

УНИВЕРЗИТЕТ „Св. Кирил и Методиј“ – СКОПЈЕ  
СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



**Д-р Зорица Ризинска**

**ПОВРШИНСКА ТОПОГРАФИЈА, МИКРОЦВРСТИНА И  
НАНОЦВРСТИНА НА КОНВЕНЦИОНАЛНИ ГЛАС-ЈОНОМЕР  
ЦЕМЕНТИ ПО ИНКОРПОРИРАЊЕ НА РАЗЛИЧНИ ТИПОВИ  
НАНОПАРТИКЛИ**

- МАГИСТЕРСКИ ТРУД -

**МЕНТОР: Проф. д-р Елизабета Ѓоргиевска**

**КОМЕНТОР: Проф. д-р Дејан Марковиќ**

Скопје, 2017

University „Ss Cyril and Methodius ”- Skopje  
Faculty of Dentistry



**D-r Zorica Rizinska**

**SURFACE TOPOGRAPHY, MICROHARDNESS AND NANOINDENTACION  
OF CONVENTIONAL GLASS-IONOMER CEMENTS AFTER  
INCORPORATION OF DIFERENT TYPES OF NANOPARTICLES**

-Master's Thesis –

Supervisor: **Prof. d-r Elizabeta Gjorgievska**

External supervisor: **Prof. d-r Dejan Markovic**

Skopje, 2017

## **СОДРЖИНА**

<b>АПСТРАКТ</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>I.ВОВЕД</b> .....	8
<b>II.ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД</b> .....	10
<b>III. ЦЕЛИ НА ТРУДОТ</b> .....	22
<b>IV.МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД</b> .....	23
<b>V.РЕЗУЛТАТИ</b> .....	29
<b>VI.ДИСКУСИЈА</b> .....	127
<b>VII. ЗАКЛУЧОЦИ</b> .....	136
<b>VIII.РЕФЕРЕНЦИ</b> .....	137

## АПСТРАКТ

**Вовед:** Денес, нанотехнологијата е сè поприсутена во областа на медицинската дијагностика и терапија, вклучувајќи ја овде и стоматологијата. Голем број на научници од областа на стоматолошките науки ја истражуваат потенцијалната корист од нанотехнологијата и нејзината инкорпорација во веќе постоечките терапевтски модалитети. Една од нејзините почести апликации во стоматологијата е дизајнирањето и производството на нови реставративни материјали со подобри физички, механички и хемиски својства. ГЈЦите како реставративни материјали се често применувани материјали во секојдневната стоматолошка пракса, но нивните слаби механички карактеристики често ја лимитираат нивната употреба. Со помош на нанотехнологијата и додавањето на различни типови на наночестички се добиваат ГЈЦи со подобрени механички својства.

**Цели:** Целта на оваа студија е да се испитаат површинската топографија, микроцврстината и наноцврстината на ГЈЦите пред и по инкорпорирањето на 2, 5 и 10% во маса на три типа на наночестички:  $\text{TiO}_2$  (титаниум диоксид),  $\text{ZrO}_2$  (циркониум оксид) и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (алуминиум оксид) во два типа на конвенционални глас-јономер цементи (3M ESPE Ketac™ Universal и GC Fuji TRIAGE).

**Материјал и метод:** Од двата типа на конвенционални ГЈЦи беа изработени вкупно 120 примероци во облик на дискови со димензии 10 мм дијаметар и 1 мм висина. Примероците беа изработени со помош на силиконски модли кои од двете страни беа покриени со предметни стакленца со цел да се добие што е можно помазна површина. Од секој материјал беа изработени 4 групи, една контролна, додека останатите три со додавање на претходно наброените наночестички. Секоја група беше поделена во три подгрупи (по 3 примероци) во кои беа додавани по 2, 5 и 10% наночестички. По 1 час од врзувањето, примероците беа поставени во физиолошки раствор до времето на тестирање. Тестирањето беше изведено по 1 и 21 ден. На примероците им беше тестирана површинската топографија со помош на AFM (Park SYSTEMS XE -100), микроцврстината со помош на методот за тестирање на микроцврстина според Vickers (Buehler 1600,

Јарап) и наноиндентацијата со користење на UMIS-2000 наноиндентационен систем (ASI, Canberra, Australia) со користење на Berkovich индентер.

**Резултати:** Разликата која се регистрира помеѓу вредностите на микроцврстината, и кај *GC Fuji TRIAGE* и кај 3М ESPE Ketac™ Universal контролната група со испитуваните групи во кои беа инкорпорирани 2%, 5% и 10 % во маса на  $ZrO_2$  и  $Al_2O_3$  е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  и во првиот и во 21-от ден. Разликата помеѓу вредностите на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* контролната група со испитуваните групи во кои е додадено 2 %, 5% и 10% во маса од  $TiO_2$ , измерени во првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$ , додека во текот на 21-от ден се статистички несигнификантни за  $p > 0.05$ . Просечните вредности на микроцврстината кои се регистрираат кај сите модалитети на *GC Fuji TRIAGE* и 3М ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на трите типа на наночестички:  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$  и  $Al_2O_3$  во различен процент (2%, 5% и 10%) во текот на дваесет и првиот ден се повисоки од вредностите на истите првиот ден и таа разлика е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$ . При одредувањето на наноцврстината се потврдуваат претходно добиените резултати и во основа, додавањето на  $TiO_2$  и  $ZrO_2$  ги зголемуваат вредностите на наноцврстината на ГЈЦ, особено во концентрации од 5 и 10% и тие разлики се статистички сигнификантни за  $p < 0.05$ . Овие добиени резултати се надополнуваат и со микрографиите од АФМ, односно, додавањето на 5 и 10%  $TiO_2$  и  $ZrO_2$  доведуваат до подобра површинска топографија на ГЈЦите и намалување на бројот и величината на порозитетите.

**Заклучоци:** По инкорпорирањето на наночестичките доаѓа до подобрување на микроструктурата на ГЈЦите, со намалување на бројот и големината на микропорозностите. Површинската топографија, микроцврстината и наноцврстината на ГЈЦ се зголемуваат по додавањето на наночестичките. Генерално, додавањето на наночестички од метални оксиди во конвенционалните ГЈЦи води кон подобрување на нивните механички својства.

**Клучни зборови:** глас – јономер цемент, наночестички, титаниум диоксид, циркониум диоксид, алуминиум диоксид, површинска топографија, атомска засилена микроскопија, микроцврстина, наноиндентација.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Nowadays, nanotechnology is increasingly integrated in the field of medical diagnostic and therapy, including the field of dentistry. A number of scholars in the field of dental science have extensively explored and researched the potentially beneficial usage of nanotechnology and its' incorporation into already existing therapeutic modalities. One of its most common application in dentistry is designing and producing new restorative materials with improved physical, mechanical and chemical properties. Glass-ionomer cements as restorative materials are often applied in everyday's dental practice, but their fragile mechanical characteristics often limit their practicality. With the help of nanotechnology and the addition of different types of nanoparticles, glass ionomer cements obtain substantially improved mechanical properties.

**Objectives:** The aim of this study is to investigate the surface topography, microhardness and nanoindentation after incorporating 2, 5 and 10% in weight of the three types of nanoparticles: TiO<sub>2</sub> (titanium dioxide), ZrO<sub>2</sub> (zirconium oxide) and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (aluminum oxide) in two types of conventional glass ionomer cement (3M ESPE Ketac™ Universal and GC Fuji TRIAGE).

**Materials and Methods:** 120 samples were produced in the shape of disks with dimensions of 10 mm in diameter and 1 mm in height from the two types of conventional GICs. Samples were prepared using a silicone mold where both sides were covered with glass objects in order to reach a surface as smooth as possible. From each material, four groups were formed. Among them, one is a control group, while the other three are formed by adding previously mentioned nanoparticles. Each group was divided into three subgroups (3 samples), to which the 2, 5 and 10% nanoparticles had been added. After 1 hour of setting, the samples were placed in saline solution until the time of testing. The testing procedure was performed after 1 and 21 days subsequently. The surface topography of the samples was tested using AFM (Park SYSTEMS XE -100), microhardness was tested by the method developed by Vickers (Buehler 1600, Japan) and nanoindentation was tested using UMIS-2000 nanoindentation system (ASI, Canberra, Australia) using a Berkovich indenter.

**Results:** The difference registered between the values of microhardness, GC Fuji TRIAGE and 3M ESPE Ketac™ Universal control group, compared to the groups with addition of 2%, 5% and 10% in weight of ZrO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles is statistically significant for  $p < 0.05$  on the 1st and 21st day. The difference registered between the values of microhardness in GC Fuji TRIAGE control group, compared to the tested groups with addition of 2%, 5% and 10% in weight of TiO<sub>2</sub> measured on the first day was statistically significant for  $p < 0.05$ , while on the 21st day statistically insignificant for  $p > 0.05$ . The average values of microhardness which were registered in all modes of GC Fuji TRIAGE and 3M ESPE Ketac™ Universal with incorporation of three types of nanoparticles: TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in different percentage (2%, 5% and 10%) during the 21st day is higher than the values of the 1st day and the difference is statistically significant in all comparisons for  $p < 0.05$ .

In determining nanohardness, the earlier results are confirmed and, basically, the addition of titanium and zirconium oxide increases the value of nanohardness of GIC, especially with concentrations of 5% and 10%. The value for those differences were statistically significant for  $p < 0.05$ . These scores are supplemented by microphotographs from AFM, in other words, 5% and 10% titanium and zirconium oxides lead to better glass ionomer cement surface topography and reduced number and size of the porosities.

**Conclusions:** After the incorporation of nanoparticles, microstructure of GICs has improved by reducing the number and size of microporosities. Surface topography, microhardness and nanohardness of GICs increases after addition of the nanoparticles. Overall, the addition of nanoparticles of metal oxides in conventional GICs leads to improvement of their mechanical properties.

**Key words:** Glass ionomer cement, nanoparticles, titanium dioxide, zirconium oxide, aluminium oxide, surface topography, Atomic Force Microscopy, microhardness, nanoindentation.

## I. ВОВЕД

Денес, можеме да кажеме дека нанотехнологијата е сè поприсутна во областа на медицинската дијагностика и терапија, вклучувајќи ја овде и стоматологијата. Голем број на научници од областа на стоматолошките науки ја истажуваат потенцијалната корист од нанотехнологијата и нејзината инкорпорација во веќе постоечките терапевски модалитети. Една нејзина почеста примена во стоматологијата е дизајнирањето и производството на нови реставративни материјали со подобри физички, механички и хемиски својства. Благодарение на тоа, секојдневната стоматолошка пракса не може да се замисли без примената на нанотехнологијата.

Амалгамот, златото и силикатниот цемент имаат долга историја. Од 1950та година па наваму, истражувачите станале заинтересирани за производство на нови материјали, вклучувајќи ги тука композитните смоли и глас-јономер цементите (ГЈЦ). Денес, реставративните материјали се многу усовршени, така што постојат разлики во нивните својства, цената, полесниот начин на употреба, естетскиот изглед, долготрајната ефикасност и безбедност. Тоа значи дека кај различни клинички ситуации се бараат различни материјали.

ГЈЦите во стоматологијата се група на реставративни материјали, кои клинички се многу атрактивни и често применувани бидејќи поседуваат одредени специфични својства. Како најважни се издвојуваат атхезијата за емајлот и дентинот, антикариогената заштита заради постојаното ослободување на флуориди во еден подолг временски период, приближно ист коефициент на термичка експанзија како онаа на забните супстанции, биокомпатибилноста и ниската токсичност.

ГЈЦите се биоактивни материјали кои предизвикуваат позитивен одговор кај домаќинот, што е и една од основните својства на материјалот за да се нарече биокомпатибилен.

ГЈЦите исто така се и реставративни материјали кои содржат и ослободуваат флуор во текот на долг временски период. Ослободувањето на флуоридните јони може да се каже дека е една од најважните особини на ГЈЦите.



И покрај големиот број предности кои ги поседуваат, ГЈЦите страдаат од некои недостатоци како што се слабите механички својства, слабата цврстина и отпорност на фрактури, скратеното работно време, крутост.

Со сигурност може да се каже дека нема идеален материјал, но со моменталните истражувања на ГЈЦите се докажува дека голем број од нивните недостатоци се елиминирани или барем намалени и постојано се подобруваат нивните својства.

Поради своите својства ГЈЦите се сметаат за многу важен реставративен материјал, особено во детската стоматологија. Релативно едноставната техника на работа со овие материјали осигурува максимално поволни клинички резултати.

ГЈЦите имаат широка примена во клиничката пракса, која се должи на можноста да се менуваат нивните физички својства со промена на хемискиот состав. За таа цел, во последно време научниците сè повеќе ја користат нанотехнологијата. Со додавање на различни видови на наночестички овие производи значително се подобруени, а нивните недостатоци се намалени. Таквите подобрувања на механичките својства на ГЈЦите треба да продолжат и понатаму, а со тоа ГЈЦите ќе добијат уште поголемо значење и поголема употреба во реставративната стоматологија.

Оттука потекна и идејата за актуелното истражување, кое се фокусира на подобрување на својствата на овие материјали со користење на нанотехнологијата.

## II. ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

### ГЛАС-ЈОНОМЕР ЦЕМЕНТИ

#### Историски развој

Во текот на 1950-тите години, мала група на стоматолози и истражувачи во Велика Британија почнале истражувачки студии за да произведат нови реставративни материјали. Нивната цел била да се произведат материјали со топлински, механички и оптички својства слични на оние на забните структури. Тие првично направиле обиди за подобрување на својствата на силикатниот цемент, кој бил на располагање<sup>1,2</sup>.

Токму поради тоа првата генерација на ГЈЦи потекнува од општото незадоволство на клиничарите со употребата на денталниот силикатен цемент. Wilson et al. има направено голем број на студии со силикатните цемента и заклучил дека тој тип на цемента не може да се подобруваат понатаму. Тие испитувале цемента кои се подготвувале со мешање на дентален силикатен стаклен прав со водени раствори на разни органски киселини, вклучувајќи ја и полиакрилната киселина. Пастите добиени како резултат на тоа биле речиси неупотребливи, се подготвувале бавно и биле хидролитички нестабилни. Првичниот проблем на овие цемента била послабата реактивност на стаклените честички кон полимерот. Истражувањето на различни видови на стаклени честички покажало дека нивната реактивност зависи од односот на алуминиум кон силициум во фузионираната мешавина која се употребувала за нивна подготовка. Односот на базните оксиди со киселинските оксиди ја определува основата на стаклото бидејќи реакцијата помеѓу стаклото и течноста е врз киселинска основа, па со порастот на основната компонента на стаклото ќе се зголеми односот на поставената реакција. Тоа било клучното набљудување на развојот на новиот цементен систем<sup>2</sup>.

Првиот ГЈЦ е произведен во раните 1970ти години од страна на Wilson и неговите соработници во хемиска лабораторија во Лондон<sup>3-6</sup>.

Соодност на алуминиум - силициум диоксид во правот на овој цемент бил зголемен во споредба со оној во правот на силикатниот цемент, што довело до зголемување на реактивноста на стаклото кое побрзо реагирало со полиакрилната киселина, бидејќи оваа киселина е послаба од фосфорната киселина која се користи во силикатниот цемент<sup>2, 7</sup>.

Истиот автор им го дал генеричкото име „глас – јономер“, а терминот „јономер“ доаѓа од терминот јонски полимер. ГЈЦите спаѓаат во групата на органолитички макромолекуларни материјали. Според меѓународната организација за стандардизација ISO се познати како поливалентни цементи<sup>8</sup>. Генеричкото име се базира на реакцијата помеѓу силикатното стакло и полиакрилната киселина и формацијата произлегува од киселинско-базна реакција помеѓу компонентите<sup>9,10</sup>.

Wilson и Kent во 1972 година го произвеле првото стакло кое било со висока концентрација на флуорид (G-200) и кое довело до производство на употреблив цемент. Најпрво тој цемент се викал ASPA I (Alumino-Silicate Polyacrilic Acid I). Сепак првиот глас-јономер ASPA I се подготвувал бавно, бил чувствителен на влажност додека се поставувал и имал многу ниска транспарентност, па како резултат на тоа клиничарите го употребувале во ограничени граници<sup>2</sup>.

Одговор на проблемот со поставувањето на овие цементи бил откриен од Wilson и Crisp во 1972 година и објавен во 1976 година. Тие нашле дека оптимално активната винска киселина го модифицира цементот, така што ја подобрува манипулацијата со него, го зголемува работното времето и го подобрува начинот на поставување. Затоа оваа реакција е позната како реакција која ги контролира адитивите. Кога е додадена во нормална, контролирана количина, винската киселина ја овозможува широката употреба на стаклените честички кои можат да се употребуваат во ГЈЦите. Употребата на винската киселина овозможува помала употреба на стаклени честички со флуориди. Таа префинетост на ASPA I била наречена како ASPA II и претставувала првиот практичен ГЈЦ<sup>1, 11</sup>.

