациски силикон, недезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути (°)

материјал	контактен агол	p-level
А – недезинфициран	95,77 ± 13,28	p = 0,18 ns
А – дезинфициран	106,10 ± 8,64	

К – недезинфициран	101,53 ± 8,64	p = 0,75 ns
К – дезинфициран	102,96 ± 4,42	

Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон во однос на добиените вредности за контактниот агол, покажа незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен материјал не се разликуваа значајно во однос на просечната вредност на контактниот агол (95,77° наспроти 106,10°, p = 0,18). Истото се случи и кај кондензацискиот силикон (недезинфицирани: 101,53° наспроти дезинфицирани: 102,96°, p = 0,75).

Добиените резултати покажаа дека типот на материјал нема значајно влијание на добиените вредности за контактниот агол и кај недезинфицираните (p = 0,44) и кај дезинфицираните отпечаточни примероци (p = 0,49). Просечната вредност на контактниот агол е 101,53° и 95,77°, соодветно кај недезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон; 102,96° и 106,10°, соодветно кај дезинфицираните примероци од кондензациски и адитивен силикон (табела 34).

Табела 34. Просечни вредности за контактниот агол кај отпечаточните материјали од адитивен и кондензациски силикон, недезинфицирани и дезинфицирани во времетраење од 15 минути (°)

материјал	контактен агол	p-level
А – недезинфициран	95,77 ± 13,28	p = 0,44 ns
К – недезинфициран	101,53 ± 8,64	
А – дезинфициран	106,10 ± 8,64	p = 0,49 ns
К – дезинфициран	102,96 ± 4,42	

Просечната вредност на слободната површинска енергија е најголема кај примероците од недезинфицираниот адитивен силикон од 14,78 (mJ/m²) и има најмали вредности за контактниот агол од 95,77°, додека кај дезинфицираниот адитивен силикон, вредноста на слободната површинска енергија изнесува 11,00 (mJ/m²), а на контактниот агол 106,10° што укажува на тоа дека дезинфекцијата ја намалува навлажливоста на овој материјал. Кај кондензацискиот недезинфициран силикон, вредноста за слободната површинска енергија е пониска од адитивниот силикон, односно 12,27 (mJ/m²) со измерен контактен агол од 101,53°. За дезинфицираните примероци од кондензациски силикон, добиена е просечна вредност за слободната површинска енергија од 12,26 (mJ/m²) и контактен агол од 106,10° што исто така укажува на фактот дека дезинфекцијата во траење од 15 минути ја намалува навлажливоста на овој материјал (табела 35).

Табела 35. Просечни вредности на контактниот агол и слободната површинска енергија кај отпечаточните материјали од адитивен и кондензациски силикон, недезинфицирани и дезинфицирани

материјал	контактен агол (°)	слободна површинска енергија [mJ/m ²]
А – недезинфициран	95,77 ± 13,28	14,78

А – дезинфициран	106,10 ± 8,64	11,00
К – недезинфициран	101,53 ± 8,64	12,27
К – дезинфициран	102,96 ± 4,42	12,26

3.6. Ефектот на стареењето врз деградацијата на недезинфицираните и дезинфицираните примероци од адитивен и кондензациски силикон

За да се согледа дали постојат некакви промени на карактеристичните ленти како резултат на стареењето на 254 nm (нанометри) UV зрачење на 55 % релативна влажност и 23 °C, одредени се соодносите на карактеристичните ленти O-H; SiO-H, ν_s CH; ν_{as} CH, ν_{as} Si-O-Si, ν Si-C, ν_s Si-O, ν_s Si-O-Si и референтниот пик δ_s CH; δ_{as} CH. Од добиените резултати може да се согледа дека подрачјето од околу 3050 – 2925 cm^{-1} соодветствува на присуството на групи OH, кои се препоклопуваат со линиите на водород поврзан со молекули на вода (H-O-H...H), како и вибрациите SiO-H, како и нивната интеракција со молекулите на вода (SiO-H...H₂O). Пределот 1230 – 905 cm^{-1} се припишува на трансверзалниот оптички (TO) и лонгитудиналниот оптички (LO) модул на асиметричните вибрации Si-O-Si, и на овој начин се докажува постоењето на густа силикатна мрежа, со кислородни атоми во улога на „поврзувачки мост“ на два атоми на силициум. Симетричните вибрации Si-O-Si се наоѓаат нешто пониско, на 840 – 720 cm^{-1} . Нискоенергетските линии (720 – 650 cm^{-1}) ја прикажуваат деформацијата на групата Si-O во склоп на мрежата SiO₂ и можат да презентираат дефекти во решетката (табела 36, 37).

Табела 36. Средни вредности добиени при мерење на површината на пиковите

Кондензациски силикон – дезинфициран (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	0,87226	0,23634	3,549	60,0778	1,1368	30,852	2,6144
48 часа	0,90388	0,02206	3,258	58,8094	1,1514	30,478	2,995
96 часа	0,92606	0,1467	3,3656	60,2924	1,1398	30,793	2,9554
144 часа	0,79158	0,1146	3,2336	60,2158	1,162	30,606	2,8812
Кондензациски силикон – недезинфициран (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	0,82774	0,05248	3,6658	59,491	1,1062	30,85	2,97308
48 часа	0,93824	0,0251	3,3244	59,2742	1,1004	30,695	2,9756
96 часа	0,87544	0,10778	3,4114	60,2034	1,1412	30,9472	3,038
144 часа	0,95474	0,05944	3,2786	58,2158	1,1306	30,5566	2,8516
Адитивен силикон – дезинфициран (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	1,01376	0,08912	2,9116	67,9596	1,0634	32,583	2,8134
48 часа	1,19802	0,17304	2,6978	67,2778	1,0448	32,311	2,7538
96 часа	1,03456	0,08064	2,7906	67,8772	1,0724	32,5954	2,8552
144 часа	1,09278	0,08436	2,967	69,5416	1,0672	32,391	2,4792
Адитивен силикон – недезинфициран (средни вредности)							
	O-H; SiO-H	ν_s CH; ν_{as} CH	δ_s CH; δ_{as} CH	ν_{as} Si-O-Si	ν Si-C	ν_s Si-O	ν_s Si-O-Si
пред стареење	0,91938	0,0345	2,6996	69,7048	1,0432	32,7494	2,8316
48 часа	1,173	0,161236	2,727	70,269	1,0318	32,1744	2,757

96 часа	0,99682	0,07592	2,821	69,2734	1,061	32,512	2,8442
144 часа	1,07994	0,07592	3,0306	70,5852	1,0498	32,4158	2,5818

Табела 37. Споредба на средните вредности со референтен пик - δ_sCH и $\delta_{as}CH$

Кондензациски силикон – дезинфициран (споредба со референтен пик - δ_sCH и $\delta_{as}CH$)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	$\nu_{as}Si-O-Si/\delta$ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_sSi-O/δ CH	$\nu_sSi-O-Si/\delta$ CH
пред стареење	0,2458	16,9281	0,3203	8,6932	0,7367
48 часа	0,2774	18,0508	0,3534	9,3548	0,9193
96 часа	0,2752	17,9143	0,3387	9,1493	0,8781
144 часа	0,2448	18,6219	0,3594	9,4650	0,8910
Кондензациски силикон – недезинфициран (споредба со референтен пик - δ_sCH и $\delta_{as}CH$)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	$\nu_{as}Si-O-Si/\delta$ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_sSi-O/δ CH	$\nu_sSi-O-Si/\delta$ CH
пред стареење	0,2258	16,2287	0,3018	8,4156	0,8110
48 часа	0,2822	17,8300	0,3310	9,2332	0,8951
96 часа	0,2566	17,6477	0,3345	9,0717	0,8905
144 часа	0,2912	17,7563	0,3448	9,3200	0,8698
Адитивен силикон – дезинфициран (споредба со референтен пик - δ_sCH и $\delta_{as}CH$)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	$\nu_{as}Si-O-Si/\delta$ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_sSi-O/δ CH	$\nu_sSi-O-Si/\delta$ CH
пред стареење	0,3482	23,3410	0,3652	11,1908	0,9663
48 часа	0,4441	24,9380	0,3873	11,9768	1,0208
96 часа	0,3707	24,3235	0,3843	11,6804	1,0231
144 часа	0,3683	23,4384	0,3597	10,9171	0,8356
Адитивен силикон – недезинфициран (споредба со референтен пик - δ_sCH и $\delta_{as}CH$)					
	O-H; SiO-H/ δ CH	$\nu_{as}Si-O-Si/\delta$ CH	ν Si-C/ δ CH	ν_sSi-O/δ CH	$\nu_sSi-O-Si/\delta$ CH
пред стареење	0,3406	25,8204	0,3864	12,1312	1,0489
48 часа	0,4301	25,7679	0,3784	11,7985	1,0110
96 часа	0,3534	24,5563	0,3761	11,5250	1,0082
144 часа	0,3563	23,2908	0,3464	10,6962	0,8519

Од резултатите може да се согледа дека нема големи разлики во просечните вредности кај проучуваните дезинфицирани и недезинфицирани примероци, што значи дека нема значајна деградација кај сите проучувани примероци од адитивен и кондензациски силикон. Тоа укажува на фактот дека процесот на стареење по 48, 96 и 144 часа во реални услови, на дезинфицираните и недезинфицираните примероци од двата еластомерни материјали, нема ефект врз деградацијата.

ЗАКЛУЧОК

Врз основа на поставените цели, избраната методологија со која се добиени резултатите и врз основа на нивната анализа, изведени се следните заклучоци:

1. Еластомерните отпечаточни материјали се подложни на контракција предизвикана од полимеризацијата и нуспроизводите кои предизвикуваат дополнителна контракција.
2. Општо земено, не постои специфичен протокол за дезинфекција за секој тип отпечаточен материјал со што би се намалила можноста за вкрстена инфекција, без да бидат предизвикани негативни ефекти врз димензионалната стабилност на материјалот.
3. Во студијата, анализата на податоците покажа дека и двата материјали презентираат статистички значајни димензионални промени со текот на времетраењето на дезинфекцијата и одложеното излевање.
4. Во примероците со адитивен силикон регистрирани се значајно помали промени на димензионалната стабилност во сите временски точки на дезинфекција. Највисоки вредности за димензионалните промени се забележани до 6 часа од дезинфекцијата и кај двата силикони, а по 15 минути материјалот се стабилизира. Најизразени промени во вид на контракција се воочени во првиот час од дезинфекцијата.
5. Повторената дезинфекција од 15 минути во заботехничката лабораторија, на веќе дезинфицираните примероците од адитивен и кондензациски силикон во ординација, не предизвикува статистички значајни димензионални промени.
6. Во однос на ефектот на самото средство за дезинфекција, и двата материјали презентираа статистички значајни димензионални промени со текот на времетраењето на дезинфекцијата. За причините на делувањето на самата дезинфекција и средството за дезинфекција, потребни се дополнителни истражувања за докажување на делувањето на хлорот од натриум хипохлоритот како средство за дезинфекција, кое често е споменувано во литературата.
7. Одложеното времетраење на излевање на дезинфицираните и недезинфицираните примероци (контролна група) има значајно влијание врз димензионалната стабилност на отпечаточните материјали од кондензациски и адитивен силикон. И двата материјали презентираат статистички значајни димензионални промени со текот на времетраењето на одложеното излевање.
8. Споредбата на недезинфицираните и дезинфицирани отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон, во однос на еластичното обновување, покажа значајно влијание на ефектот на дезинфекцијата само во групата со кондензациски силикон, при што значајно помали промени во еластичното обновување се измерени во групата на дезинфицирани примероци.
9. Воочена е значајна разлика кај просечните вредности на напрегањето под компресија меѓу недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски силикон, но не и кај примероците од адитивен силикон. Дезинфекцијата резултира со значајно помали промени во напрегањето под компресија во групата отпечаточни материјали од кондензациски силикон. Кондензацискиот силикон Ohasil L покажа поголема ригидност од адитивниот силикон Variotime L.