Еден метод предложен од Wilson и Crisp (1974) бил да се додаде метил алкохол на акрилниот киселински раствор како агенс кој ќе го спречи подредувањето на структурите во растворот. Тој ГЈЦ бил познат како ASPA III<sup>12</sup>.

Crisp и Wilson (1977) разјасниле дека кополимерите на акрилните киселини би биле помалку регуларни од обични полиакрилни киселини и помалку склони да формираат интермолекуларни водородни врски<sup>13</sup>. Тие ги синтетизирале кополимерите на акрилните и итаконичните киселини, кои се докажале неопределено стабилни во 50% воден раствор. Тој кополимер бил употребуван како ASPA IV и бил првиот комерцијален цемент на пазарот<sup>11</sup>.

Подоцна во 1977 година со додавање на сребрено-амалгамски прав на конвенционалните ГЈЦи биле произведени првите метал зајакнати ГЈЦи, кои биле поцврсти, потрајни и имале поголема радиоопакност<sup>14</sup>. Сребрените честички биле синтеруванни во стаклен прав и тогаш се појавиле голем број на производи. Содржината на амалгамот била во количина која ги задоволувала оптималните механички својства на цементите кои биле наречени цермети<sup>14, 15</sup>.

Во 1980та година, со цел на создавање на поцврст и потраен ГЈЦ, еден производител додал сребрен амалгамски прав во стаклениот прав (Miracle Mix, GC America, Inc., Alsip, Ill). Друга комбинација била на стаклен прав со елементарно сребро (cermet) обработени по пат на синтерување на висока топлина (Ketac-Silver, 3M ESPE, St. Paul, Minn, formerly ESPE, Seefeld, Fed. Rep. Germany)<sup>15-17</sup>. Додавањето на среброто било со цел да се подобри радиоопакноста на цементот. Покрај тоа и отпорноста кон абразија била подобрена во однос на конвенционалните ГЈЦи. Сепак отпорноста на фрактури и фрактурната цврстина на метал-материјалите сè уште била премногу ниска за да се користат за реставрации во регии изложени на повисоко ниво на стрес, а и нивната сива боја ја исклучува употребата за антериорни реставрации.

И покрај своите недостатоци, Ketac Silver во некои ситуации се употребувал во детската стоматологија како замена на сребрениот амалгам<sup>18,19</sup>.

Употребата на сребрениот цермет цемент кај децата во голема мера била намалена со развојот на смола модифицираните ГЈЦи.

Во 1988 година Purton и Rodda докажале дека ГЈЦите не ослободуваат само флуоридни јони, туку дека можат да бидат ослободени и калциумови и фосфатни јони<sup>20</sup>, а било и потврдено од страна на Ngo et al.<sup>1, 21</sup>. Оваа истражувачка група користела Fuji IX во in vitro студија во која стронциумот го заменуваат со калциум, со цел да се подобри транспарентноста на материјалот. Калциумот и стронциумот можат да се заменат едни со други, а истражувачите објавиле подлабока пенетрација на стронциумот во деминерализираниот дентин. Овие студии ја покажале реминерализирачката способност на ГЈЦите<sup>1,21</sup>.

И покрај сите унапредувања, двата проблема на конвенционалниот ГЈЦ сè уште останале: чувствителност на влажност и слабата отпорност на фрактури. За да се надминат овие проблеми, направени се неколку обиди да се комбинира хемијата на глас-јономерите со добро познатата хемија на композитните смоли. Во доцните 1980ти и раните 1990ти неколку фотополимеризирачки ГЈЦи биле пуштени на пазарот. ГЈЦите модифицирани со смола бил дизајнирани да поседуваат поволни физички својства слични на својствата на композитните смоли, а истовремено задржувајќи ги основните карактеристики на конвенционалните ГЈЦи.

Antonucci и соработниците во 1988 година произвеле подобра варијанта на ГЈЦи со додавање на композит во нивниот состав и со тоа создале ГЈЦи модифицирани со смола. Во литературата се среќаваат различни термини за овие ГЈЦи: светлосно-полимеризирачки, двојно полимеризирачки, композит-модифицирани, модифицирани со пластика, засилени со композит. Според McLean et al. предложиле да се нарекуваат ГЈЦ модифицирани со смола (RMGIC) по стандардите на ISO<sup>22,23</sup>.

Во 1988 година Wilson и McLean ја предложиле основната поделба на ГЈЦите, темелена на клиничката примена на овие материјали<sup>24-26</sup> и ги поделиле во три основни групи: 1) тип I цементи кои се користат за цементирање на фиксно-протетски надоместоци и ортодонтски брекети (Ketac-Cem, Aquacem, Fuji I, Ionoscell и др.); 2) тип II цементи во кои спаѓаат естетски реставративни цементи

(Ketac-Fil, Ceramfil, Chelon-FIL, Chem Fil, Fuji LC II, GlasIonomer Base cement, Ketac-molar) и зајакнати реставративни цементи (G.C.Miracle, Ketac- Silver, Chelon-Silver); и 3) тип III цементи во кои спаѓаат подлоги и лајнери (Ketac-bond, Chem Fil, XR Ionomer, Fuji Lining LC).

Развојот на ГЈЦите модифицирани со смола бил многу важен напредок на ГЈЦ технологијата. Vitrebond бил првиот смола-модифициран ГЈЦ лајнер кој е воведен од 3M Dental Products Division во 1990 година<sup>27-29</sup>. Vitrebond е лајнер кој е достапен сè уште заедно со некои други реставративни смола модифицирани ГЈЦи вклучувајќи ги тука Vitremer (3M/Espe Dental), Fuji II LC (GC International, Tokyo, Japan) и Photac-Fil (3M/Espe, Seefeld, Bavaria, Germany)<sup>30</sup>.

Vitrebond се испорачува во форма на прашок и течност и треба рачно да се меша. Течната полиакрилна компонента во својот состав содржи фотополимеризирачка смола. Иако бил произведен за замена на дентин, успешно се користел и за реставрации на млечните заби кај децата<sup>31, 32</sup>.

Набрзо потоа на пазарот биле достапни високо-вискозните ГЈЦи<sup>33</sup>, при што овие реставративни материјали првично биле развиени во раните 1990ти за употреба со атрауматски реставративен третман (АРТ) во некои земји во развој<sup>34</sup>. Тие материјали се поставуваат побрзо и се со повисока вискозност поради пофиниот стаклен прав, безводената полиакрилна киселина со висока молекуларна тежина и поголемиот прав-течност однос<sup>33, 34</sup>. Реакцијата на поставување е иста како и ацидо-базната реакција типична кај конвенционалните ГЈЦ.

Во 1992 година, ГЈЦ модифицирани со смола биле развиени да може да се фотополимеризираат. Во овие материјали фундаменталната киселинско-базна реакција била дополнета со втор тип на полимеризација кој се иницира со светло. Во својот наједноставен облик, тие се ГЈЦ кои содржат мала количина на полимерна смола растворлива во вода<sup>35,36</sup>. Повеќе комплексни материјали биле развиени со модификација на полиакрилната киселина со страничните синџири кои можат да бидат полимеризирани со светлосен механизам во присуство на фотоиницијатори, но и понатаму не била изоставена ацидо-базната реакција<sup>36</sup>.

Во модерните смола модифицирани ГЈЦи спаѓаа Advance, GC Fuji PLUS и Vitremer Luting. Најнов развој во таа област се двокомпонентните ГЈ цементи модифицирани со смола како што е GC FujiCEM.

Стоматолозите кои работат со деца и ортодонтски пациенти ги користат фотополимеризирачките ГЈЦи модифицирани со смола за лепење на ортодонтски брекети и за цементирање на нерѓосувачки челични коронки<sup>37</sup>.

Една студија покажала дека ГЈЦ модифицирани со смола генерално поседуваат повисок степен на свиткување во споредба со конвенционалните ГЈЦи (приближно 71 МРа наспроти 11 МРа)<sup>38</sup>.

Капсуларните ГЈЦи кои се стврдуваат по пат на конвенционална ацидо-базна реакција се со многу подобри физички својства во споредба со други самостврдувачки ГЈЦи<sup>39</sup>. GC Fuji IX GP EXTRA (GC America) и Ketac™ Molar Quick Aplicap™ (3M ESPE) се поставуваат брзо, што значително ја намалува чувствителноста на влажност. Побрзо стврдување е постигнато со менување на големината на честичките и големината на дистрибуција на честичките од стаклениот прав. Таквите материјали се идеални за употреба кај млечни заби, привремени реставрации кај трајни заби, за трајни реставрации на трајни заби во регии кои не се изложени на стрес и кога се работи атрауматска реставративна техника (АРТ). АРТ стекна голем интерес на меѓународно ниво за популација на пациенти на кои им недостасуваат предностите на модерната стоматологија<sup>40</sup>.

Понатамошниот развој на ГЈЦите довело до развој на наномерите. Тоа се ГЈЦи создадени со нано-технологијата<sup>41</sup>.

Најновите напредувања во развојот на ГЈЦите се наномерите. Ketac Nano™ (3M ESPE) е ГЈЦ модифициран со смола кој е воведен во 2007 година. Двојниот шприц содржи точни делови од двете пасти. Според производителот Пастата А во основа е смола и содржи флуоро-алуминиум-силикатно стакло, силициум третиран со силан и наночестички на циркониум и силициум, метакрил и диметакрилат смоли и фотоиницијатори. Пастата Б е базирана на вода и содржи полиакрилен

киселински кополимер (Vitrebond Copolymer), циркониум и силициум нанокластери третиран со силан, наночестички на силициум третиран со силан и хидроксиметилметакрилат (HEMA). Ketac Nano Primer содржи вода, HEMA, полиакрилен киселински кополимер и фотоиницијатор. Со формулациите на ГЈЦи во оваа група на наномери се добиваат материјали со подобри физички својства и подобра транспарентност<sup>42,43</sup>.

ГЈЦите може да се сметаат како терапевтски стоматолошки материјали. Флуоридните јони ослободени од ГЈЦите можат да бидат превземени од емајлот и дентинот и на тој начин забните структури стануваат помалку подложни на киселини. Покрај тоа, ГЈЦите се „резервоари“ на флуоридни јони бидејќи имаат способност да ги превземат плунковните флуориди после четкање на забите или после локална апликација на флуориди во стоматолошка ординација. Овие материјали се погодни не само кај млади пациенти, туку и за сите лица со висока подложност на забен кариес<sup>44</sup>.

Во последните 20 години научниците упорно работат на стоматолошките материјали за да произведат системи на ГЈЦи што ќе ги надминат трите главни недостатоци на оваа класа на материјали: слабата отпорност на фрактури, тешкото ракување со нив и слабата отпорност на површински стрес. За подобрување на физичко-механичките својства на ГЈЦ досега се користени различни адитиви, како легури на амалгам, прав од нерѓосувачки челик, јаглерод, алуминиумски влакна и хидроксиапатит<sup>45-47</sup>. Во поново време, научниците се обиделе овде да ја искористат нанотехнологијата, преку додавање на наночестички, како што се титаниум диоксид наноцевчиња, нанохидроксиапатит и нано-флуороапатит во матриксот на ГЈЦите<sup>48,49</sup>. Тие имаат произведено производи кои се подобри, така што овие големи недостатоци значително се намалени. Таквите подобрувања треба да продолжат и понатаму и така ГЈЦите ќе добијат уште поголемо значење во реставративната, превентивната стоматологија и ортодонција.

### **Хемиски состав**

ГЈЦите се хибридни цементи кои се составени од калциум-алуминиум-флуоросиликатни честички од стакло (прав) и 35-65% воден раствор на кополимери



на полиакрилна киселина (течност). Прашката компонента ги одредува физичките својства и биоактивноста на ГЈЦите, додека течната компонента ја одредува биокомпатибилноста и адхезијата за цврстата забна супстанција<sup>50</sup>.

Основата на *правот од ГЈЦите* ја сочинуваат калциум-алуминиум-флуоросиликатно стакло, а состојките се застапени во следниот однос:  $\text{SiO}_2$  ( кварц) - 35,2 до 41,9 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (алуминиум диоксид) – 20,1 до 28,6 %;  $\text{CaF}_2$  (калциум флуорид) – 15,7 до 20,1 %;  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (криолит) - 4,1 до 9,3%;  $\text{AlF}_3$  - 1,6 до 8,9 %;  $\text{Al}_3\text{PO}_4$  - 3,8 до 12,1%<sup>51</sup>.

Според Wilson и McLean, соодносот на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  /  $\text{SiO}_2$  треба да биде 1:2, а содржината на флуор повеќе од 23%<sup>4, 24</sup>.

Во производството со преработката се добиваат честички со големина од 4-50 $\mu\text{m}$  што воглавно зависи од предложената клиничка апликација за секој материјал поединечно. Нивото и дистрибуцијата на честичките со различна големина ќе влијае на конечните хемиски, физички и механички својства на секој материјал поединечно<sup>52</sup>.

Типичниот состав на *течноста на ГЈЦ* се состои од 40-55% раствор на акрилна - итаконска киселина во однос 2:1 како кополимер во вода или алтернативно кополимер на млечна и акрилна киселина во однос 1:1. Подобрување на механичките својства на овие материјали е овозможено со додавање на 7-9% полиакрилна киселина во самиот прав, а користената течност во тој случај може да биде или вода или воден раствор на винска киселина. Докажано е дека поголема концентрација на полиакрилна киселина доведува до непотполна дисолуција на киселинските групи што пак доведува до слабост во процесот на стврдување на цементот<sup>53</sup>.

Широкиот спектар на клинички апликации на ГЈЦ се должи на можноста нивните физички својства да се менуваат со менување на односот прав-течност или нивната хемиска формулација<sup>54</sup>.

### **Механизам на полимеризација на ГЈЦи**

Една од најважните карактеристики на ГЈЦите е способноста хемиски да се поврзе за тврдата забна супстанца. Основниот механизам на полимеризација е ацидо-базна реакција помеѓу полиакрилната киселина и стаклениот прав што доведува до адхезија помеѓу матриксот и стаклените честички. И ГЈЦите и забното ткиво имаат способност да отпуштаат различни јони и меѓу нив се јавуваат електростатски сили на привлекување. Атхезијата на цементот за тврдите забни ткива се постигнува така што калциум-фосфат-полиакрилната киселина делува како меѓупростор помеѓу емајлот и дентинот од една страна и врзаниот материјал од друга страна. Овој процес може да се опише како атхезија базирана на дифузија, а самиот атхезивен слој кој има просечна дебелина од околу 100  $\mu\text{m}$  може да се нарече и слој на јонска размена<sup>5</sup>.

### **Физички и механички својства на ГЈЦи**

ГЈЦите имаат боја слична на онаа на тврдите забни ткива. Сепак транспарентноста на првите конвенционални ГЈЦи не е добра. Кај последните генерации на модофицирани ГЈЦи значително е подобрена танслуцентноста. Церметите се со сива-сина боја и не се погодни за реставрација на дефекти во антериорните регии. Тие се речиси рендген контрасни колку и амалгот. ГЈЦите се добри термоизолатори<sup>56</sup>.

Механичките својства на ГЈЦите се поврзани со индикациите за нивната примена. Новосоздадените нанојономери имаат значително подобри механички својства во споредба со конвенционалните ГЈЦи и модифицираните ГЈЦи<sup>57,58</sup>.

Отпорноста на притисок се одредува според силата на која можат да бидат подложени материјалите без да се деформираат. ГЈЦите имаат помала вредност на отпорност на притисок (82-195МПа) во споредба со емајлот, дентинот, амалгот и композитните материјали, а приближно еднаква со фосфатниот и поликарбоксилатниот цемент<sup>59</sup>.

**Табела 1.** Отпорност на притисок на разни реставративни материјали и тврди забни ткива<sup>60</sup>.

Емајл	Дентин	Амалгам	Композитни материјали	Фосфат цемент	Поликар-боксилатен цемент	ГЈЦ
400 -413 МПа	276-297 МПа	305-517 МПа	235-276 МПа	117-161 МПа	70-80 МПа	82-195 МПа

Конвенционалните ГЈЦи имаат мала отпорност на притисок. Најмала е кај оние ГЈЦи наменети за цементирање на коронки и мостови. Отпорноста на абразија исто така е помала од онаа на композитните материјали и амалгамот. Церметите пак, кои се добиваат со синтерување на метални елементи имаат подобри механички својства, а исто така се зголемува и нивната рендгенконтрасност. Покрај тоа, според Sarkar и соработниците, сребрените јони од церметите може да доведат до боење на тврдите забни ткива, а исто така и на слузницата околу нив<sup>61</sup>.

Цврстината на ГЈЦите е значително помала од отпорноста на притисок. Таа варира од 5,3-19,3 МПа за различни видови на ГЈЦи<sup>60</sup>.

Цврстината на ГЈЦите е послаба и од цврстината на амалгамот, композитните материјали и дентинот, но на некои ГЈЦи е поголема од онаа на емајлот, фосфатниот и поликарбоксилатниот цемент<sup>59</sup>.

**Табела 2.** Цврстина на разни реставративни материјали и тврди забни ткива<sup>60</sup>.

Емајл	Дентин	Амалгам	Композитни материјали	Фосфат цемент	Поликар-боксилатен цемент	ГЈЦ
10.3 МПа	51.7 МПа	48.3-72 МПа	24-48 МПа	8.3-9 МПа	12.6-15.5 МПа	5.3-19.3 МПа

Нанојономерите кои се најнови цементи поседуваат значително подобрени механички својства<sup>62</sup>.

### Поделба на ГЈЦи

Во последните години развојот на ГЈЦите резултира со развој на голем број на материјали од конвенционални полимеризирачки ГЈЦи од една страна до модифицирани ГЈЦи со смола од друга страна. ГЈЦите се класифицираат во три групи: конвенционални, метал–зајакнати и смола модифицирани<sup>3</sup>.

Основната поделба на ГЈЦите, темелена на *клиничката примена* на овие материјали, ја предложиле Wilson и McLean уште во 1988 година<sup>24,25,26</sup> и ги поделиле во три основни групи:

1) тип I цементи кои се користат за цементирање на фиксно протетски надоместоци и ортодонтски брекетни (Ketas- Cem, Aquacem, Fuji I, Ionoscell и др.);

2) тип II цементи во кои спаѓаат:

- естетски реставративни цементи (Ketas-Fil, Ceramfil, Chelon-FIL, Chem Fil, Fuji LC II, GlasIonomer Base cement, Ketas-molar) и
- појачани реставративни цементи (G.C.Miracle, Ketas- Silver, Chelon-Silver);

3) тип III цементи во кои спаѓаат подлоги и лајнери (Ketas- bond, Chem Fil, XR Ionomer, Fuji Lining LC).

ГЈЦите може да се поделат и според *начинот на нивната примена* во клиничката пракса<sup>63</sup>:

- 1) ГЈЦи за цементирање (на инлеии, онлеи, коронки и мостови);
- 2) ГЈЦи за полнења (високо-вискозни ГЈЦ);
- 3) ГЈЦи појачани со метал;
- 4) Цермети;
- 5) ГЈЦи за премачкување на кавитети (liners);
- 6) ГЈЦи за подлоги;
- 7) ГЈЦи за залевање;
- 8) ГЈЦи модифицирани со смола (светлосно и двојно полимеризирачките ГЈЦи) и други.

Според *хемизмот* ГЈЦите се делат во пет главни типови<sup>64</sup>:

- 1) Конвенционални глас-јономер цементи;
- 2) ГЈЦи модифицирани со смола;

- 3) Хибридни јономер цементи ( познати како двојно-врзувачки ГЈЦи );
- 4) Тројно врзувачки ГЈЦи;
- 5) ГЈЦи зајакнати со метал, т.е. цермети;

ГЈЦите поради своите својства се сметаат за многу важен реставративен материјал и во детската стоматологија. Релативно едноставната техника на работа со овие материјали осигурува максимално поволни клинички резултати.

### **III. ЦЕЛИ НА ТРУДОТ**

Земајќи ги во предвид некои од недостатоците кои ги поседуваат ГЈЦите, како што се слабите механички својства и микропорозноста, основната цел на оваа студија е тие да се подобрат преку инкорпорирање на три типа на наночестички во два различни типови на конвенционални ГЈЦи.

За таа цел се извршени:

- Евалуација и визуелизација на ефектот од инкорпорирањето на наночестичките;
- Одредување на површинската топографија (рапавост) со и без додавање на наночестички;
- Компарација на површинската топографија (рапавост) на ГЈЦ пред и по додавањето на наночестичките;
- Одредување на микроцврстината и наноцврстината на ГЈЦ со и без додавање на наночестички;
- Компарација на микроцврстината и наноцврстината на ГЈЦ пред и по додавањето на наночестичките.

#### **IV. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД**

Во оваа студија се користени два типа на конвенционални ГЈЦи: 3M ESPE Ketac™ Universal (3M Deutschland GmbH, Neuss-Germany) и GC Fuji TRIAGE (GC Corporation Tokyo, Japan) (Табела 3) и три типа на наночестички: TiO<sub>2</sub> (титаниум диоксид), ZrO<sub>2</sub> (циркониум оксид) и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (алуминиум оксид), (Nanoshel, India) (Табела 4).

**Табела 3.** ГЈЦи користени во студијата

Тип на ГЈЦ	Производител
3M ESPE Ketac™ Universal	3M Deutschland GmbH, Neuss-Germany
GC Fuji TRIAGE	GC Corporation Tokyo, Japan

**Табела 4.** Наночестички користени во студијата

Тип на наночестички	Димензии	Производител
TiO <sub>2</sub> (титаниум диоксид)	10-25 nm	Nanoshel (India)
ZrO <sub>2</sub> (циркониум оксид)	80 nm	Nanoshel (India)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (алуминиум оксид)	<100 nm	Nanoshel (India)



a)



b)

**Слика 1. а) 3М ESPE Ketac™ Universal (3М Deutschland GmbH, Neuss-Germany) ; б) GC Fuji TRIAGE (GC Corporation Tokyo, Japan)**



### Подготовка на примероците

За предвидените испитувања беа изработени вкупно 120 примероци во облик на дискови со димензии 10 мм дијаметар и 1 мм висина. Примероците беа изработени со помош на силиконски модли кои од двете страни беа покриени со предметни стакленца со цел да се добие што е можно помазна површина. Од секој материјал беа изработени 4 групи, една контролна, додека останатите три со додавање на претходно наброените наночестички. Секоја група беше поделена во три подгрупи (по 3 примероци) во кои беа додавани по 2, 5 и 10% наночестички. По 1 час од врзувањето, примероците беа поставени во физиолошки раствор до времето на тестирање. Тестирањето беше изведено по 1 и 21 ден. Експерименталниот дизајн е прикажан во Табела 5.

**Табела 5.** Експериментален дизајн

3M ESPE Ketac™ Universal	Без наночестички		1 ден и 3 недели
	TiO <sub>2</sub>	2, 5 и 10% во маса	
	ZrO <sub>2</sub>		
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
GC Fuji TRIAGE	Без наночестички		1 ден и 3 недели
	TiO <sub>2</sub>	2, 5 и 10% во маса	
	ZrO <sub>2</sub>		
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		

Откако помина времето на складирање, примероците беа тестирани за одредување на површинската топографија (рапавост) со помош на AFM (Park SYSTEMS XE -100), одредување на микроцврстината со помош на методот за тестирање на микроцврстина според Vickers (Buehler 1600, Japan) и одредување на на наноиндентацијата со користење на UMIS-2000 наноиндентационен систем (ASI, Canberra, Australia) со користење на Berkovich индентер.

Подготовката на примероците беше изведена на Катедрата за детска и превентивна стоматологија, Стоматолошки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, додека лабораториските испитувања беа изведени на Универзитетот во Белград, Србија.

## **Испитување на површинската топографија (рапавост) со Атомска засилена микроскопија (Atomic Force Microscopy/ AFM)**

Површинската топографија на примероците беше испитувана по истекот на времето на складирање со помош на AFM (Park SYSTEMS XE -100). AFM беше користен во неконтактен модус, со употреба на силиконски врв (со номинален радиус од  $<10 \text{ nm}$ ), поврзан со фиксна конзола. Фотографиите беа собирани со ниво на скенирање од 0.5 Hz и резолуција од  $256 \times 256$  пиксели. За секој примерок, беа изработени по два скена, секој од нив на површина од  $50 \times 50 \text{ }\mu\text{m}$ . Собраните 3Д топографски податоци беа анализирани со специјален софтвер (Nanosurf C3000).

## **Одредување на микроцврстината според Vickers**

По истекот на времето за складирање, примероците беа подложени на тестирање на микроцврстината со помош на методот за тестирање на микроцврстина според Vickers (Buehler 1600, Japan). На секој примерок беа направени по 3 вдлабнувања (индентации) со помош на дијамантски пирамидален продолжеток под оптоварување од 100 g во време од 15 секунди. Индентациите кои се добија имаат пирамидална форма со остар врв и база во форма на квадрат. Апаратот е опремен со оптички микроскоп, кој овозможува да се одреди должината на вдлабнувањата во два правци, врз основа на што се пресметува просечната должина и се добива вредност според Vickers, која потоа со помош на специјална предетерминирана таблица се трансформира во вредност за цврстина во MPa.

## **Одредување на наноиндентација**

По истекот на времето за складирање, примероците беа подложени на тестирање на наноиндентацијата со користење на UMIS-2000 наноиндентационен систем (ASI, Canberra, Australia) со користење на Berkovich индентер. Berkovich индентерот е тространа геометриска пирамида и се користи кај методот за одредување на наноиндентацијата бидејќи дава поостар врв откако трите страни ќе се сретнат во една точка, која е и најважна во одредувањето на нано-скалата во индентационите експерименти. Аголот од страните е распореден да го даде истиот напречен пресек на површината како и Vicker's пирамидата, на истото растојание од врвот и дава директно споредување на вредностите на значително помали товари.

Вредности кои се одредувани се \*m- **Modulo** (модулус на еластичност) и \*h- **hardness** (цврстина).

### **Статистичка анализа**

Статистичката анализа беше изработена во статистички програми: STATISTICA 7.1 и SPASS 20.0;

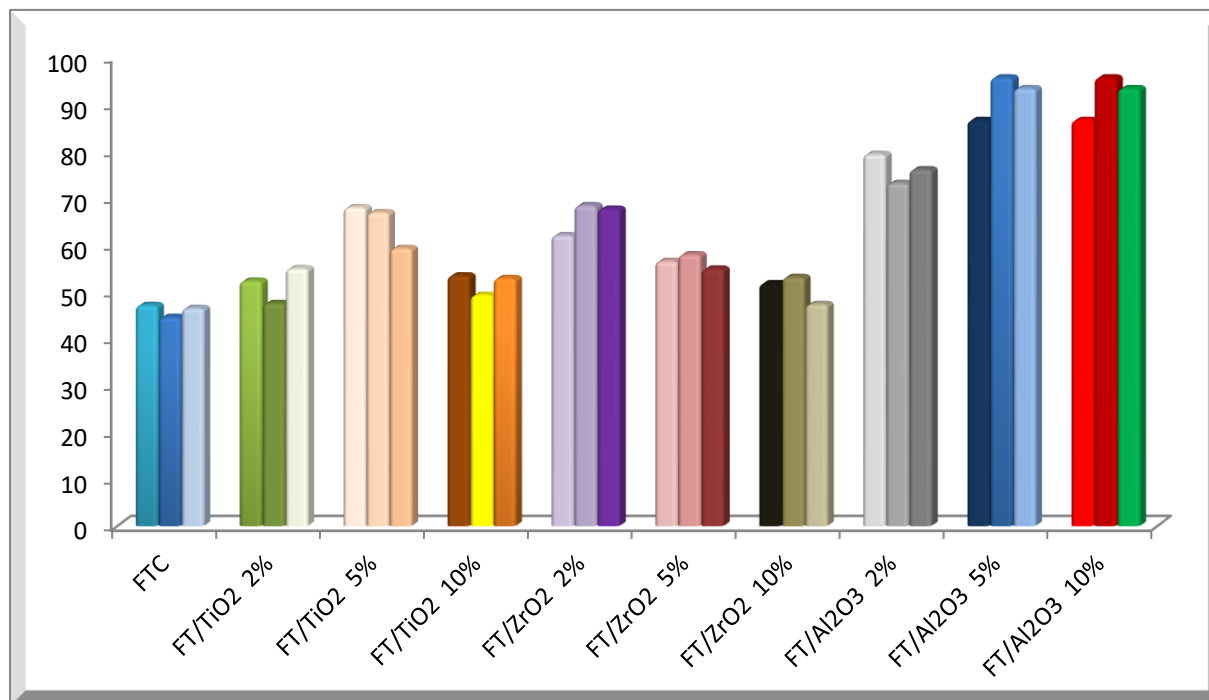
Собраните податоци беа обработени со помош на следните статистички методи:

- Собраните податоци беа формирани со примена на специфични компјутерски програми за таа намена. Нивната обработка беше извршена со помош на стандардни дескриптивни и аналитички биваријантни и мултиваријантни методи.
- Нумеричките серии беа анализирани со мерки на централна тенденција и со мерки на дисперзија на податоците. Кај нумеричките серии кај кои не постоеше отстапување од нормалната дистрибуција, сигнификантноста на разликата беше тестирана со Student-ов t-test. Кај оние кај кои постоеше отстапување од нормалната дистрибуција, сигнификантноста на разликата меѓу две нумерички варијабли беше тестирана со Mann-Whitney U тест;
- Статистичката сигнификантност на разликите меѓу повеќе од три нумерички варијабли беше анализирана со ANOVA тест, а во случај каде што постоеше сигнификантна разлика, беше користен Post hoc тест - Turkey HSD тест.
- За CI (confidence интервал  $\pm$  95% CI ) беше дефинирана статистичка значајност за ниво на грешка помало од 0,05 (p);
- Сите добиени резултато се прикажани табеларно и графички.

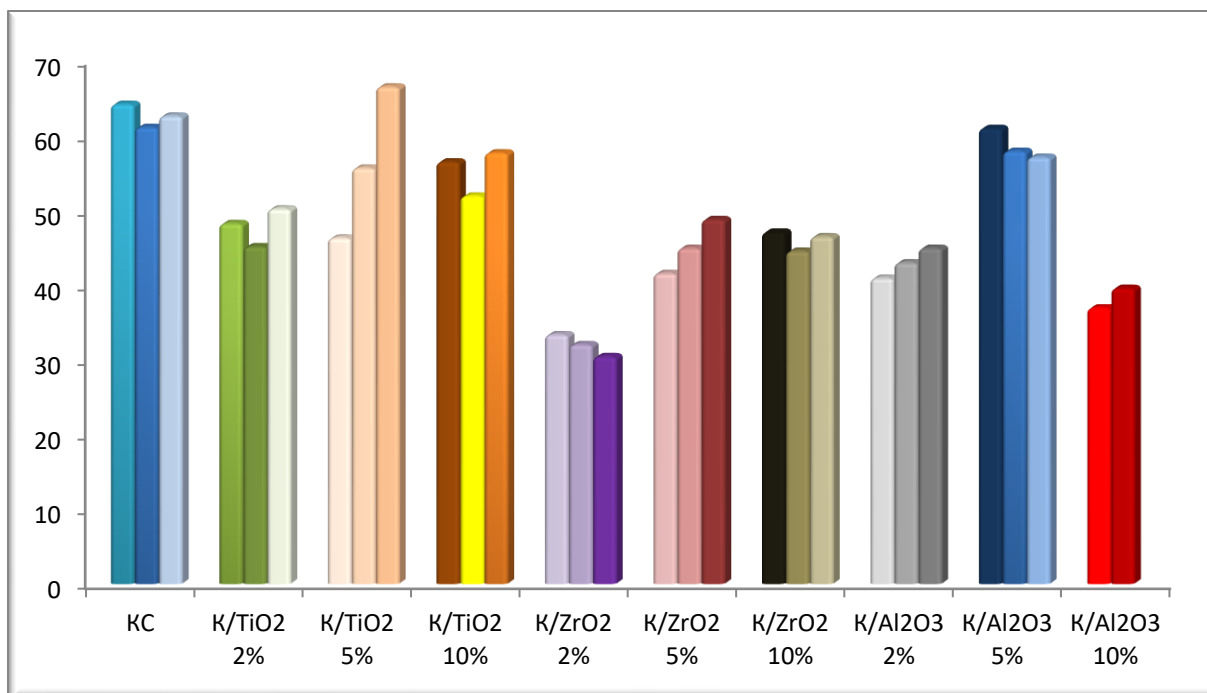
## **V. РЕЗУЛТАТИ**

### **Резултати од одредувањето на микроцврстината според Vickers**

Во текот на истражувањето е одредувана микроцврстина во текот на **првиот ден**, три пати во текот на денот, на два типа конвенционални глас-јономер цементи – **3M ESPE Ketac™ Universal** и **GC Fuji TRIAGE** со инкорпорирање на три типа на наночестички со застапеност од 2%, 5% и 10% (титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$ ) (Графикон 1а, б) .