10. Дезинфекцијата и типот на силикон немаат значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до кинење. Типот на материјал има значајно влијание на отпорноста на јачината на истегнување до деформација кај недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни материјали. Значајно помала отпорност на издолжување до деформација е забележана кај примероците од кондензациски силикон. Тоа укажува на фактот дека адитивниот силикон Variotime L покажува поголем отпор на јачината на истегнување до деформација за разлика од кондензацискиот силикон Oxasil L, а со тоа и поголем отпор на кинење.

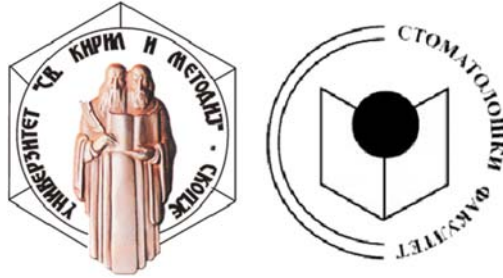
11. Споредбата на недезинфицираните и дезинфицираните отпечаточни примероци од кондензациски и адитивен силикон, во однос на добиените вредности за контактниот агол, има незначајно влијание на ефектот на дезинфекцијата и кај двата материјали. Но сепак, просечните вредности од контактниот агол и слободната површинска енергија покажаа дека дезинфекцијата незначајно ја намалува навлажливоста и кај двата материјали.

12. Од резултатите добиени со FTIR-спектроскопијата може да се согледа дека нема значајни разлики во споредените просечни вредности за деградација на проучуваните дезинфицирани и недезинфицирани примероци по процесот на стареење.

SS CYRIL AND METHODIUS UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY – SKOPJE

Dental Prosthetics Department



Shabanov Erol Enis

**COMPARATIVE EVALUATION OF THE MECHANICAL AND PHYSICAL
PROPERTIES OF TWO ELASTOMERIC IMPRESSION MATERIALS**

DOCTORAL DISERTATION SYNOPSIS

Skopje, 2024

1. INTRODUCTION

The impression taking phase is a routine procedure in all branches of dentistry, especially in fixed and mobile prosthetics. The purpose of the impression is to obtain a precise and dimensionally stable "negative" from which, after casting with plaster, a precise working model will be obtained on which a perfect prosthetic restoration will be made. Elastomeric materials are most commonly utilized in dental prosthetics, especially additive and condensation silicone. One of the main required properties of these materials is that they are dimensionally stable until they are poured and upon their disinfection, they have optimal physical and mechanical properties, i.e. good elasticity and flexibility, optimal wetting ability and due date (aging) without its degradation.

For these reasons, the **research subject** in the doctoral dissertation is primarily the evaluation of the effect of the duration of disinfection and delayed effusion of impressions on the dimensional stability of two elastomeric materials, i.e. the additive and condensation silicone. In addition, in order to provide a comprehensive insight, elasticity and flexibility (elastic recovery, resistance to tensile strength to tear, compressive stress), wettability (hydrophilicity), aging and degradation of the material under controlled conditions (temperature, humidity and UV radiation) were compared, which can under certain conditions affect their mechanical and physical properties. Based on data from the literature and analyzes from the study of this problem, **the objectives of this research are presented**: to investigate the impact of certain factors on the dimensional stability of two elastomeric materials, such as the duration of disinfection, the prolonged pouring time of 6 hours, the repeated 15-minute disinfection after a 6-hour delayed spill of an already disinfected impression in the dental office. The elastic and flexural properties of both disinfected and non-disinfected materials were also analyzed in terms of their elastic recovery, compressive stress, and tensile strength resistance to tearing and deformation. The effect of disinfection on the wetting property (hydrophilicity, hydrophobicity) and whether the aging of materials (disinfected and non-disinfected) in real time will cause degradation of the materials has also been looked into.

Due to the variety of methods, means and results obtained from research, the hypotheses in this study are set as null hypotheses. In accordance with the objectives of the research, the following hypotheses have been set that shall be either confirmed or rejected:

Hypothesis 1. There is no statistically significant difference in the dimensional stability of additive and condensation silicone impressions as a result of extended duration of disinfection by immersion in 0,5% sodium hypochlorite of 15, 30, 60 minutes and 6 hours;

Hypothesis 2. An extended delayed pour time of 6 hours on disinfected samples of both materials has no significant effect on the dimensional stability of the additive and condensation silicone impressions;

Hypothesis 3. The repeated disinfection of 15 minutes after 6 hours of delayed pouring of the already disinfected samples in the office has no statistically significant effect on the dimensional stability of additive and condensation silicone;

Hypothesis 4. The extended delayed pouring time of 6 hours on the non-disinfected samples of both materials (control group), has no significant effect on the dimensional stability of additive and condensation silicone impressions;

Hypothesis 5. 15-minute disinfection has no significant effect on elastic recovery, compressive stress (flexibility), tensile strength resistance to tearing and deformation, and wetting property (hydrophilicity) of additive and condensation silicone impressions;

Hypothesis 6. Aging under controlled conditions for both disinfected and non-disinfected elastomeric materials will not have a significant impact on the degradation of both materials.

2. APPLIED SCIENTIFIC METHODS AND METHODS OF WORK

One additive and one condensation silicone are included in this in vitro study. The disinfection method is conducted by immersion in a solution of 0,5% sodium hypochlorite. The samples were prepared according to the ISO 4823:2021 and ISO 37:2017 standards recommendations. The polymerized samples for dimensional stability evaluation are divided into four groups:

Group 1 samples immersed in the disinfectant 0,5% sodium hypochlorite for 15, 30, 60 minutes and 6 hours. Measurements were taken by utilizing a digital microscope Delta Digital Optical Microscope Smart 5MP PRO 20x-300x with an accuracy of 0,001mm immediately after removing the samples from the mold and after each immersion time point.;

Group 2 samples were disinfected for 15 minutes and then stored for 6 hours in ambient conditions also in the laboratory. The measurements were carried out immediately after removal from the mold, after 15 min. disinfection and after 6 hours of storage;

Group 3 samples were disinfected for 15 minutes and then stored for 6 hours in ambient conditions in the laboratory and then exposed to repeated disinfection for 15 minutes. The measurements were carried out immediately after removal from the mold, after 15 minutes of the first disinfection in the office, after 6 hours of storage and after repeated disinfection;

Group 4 test samples were stored without disinfection for 6 hours and 15 minutes in ambient conditions in the dental laboratory (extended pouring time).

The samples for the evaluation of elasticity, flexibility and wettability are prepared according to the foregoing standards. Upon polymerization, the samples from each group are divided into 4 subgroups of 5 samples each (5 disinfected and 5 non-disinfected from each tested material). Subsequently, the samples were tested in a testing device: for elastic recovery, for stress under compression, tensile strength resistance to tearing and deformation Shimadzu 25T type AGX Determination of mechanical properties - additional equipment: for Compression testing (Model 34308095).

The wettability of both the prepared disinfected and non-disinfected samples was evaluated by measuring the contact angle of a drop of water on the surface of the polymerized sample with the instrument See System E, Instrument for Contact angle measurement Determination of contact angle and surface energy with Software 7.0, The measurements were performed on samples of both materials and the results were obtained based on the determination of an average value from successive measurements of each of the samples, according to a standard procedure with a drop of distilled water, glycerol and ethylene glycol. The effect of aging of the disinfected and non-disinfected samples of the two elastomers on their degradation was examined by placing them in a chamber where UV degradation takes place at 254 nm (nanometers) UV radiation, 55% relative humidity and temperature 230C in different time intervals: before placement, 48, 96 and 144 hours in real time. The characterization of the samples was performed by utilizing FTIR spectroscopy with (FTIR spectrophotometer, Perkin Elmer, Spectrum 100). The device is connected to software that performs this mathematical operation and provides information pertaining the vibrations in the form of an interferogram. FT-IR spectroscopy allows to determine the characteristic vibrations of the atomic groups of the studied compound.

3. OBTAINED RESULTS AND THEIR SIGNIFICANCE

The following is an explanation of the research results.

3.1. RESULTS OF DIMENSIONAL STABILITY RESEARCH

3.1.1 Results of the research into the effect of disinfection duration on the dimensional changes of condensation and additive silicone

Table 1 shows the mean, minimum, and maximum values of linear dimensional changes of condensation silicone impression materials immersed in disinfectant for 15, 30, 60 minutes, and 6 hours.