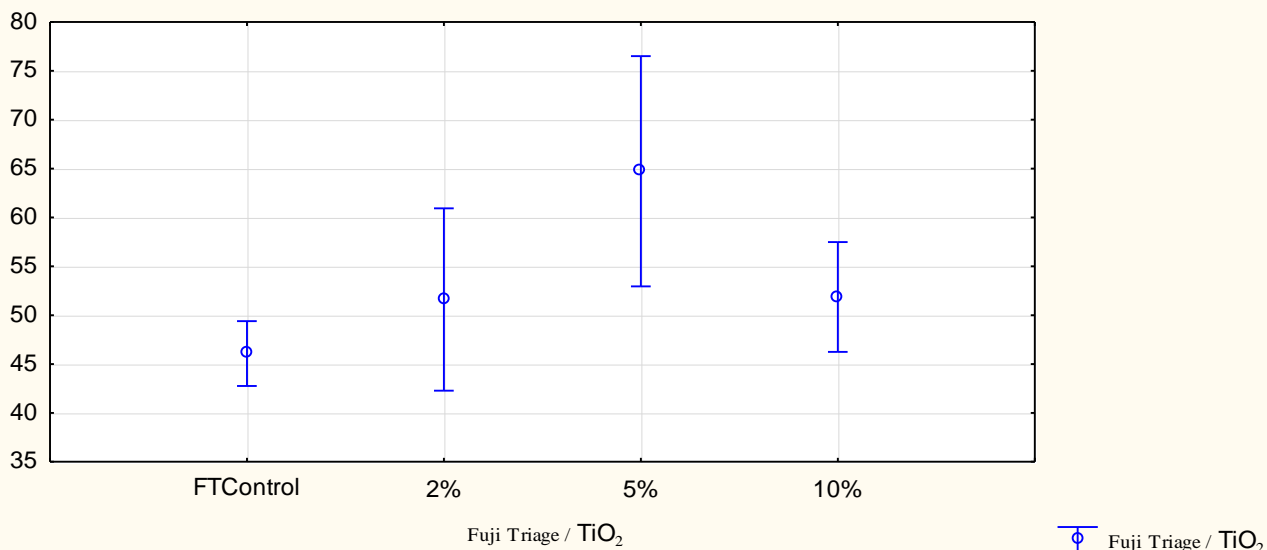
**Графикон 1а.** Приказ на вредностите на микроцврстина кај конвенционални глас-јономер цементи - *GC Fuji TRIAGE* со инкорпорирање на три типа на наночестички: титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$  во текот на првиот ден.



**Графикон 16** . Приказ на вредностите на микроцврстина кај конвенционални глас-јономер цементи – 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на три типа на наночестички: титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$  во текот на првиот ден.

**Табела 6**. Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај GC Fuji TRIAGE со  $TiO_2$ .

GC Fuji TRIAGE / $TiO_2$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
GC Fuji TRIAGE Control	46,1	3	1,33	44,57	47,13
$TiO_2$ 2%	51,6	3	3,75	47,54	54,95
$TiO_2$ 5%	64,7	3	4,74	59,28	67,98
$TiO_2$ 10%	51,9	3	2,26	49,27	53,43



**Графикон 2.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$ .

**Табела 7.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>562,3653</b>	<b>3</b>	<b>187,4551</b>	<b>87,05324</b>	<b>8</b>	<b>10,88166</b>	<b>17,22671</b>	<b>0,000751</b>

**Табела 8.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=46,072	{2} - M=51,605	{3} - M=64,726	{4} - M=51,863
<b>FTControl{1}</b>		0,246090	<b>0,000729</b>	0,216926
2% {2}	0,246090		<b>0,005539</b>	0,999682
5% {3}	<b>0,000729</b>	<b>0,005539</b>		<b>0,006225</b>
10% {4}	0,216926	0,999682	<b>0,006225</b>	

Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE Control* изнесува  $46.1 \pm 1.3$  првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  2% изнесува  $51.6 \pm 3.8$  првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  5% изнесува  $64.7 \pm 4.7$  и е највисока за

време на мерењата во текот на првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> 10% изнесува 51.9±2.3 првиот ден (Табела 6 и Графикон 2).

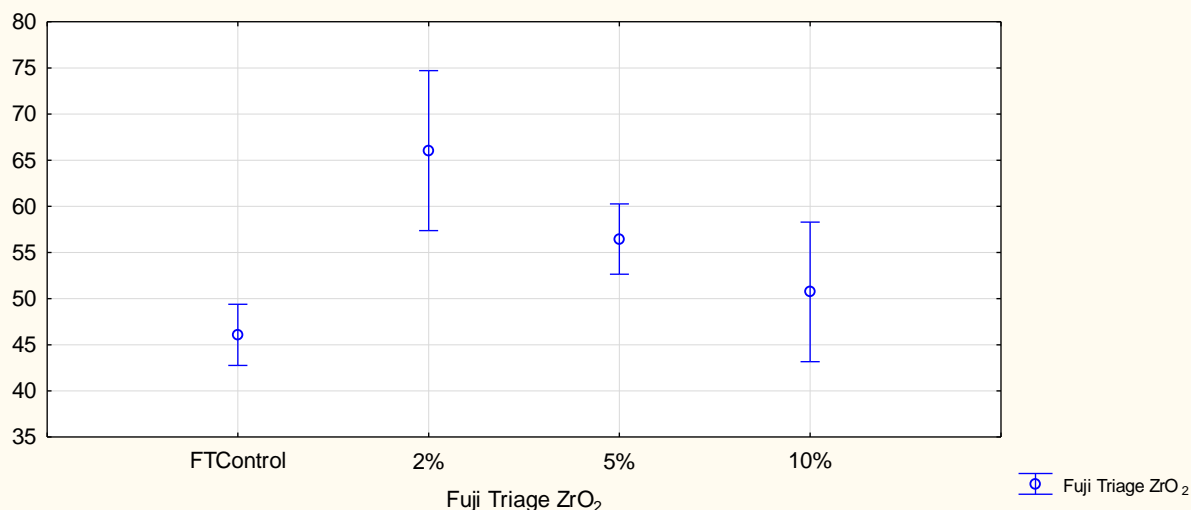
Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на TiO<sub>2</sub> кај GC Fuji TRIAGE и контролата е статистички сигнификантна за p<0.05 (p=0.000751) (Табела 7).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> 5% верзус GC Fuji TRIAGE Control, GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> 2% и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> 10% (p=0.000729, p=0.005539, p=0.006225) (Табела 8).

**Табела 9.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub>.

Fuji Triage со ZrO <sub>2</sub>	просек	број	Стд. Дев	минимум	максимум
Fuji Triage Control	46,1	3	1,33	44,57	47,13
ZrO <sub>2</sub> 2%	66,0	3	3,48	62,03	68,41
ZrO <sub>2</sub> 5%	56,5	3	1,53	54,88	57,95
ZrO <sub>2</sub> 10%	50,7	3	3,04	47,30	53,11





**Графикон 3.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub>.

**Табела 10.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>665,1641</b>	<b>3</b>	<b>221,7214</b>	<b>51,12677</b>	<b>8</b>	<b>6,390846</b>	<b>34,69359</b>	<b>0,000062</b>

**Табела 11.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=46,072	{2} - M=66,035	{3} - M=56,461	{4} - M=50,731
<b>FTControl{1}</b>		<b>0,000257</b>	<b>0,004574</b>	<b>0,187765</b>
2% {2}	<b>0,000257</b>		<b>0,007369</b>	<b>0,000527</b>
5% {3}	<b>0,004574</b>	<b>0,007369</b>		<b>0,091398</b>
10% {4}	<b>0,187765</b>	<b>0,000527</b>	<b>0,091398</b>	

Просечната вредност на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 2% изнесува 66.0±3.5 и е највисока за време на првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 5% изнесува 56.5±1.5 првиот ден.

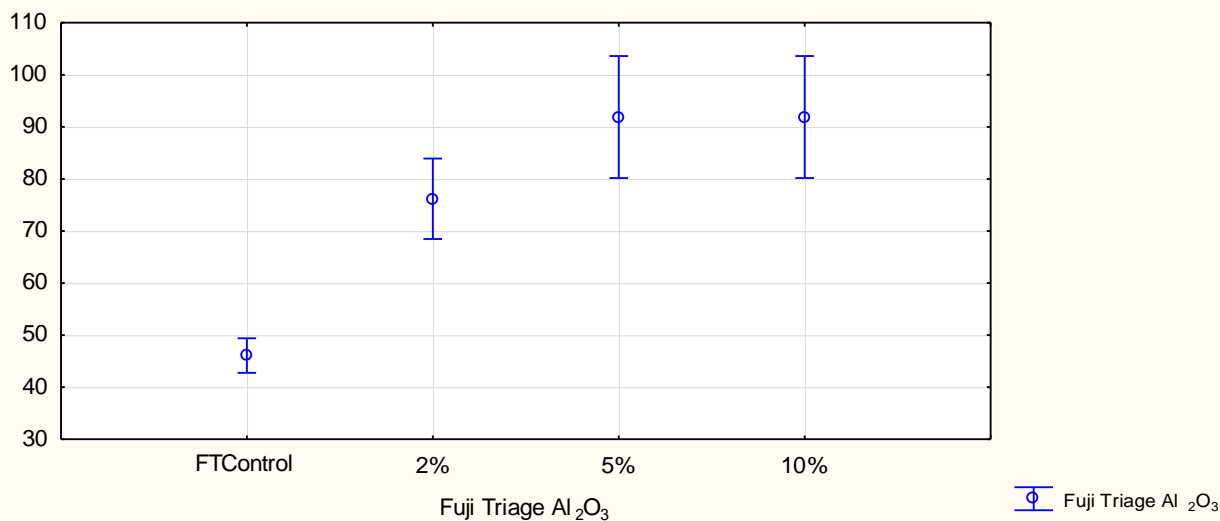
Просечната вредност на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 10% изнесува 50.7±3.0 првиот ден (Табела 9 и Графикон 3).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на ZrO<sub>2</sub> кај GC Fuji TRIAGE и контролата е статистички сигнификантна за p<0.05 (p=0.000062) (Табела 10).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 2% верзус GC Fuji TRIAGE Control, GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 5% и GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 10% (p=0.000257, p=0.007369, p=0.000527). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 2% и GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> 5% (p=0.000257, p=0.004574)(Табела 11).

**Табела 12.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Fuji Triage со Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
FTControl	46,1	3	1,33	44,57	47,13
2%	76,2	3	3,10	73,15	79,37
5%	91,9	3	4,71	86,61	95,68
10%	91,9	3	4,71	86,61	95,68



**Графикон 4.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$ .

**Табела 13.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>4200,033</b>	<b>3</b>	<b>1400,011</b>	<b>111,9308</b>	<b>8</b>	<b>13,99136</b>	<b>100,0626</b>	<b>0,000001</b>

**Табела 14.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=46,072	{2} - M=76,206	{3} - M=91,896	{4} - M=91,896
FTControl{1}		0,000252	0,000231	0,000231
2% {2}	0,000252		0,004048	0,004048
5% {3}	0,000231	0,004048		1,000000
10% {4}	0,000231	0,004048	1,000000	

Просечната вредност на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  2% изнесува  $76.2 \pm 3.1$  првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  5% изнесува  $91.9 \pm 4.7$  првиот ден. Просечната вредност на

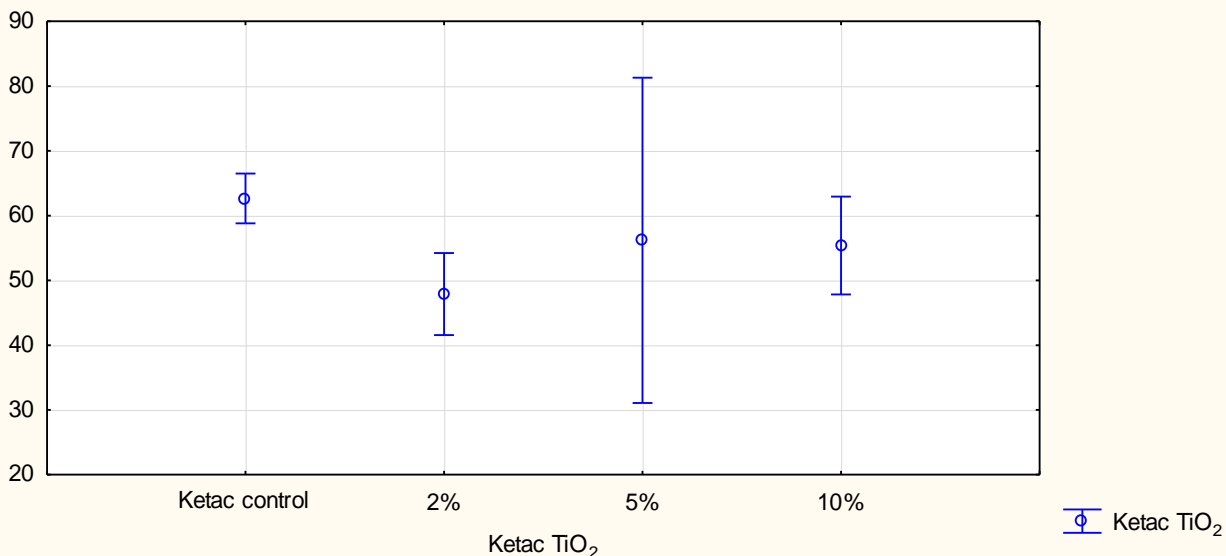
микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  10% изнесува  $91.9 \pm 4.7$  првиот ден и е иста со просечната вредност на микроцврстината со GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  5% (Табела 12 и Графикон 4).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $Al_2O_3$  кај GC Fuji TRIAGE и контролата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000001$ ) (Табела 13).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  2%, GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  5% и GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  10% ( $p = 0.000252$ ,  $p = 0.000231$ ,  $p = 0.000231$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  2% верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  5% и Fuji Triage со  $Al_2O_3$  10% ( $p = 0.004048$ ) (Табела 14).

**Табела 15.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај 3M ESPE Ketac™ Universal со  $TiO_2$ .

Ketac со $TiO_2$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Ketac control	62,7	3	1,54	61,11	64,20
2%	47,9	3	2,55	45,17	50,23
5%	56,2	3	10,11	46,32	66,53
10%	55,4	3	3,04	51,93	57,70



**Графикон 5.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај 3М ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub>.

**Табела 16.** Приказ на Analysis of Variance

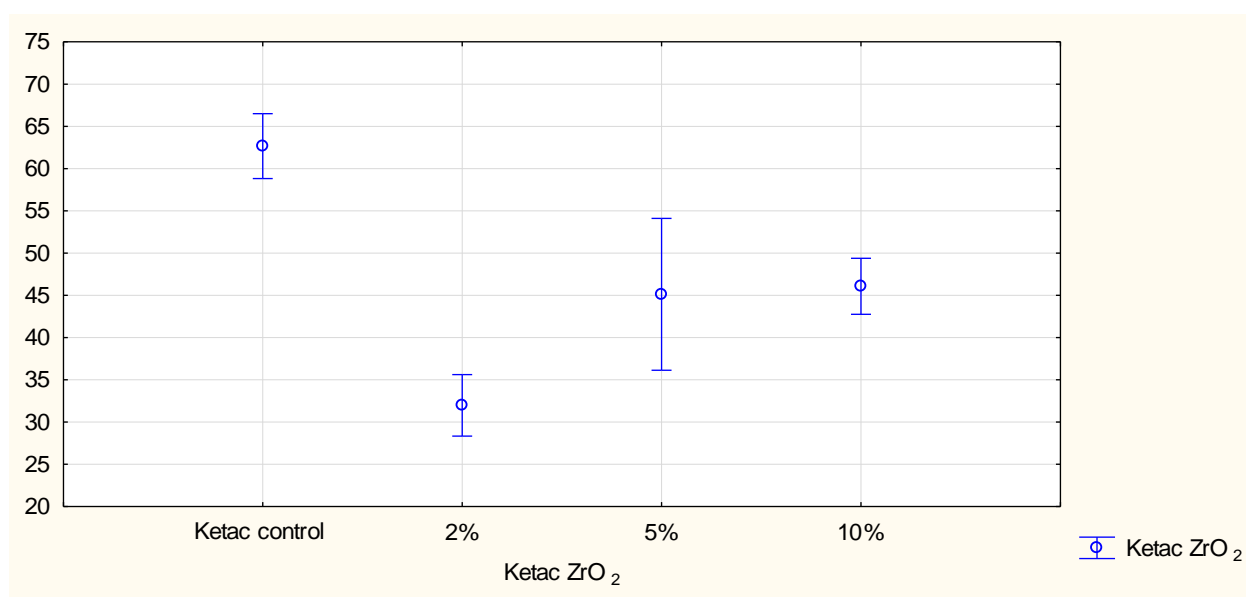
SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>328,8702</b>	3	109,6234	240,8759	8	30,10949	3,640826	0,063876

Просечната вредност на микроцврстината кај 3М ESPE Ketac™ Universal *control* изнесува 62.7±1.5. Просечната вредност на микроцврстината кај 3М ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> 2% изнесува 47.9±2.6 првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај 3М ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> 5% изнесува 56.2±10.1 и е највисока за време на првиот ден. Големината на стандардната девијација ни говори за големи варијации на статистичките единици околу просекот. Просечната вредност на микроцврстина кај 3М ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> 10% изнесува 55.4±3.04 првиот ден (Табела 15 и Графикон 5).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на TiO<sub>2</sub> кај 3М ESPE Ketac™ Universal и контролата е статистички несигнификантна за p>0.05 (p=0,063876) (Табела 16).

**Табела 17.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај 3M ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$ .

Ketac со $ZrO_2$	просек	број	Стд,Дев	минимум	максимум
Ketac control	62,7	3	1,54	61,11	64,20
2%	32,0	3	1,46	30,46	33,39
5%	45,1	3	3,61	41,58	48,81
10%	46,1	3	1,33	44,57	47,13



**Графикон 6.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај 3M ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$ .

**Табела 18.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>1422,141</b>	<b>3</b>	<b>474,0471</b>	<b>38,77619</b>	<b>8</b>	<b>4,847024</b>	<b>97,80169</b>	<b>0,000001</b>

**Табела 19.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=62,656	{2} - M=31,976	{3} - M=45,118	{4} - M=46,072
Ketac control {1}		0,000231	0,000254	0,000273
2% {2}	0,000231		0,000560	0,000418
5% {3}	0,000254	0,000560		0,949265
10% {4}	0,000273	0,000418	0,949265	

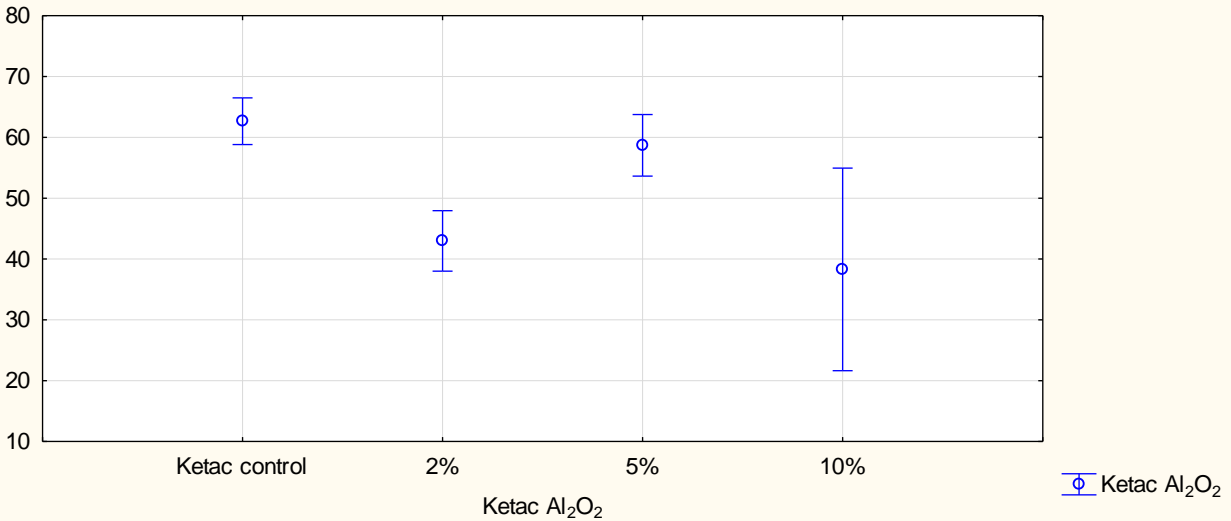
Просечната вредност на микроцврстината кај 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  2% изнесува  $32.0 \pm 1.5$  првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  5% изнесува  $45.1 \pm 3.6$  првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  10% изнесува  $46.1 \pm 1.3$  и е највисока за време на првиот ден (Табела 17 и Графикон 6).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  и контролата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000001$ ) (Табела 18).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3М ESPE Ketac™ Universal Control верзус 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  2%, 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  5% и 3М ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  10% ( $p = 0.000231$ ,  $p = 0.000254$ ,  $p = 0.000273$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу Ketac со  $ZrO_2$  2% верзус Ketac со  $ZrO_2$  5% и Ketac со  $ZrO_2$  10% ( $p = 0.000560$ ,  $p = 0.000560$ ,) (Табела 19).

**Табела 20.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај 3М ESPE Ketac™ Universal со  $Al_2O_3$ .

Ketac со $Al_2O_3$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Ketac control	62,7	3	1,54	61,11	64,20
2%	43,0	3	2,00	40,96	44,96
5%	58,7	3	2,03	57,14	60,99
10%	38,3	2	1,85	36,98	39,60



**Графикон 7.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи првиот ден кај 3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Табела 21.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>1093,756</b>	<b>3</b>	<b>364,5852</b>	<b>24,50587</b>	<b>7</b>	<b>3,500838</b>	<b>104,1423</b>	<b>0,000004</b>

**Табела 22.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=62,656	{2} - M=42,982	{3} - M=58,689	{4} - M=38,298
Ketac control {1}		<b>0,000255</b>	0,127258	<b>0,000253</b>
2% {2}	<b>0,000255</b>		<b>0,000301</b>	0,105136
5% {3}	0,127258	<b>0,000301</b>		<b>0,000270</b>
10% {4}	<b>0,000253</b>	0,105136	<b>0,000270</b>	

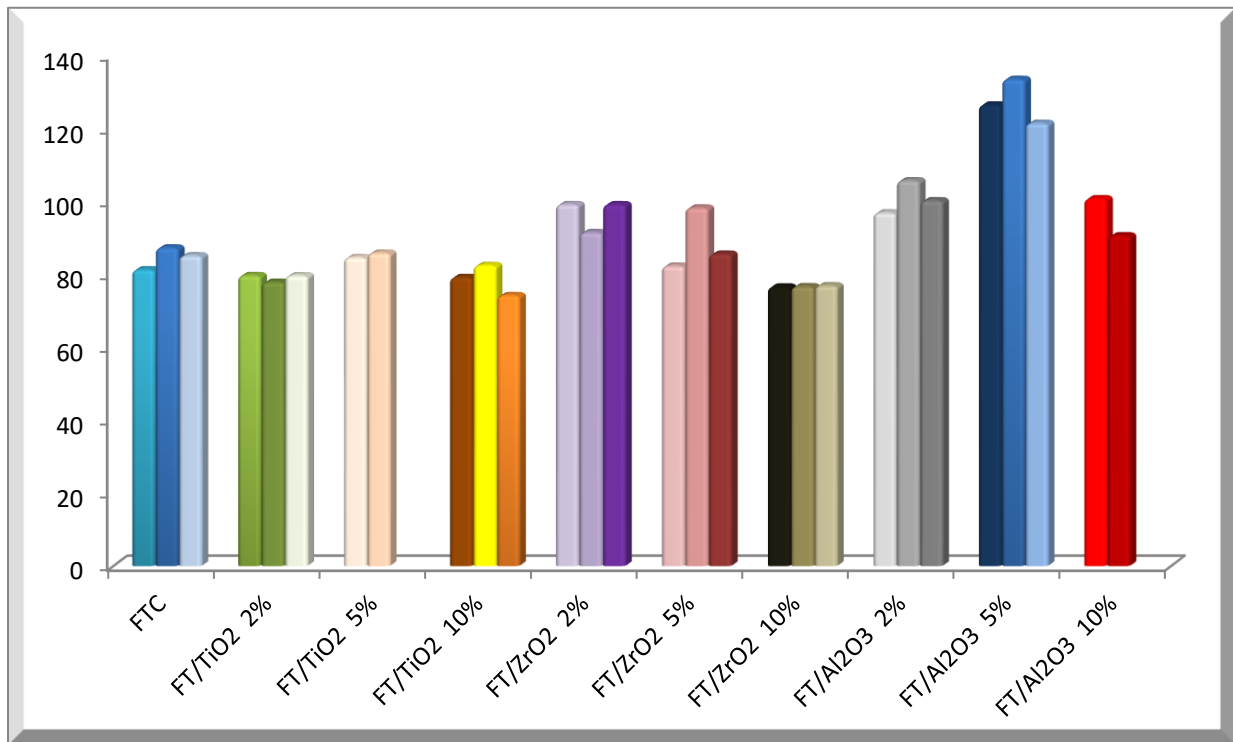
Просечната вредност на микроцврстината кај 3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% изнесува 43.0±1.5 првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај 3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% изнесува 58.7±2.0 и е највисока за време на мерењето во текот на првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај 3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% изнесува 38.3±1.9 првиот ден (Табела 20 и Графикон 7).



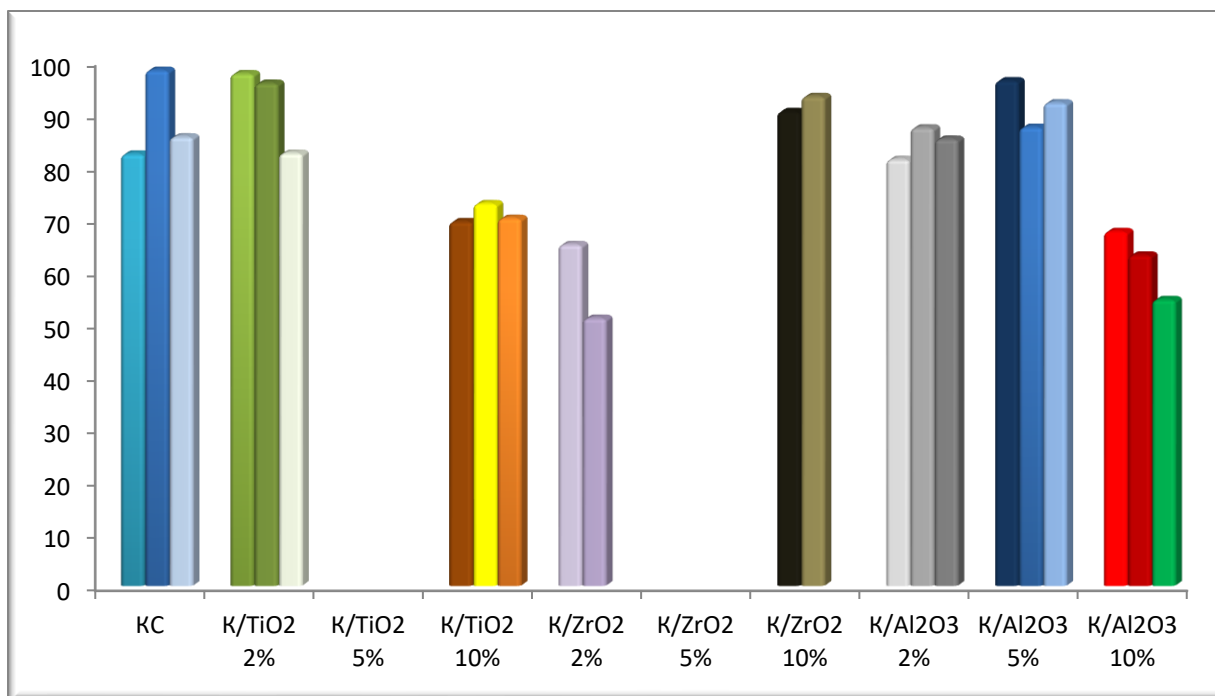
Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  кај 3М ESPE Ketac™ Universal и контролата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000004$ ) (Табела 21).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3М ESPE Ketac™ Universal Control верзус 3М ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2% и 3М ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10% ( $p = 0.000255$ ,  $p = 0.000253$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3М ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2% верзус 3М ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5% ( $p = 0.000301$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3М ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5% верзус 3М ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10% ( $p = 0.000270$ ) (Табела 22)

Во текот на истражувањето е одредувана и микроцврстина во текот на **дваесет и првиот ден** и тоа три пати во текот на денот, на два типа конвенционални глас-јономер цементи – **3M ESPE Ketac™ Universal** и **GC Fuji TRIAGE** со инкорпорирање на три типа на наночестички со застапеност од 2%, 5% и 10% (титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$ )(Графикон 8а,б).



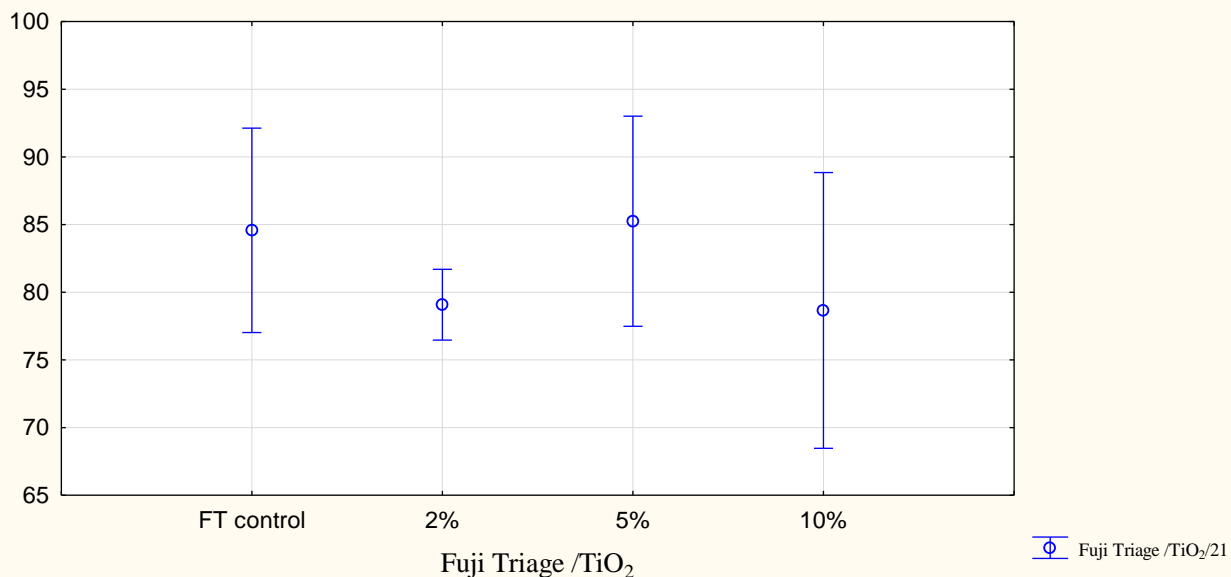
**Графикон 8а.** Приказ на вредностите на микроцврстина кај конвенционални глас јономер цементи – *GC Fuji TRIAGE* со инкорпорирање на три типа на наночестички титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$  измерени во текот на дваесет и првиот ден .



**Графикон 86.** Приказ на вредностите на микроцврстина кај конвенционални глас-јономер цементи – *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на три типа на наночестички: титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$  измерени во текот на дваесет и првиот ден .