Table 1. The Effect of Disinfection Duration on Linear Dimensional Changes in Condensation Silicone

Group 1 K silicone	Dimensional changes (%)	
	Statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
Immediately	0,1588 \pm 0,006	0,15 – 0,165
15 minutes	0,2602 \pm 0,01	0,248 – 0,27
30 minutes	0,37802 \pm 0,011	0,36 – 0,388
60 minutes	0,5414 \pm 0,008	0,53 – 0,55
6 hours	0,6140 \pm 0,009	0,6 – 0,624

The results of the Repeated Measures ANOVA analysis showed that the mean value of the linear dimensional changes in the group of condensation silicone impression materials that were immersed in a disinfectant after removal from the mold differed statistically significantly between at least two of the analyzed time points [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16)=1942.139 p<0,0001] Post-hoc analysis with Bonferroni correction showed a significant increase in dimensional stability changes at all time points (0,1588% \pm 0,06, 0,2602% \pm 0,01, 0,37802% \pm 0,011, 0,5414% \pm 0,008, 0,6140% \pm 0,009, respectively), that is, a significant difference was confirmed between each pair of time points. The dimensional stability decreased statistically significantly by 0,101% between baseline and 15 minutes (p=0,001), and then further decreased by 0,118% between 15 and 30 minutes (p=0,001), by 0,163% between 30 and 60 minutes (p <0,0001) and by 0,073% between 60 minutes and 6 hours (p=0,005). (Table 2.2a)

Table 2. Repeated Measures ANOVA

Group 1. K silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,718	4	0,179	1942.139	0,000
	Greenhouse-Geisser	0,718	2.182	0,329	1942.139	0,000
	Huynh-Feldt	0,718	4.000	0,179	1942.139	0,000
	Lower-bound	0,718	1.000	0,718	1942.139	0,000

Table 2a. Repeated Measures ANOVA

группа 1 К-силикон						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,101*	0,006	0,001	-0,133	-0,070
	30 minutes	-0,219*	0,003	0,000	-0,235	-0,204
	60 minutes	-0,383*	0,005	0,000	-0,413	-0,352
	6 hours	-0,455*	0,005	0,000	-0,483	-0,427
15 minutes	30 minutes	-0,118*	0,008	0,001	-0,164	-0,071
	60 minutes	-0,281*	0,006	0,000	-0,316	-0,246
	6 hours	-0,354*	0,004	0,000	-0,377	-0,331
30 minutes	60 minutes	-0,163*	0,007	0,000	-0,201	-0,125
	6 hours	-0,236*	0,007	0,000	-0,278	-0,194
60 minutes	6 hours	-0,073*	0,007	0,005	-0,112	-0,033

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

The mean, minimum, and maximum dimensional change values of additive silicone impression materials immersed in disinfectant for 15, 30, 60 minutes, and 6 hours are shown in Table 2, Chart 2. As observed, in this group of additive silicone samples, the change in the average values of dimensional changes was manifested immediately after the first disinfection after 15 minutes as well ($0,1534\% \pm 0,001$ vs $0,0746\% \pm 0,006$). (Table 3)

Table 3. Effect of Disinfection Duration on Linear Dimensional Changes in Additive Silicone %

Group 1 A silicone	Dimensional changes(%)	
	statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
Immediately	$0,0746 \pm 0,006$	0,069 – 0,082
15 minutes	$0,1534 \pm 0,001$	0,143 – 0,168
30 minutes	$0,2530 \pm 0,008$	0,240 – 0,260
60 minutes	$0,3958 \pm 0,005$	0,39 – 0,401
6 hours	$0,4276 \pm 0,008$	0,418 – 0,436

The results generated by the application of the Repeated Measures ANOVA analysis for the dimensional changes in the group of additive silicone impression materials that were immersed in a disinfectant after removal from the mold, present a significant difference in the mean values of the changes between at least two of the analyzed time points [(F(df_{time} 4, df_{Error} (time)16)=1610,422 p<0,0001]. Pairwise table comparisons made with Bonferroni correction confirmed a significant difference between each pair of time points, with an increase in the average value of dimensional changes at each successive time point ($0,0746\% \pm 0,006$, $0,1534\% \pm 0,010$, $0,253\% \pm 0,008$, $0,3958\% \pm 0,005$, $0,4276\% \pm 0,008\%$, respectively). Dimensional stability decreased statistically significantly by 0,079% between the beginning and after 15 minutes (p=0,007), by 0,1% between 15 and 30 minutes (p=0,008), by 0,143%

between 30 and 60 minutes ($p=0,003$) and by 0,032% between 60 minutes and 6 hours ($p=0,004$). (table 4.4a)

Table 4. Repeated Measures ANOVA

Group 1. A silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,462	4	0,115	1610,422	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,462	1.461	0,316	1610,422	***0,000
	Huynh-Feldt	0,462	2.090	0,221	1610,422	***0,000
	Lower-bound	0,462	1.000	0,462	1610,422	***0,000

***sig $p<0,0001$

Table 4a. Repeated Measures ANOVA

Group 1. A silicone						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,079*	0,007	**0,003	-0,115	-0,042
	30 minutes	-0,178*	0,003	***0,000	-0,194	-0,163
	60 minutes	-0,321*	0,004	***0,000	-0,341	-0,301
	6 hours	-0,353*	0,006	***0,000	-0,389	-0,317
15 minutes	30 minutes	-0,100*	0,008	***0,002	-0,144	-0,055
	60 minutes	-0,242*	0,006	***0,000	-0,274	-0,211
	6 hours	-0,274*	0,003	***0,000	-0,291	-0,257
30 minutes	60 minutes	-0,143*	0,003	***0,000	-0,162	-0,123
	6 hours	-0,175*	0,007	***0,000	-0,214	-0,135
60 minutes	6 hours	-0,032*	0,004	*0,014	-0,054	-0,009

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*sig $p<0,05$, **sig $p<0,01$, ***sig $p<0,0001$

These results point to the conclusion that the duration of disinfection has a significant influence on the dimensional stability of condensation and additive silicone impression materials.

Condensation and additive silicone impression materials immersed in disinfectant immediately after removal from the mold had significantly different linear dimensional change values at all time points ($p<0,0001$).

The mean value of dimensional stability was significantly lower at all time points in the A silicone group: 0,0746% vs 0,1588% at baseline, 0,1534% vs 0,2602% after 15-minute disinfection, 0,2530% vs 0,37802% after 30-minute disinfection, 0,3958 % vs 0,5414% after 60-minute disinfection, 0,4276% vs 0,6140% after 6-hour disinfection. Significantly smaller changes in dimensional stability were registered in the samples with additive silicon at all time points. (Table 5, Chart 1)

Table 5. Comparative values for dimensional changes between condensation and additive silicone depending on the duration of disinfection

Group 1 K silicone vs A silicone	mean		difference	t-value	p-level
	Group 1 K	Group 1 A			
immediately	0,1588	0,0746	0,0842	22.3	***0,00000
15 minutes	0,2602	0,1534	0,1068	168	***0,00000
30 minutes	0,37802	0,2530	0,12502	20,52	***0,00000
60 minutes	0,5414	0,3958	0,1456	35.71	***0,00000
6 hours	0,6140	0,4276	0,1864	33.7	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p<0,0001

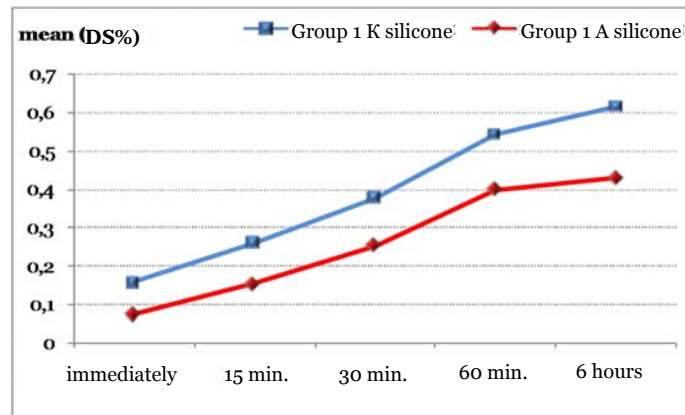


Chart 1. Comparative values for dimensional changes between condensation and additive silicone depending on the duration of disinfection

3.1.2 . Results of the effect of delayed pouring on the dimensional changes of disinfected condensation and additive silicone

Table 6 features the mean, minimum, and maximum values of the dimensional changes of the condensation silicone impression materials at the analyzed time points (immediately after removal from the mold, after disinfection of 15 minutes, and after delayed pouring of 6 hours). As it can be observed, the delayed casting of the impression of 6 hours results in the highest average values of linear dimensional changes of (0,5122% ± 0,009).

Table 6. The Effect of Delayed Pouring of Disinfectant Condensation Silicone on Dimensional Changes %

Group 2 K silicone	Dimensional changes (%)	
	Statistical parameters	
	mean ± SD	min – max
immediately	0,1610 ± 0,006	0,155 – 0,170
15 minutes	0,2558 ± 0,005	0,250 – 0,261
6 hours	0,5122 ± 0,009	0,498 – 0,520

Repeated Measures ANOVA analysis performed in the group of additive silicone impression materials that, after disinfection and a delayed pouring time of 6 hours, showed that the

average value of dimensional changes was significantly different between at least two of the analyzed time points $p < 0,0001$. Post-hoc analysis with Bonferroni correction testing differences between each pair of time points detected a significant difference between each pair of time points ($p < 0,0001$). Recorded increase in the average value of dimensional stability changes at each successive time point ($0,0746\% \pm 0,004$, $0,1578\% \pm 0,007$, $0,3078\% \pm 0,005\%$, respectively). Dimensional stability decreased statistically significantly by $0,083\%$ between the beginning and after 15 minutes and further by $0,15\%$ between 60 minutes and 6 hours. (Table 7 and 7a)

Table 7. Repeated Measures ANOVA

Group 2. A silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,140	2.0	0,070	1818.674	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,140	1.527	0,091	1818.674	***0,000
	Huynh-Feldt	0,140	2.0	0,070	1818.674	***0,000
	Lower-bound	0,140	1.0	0,140	1818.674	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Table 7a. Repeated Measures ANOVA

Group 2. A silicone						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,083*	0,004	***0,000	-0,098	-0,068
	6 hours	-0,233*	0,003	***0,000	-0,245	-0,222
15 minutes	6 hours	-0,150*	0,005	***0,000	-0,169	-0,131

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig $p < 0,0001$

The mean values of the dimensional changes of the additive silicone impression materials with a delayed pouring of 6 hours after 15 minutes of disinfection, as well as the minimum and maximum values of these samples are shown in table 8. As it can be seen, in the samples of additive silicon, the delayed pouring of 6 hours resulted in the highest mean values of dimensional changes ($0,3078\% \pm 0,005$). (Table 8)

Table 8. The Effect of Delayed Pouring of Disinfectant Samples on Dimensional Changes in Additive Silicone

Dimensinal changes (%)		
Group 2. A silicone	Statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
immediately	$0,0746 \pm 0,004$	$0,069 - 0,080$
15 minutes	$0,1578 \pm 0,007$	$0,151 - 0,169$
6 hours	$0,3078 \pm 0,005$	$0,301 - 0,314$

Repeated Measures ANOVA analysis performed in the group of additive silicone impression materials that after disinfection and a delayed pouring time of 6 hours, showed that the average value of dimensional changes was significantly different between at least two of the analyzed time points [(F(df_{time} 2, df_{Error} (time)8)=1818.674 p<0,0001]. The post-hoc analysis with Bonferroni correction, which tested the differences between each pair of time points, detected a significant difference between each pair of time points (p<0,0001). An increase in the mean value of dimensional stability changes was registered at each successive time point (0,0746%±0,004, 0,1578%±0,007, 0,3078%±0,005%, respectively). Dimensional stability decreased statistically significantly by 0,083% between the beginning and after 15 minutes and further by 0,15% between 60 minutes and 6 hours. (Table 9, 9a)

Table 9. Repeated Measures ANOVA

Group 2. A silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,140	2.0	0,070	1818.674	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,140	1.527	0,091	1818.674	***0,000
	Huynh-Feldt	0,140	2.0	0,070	1818.674	***0,000
	Lower-bound	0,140	1.0	0,140	1818.674	***0,000

***sig p<0,0001

Table 9a. Repeated Measures ANOVA

Group 2. A silicone						
Pairwise Comparisons						
Time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Immediately	15 minutes	-0,083*	0,004	***0,000	-0,098	-0,068
	6 hours	-0,233*	0,003	***0,000	-0,245	-0,222
15 minutes	6 hours	-0,150*	0,005	***0,000	-0,169	-0,131

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig p<0,0001

These results lead to the conclusion that the effect of a delayed pouring time of 6 hours significantly affects the dimensional stability of condensation and additive silicone impression materials.