**Табела 23.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  во текот на дваесет и првиот ден

Fuji Triage / $TiO_2$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Fuji Triage Control	84.6	3	3.04	81.28	87.28
$TiO_2$ 2%	79.1	3	1.05	77.86	79.70
$TiO_2$ 5%	85.3	2	0.86	84.63	85.86
$TiO_2$ 10%	78.7	3	4.10	74.32	82.47



**Графикон 9.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  во текот на дваесет и првиот ден

**Табела 24.** Приказ на Analysis of Variance

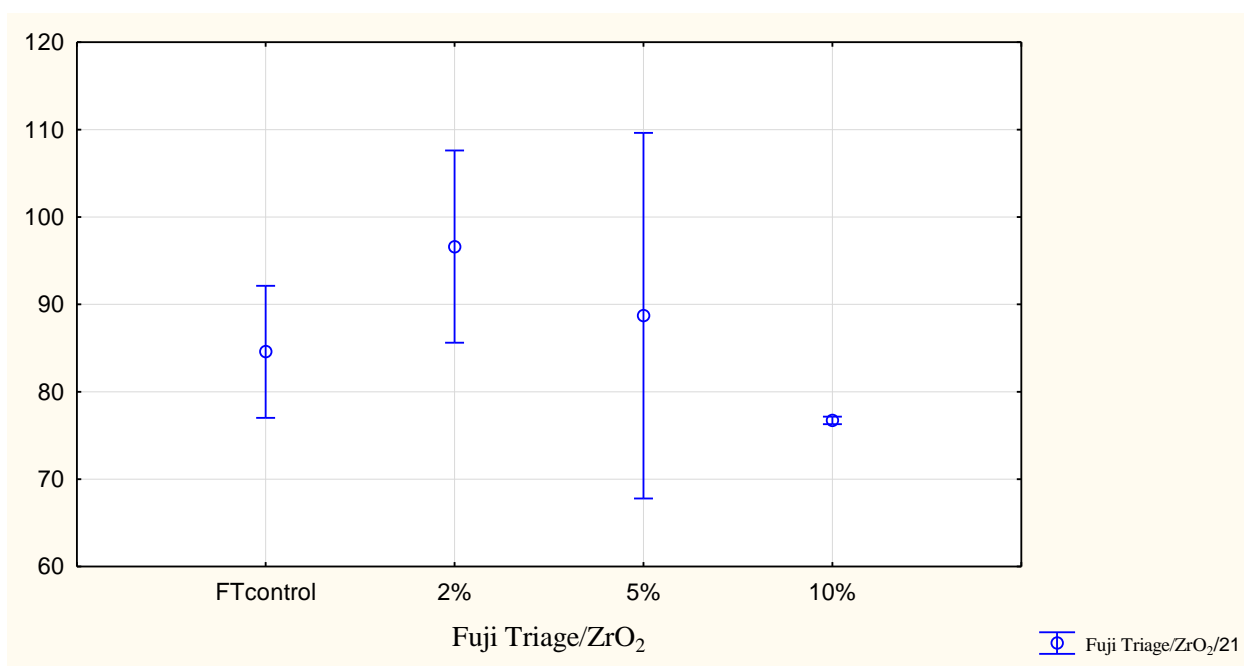
SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>98.11514</b>	3	32.70505	55.10372	7	7.871959	4.154626	0.055068

Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE Control* во текот на дваесет и првиот ден изнесува  $84.6 \pm 3.0$ . Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  2% изнесува  $79.1 \pm 1.0$ , во текот на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  5% изнесува  $85.3 \pm 0.9$  и е највисока за време на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $TiO_2$  10% изнесува  $78.7 \pm 4.1$  во текот на дваесет и првиот ден (Табела 23 и Графикон 9).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $TiO_2$  кај *GC Fuji TRIAGE* и контролата е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (0.055068) (Табела 24).

**Табела 25.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  во текот на дваесет и првиот ден

Fuji Triage со $ZrO_2$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Fuji Triage Control	84.6	3	3.04	81.28	87.28
$ZrO_2$ 2%	96.6	3	4.42	91.50	99.18
$ZrO_2$ 5%	88.7	3	8.42	82.29	98.24
$ZrO_2$ 10%	76.7	3	0.173	76.59	76.91



**Графикон 10.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  во текот на дваесет и првиот ден

**Табела 26.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>619.4526</b>	<b>3</b>	<b>206.4842</b>	<b>199.6636</b>	<b>8</b>	<b>24.95795</b>	<b>8.273282</b>	<b>0.007793</b>

**Табела 27.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=46,072	{2} - M=66,035	{3} - M=56,461	{4} - M=50,731
<b>FTControl{1}</b>		0.071224	0.746627	0.290717
2% {2}	0.071224		0.285792	<b>0.005497</b>
5% {3}	0.746627	0.285792		0.072589
10% {4}	0.290717	<b>0.005497</b>	0.072589	

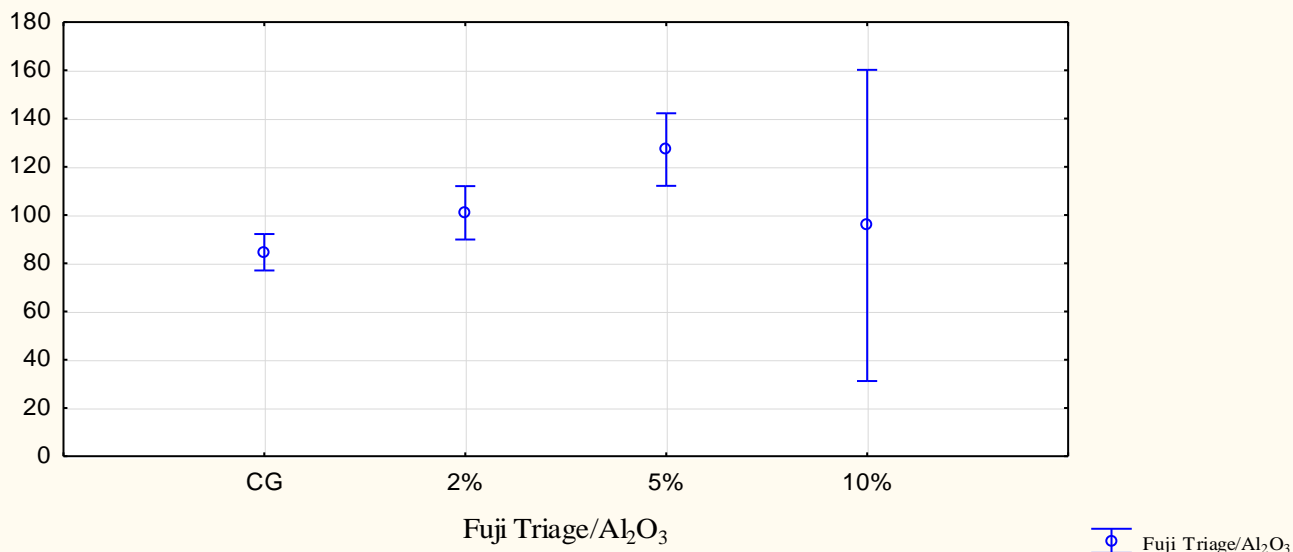
Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  2% изнесува  $96.6 \pm 4.4$ , и е највисока за време на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  5% изнесува  $88.7 \pm 8.4$  за време на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  10% изнесува  $76.7 \pm 0.2$  во текот на дваесет и првиот ден (Табела 25 и Графикон 10).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $ZrO_2$  кај *GC Fuji TRIAGE* и контролата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.007793$ ) (Табела 26).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  2% верзус *GC Fuji TRIAGE* со  $ZrO_2$  10% ( $p = 0.005497$ ) (Табела 27).

**Табела 28.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  во текот на дваесет и првиот ден

Fuji Triage со $Al_2O_3$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
FTControl	84.6	3	3.04	81.28	87.28
2%	101.0	3	4.44	96.91	105.72
5%	127.2	3	6.04	121.48	133.52
10%	95.7	2	7.18	90.63	100.78



**Графикон 11.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  во текот на дваесет и првиот ден

**Табела 29.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	P
<b>2889.441</b>	3	963.1471	182.8033	7	26.11476	36.88134	0.000117

**Табела 30.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=46,072	{2} - M=76,206	{3} - M=91,896	{4} - M=91,896
<b>FTControl{1}</b>		0.023103	0.000304	0.167231
2% {2}	0.023103		0.001931	0.687789
5% {3}	0.000304	0.001931		0.001322
10% {4}	0.167231	0.687789	0.001322	

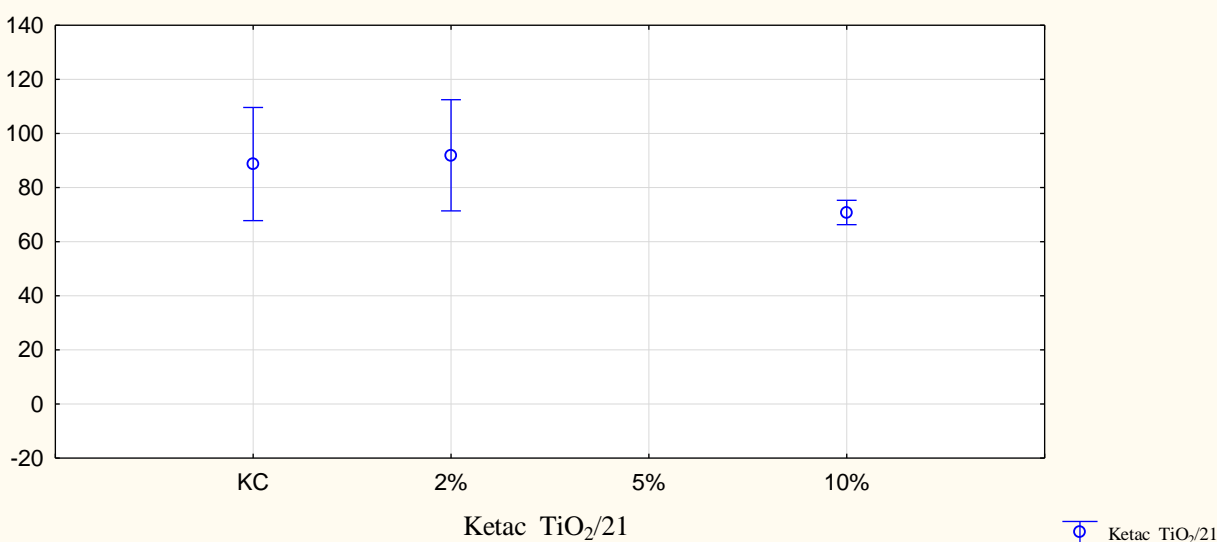
Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  2% изнесува  $101,0 \pm 4.4$ , во текот на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  5% изнесува  $127,0 \pm 6.0$ , и е највисока за време на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстина кај *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  10% изнесува  $95.7 \pm 7.2$ , во текот на дваесет и првиот ден (Табела 28 и Графикон 11).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $Al_2O_3$  кај *GC Fuji TRIAGE* и контролата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000117$ ) (Табела 29).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *GC Fuji TRIAGE* Control верзус *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  2%, *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  5% ( $p = 0.023103$ ,  $p = 0.000304$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  5% верзус *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  2% и *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  10% ( $p = 0.001931$ ,  $p = 0.001322$ ) (Табела 30).

**Табела 31.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $TiO_2$  во текот на дваесет и првиот ден

Ketac со $TiO_2$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Ketac control	88.7	3	8.42	82.29	98.24
2%	92.0	3	8.26	82.47	97.59
5%	0	0			
10%	70.8	3	1.81	69.46	72.86



**Графикон 12.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $TiO_2$  во текот на дваесет и првиот ден



**Табела 32.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>778.6330</b>	<b>2</b>	<b>389.3165</b>	<b>284.9581</b>	<b>6</b>	<b>47.49302</b>	<b>8.197342</b>	<b>0.019232</b>

**Табела 33.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=46,072	{2} - M=76,206	{3} - M=91,896	{4} - M=91,896
<b>KControl</b> {1}		0.837164		<b>0.043607</b>
2% {2}	0.837164			<b>0.022091</b>
5% {3}				
10% {4}	<b>0.043607</b>	<b>0.022091</b>		

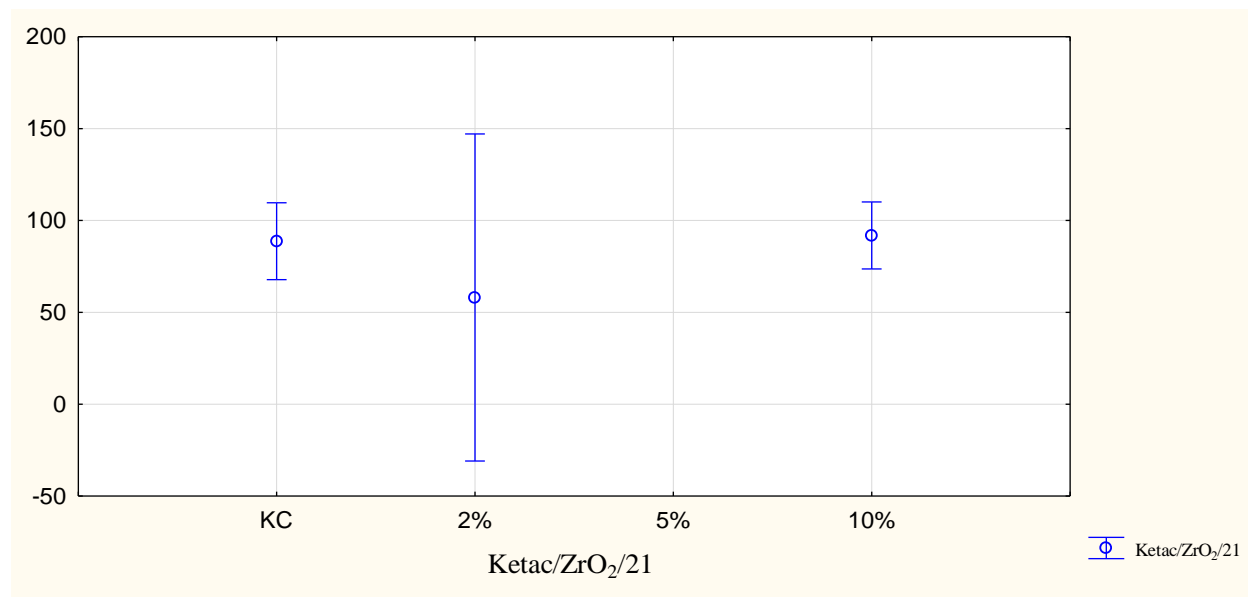
Просечната вредност на микроцврстината кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* изнесува  $88.7 \pm 8.4$ , во текот на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{TiO}_2$  2% изнесува  $92.0 \pm 8.3$ , и е највисока за време на дваесет и првиот ден. Микроцврстината кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{TiO}_2$  5% во текот на дваесет и првиот ден не е измерена. Просечната вредност на микроцврстината кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{TiO}_2$  10% изнесува  $70.8 \pm 1.8$ , во текот на дваесет и првиот ден (Табела 31 и Графикон 12).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $\text{TiO}_2$  кај *3M ESPE Ketac™ Universal* и контролата, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (0.019232) (Табела 32).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{TiO}_2$  10% ( $p=0.043607$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{TiO}_2$  2% верзус *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{TiO}_2$  10% ( $p=0.022091$ ) (табела 33).

**Табела 34.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub>* во текот на дваесет и првиот ден

Ketac со ZrO <sub>2</sub>	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Ketac control	88.7	3	8.42	82.29	98.24
2%	58.1	2	9.90	51.07	65.08
5%		0			
10%	91.8	2	2.02	90.40	93.27



**Графикон 13.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub>* во текот на дваесет и првиот ден

**Табела 35.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>1463.576</b>	<b>2</b>	<b>731.7880</b>	<b>244.1321</b>	<b>4</b>	<b>61.03302</b>	<b>11.99003</b>	<b>0.020437</b>

**Табела 36.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=62,656	{2} - M=31,976	{3} - M=45,118	{4} - M=46,072
Ketac control {1}		0.027548		0.902044
2% {2}	0.027548			0.027003
5% {3}				
10% {4}	0.902044	0.027003		

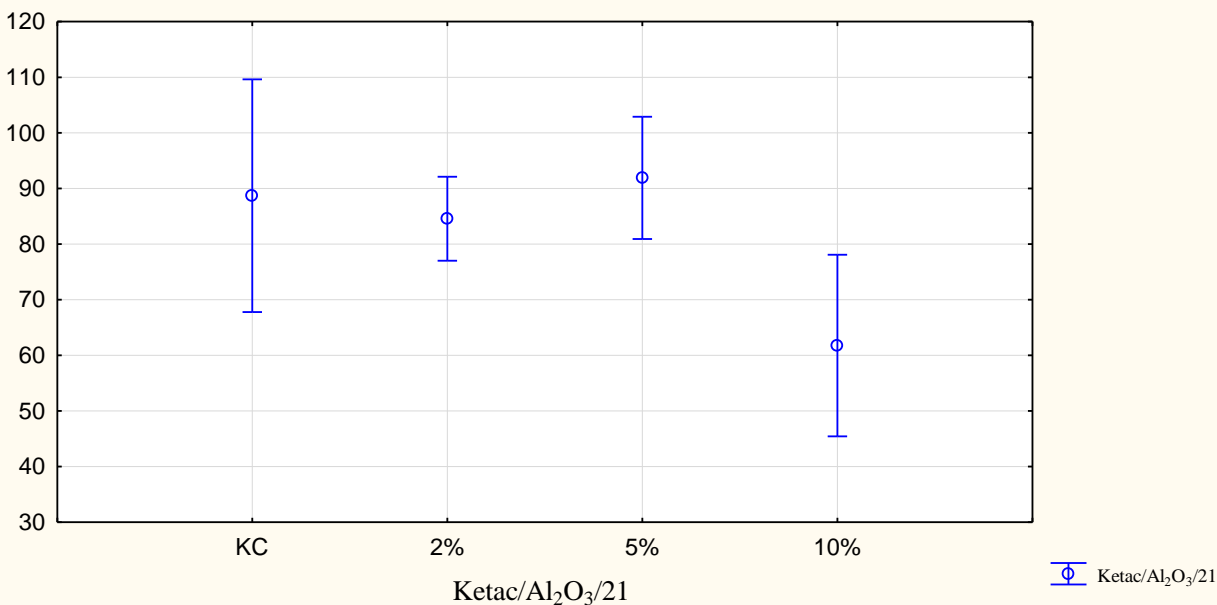
Просечната вредност на микроцврстина кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  2% изнесува  $58.1 \pm 9.9$ , во текот на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстината кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  5% не е изменена во текот на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстина кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  10% изнесува  $91.8 \pm 2.0$ , во текот на дваесет и првиот ден (Табела 34 и Графикон 13).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  и контролата, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.020437$ ) (Табела 35).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal* Control верзус *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  2%, ( $p = 0.027548$ ). Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  2% верзус *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$  10% ( $p = 0.027003$ ) (Табела 36).