Dimensional changes of samples with delayed pouring time significantly depended on the type of material at all time points (p<0,0001), with significantly smaller dimensional changes obtained in the group of impression samples from additive silicone.

The initial mean value of the dimensional changes is 0,1610 and 0,0746%, respectively in the groups with condensation and additive silicon; 0,2556 and 0,1578%, respectively in condensation and additive silicone groups after 15-minute disinfection, 0,5122 and 0,3078%, respectively in condensation K and additive silicone groups after a 6-hour delayed pouring time. (Table 10, Chart 2)

Table 10. Comparison of mean values of dimensional changes between disinfected condensation and additive silicone after delayed pouring

Group 2 K silicone vs A silicone	mean		difference	t-value	p-level
	Group 2 K	Group 2 A			
immediately	0,1610	0,0746	0,0864	26.46	***0,00000
15 minutes	0,2558	0,1578	0,098	24.91	***0,00000
6 hours	0,5122	0,3078	0,2044	43.89	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p<0,0001

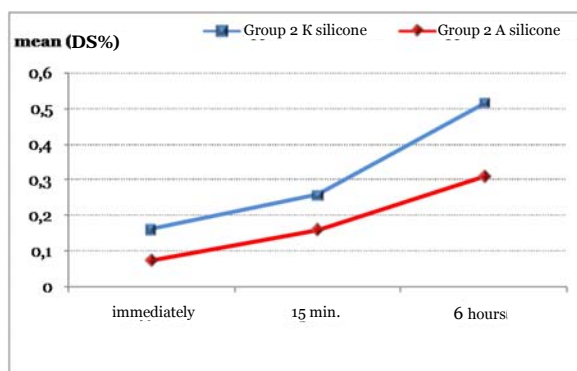


Chart 2. Comparison of mean values of dimensional changes between disinfected condensation and additive silicone after delayed pouring

3.1.3. Results of the effect of delayed pouring and repeated disinfection on the dimensional stability of disinfected condensation and additive silicone

Table 11 features the mean, minimum and maximum values of the linear dimensional changes of the condensation silicone, in which a re-disinfection procedure of 15 minutes after delayed pouring was applied.

Table 11. The effect of delayed pouring and repeated disinfection in disinfected condensation silicone %

Group 3 K silicone	Dimensional changes %	
	Statistical parameters	
	mean ± SD	min – max
immediately	0,160 ± 0,007	0,15 – 0,168
15 minutes	0,2572 ± 0,005	0,25 – 0,262
6 hours	0,5122 ± 0,008	0,502 – 0,523
6,15 hours	0,5104 ± 0,006	0,503 – 0,519

The results of the Repeated Measures ANOVA analysis showed that the mean value of the dimensional changes in the group of condensation silicone impression materials with a delayed pouring time and repeated disinfection of 15 minutes differed statistically significantly between at least two of the analyzed time points $p < 0,0001$. The post-hoc analysis with Bonferroni correction showed a significant increase in dimensional changes in the period up to 6 hours ($0,160\% \pm 0,0076$, $0,2572\% \pm 0,005$, $0,5122\% \pm 0,008$, respectively, $p < 0,0001$), and

then a reduced value of 0,5104% ± 0,006 after repeated disinfection of 15 minutes, and this difference was not significant, p=1.0, The dimensional stability decreased statistically significantly by 0,097% between baseline and 15 minutes, which then further decreased by 0,255% between 15 minutes and 6 hours, after which a non-significant increase of 0,002% was detected between 6 hours and 6 hours and 15 minutes of repeated disinfection. (Table 12,12a)

Table 12. Repeated Measures ANOVA

Group 3 K silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,481	3.0	0,160	3838.627	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,481	2.132	0,226	3838.627	***0,000
	Huynh-Feldt	0,481	3.0	0,160	3838.627	***0,000
	Lower-bound	0,481	1.0	0,481	3838.627	***0,000

***sig p<0,0001

Table 12a. Repeated Measures ANOVA

Group 3 K silicone						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,097*	0,004	***0,000	-0,119	-0,076
	6 hours	-0,352*	0,003	***0,000	-0,367	-0,337
	6,15 hours	-0,350*	0,003	***0,000	-0,366	-0,335
15 minutes	6 hours	-0,255*	0,004	***0,000	-0,275	-0,235
	6,15 hours	-0,253*	0,004	***0,000	-0,273	-0,234
6 hours	6,15 hours	0,002	0,005	1.000	-0,024	0,027

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig p<0,0001

Table 13 shows the mean, minimum, and maximum values of linear dimensional change of additive silicone impression materials re-immersed in disinfectant for 15 minutes after the 6-hour delayed pouring.

Table 13. The effect of delayed pouring and repeated disinfection in disinfected additive silicone %

Dimensional changes (%)		
Group 3 A silicone (green)	Statistical parameters	
	mean ± SD	min – max
immediately	0,0712 ± 0,01	0,06 – 0,08
15 minutes	0,1572 ± 0,008	0,148 – 0,169
6 hours	0,3114 ± 0,006	0,303 – 0,32
6,15 hours	0,3160 ± 0,006	0,308 – 0,321

According to the results generated by Repeated Measures ANOVA, the mean value of dimensional change in the group of additive silicone impression materials with delayed pouring time and repeated disinfection is statistically significantly different between at least two of the analyzed time points $p < 0,0001$. The post-hoc analysis with Bonferroni correction showed an increase in dimensional stability changes in the period up to 6 hours and 15 minutes ($0,1572 \pm 0,008$ after 15 minutes; $0,3114\% \pm 0,008$, after 6 hours; $0,3160\% \pm 0,006$, after 6.15 hours. Dimensional stability decreased statistically significantly by $0,086\%$ between baseline and 15 minutes ($p = 0,001$), then further decreased by $0,154\%$ between 15 minutes and 6 hours ($p < 0,0001$), after which a non-significant decrease of $0,005\%$ was detected between 6 hours and 6.15 hours ($p = 1,0$). (Table 14, 14a)

Table 14. Repeated Measures ANOVA

Group 3 A silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,218	3.0	0,073	1234.118	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,218	2.189	0,099	1234.118	***0,000
	Huynh-Feldt	0,218	3.0	0,073	1234.118	***0,000
	Lower-bound	0,218	1.0	0,218	1234.118	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Table 14a. Repeated Measures ANOVA

Group 3 A silicone						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,086*	0,005	**0,001	-0,112	-0,060
	6 hours	-0,240*	0,006	***0,000	-0,270	-0,211
	6,15 hours	-0,245*	0,005	***0,000	-0,268	-0,222
15 minutes	6 hours	-0,154*	0,004	***0,000	-0,176	-0,132
	6,15 hours	-0,159*	0,002	***0,000	-0,170	-0,147
6 hours	6,15 hours	-0,005	0,005	1.000	-0,029	0,020

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

***sig $p < 0,01$, ***sig $p < 0,0001$

These results lead to the conclusion that the 6 hour delayed pour time significantly affects the dimensional stability of condensation and additive silicone impression materials. The type of material, condensation or additive silicone have a significant influence on the dimensional stability of samples that have been applied after a delayed pouring procedure at all time points ($p < 0,0001$). The mean value of dimensional stability changes was significantly lower in the additive silicone group at all time points: $0,0712\%$ vs $0,160\%$ at baseline, $0,1572\%$ vs $0,2572\%$ after 15-minute disinfection, $0,3114\%$ vs $0,5122\%$ after 6 hours, $0,3160\%$ vs $0,5104\%$ after 6 hours and 15 minutes disinfection. In the group with delayed pouring and after repeated disinfection, significantly smaller changes in dimensional stability were registered in the additive silicone samples at all time points. (Table 15, Chart 3)

Table 15. Comparison of values in disinfected additive and condensation silicone after storage and repeated disinfection

Group 3 K silicone vs A silicone	mean		difference	t-value	p-level
	K Group 3	A Group 3			
immediately	0,160	0,0712	0,0888	16.77	***0,00000
15 minutes	0,2572	0,1572	0,1	25.02	***0,00000
6 hours	0,5122	0,3114	0,2008	44.35	***0,00000
6,15 hours	0,5104	0,3160	0,1944	49.93	***0,00000

t(Student t-test)
***sig p<0,0001

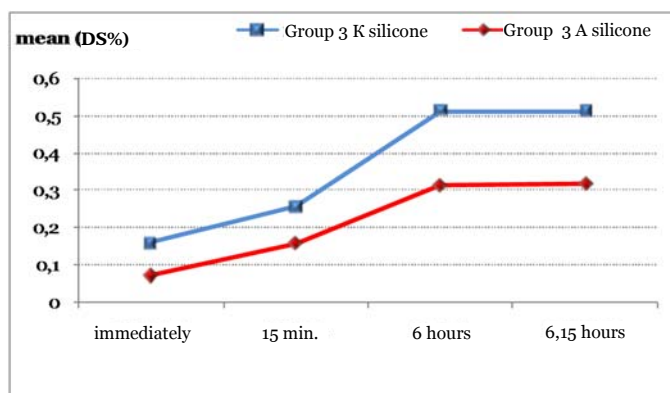


Chart 3. Comparison of values in disinfected additive and condensation silicone after storage and repeated disinfection

3.1.4. The Effect of Delayed Pouring Duration on Dimensional Changes of Condensation and Additive Silicone (Control Group)

The mean values, minimum and maximum values of the dimensional changes of condensation silicone impression materials without disinfection with delayed pouring (control group), for a duration of 15, 30, 60 minutes, 6 hours and 6 hours and 15 minutes are shown in Table 16.

Table 16. The Effect of Delayed Pour Time on Unsanitized Condensation Silicone %

Group 4. K silicone	Dimensional changes (%)	
	Statistical parameters	
	mean ± SD	min – max
immediately	0,1636 ± 0,008	0,158 – 0,178
15 minutes	0,2120 ± 0,006	0,204 – 0,22
30 minutes	0,2772 ± 0,005	0,268 – 0,281
60 minutes	0,3818 ± 0,007	0,374 – 0,389
6 hours	0,5166 ± 0,004	0,512 – 0,523
6,15 hours	0,5154 ± 0,007	0,507 – 0,525

The results generated by the application of Repeated Measures ANOVA analysis for the dimensional changes in the group of delayed pouring condensation silicone impression materials

without disinfection (the control group) present a significant difference in the mean values of the linear dimensional changes between at least two of the analyzed time points [(F(df_{time} 5, df_{Error} (time)₂₀)=2790,784 p<0,0001]. Pairwise Table comparisons made with Bonferroni correction showed an increase in the mean value of dimensional changes at each consecutive time point up to 6 hours (0,1636%±0,008, 0,2120%±0,006, 0,2772%±0,005, 0,3818%±0,007, 0,5166%±0,004 , respectively), and a subsequent decrease in the next 15 minutes (0,5154%±0,007). The dimensional stability decreased statistically significantly by 0,048% between the beginning and after 15 minutes (p=0,004), by 0,065% between 15 and 30 minutes (p<0,0001), by 0,105% between 30 and 60 minutes (p<0,0001), for 0,135% between 60 minutes and 6 hours (p<0,0001), statistically insignificantly increased by 0,001% between 6 hours and 6.15 hours (p=1.0). (Table 17)

Table 17. Repeated Measures ANOVA

Group 4. K silicone						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,048*	0,004	**0,004	-0,074	-0,023
	30 minutes	-0,114*	0,004	***0,000	-0,138	-0,089
	60 minutes	-0,218*	0,002	***0,000	-0,234	-0,203
	6 hours	-0,353*	0,005	***0,000	-0,385	-0,321
	6,15 hours	-0,352*	0,004	***0,000	-0,377	-0,326
15 minutes	30 minutes	-0,065*	0,005	**0,002	-0,094	-0,037
	60 minutes	-0,170*	0,002	***0,000	-0,182	-0,157
	6 hours	-0,305*	0,003	***0,000	-0,320	-0,289
	6,15 hours	-0,303*	0,005	***0,000	-0,337	-0,270
30 minutes	60 minutes	-0,105*	0,005	***0,000	-,133	-0,076
	6 hours	-0,239*	0,004	***0,000	-0,262	-0,217
	6,15 hours	-0,238*	0,003	***0,000	-0,259	-0,217
60 minutes	6 hours	-0,135*	0,004	***0,000	-0,159	-0,111
	6,15 hours	-0,134*	0,005	***0,000	-0,163	-0,104
6 hours	6,15 hours	0,001	0,005	1.000	-0,029	0,031

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig p<0,01, *sig p<0,0001

Table 18 shows the mean, minimum and maximum values of the linear dimensional changes of additive silicone impression materials without disinfection (control group), analyzed for a duration of 15, 30, 60 minutes, 6 hours and 6 hours and 15 minutes. (Table 18)

Table 18. The Effect of Delayed Pour Time on Non-Disinfected Additive Silicone

Dimensional changes (%)		
Group 4. A silicone	Statistical parameters	
	mean ± SD	min – max
immediately	0,0766 ± 0,005	0,068 – 0,081
15 minutes	0,1244 ± 0,005	0,118 – 0,132
30 minutes	0,1716 ± 0,007	0,161 – 0,18
60 minutes	0,3046 ± 0,004	0,299 – 0,31
6 hours	0,3444 ± 0,005	0,338 – 0,351
6,15 hours	0,3422 ± 0,004	0,338 – 0,348

The results of the Repeated Measures ANOVA analysis for the dimensional changes in the group of additive silicone impression materials with delayed pouring without disinfection (the control group) present a significant difference in the mean values of the change in dimensional stability between at least two of the analyzed time points $p < 0,0001$. The post-hoc analysis with Bonferroni correction showed an increase in the mean value of dimensional changes at each subsequent time point up to 6 hours ($0,0766\% \pm 0,005$, $0,1244\% \pm 0,005$, $0,1716\% \pm 0,007$, $0,3046\% \pm 0,004$, $0,3444\% \pm 0,005$, respectively), and then decrease in the next 15 minutes ($0,3422\% \pm 0,004$). The dimensional stability was statistically significantly reduced by $0,048\%$ between the beginning and after 15 minutes ($p=0,002$), by $0,047\%$ between 15 and 30 minutes ($p < 0,0001$), by $0,133\%$ between 30 and 60 minutes ($p < 0,0001$), for $0,040\%$ between 60 minutes and 6 hours ($p=0,005$), statistically insignificantly increased by $0,002\%$ between 6 hours and 6.15 hours ($p=1.0$). (table 19,19a)

Table 19. Repeated Measures ANOVA

Group 4. A silicone						
Tests of Within-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
time	Sphericity Assumed	0,346	5.0	0,069	2710,213	***0,000
	Greenhouse-Geisser	0,346	2.872	0,121	2710,213	***0,000
	Huynh-Feldt	0,346	5.0	0,069	2710,213	***0,000
	Lower-bound	0,346	1.0	0,346	2710,213	***0,000

***sig $p < 0,0001$

Table 19a. Repeated Measures ANOVA

Group 4. A silicone						
Pairwise Comparisons						
time	time	Mean Difference	Std. Error	Sig. ^b	95 % Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
immediately	15 minutes	-0,048*	0,003	**0,002	-0,068	-0,027
	30 minutes	-0,095*	0,004	***0,000	-0,122	-0,068
	60 minutes	-0,228*	0,003	***0,000	-0,248	-0,208
	6 hours	-0,268*	0,004	***0,000	-0,294	-0,242
	6,15 часа	-0,266*	0,004	***0,000	-0,292	-0,239
15 minutes	30 minutes	-0,047*	0,001	***0,000	-0,056	-0,038
	60 minutes	-0,180*	0,002	***0,000	-0,194	-0,166
	6 hours	-0,220*	0,004	***0,000	-0,242	-0,198
	6,15 hours	-0,218*	0,003	***0,000	-0,234	-0,202
30 minutes	60 minutes	-0,133*	0,003	***0,000	-0,149	-0,117
	6 hours	-0,173*	0,004	***0,000	-0,195	-0,151
	6,15 hours	-0,171*	0,003	***0,000	-0,189	-0,152
60 minutes	6 hours	-0,040*	0,004	**0,005	-0,062	-0,018
	6,15 hours	-0,038*	0,003	**0,002	-0,054	-0,021
6 часа	6,15 hours	0,002	0,002	1.000	-0,012	0,016

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

sig $p < 0,01$, *sig $p < 0,0001$

These results suggest the conclusion that delayed impression release time has a significant effect on the dimensional stability of undisinfected condensation and additive silicone materials.

The type of material, condensation or additive silicone has a significant influence on the dimensional stability of the samples in which no disinfection procedure was applied ($p < 0,0001$).

The mean value of dimensional stability changes in the control group is significantly lower in the additive silicone group at all time points: 0,0766% vs 0,1636% at the initial point, 0,1244% vs 0,2120% after 15 minutes, 0,1716% vs 0,2772% after 30 minutes, 0,3046% vs 0,3818% after 60 minutes, 0,3444% vs 0,5166% after 6 hours, and 0,3422 vs 0,5154% after 6.15 hours. In the samples with additive silicon, significantly smaller changes in dimensional stability were registered at all time points. (Table 20, Chart 4)

Table 20. Comparison of Dimensional Change Values in Undisinfected Condensed and Additive Silicone Samples

Group 4 K silicone vs A silicone	Mean		difference	t-value	p-level
	K Group 4	A Group 4			
immediately	0,1636	0,0766	0,087	19.79	***0,00000
15 minutes	0,2120	0,1244	0,0876	24.82	***0,00000
30 minutes	0,2772	0,1716	0,1056	26.65	***0,00000
60 minutes	0,3818	0,3046	0,0772	21.17	***0,00000
6 hours	0,5166	0,3444	0,1722	54.67	***0,00000
6,15 hours	0,5154	0,3422	0,1732	45.8	***0,00000

t(Student t-test)
***sig $p < 0,0001$

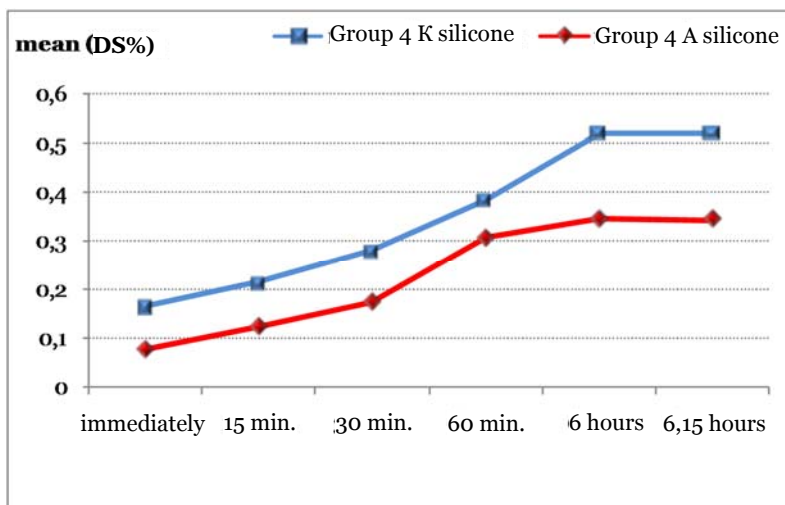


Chart 4. Comparison of Dimensional Change Values in Undisinfected Condensed and Additive Silicone Samples

The comparison of the value of the dimensional changes between the condensation silicone samples from the first group and the control group (disinfected and non-disinfected) present an insignificant initial difference (0,1588% vs 0,1636%, $p = 0,32$), a significantly higher average value for the dimensional change in the group of disinfected samples after 15 minutes

(0,2602% vs 0,2120%, $p=0,000018$), after 30 minutes (0,37802% vs 0,2772%, $p<0,0001$), after 60 minutes (0,5414% vs 0,3818%, $p<0,0001$), after 6 hours (0,6140% vs 0,5166%, $p<0,0001$).

In the group of non-disinfected condensation silicone samples (control group), significantly smaller dimensional changes were registered in the period between 15 minutes and 6 hours compared to the disinfected condensation silicone samples. (Table 21, Chart 5)

Table 21. Comparison of Dimensional Change Values in Disinfected and Non-Disinfected Condensation Silicone Samples

K silicone Group 1 vs Group 4	mean		difference	t-value	p-level
	K Group 1	K Group 4			
immediately	0,1588	0,1636	0,0048	-1.052	0,32
15 minutes	0,2602	0,2120	0,0482	9.038	***0,000018
30 minutes	0,37802	0,2772	0,10082	18.928	***0,000000
60 minutes	0,5414	0,3818	0,1596	34.261	***0,000000
6 hours	0,6140	0,5166	0,0974	21.326	***0,000000

t(Student t-test)
 ***sig $p<0,0001$

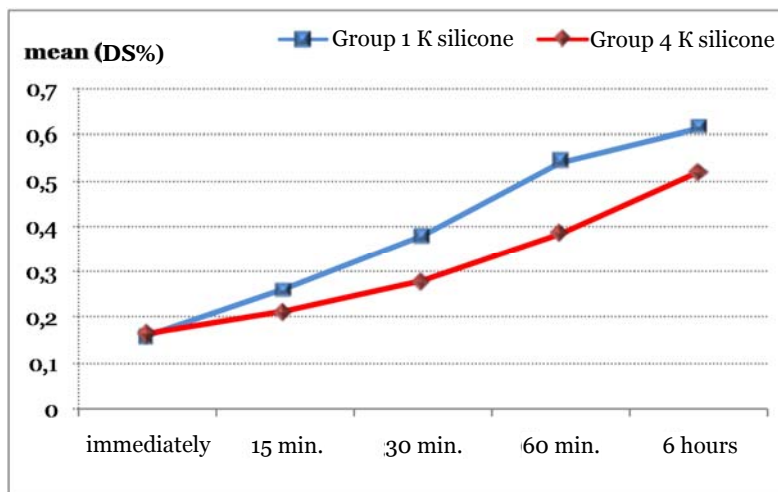


Chart 5. Comparison of Dimensional Change Values in Disinfected and Non-Disinfected Condensation Silicone Samples

Significantly smaller changes in dimensional stability over a period between 15 minutes and 6 hours were observed in the group of non-disinfected additive silicone samples compared to the disinfected additive silicone samples.