**Табела 37.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $Al_2O_3$  во текот на дваесет и првиот ден

Ketac со $Al_2O_3$	просек	број	Стд.Дев	минимум	максимум
Ketac control	88.7	3	8.42	82.29	98.24
2%	84.6	3	3.04	81.28	87.28
5%	91.9	3	4.42	87.40	96.25
10%	61.8	3	6.57	54.63	67.57



**Графикон 14.** Приказ на просечната вредност на микроцврстина кај испитуваните групи кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $Al_2O_3$  во текот на дваесет и првиот ден

**Табела 38.** Приказ на Analysis of Variance

SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>1675.737</b>	<b>3</b>	<b>558.5790</b>	<b>286.0148</b>	<b>8</b>	<b>35.75185</b>	<b>15.62378</b>	<b>0.001045</b>

**Табела 39.** Приказ на Tukey HSD тест

	{1} - M=62,656	{2} - M=42,982	{3} - M=58,689	{4} - M=38,298
Ketac control {1}		0.831155	0.910924	<b>0.002652</b>
2% {2}	0.831155		0.479152	<b>0.007090</b>
5% {3}	0.910924	0.479152		<b>0.001370</b>
10% {4}	<b>0.002652</b>	<b>0.007090</b>	<b>0.001370</b>	

Просечната вредност на микроцврстина кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $Al_2O_3$  2% изнесува  $84.6 \pm 8.4$ , во текот на дваесет и првиот ден. Просечната вредност

на микроцврстината кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5% изнесува  $91.9 \pm 3.0$ , и е највисока за време на дваесет и првиот ден. Просечната вредност на микроцврстина кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10% изнесува  $61.8 \pm 6.6$ , во текот на дваесет и првиот ден (Табела 37 и Графикон 14).

Според Analysis of Variance разликата помеѓу просечните вредности на микроцврстината во однос на процентуалната застапеност на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  кај *3M ESPE Ketac™ Universal* и контролата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.001045$ ) (Табела 38).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10% верзус *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2% и *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5% ( $p = 0.002652$ ,  $p = 0.007090$ ,  $p = 0.001370$ ). (Табела 39).

**Табела 40.** Приказ на разликите на просечната вредност на микроцврстината помеѓу првиот и 21-от ден кај конвенционални глас-јономер цементи– *GC Fuji TRIAGE* и *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на три типа на наночестички: титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$

	Просек/ прв ден	Просек/ 21ден	t-тест	p
<b><i>GC Fuji TRIAGE control</i></b>	46.1	84.6	-20.0811	<b>0.000036</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>TiO_2</math> 2%</i></b>	51.6	79.1	-12.1961	<b>0.000259</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>TiO_2</math> 5%</i></b>	64.7	85.3	-5.75634	<b>0.010417</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>TiO_2</math> 10%</i></b>	51.9	78.7	-9.90969	<b>0.000582</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>ZrO_2</math> 2%</i></b>	66.0	96.6	-9.39429	<b>0.000715</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>ZrO_2</math> 5%</i></b>	56.5	88.7	-6.52490	<b>0.002849</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>ZrO_2</math> 10%</i></b>	50.7	76.7	-14.7692	<b>0.000122</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>Al_2O_3</math> 2%</i></b>	76.2	100.9	-7.89632	<b>0.001391</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>Al_2O_3</math> 5%</i></b>	91.9	127.2	-7.96660	<b>0.001345</b>
<b><i>GC Fuji TRIAGE / <math>Al_2O_3</math> 10%</i></b>	91.9	95.7	-0.738578	0.513697
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal control</i></b>	62.7	88.7	-5.26996	<b>0.006212</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>TiO_2</math> 2%</i></b>	47.9	92.0	-8.82758	<b>0.000909</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>TiO_2</math> 5%</i></b>	/	/	/	/
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>TiO_2</math> 10%</i></b>	55.4	70.8	-7.53629	<b>0.001660</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>ZrO_2</math> 2%</i></b>	32.0	58.1	-4.89336	<b>0.016328</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>ZrO_2</math> 5%</i></b>	/	/	/	/
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>ZrO_2</math> 10%</i></b>	46.1	91.8	-31.3290	<b>0.000071</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>Al_2O_3</math> 2%</i></b>	43.0	84.6	-19.7924	<b>0.000038</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>Al_2O_3</math> 5%</i></b>	58.7	91.9	-11.8082	<b>0.000294</b>
<b><i>3M ESPE Ketac™ Universal / <math>Al_2O_3</math> 10%</i></b>	38.3	61.8	-4.69825	<b>0.018239</b>

Просечните вредности кои се регистрираат кај сите модалитети на *GC Fuji TRIAGE* и *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на трите типа на наночестички: титаниум диоксид-  $TiO_2$ , циркониум оксид-  $ZrO_2$  и алуминиум оксид-  $Al_2O_3$  во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на дваесет и првиот ден се повисоки од вредностите на истите измерени во текот на првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна во сите споредби за  $p < 0.05$ , единствено разликата помеѓу прв ден верзус дваесет и прв ден за *GC Fuji TRIAGE* со  $Al_2O_3$  10% е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  ( $p = 0.513697$ ) (Табела 40).

**Табела 41.** Приказ на разликите на просечната вредност на микроцврстината помеѓу GC Fuji TRIAGE и 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на наночестичките: TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

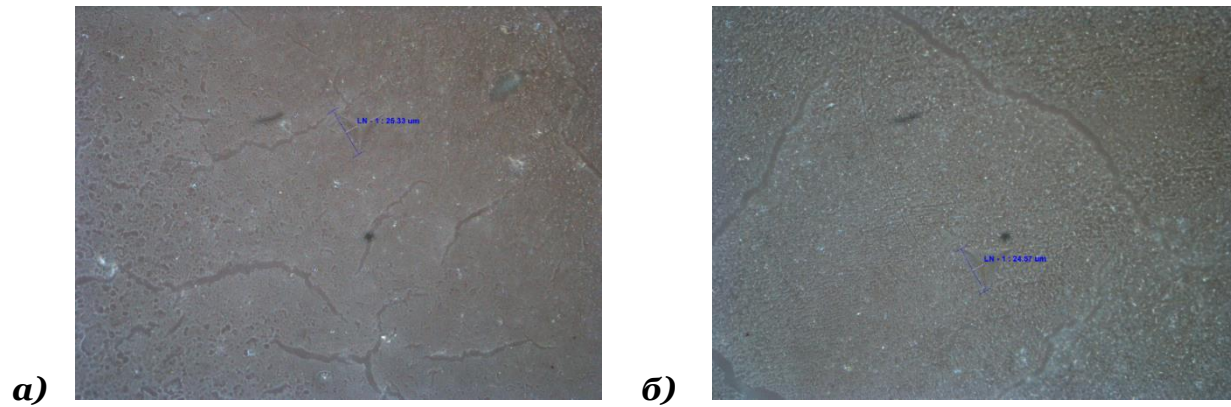
Прв ден	Просек	Просек	t-тест	p
<i>GC Fuji TRIAGE control vs 3M ESPE Ketac™ Universal control</i>	46.1	62.7	-14.0589	0.000149
<i>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 2% vs 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 2%</i>	51.6	47.9	1.417887	0.229202
<i>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 5% vs 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 5%</i>	64.7	56.2	1.324785	0.255858
<i>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 10% vs 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 10%</i>	51.9	55.4	-1.60879	0.182946
<i>GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 2% vs 3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2%</i>	66.0	32.0	15.58795	0.000099
<i>GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 5% vs 3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 5%</i>	56.5	45.1	5.003909	0.007470
<i>GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 10% vs 3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10%</i>	50.7	46.1	2.428743	0.072079
<i>GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%</i>	76.2	43.0	15.56319	0.000100
<i>GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%</i>	91.9	58.7	11.19489	0.000363
<i>GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%</i>	91.9	38.3	14.68556	0.000685
<b>21ДЕН</b>				
<i>GC Fuji TRIAGE control vs 3M ESPE Ketac™ Universal control</i>	84.6	88.7	-0.799793	0.468635
<i>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 2% vs 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 2%</i>	79.1	92.0	-2.67734	0.055382
<i>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 5% vs 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 5%</i>				
<i>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 10% vs 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 10%</i>	78.7	70.8	3.035391	0.038576
<i>GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 2% vs 3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2%</i>	96.6	58.1	6.237972	0.008309
<i>GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 5% vs 3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 5%</i>				
<i>GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 10% vs 3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10%</i>	76.7	91.8	-14.0284	0.000784
<i>GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%</i>	101.0	84.6	5.264107	0.006237
<i>GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%</i>	127.2	91.9	8.149817	0.001234
<i>GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%</i>	95.7	61.8	5.480871	0.011945

Просечната вредност на микроцврстината на *GC Fuji TRIAGE control* првиот ден е повисока од *3M ESPE Ketac™ Universal control* и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000149$ ). Просечните вредности на микроцврстината на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 2%* и *5%* првиот ден се повисоки од *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2%* и *5%* првиот ден и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000099$ ,  $p = 0.007470$ ). Просечните вредности на микроцврстината на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%, 5% и 10%* првиот ден се повисоки од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%, 5% и 10%* и разликата е статистички сигнирификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000100$ ,  $p = 0.000363$ ,  $p = 0.000685$ ) (Табела 41).

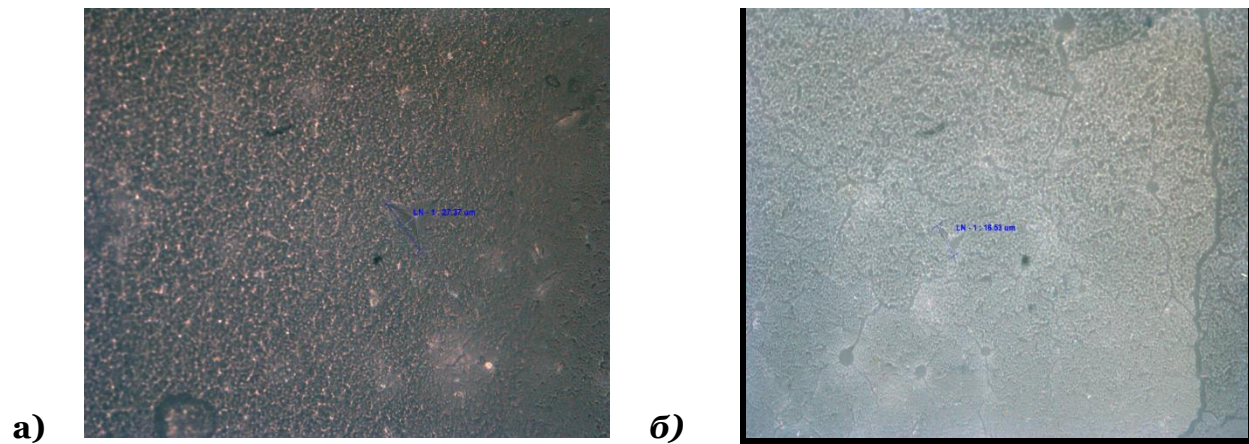
Просечната вредност на микроцврстина на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 10%* во дваесет и првиот ден е повисока од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 10%* и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.038576$ ). Просечната вредност на микроцврстината на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 2%* дваесет и првиот ден е повисока од *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2%* и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.008309$ ). Просечната вредност на микроцврстината на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 10%* дваесет и првиот ден е помала од *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10%* и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000784$ ). Просечните вредности на микроцврстина на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%, 5% и 10%* дваесет и првиот ден се повисоки од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%, 5% и 10%* и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.006237$ ,  $p = 0.001234$ ,  $p = 0.011945$ ) (Табела 41)



## Резултати од одредување на наноиндентација



**Слика 2а, б.** Микрофотографии на GC Fuji TRIAGE control од тестирањето на наноиндентација



**Слика 3а, б.** Микрофотографии на 3M ESPE Ketac™ Universal control од тестирањето на наноиндентација

**Табела 42.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal* – контролната група со дејство на различни сили од 500  $\mu\text{m}$ , 1000  $\mu\text{m}$  и 1500  $\mu\text{m}$  во текот на првиот ден

<b>Прв ден</b>					
			moduo [GPa]	hardness [GPa]	
<b>3M</b>	<b>ESPE</b>	500 $\mu\text{m}$	8.385	0.188	
			<b>Ketac™</b>	9.598	0.284
			<b>Universal</b>	10.921	0.313
<b>Control</b>	1000 $\mu\text{m}$	/	/		
		4.571	0.155		
		5.176	0.176		
	1500 $\mu\text{m}$	2.464	0.095		
		2.745	0.119		
		2.955	0.121		

**Табела 42а.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на  $ZrO_2$  во маса 2%, 5% и 10% со дејство на различни сили од 500  $\mu m$ , 1000  $\mu m$  и 1500  $\mu m$  во текот на првиот ден

Прв ден					
<b>3M ESPE Ketac™ Universal</b>	500 $\mu m$		12.238	0.251	
			9.257	0.226	
	1000 $\mu m$		10.845	0.242	
			10.174	0.213	
			8.639	0.181	
		1500 $\mu m$		4.511	0.093
				7.158	0.199
				7.675	0.174
	<b>3M ESPE Ketac™ Universal</b>	500 $\mu m$		11.435	0.218
				11.938	0.287
				10.567	0.23
1000 $\mu m$			8.294	0.164	
			8.366	0.177	
			8.819	0.15	
		1500 $\mu m$		3.855	0.092
				4.896	0.117
				/	/
<b>3M ESPE Ketac™ Universal</b>		500 $\mu m$		8.163	0.168
				10.398	0.262
				8.973	0.27
	1000 $\mu m$		9.15	0.138	
			8.922	0.16	
			6.934	0.071	
		1500 $\mu m$		7.452	0.175
				8.158	0.174
				8.794	0.169

**Табела 42б.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на  $TiO_2$  во маса 2%, 5% и 10% со дејство на различни сили од 500  $\mu m$ , 1000  $\mu m$  и 1500  $\mu m$  во текот на првиот ден

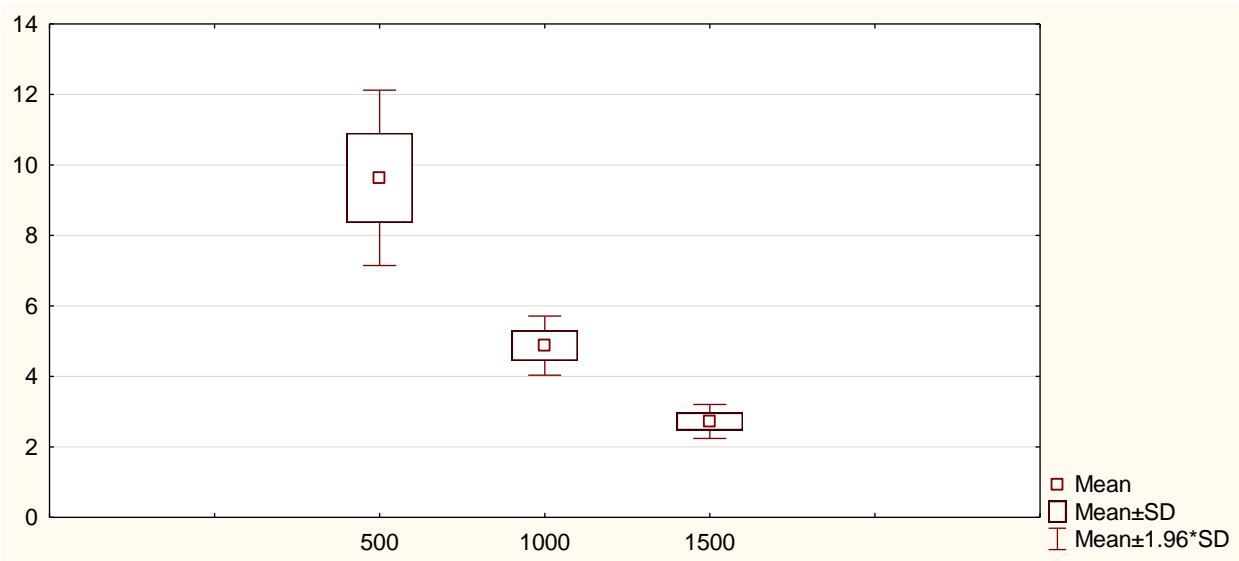
Прв ден						
<b>3M Ketac™ Universal - 2%</b>	<b>ESPE</b>	500 $\mu m$	11.666	0.127		
			14.201	0.358		
			17.149	0.288		
	1000 $\mu m$		11.912	0.219		
			11.232	0.148		
			10.471	0.178		
		1500 $\mu m$	6.106	0.15		
			7.349	0.251		
			10.129	0.239		
	<b>3M Ketac™ Universal -5%</b>	<b>ESPE</b>	500 $\mu m$	6.687	0.13	
				/	/	
				6.308	0.128	
1000 $\mu m$			3.392	0.044		
			5.863	0.136		
			4.655	0.082		
		1500 $\mu m$	2.288	0.045		
			3.163	0.059		
			3.906	0.1		
<b>3M Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub>-10%</b>		<b>ESPE</b>	500 $\mu m$	8.25	0.19	
				12.56	0.282	
				15.831	0.39	
	1000 $\mu m$		7.329	0.232		
			6.914	0.189		
			7.623	0.209		
		1500 $\mu m$	4.451	0.161		
			4.392	0.153		
			4.598	0.175		