The mean value of the dimensional changes between the additive silicone samples from the first group and the control group (disinfected and non-disinfected) is statistically insignificant at the beginning (0,0746% vs 0,0766%, $p=0,6$), significantly higher in the group of disinfected samples after 15 minutes (0,1534% vs 0,1244%, $p=0,00038$), after 30 minutes (0,2530% vs 0,1716%, $p<0,0001$), after 60 minutes (0,3958% vs 0,3046%, $p<0,0001$), after 6 hours (0,4276% vs 0,3444%, $p<0,0001$). (Table 22, Chart 6)

Table 22. Comparison of Dimensional Change Values in Disinfected and Non-Disinfected Additive Silicone Samples

A silicone Group1 vs Group 4	mean		difference	t-value	p-level
	A Group1	A Group 4			
immediately	0,0746	0,0766	0,002	-0,56	0,6
15 minutes	0,1534	0,1244	0,029	5.86	***0,00038
30 minutes	0,2530	0,1716	0,0814	16.46	***0,000000
60 minutes	0,3958	0,3046	0,0912	31.76	***0,000000
6 hours	0,4276	0,3444	0,0832	18.73	***0,000000

t(Student t-test)
***sig p<0,0001

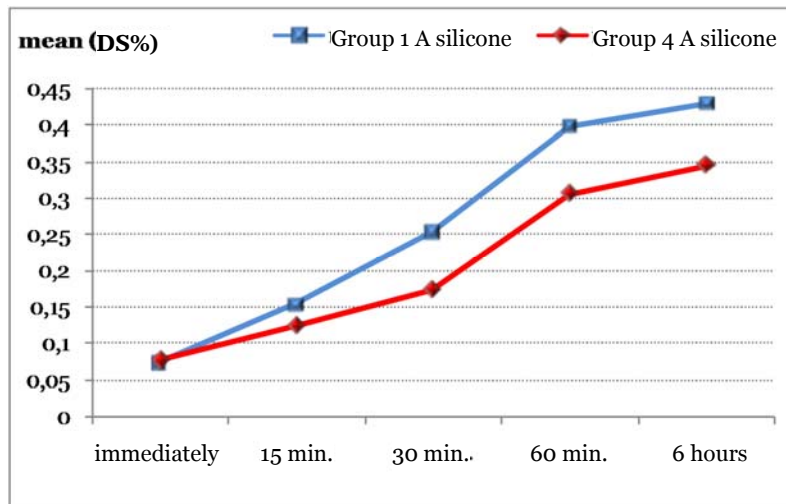


Chart 6. Comparison of Dimensional Change Values in Disinfected and Non-Disinfected Additive Silicone Samples

3.1.5. Results of the Effect of the Disinfection Itself on the Dimensional Changes in Additive and Condensation Silicone

According to the obtained results, a statistically significant difference was observed in the dimensional changes between the non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression materials ($p < 0,0001$). (Table 23)

Table 23. Relative values for the change in dimensions as a result of the action of the disinfection itself (%)

Material	Non-disinfected Group 4	Disinfected Group 1	Dimensional changes % kao result of disinfection itself	p-level
disinfection for a duration of 15 minutes of immersion				
K silicone Oxasil	0,212 ± 0,003	0,260 ± 0,010	0,048 ± 0,007	***p=0,0000
A silicone Variotime	0,124 ± 0,003	0,153 ± 0,010	0,029 ± 0,007	***p=0,0003
disinfection for a duration of 30 minutes of immersion				

K silicone Oxasil	0,274 ± 0,008	0,378 ± 0,011	0,104 ± 0,003	***p=0,0000
A silicone Variotime	0,172 ± 0,007	0,251 ± 0,009	0,079 ± 0,002	***p=0,0000
disinfection for a duration of 60 minutes of immersion				
K silicone Oxasil	0,382 ± 0,007	0,542 ± 0,008	0,160 ± 0,001	***p=0,0000
A silicone Variotime	0,305 ± 0,005	0,396 ± 0,005	0,091 ± 0,000	***p=0,0000
disinfection for a duration of 6 hours of immersion				
K silicone Oxasil	0,517 ± 0,005	0,613 ± 0,010	0,096 ± 0,005	***p=0,0000
A silicone Variotime	0,344 ± 0,005	0,428 ± 0,008	0,084 ± 0,003	***p=0,0000

p(t-test);***sig p<0,0001

The results of the change in dimensional stability as a result of the action of the disinfection itself were obtained by subtracting the mean values from the measurements of the non-disinfected samples from the mean values of the disinfected samples at different time intervals of immersion in a disinfectant. In Oxasil L condensation silicone, the change in dimensions in the time period of 15 min. of the action of the disinfection itself is 0,048%, for 30 min. 0,104%, for 60 minutes the values have increased to 0,160%, and after 6 hours of disinfection duration with a tendency to decrease the increase in the measured values from 0,096%. The same was observed in the additive silicone Variotime L, but with lower values in contrast to the condensation silicone, for 15 min. 0,029 %, for 30 min. 0,079%. In the time interval of 60 minutes of immersion in a disinfectant, the greatest increase in average values of 0,091% was also observed, and after 6 hours of disinfection, the tendency to increase changes was reduced by 0,084%. According to the obtained results, a statistically significant difference was detected in the dimensional changes between the non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression materials (p<0,0001).

Comparing the obtained relative values for changes in dimensional stability as a result of the action of the disinfectant itself between the time intervals of immersion in the disinfectant for 15 min. vs 30 min. and 60 min. vs 6 hours, a statistically significant difference was observed between all time points for condensation and additive silicone (p<0,0001). In condensation silicone, 15 min. compared to 30 min. (0,048% vs 0,104%, p=0,0000) between 60 min. and 6 hours min. (0,160% vs 0,096%, p=0,0000). For additive silicone between 15 min. and 60 min. (0,029% vs 0,079%, p=0,0000) and between 60 min. and 6 hours (0,109% vs 0,084%,p=0,0000). (Table 24)

Table 24. Relative values for the change in dimensions as a result of the action of the disinfection itself for a duration of 15, 30, 60 min. and 6 hours

Dimensional changes % as a result of the disinfection itself		p-level
15 minutes of immersion	30 minutes of immersion	
K silicone Oxasil		
0,048 ± 0,007	0,104 ± 0,003	***p=0,0000
A silicone Variotime		
0,041 ± 0,007	0,079 ± 0,002	***p=0,0000
60 minutes of immersion	6 hours of immersion	
K silicone Oxasil		
0,160 ± 0,001	0,096 ± 0,005	***p=0,0000
A silicone Variotime		
0,109 ± 0,000	0,084 ± 0,003	***p=0,0000

p(t-test);***sig p<0,0001

3.2. Results of the effect of disinfection on the elastic recovery of additive and condensation silicon

Table 25 features the mean, minimum and maximum elastic recovery values of condensation and additive silicone impression materials, non-disinfected and disinfected for 15 minutes.

Table 25. Mean values of elastic recovery of condensation and additive silicone impression materials, non-disinfected and disinfected for a duration of 15 minutes

Elastic recovery (%)	Statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
K non-disinfected	98.5780 \pm 0,091	98.451 – 98.654
K disinfected	98.1726 \pm 0,122	97.978 – 98.299
A non-disinfected	99.2034 \pm 0,624	98.139 – 99.767
A disinfected	99.0404 \pm 0,985	97.541 – 99.966

The comparison between the non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression samples in terms of elastic recovery showed a significant impact of the disinfection effect only in the condensation silicone group ($p=0,00034$), with significantly smaller changes in elastic recovery measured in the disinfected sample group (98.1726% vs 98.578%). Non-disinfected and disinfected samples of additive material did not differ significantly in terms of the average value of elastic recovery (99.2034% vs 99.0404%, $p=0,76$).

The obtained results showed that the type of material had no significant impact on the elastic recovery in both non-disinfected ($p=0,06$) and disinfected impression samples ($p=0,086$). The mean value of the elastic recovery is 98.5780% and 99.2034%, respectively, in the non-disinfected condensation and additive silicone samples; 98.1726% and 99.0404%, respectively, in the disinfected condensation and additive silicone samples. (Table 26)

Table 26. Mean values of elastic recovery of condensation and additive silicone impression materials (%)

Material	mean		difference	t-value	p-level
	Group 1	Group 2			
K non-disinfected vs K disinfected	98.578	98.1726	0,4054	5.9559	***0,00034
A non-disinfected vs A disinfected	99.2034	99.0404	0,163	0,3126	0,76
K non-disinfected vs A non-disinfected	98.5780	99.2034	-0,6254	-2.2181	0,06
K дезинфициран vs A disinfected	98.1726	99.0404	-0,8678	-1.9551	0,086

t(Student t-test)
***sig $p<0,0001$

3.3. Results of the effect of disinfection on the flexibility-strain under compression of additive and condensation silicone

Table 27 shows the mean, minimum and maximum values of the compressive stress of condensation silicone and additive silicone impression materials, without disinfection and after disinfection for 15 minutes.

Table 27. Mean compressive stress values of condensation silicone and additive silicone impression materials, without disinfection and after 15 minutes of disinfection (%)

Material	Statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
K non-disinfected	4.4392 \pm 0,25	4.208 – 4.674
K disinfected	4.1186 \pm 0,142	3.984 – 4.354
A non-disinfected	5.3898 \pm 0,126	5.213 – 5.542
A Δ disinfected	5.2230 \pm 0,125	5.1220 – 5.392

The compressive stress value was significantly different between non-disinfected and disinfected condensation silicone impression samples ($p=0,021$), but not in additive silicone samples ($p=0,069$). In the group of condensation silicone, significantly higher mean values of the stress under compression were registered in the non-disinfected samples (4.4392% vs 4.1186%), that is, disinfection results in significantly smaller changes in the stress under compression in the group of impression materials from condensation silicone. The same applies in the additive silicone sample group, the disinfected impression materials have smaller changes in compressive stress than the non-disinfected ones, but without a statistically significant difference (5.2230 vs 5.3898).

The type of material, condensation or additive silicone had a significant effect on the compressive stress in samples without and with disinfection ($p=0,000021$ and $p=0,000001$, respectively).

The mean value of the compressive stress is significantly higher in the group of non-disinfected and disinfected additive silicone samples (5.3898% vs 4.439%, and 5.2230% vs 4.1186%, respectively). Condensation silicone gives significantly less stress under compression than the additive one. (Table 28)

Table 28. The effect of disinfection on flexibility - stress under compression

material	Mean		difference	t-value	p-level
	Group 1	Group 2			
K non-disinfected vs K disinfected	4.4392	4.1186	0,3206	2.8713	*0,021
A non-disinfected vs A disinfected	5.3898	5.2230	0,1668	2.1027	0,069
K non-disinfected vs A non-disinfected	4.4392	5.3898	0,9506	-8.8418	***0,000021
K disinfected vs A disinfected	4.1186	5.2230	-1.1044	-13.0149	***0,000001

t(Student t-test)

*sig $p<0,05$, ***sig $p<0,0001$

3.4. Results of the Effect of Disinfection on the Tensile Tear Strength of Additive and Condensation Silicone

The mean values, minimum and maximum values of resistance to tensile strength to tear, of non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression materials are presented in Table 29 and Chart 7.

Table 29. Tensile strength resistance to breaking (MPa)

material	Statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
K non-disinfected	2.1781 \pm 0,343	1.5548 – 2.5902
K disinfected	2.0455 \pm 0,36	1.4218 – 0,36001
A non-disinfected	2.31501 \pm 0,055	2.3944 – 0,05466
A disinfected	2.20975 \pm 0,1226	2.0093 – 0,12264

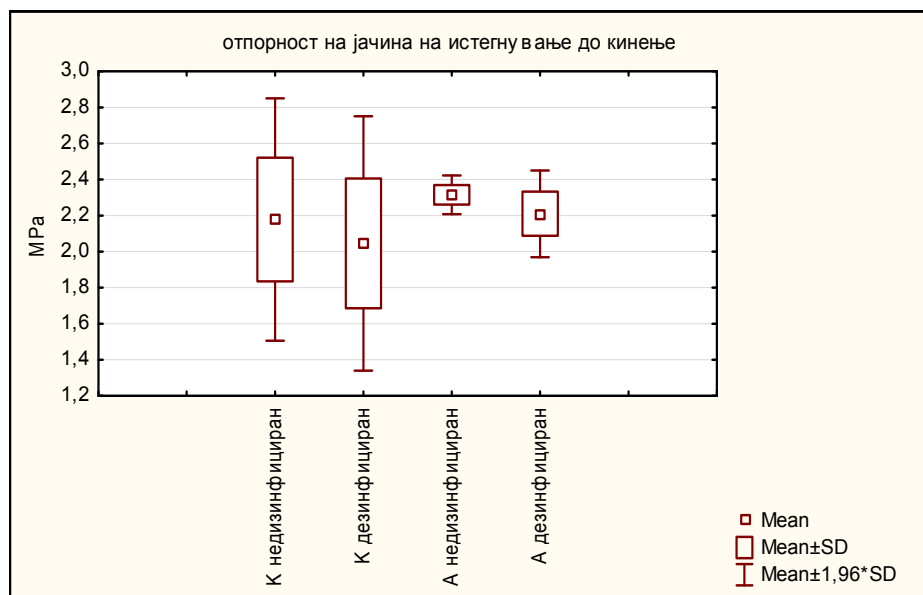


Chart 7. Tensile strength resistance to breaking (MPa)

According to the obtained results, the disinfection and the type of silicone do not have a significant impact on the tensile strength resistance to tearing ($p > 0,05$).

The mean value of tensile strength resistance to tear of non-disinfected and disinfected condensation silicone impression materials is non-significantly different (2.1781 MPa vs 2.0455 MPa, $p = 0,53$); no statistically significant difference was recorded in the average value of tensile strength resistance to tear of additive silicone impression materials without/with disinfection (2.3150 MPa vs 2.2097 MPa, $p = 0,12$).

The non-disinfected condensation and additive silicone impression materials did not differ significantly in terms of the mean value of tensile strength to tear (2.1781 MPa vs 2.3150 MPa, $p = 0,4$); the difference in mean tensile strength to tear between disinfected condensation and additive silicone materials was statistically insignificant (2.0455 MPa vs 2.2097 MPa, $p = 0,36$). (Table 30)

Table 30. The Effect of Disinfection and Material Type on Resistance to Tensile Strength to Tear (MPa)

materials-variable	Mean		difference	t-value	p-level
	Group 1	Group 2			
K non-disinfected vs K disinfected	2.1781	2.0455	0,1326	0,6531	0,53
A non-disinfected vs A disinfected	2.3150	2.2097	0,1053	1.7529	0,12
K non-disinfected vs A non-disinfected	2.1781	2.3150	-0,1369	-0,8759	0,4

A non-disinfected					
K disinfected vs A disinfected	2.0455	2.2097	-0,1642	-0,9669	0,36

t(Student t-test)

The mean values, minimum and maximum values of **tensile strength resistance to deformation**, of non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression materials are shown in Table 31 and Chart 8.

Table 31. Tensile Strength Resistance to Deformation of Non-Disinfected and Disinfected Condensation and Additive Silicone Samples (%)

material	Statistical parameters	
	mean \pm SD	min – max
K non-disinfected	52.9721 \pm 7.4648	40,45 – 61.85
K disinfected	43.4796 \pm 4.7598	34.5525 – 48.325
A non-disinfected	114.7975 \pm 12.1234	103.4325 – 135.315
A disinfected	130,8880 \pm 18.4928	105.665 – 155.07

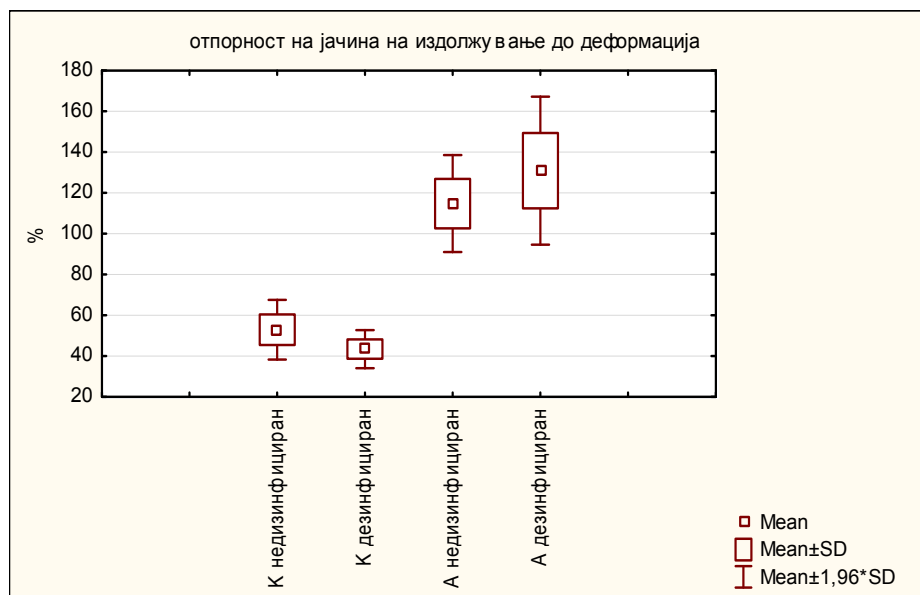


Chart 8. Tensile Strength Resistance to Deformation of Non-Disinfected and Disinfected Condensation and Additive Silicone Samples (%)

In the group of condensation silicone impression materials, the tensile strength resistance to deformation was significantly different between samples with/without disinfection ($p=0,025$); significantly lower resistance was observed in samples with disinfection (43.4796% vs 52.9721%).

Disinfection had no significant effect on tensile strength resistance to deformation in the additive silicone impression material group ($p=0,14$); the mean resistance is 130,888% and 114.7975%, respectively in samples with and without disinfection.

The type of material had a significant effect on the tensile strength resistance to deformation in non-disinfected and disinfected impression materials ($p=0,000003$ and $p=0,000001$,

respectively); regardless of the disinfection procedure utilized, a significantly lower resistance to elongation was observed in the K silicon samples.

The mean resistance of the tensile strength to deformation is 52.9721 and 114.7975% respectively, in the groups of samples without disinfection of condensation and additive silicone; the mean resistance of the tensile strength to deformation is 43.4796 and 130,888% respectively, in the groups of samples with disinfection of condensation and additive silicone. (Table 32)

Table 32. Tensile strength resistance to deformation (%) -variable

material	Mean		difference	t-value	p-level
	Group 1	Group 2			
K non-disinfected vs K disinfected	52.9721	43.4796	9.4925	2.6264	*0,025
A non-disinfected vs A disinfected	114.7975	130,888	-16.0905	-1.6271	0,14
K non-disinfected vs A non-disinfected	52.9721	114.7975	-61.8254	-10,4055	***0,000003
K disinfected vs A disinfected	43.4796	130,888	-87.4084	-11.2520	***0,000001

t(Student t-test)

*sig p<0,05,***sig p<0,0001

3.5. Results of the effect of disinfection on the wettability (hydrophilicity) of additive and condensation silicone

Table 33 presents the mean values of the contact angle of additive and condensation silicone impression materials, non-disinfected and disinfected for a duration of 15 minutes.

Table 33. Average Contact Angle Values of Additive and Condensation Silicone Impression Materials, Non-Disinfected and Disinfected for 15 Minutes (°)

material	contact angle	p-level
A –silicone non-disinfected	95.77 ± 13.28	p=0,18 ns
A-silicone disinfected	106.10 ± 8.64	
K-silicone non-disinfected	101.53 ± 8.64	p=0,75 ns
K-silicone disinfected	102.96 ± 4.42	

The comparison between the non-disinfected and disinfected impression samples of condensation and additive silicone in terms of the obtained values for the contact angle, showed an insignificant influence of the effect of disinfection in both materials. Non-disinfected and disinfected samples of additive material did not differ significantly in terms of the mean value of the contact angle (95.77° vs 106.10°, p=0,18). The same occurred with condensation silicone (non-disinfected 101.53° vs disinfected 102.96°, p=0,75).

The obtained results showed that the type of material has no significant influence on the obtained values for the contact angle in both non-disinfected (p=0,44) and disinfected impression samples (p=0,49). The mean value of the contact angle is 101.53° and 95.77°

respectively in the non-disinfected condensation and additive silicone samples; 102.96° and 106.10°, respectively in the disinfected condensation and addition silicon samples. (Table 34)

Table 34. Mean contact angle values for additive silicone and condensation silicone impression materials undisinfected and disinfected during 15 minutes (°)

material	(contct angle)	p-level
A –silicone non-disinfected	95.77 ± 13.28	p=0,44 ns
K- silicone non-disinfected	101.53 ± 8.64	
A- silicone disinfected	106.10 ± 8.64	p=0,49 ns
K- silicone disinfected	102.96 ± 4.42	

The mean value of the surface free energy is the highest in the samples of the non-disinfected additive silicon of 14.78 (mJ/m²) and has the smallest values for the contact angle of 95.77°, whereas in the case of the disinfected additive silicon the value of the free surface energy is 11.00 (mJ/m²) and the contact angle is 106.10°, which indicates that disinfection reduces the wettability of this material. In the non-disinfected condensation silicone, the surface free energy value is lower than additive silicone 12.27 (mJ/m²) with a measured contact angle of 101.53° which was higher than additive. For the disinfected samples of condensation silicone, a mean value for the surface free energy of 12.26 (mJ/m²) and a contact angle of 106.10° was obtained, which also indicates the fact that disinfection for 15 minutes reduces the wettability of this material. (Table 35)

Table 35. Mean Contact Angle and Surface Free Energy Values for Non-Disinfected and Disinfected Additive and Condensation Silicone Impression Materials

material	Contact angle (°)	surface free energy [mJ/m ²]
A-silicone non-disinfected	95.77 ± 13.28	14.78
A- silicone disinfected	106.10 ± 8.64	11.00
K- silicone non-disinfected	101.53 ± 8.64	12.27
K- silicone disinfected	102.96 ± 4.42	12,26

3.6. The Effect of Aging on the Degradation of Non-Disinfected and Disinfected Additive and Condensation Silicone Samples

In order to observe if there are any changes in the characteristic bands as a result of aging in 254 nm (nanometers) UV radiation at 55% relative humidity and 230C, the ratios of the characteristic bands were determined ν_{OH} ; ν_{Si-O-H} ; ν_{CH} ; ν_{asCH} , $\nu_{asSi-O-Si}$, ν_{Si-C} , ν_{Si-O} , $\nu_{Si-O-Si}$ and the reference peak δ_{CH} ; δ_{asCH} . From the obtained results it can be seen that the area of about 3050-2925 cm⁻¹ corresponds to the presence of OH groups, which overlap with the lines of hydrogen connected to water molecules (H-O-H...H), as well as SiO-H vibrations and also their interaction with water molecules (SiO-H...H₂O). The region 1230-905 cm⁻¹ is assigned to the transverse optical (TO) and longitudinal optical (LO) moduli of the asymmetric Si-O-Si vibrations and in this way the existence of a dense silicate network, with oxygen atoms in the role of "connecting bridge" of two silicon atoms. The symmetric Si-O-Si vibrations are located somewhat lower, 840-720 cm⁻¹. The low-energy lines (720-650 cm⁻¹)

show the deformation of the Si-O group in the SiO₂ network and may also indicate the occurrence of defects in the lattice. (Table 36 and Table 37).

Table 36. Mean values from the values obtained when measuring the peak area

condensation silicone-disinfected (Mean values)							
	O-H; SiO-H	v _s CH; v _{as} CH	δ _s CH; δ _{as} CH	v _{as} Si-O-Si	v Si-C	v _s Si-O	v _s Si-O-Si
Before ageing	0,87226	0,23634	3,549	60,0778	1,1368	30,852	2,6144
48 h	0,90388	0,02206	3,258	58,8094	1,1514	30,478	2,995
96 h	0,92606	0,1467	3,3656	60,2924	1,1398	30,793	2,9554
144 h	0,79158	0,1146	3,2336	60,2158	1,162	30,606	2,8812
condensation silicone - non-undisinfected (Mean values)							
	O-H; SiO-H	v _s CH; v _{as} CH	δ _s CH; δ _{as} CH	v _{as} Si-O-Si	v Si-C	v _s Si-O	v _s Si-O-Si
Before ageing	0,82774	0,05248	3,6658	59,491	1,1062	30,85	2,97308
48 h	0,93824	0,0251	3,3244	59,2742	1,1004	30,695	2,9756
96 h	0,87544	0,10778	3,4114	60,2034	1,1412	30,9472	3,038
144 h	0,95474	0,05944	3,2786	58,2158	1,1306	30,5566	2,8516
additive silicone-disinfected (Mean values)							
	O-H; SiO-H	v _s CH; v _{as} CH	δ _s CH; δ _{as} CH	v _{as} Si-O-Si	v Si-C	v _s Si-O	v _s Si-O-Si
Before ageing	1,01376	0,08912	2,9116	67,9596	1,0634	32,583	2,8134
48 h	1,19802	0,17304	2,6978	67,2778	1,0448	32,311	2,7538
96 h	1,03456	0,08064	2,7906	67,8772	1,0724	32,5954	2,8552
144 h	1,09278	0,08436	2,967	69,5416	1,0672	32,391	2,4792
additive silicone – non-unsanitized (Mean values)							
	O-H; SiO-H	v _s CH; v _{as} CH	δ _s CH; δ _{as} CH	v _{as} Si-O-Si	v Si-C	v _s Si-O	v _s Si-O-Si
Before ageing	0,91938	0,0345	2,6996	69,7048	1,0432	32,7494	2,8316
48 h	1,173	0,161236	2,727	70,269	1,0318	32,1744	2,757
96 h	0,99682	0,07592	2,821	69,2734	1,061	32,512	2,8442
144 h	1,07994	0,07592	3,0306	70,5852	1,0498	32,4158	2,5818

Table 40. Comparison of mean values with a reference peak - δ_sCH u δ_{as}CH

condensation silicon-disinfected (Comparison with reference peak - δ _s CH u δ _{as} CH)					
	O-H; SiO-H/δ CH	v _{as} Si-O-Si/δ CH	v Si-C/δ CH	v _s Si-O/δ CH	v _s Si-O-Si/δ CH
Before ageing	0,2458	16,9281	0,3203	8,6932	0,7367
48 h	0,2774	18,0508	0,3534	9,3548	0,9193
96 h	0,2752	17,9143	0,3387	9,1493	0,8781
144 h	0,2448	18,6219	0,3594	9,4650	0,8910
condensation silicone – non-disinfected (Comparison with reference peak - δ _s CH u δ _{as} CH)					
	O-H; SiO-H/δ CH	v _{as} Si-O-Si/δ CH	v Si-C/δ CH	v _s Si-O/δ CH	v _s Si-O-Si/δ CH
Before ageing	0,2258	16,2287	0,3018	8,4156	0,8110
48 h	0,2822	17,8300	0,3310	9,2332	0,8951
96 h	0,2566	17,6477	0,3345	9,0717	0,8905
144 h	0,2912	17,7563	0,3448	9,3200	0,8698
additive silicone-disinfected (Comparison with reference peak - δ _s CH u δ _{as} CH)					

	O-H; SiO-H/δ CH	ν_{as}Si-O-Si/δ CH	ν Si-C/δ CH	ν_sSi-O/δ CH	ν_sSi-O-Si/δ CH
Before ageing	0,3482	23,3410	0,3652	11,1908	0,9663
48 h	0,4441	24,9380	0,3873	11,9768	1,0208
96 h	0,3707	24,3235	0,3843	11,6804	1,0231
144 h	0,3683	23,4384	0,3597	10,9171	0,8356
additive silicone – non-disinfected (Comparison with reference peak - δ_sCH и δ_{as}CH)					
	O-H; SiO-H/δ CH	ν_{as}Si-O-Si/δ CH	ν Si-C/δ CH	ν_sSi-O/δ CH	ν_sSi-O-Si/δ CH
Before ageing	0,3406	25,8204	0,3864	12,1312	1,0489
48 h	0,4301	25,7679	0,3784	11,7985	1,0110
96 h	0,3534	24,5563	0,3761	11,5250	1,0082
144 h	0,3563	23,2908	0,3464	10,6962	0,8519

From the obtained results, it can be observed that there are no major differences in the mean values of the examined disinfected and non-disinfected samples, which means that there is no significant degradation in all the examined samples of additive and condensation silicone. This points to the fact that the aging process of 48, 96 and after 144 hours in realistic conditions, on the disinfected and non-disinfected samples of the two elastomeric materials, has no effect on the degradation.

CONCLUSION

Based on the set goals, the chosen methodology with which the results were obtained and upon their analysis, the following conclusions were drawn:

1. Elastomeric impression materials are subject to contraction caused by polymerization and byproducts that cause additional contraction.
2. In general, there is no specific disinfection protocol for each type of impression material that would reduce the possibility of cross-infection without causing adverse effects on the dimensional stability of the material.
3. In the study, data analysis showed that both materials presented statistically significant dimensional changes over the duration of disinfection and delayed pouring.
4. Significantly smaller changes in dimensional stability were registered in the samples with additive silicon at all disinfection time points. The highest values for dimensional changes were observed up to 6 hours after disinfection in both silicones, and then after 15 minutes the material stabilized.
The most pronounced changes in terms of contraction were recorded in the first hour of disinfection.
5. The repeated disinfection of 15 min. in the dental laboratory, on the already disinfected samples of additive and condensation silicone in the office, do not cause statistically significant dimensional changes.
6. Regarding the effect of the disinfectant itself, both materials presented statistically significant dimensional changes during the duration of the disinfection. For the reasons of the effect of the disinfectant itself and the disinfectant, further research is needed to prove the action of chlorine from the disinfectant sodium hypochlorite which is often mentioned in the literature.
7. The delayed pouring duration of the disinfected and non-disinfected samples (control group) has a significant influence on the dimensional stability of condensation and additive silicone impression materials. Both materials present statistically significant dimensional changes over the duration of the delayed pour.
8. A comparison of the non-disinfected and disinfected condensation and additive silicone impression samples in terms of elastic recovery showed a significant influence of the disinfection effect only in the condensation silicone group, with significantly smaller changes in elastic recovery being measured in the disinfected sample group.
9. The mean compressive stress values were significantly different between the non-disinfected and disinfected condensation silicone impression samples, but not the additive silicone samples. Disinfection results in significantly smaller changes in compressive stress in the condensation silicone impression material group. Oxasil L condensation silicone showed greater rigidity than Variotime L additive silicone.
10. Disinfection and type of silicone have no significant influence on the resistance to tensile strength to tear. The type of material has a significant influence on the tensile strength resistance to deformation of non-disinfected and disinfected impression materials. A significantly lower resistance to elongation to deformation was observed in the condensation silicon samples. This indicates the fact that the additive silicone Variotime L shows a higher

tensile strength resistance to deformation than the condensation silicone Oxasil L, and thus a higher resistance to tearing.

11. The comparison between the non-disinfected and disinfected impression samples of condensation and additive silicone in terms of the obtained values for the contact angle has an insignificant influence on the effect of disinfection in both materials. However, the mean values of contact angle and free surface energy showed that disinfection insignificantly reduces the wettability of both materials.

12. From the results obtained with FTIR spectroscopy, it can be observed that there are no significant differences in the compared average values for degradation of the studied disinfected and non-disinfected samples after the ageing process.