**Табела 42в.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на  $Al_2O_3$  во маса 2%, 5% и 10% со дејство на различни сили од 500  $\mu m$ , 1000  $\mu m$  и 1500  $\mu m$  во текот на првиот ден

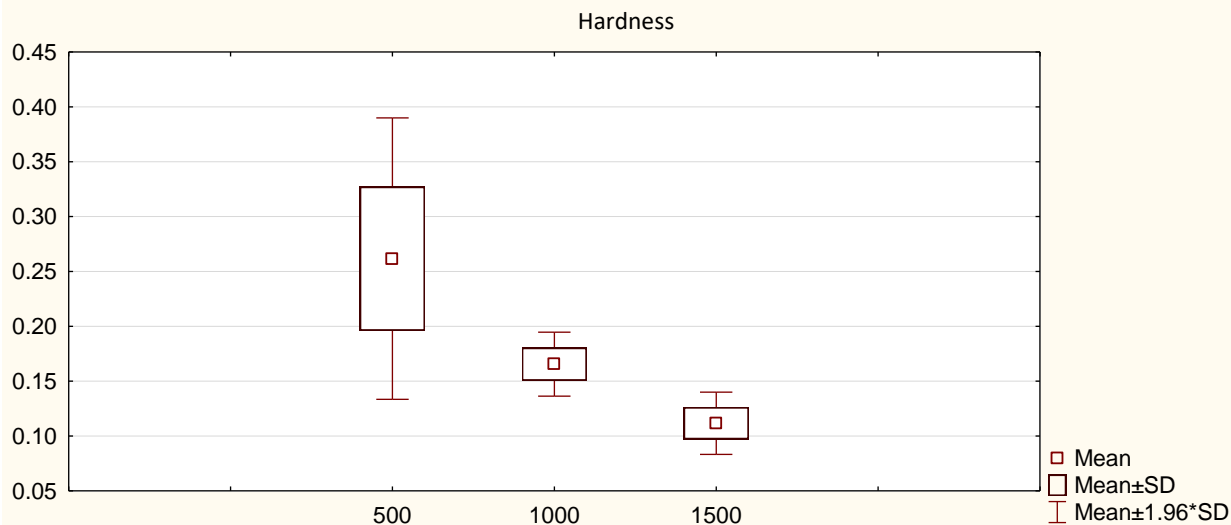
Прв ден					
<b>3M</b> <b>Ketac™</b> <b>Universal</b> <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%</b>	ESPE	500 $\mu m$	2.765	0.128	
			3.101	0.123	
			4.192	0.159	
	1000 $\mu m$		0.857	0.03	
			0.949	0.045	
			1.26	0.06	
		1500 $\mu m$	2.194	0.066	
			2.467	0.03	
			3.563	0.115	
<b>3M</b> <b>Ketac™</b> <b>Universal</b> <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5%</b>	ESPE	500 $\mu m$	0.751	0.037	
			4.363	0.049	
			2.883	0.035	
	1000 $\mu m$		0.748	0.017	
			1.429	0.044	
			/	/	
		1500 $\mu m$	1.133	0.023	
			0.204	0.002	
			1.116	0.018	
<b>3M</b> <b>Ketac™</b> <b>Universal</b> <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10%</b>	ESPE	500 $\mu m$	7.791	0.251	
			/	/	
			4.862	0.043	
	1000 $\mu m$		7.329	0.14	
			/	/	
			5.935	0.083	
		1500 $\mu m$	2.714	0.017	
			5.169	0.104	
			5.98	0.095	

**Табела 43.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитување групи во текот на првиот ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal control*

<i>3M ESPE Ketac™ Universal control</i>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
<b>moduo [GPa]/500</b>	3	9.6	8.385000	10.92100	1.268398
<b>hardness [GPa]/500</b>	3	0.3	0.188000	0.31300	0.065424
<b>moduo [GPa]/1000</b>	2	4.9	4.571000	5.17600	0.427800
<b>hardness [GPa]/1000</b>	2	0.2	0.155000	0.17600	0.014849
<b>moduo [GPa]/1500</b>	3	2.7	2.464000	2.95500	0.246354
<b>hardness [GPa]/1500</b>	3	0.1	0.095000	0.12100	0.014468



**Графикон 15а.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal - moduo*



**Графикон 15б.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal control – hardness*

**Табела 44.** Приказ на Analysis of Variance

	SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>moduo</b>	74.24385	2	37.12192	3.522058	5	0.704412	52.69920	0.000437
<b>hardness</b>	0.034422	2	0.017211	0.009200	5	0.001840	9.353985	0.020426

**Табела 45.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>moduo</i>	{1} - M=9.6347	{2} - M=4.8735	{3} - M=2.7213
<b>500 {1}</b>		0.003837	0.000590
<b>1000 {2}</b>	0.003837		0.081612
<b>1500 {3}</b>	0.000590	0.081612	
<i>hardnes</i>	{1} - M=.26167	{2} - M=.16550	{3} - M=.11167
<b>500 {1}</b>		0.122060	0.017986
<b>1000 {2}</b>	0.122060		0.419825
<b>1500 {3}</b>	0.017986	0.419825	

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - moduo изнесува  $9.6 \pm 1.5$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - moduo се намалува и изнесува  $4.9 \pm 0.4$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - moduo најмала и изнесува  $2.7 \pm 0.2$  при 1500  $\mu\text{m}$ . (Табела 43 и Графикон 15а).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - moduo е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 44).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* – moduo / 500  $\mu\text{m}$  верзус *3M ESPE Ketac™ Universal moduo* / 1000  $\mu\text{m}$  и 1500  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.003837$ ,  $p = 0.000590$ ) (Табела 45).

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - hardness изнесува  $0.3 \pm 0.07$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - hardness се намалува и изнесува  $0.2 \pm 0.01$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control* - hardness е најмала и изнесува  $0.1 \pm 0.001$  при 1500  $\mu\text{m}$ . (Табела 43 и Графикон 15б).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal control* - hardness, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 44).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* – hardness / 500  $\mu\text{m}$  верзус *3M ESPE Ketac™ Universal Cotrol* hardness / 1500  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.017986$ ) (Табела 45).



**Табела 46.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај *ESPE Ketac™ Universal* со  $TiO_2$  - 2%, 5% и 10%

<b>Ketac со <math>TiO_2</math>-2%</b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
moduo [GPa]/500	3	14.33867	11.66600	17.14900	2.744091
hardness [GPa]/500	3	0.25767	0.12700	0.35800	0.118450
moduo [GPa]/1000	3	11.20500	10.47100	11.91200	0.720879
hardness [GPa]/1000	3	0.18167	0.14800	0.21900	0.035642
moduo [GPa]/1500	3	7.86133	6.10600	10.12900	2.059853
hardness [GPa]/1500	3	0.21333	0.15000	0.25100	0.055175
<b>Ketac со <math>TiO_2</math>-5%</b>					
moduo [GPa]/500	2	6.497500	6.308000	6.687000	0.267993
hardness [GPa]/500	2	0.129000	0.128000	0.130000	0.001414
moduo [GPa]/1000	3	4.636667	3.392000	5.863000	1.235602
hardness [GPa]/1000	3	0.087333	0.044000	0.136000	0.046231
moduo [GPa]/1500	3	3.119000	2.288000	3.906000	0.809897
hardness [GPa]/1500	3	0.068000	0.045000	0.100000	0.028583
<b>Ketac со <math>TiO_2</math>-10%</b>					
moduo [GPa]/500	3	12.21367	8.250000	15.83100	3.802348
hardness [GPa]/500	3	0.28733	0.190000	0.39000	0.100107
moduo [GPa]/1000	3	7.28867	6.914000	7.62300	0.356217
hardness [GPa]/1000	3	0.21000	0.189000	0.23200	0.021517
moduo [GPa]/1500	3	4.48033	4.392000	4.59800	0.106086
hardness [GPa]/1500	3	0.16300	0.153000	0.17500	0.011136

Табела 47. Приказ на Analysis of Variance

	SS – Effect	df - Eff ect	MS - Effect	SS - Error	df - Err or	MS – Error	F	p
500um/m	83.96836	3	27.98945	47.26526	7	6.752180	4.14525	0.055332
500um/h	0.03358	3	0.01119	0.05667	7	0.008095	1.38259	0.324916
1000um/m	78.68055	3	26.22685	4.52955	7	0.647079	40.53115	0.000086
1000um/h	0.02480	3	0.00827	0.00796	7	0.001137	7.26928	0.014823
1500um/m	49.08445	3	16.36148	9.94175	8	1.242718	13.16588	0.001842
1500um/h	0.03567	3	0.01189	0.00839	8	0.001049	11.33778	0.002978

\*m- *Moduo*

\*h- *hardness*

Табела 48. Приказ на Tukey HSD тест

<i>Moduo/1000um</i>	{1} - M=4.8735	{2} - M=11.205	{3} - M=4.6367	{4} - M=7.2887
<b>Ketac control {1}</b>		0.000444	0.987490	0.051496
<b>Ketac co TiO2-2% {2}</b>	0.000444		0.000313	0.002568
<b>Ketac co TiO2-5% {3}</b>	0.987490	0.000313		0.020149
<b>Ketac co TiO2-10% {4}</b>	0.051496	0.002568	0.020149	
<i>Moduo/1500um</i>	{1} - M=2.7213	{2} - M=7.8613	{3} - M=3.1190	{4} - M=4.4803
<b>Ketac control {1}</b>		0.002310	0.970409	0.288069
<b>Ketac co TiO2-2% {2}</b>	0.002310		0.003724	0.024637
<b>Ketac co TiO2-5% {3}</b>	0.970409	0.003724		0.482463
<b>Ketac co TiO2-10% {4}</b>	0.288069	0.024637	0.482463	

**Табела 49.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>hardness o/1000um</i>	{1} - M=4.8735	{2} - M=11.205	{3} - M=4.6367	{4} - M=7.2887
<b>Ketac control {1}</b>		0.950339	0.137268	0.513380
<b>Ketac co TiO<sub>2</sub>-2% {2}</b>	0.950339		<b>0.043209</b>	0.739254
<b>Ketac co TiO<sub>2</sub>-5% {3}</b>	0.137268	<b>0.043209</b>		<b>0.012322</b>
<b>Ketac co TiO<sub>2</sub>-10% {4}</b>	0.513380	0.739254	<b>0.012322</b>	
<i>hardness /1500um</i>	{1} - M=2.7213	{2} - M=7.8613	{3} - M=3.1190	{4} - M=4.4803
<b>Ketac control {1}</b>		<b>0.020645</b>	0.405450	0.284820
<b>Ketac co TiO<sub>2</sub>-2% {2}</b>	<b>0.020645</b>		<b>0.002710</b>	0.298792
<b>Ketac co TiO<sub>2</sub>-5% {3}</b>	0.405450	<b>0.002710</b>		<b>0.029100</b>
<b>Ketac co TiO<sub>2</sub>-10% {4}</b>	0.284820	0.298792	<b>0.029100</b>	

Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 2% - moduo изнесува 14.3±2.7 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 2% - moduo изнесува 11.2±0.7 при 1000 um првиот ден.. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub>-2% - moduo изнесува 7.9±2.1 при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 5 % - moduo изнесува 6.5±0.2 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 5% - moduo изнесува 4.6±1.2 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub>-5% - moduo изнесува 3.1±0.8 при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај Ketac co TiO<sub>2</sub> -10% - moduo изнесува 12.2±3.8 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10% - moduo изнесува 7.3±0.42 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10% - moduo изнесува 4.5±0.1 при 1500 um првиот ден(Табела 46).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal Control, 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> -2% , 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> -5% и 3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10% - moduo, при сила 500 um првиот ден е статистички несигнификантна за p>0.05. Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal Control , 3M ESPE Ketac™ Universal co

TiO<sub>2</sub> -2% , 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% и 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 10% - *moduo*, при сила 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000086$ ,  $p = 0.001842$ )(Табела 47).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 2% – *moduo*/ 1000 um верзус 3M ESPE Ketac™ Universal Control, 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% и 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 10% *moduo*/1000 um ( $p = 0.000444$ ,  $p = 0.000313$ ,  $p = 0.002568$  )(Табела 48).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% верзус 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 10% *moduo*/1000 um ( $p = 0.020149$ )(Табела 48).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> -2% – *moduo*/ 1500 um верзус 3M ESPE Ketac™ Universal Control, 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% и 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 10% *moduo*/1000 um ( $p = 0.002310$ ,  $p = 0.003724$ ,  $p = 0.024637$  )(Табела 48).

Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува  $0.3 \pm 0.1$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.03$  при 1000 um првиот ден.. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.06$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.001$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува  $0.09 \pm 0.05$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува  $0.07 \pm 0.03$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> -10% - *hardness* изнесува  $0.3 \pm 0.1$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 10% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.02$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> - 10% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.01$  при 1500 um првиот ден(Табела 46).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> -2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10%* - *hardness*, при сила 500  $\mu\text{m}$  првиот ден е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$ . Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10%* - *hardness*, при сила 1000 и 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.014823$ ,  $p = 0.002978$ )(Табела 47).

*Post hoc* *t*-*Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> -5%* – *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 2%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10%* *hardness* /1000  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.043209$ ,  $p = 0.012322$ )(Табела 49).

*Post hoc* *t*-*Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 5%* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 10%* *hardness* /1500  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.029100$ )(Табела 49).

*Post hoc* *t*-*Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 2%* – *hardness* / 1500  $\mu\text{m}$  верзус *3M ESPE Ketac™ Universal Control* и *3M ESPE Ketac™ Universal co TiO<sub>2</sub> - 5%* *hardness* /1000  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.020645$ ,  $p = 0.002710$ )(Табела 49).

**Табела 50.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$ - 2%, 5% и 10% во маса

<b><i>Ketac co ZrO<sub>2</sub>-2%</i></b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
moduo [GPa]/500	3	9.178000	8.163000	10.39800	1.131514
hardness [GPa]/500	3	0.233333	0.168000	0.27000	0.056722
moduo [GPa]/1000	3	9.886000	8.639000	10.84500	1.130848
hardness [GPa]/1000	3	0.212000	0.181000	0.24200	0.030512
moduo [GPa]/1500	3	6.448000	4.511000	7.67500	1.697292
hardness [GPa]/1500	3	0.155333	0.093000	0.19900	0.055411
<b><i>Ketac co ZrO<sub>2</sub>-5%</i></b>					
moduo [GPa]/500	3	11.31333	10.56700	11.93800	0.693551
hardness [GPa]/500	3	0.24500	0.21800	0.28700	0.036865
moduo [GPa]/1000	3	8.49300	8.29400	8.81900	0.284610
hardness [GPa]/1000	3	0.16367	0.15000	0.17700	0.013503
moduo [GPa]/1500	2	4.37550	3.85500	4.89600	0.736098
hardness [GPa]/1500	2	0.10450	0.09200	0.11700	0.017678
<b><i>Ketac co ZrO<sub>2</sub>--10%</i></b>					
moduo [GPa]/500	3	9.178000	8.163000	10.39800	1.131514
hardness [GPa]/500	3	0.233333	0.168000	0.27000	0.056722
moduo [GPa]/1000	3	8.335333	6.934000	9.15000	1.218933
hardness [GPa]/1000	3	0.123000	0.071000	0.16000	0.046357
moduo [GPa]/1500	3	8.134667	7.452000	8.79400	0.671304
hardness [GPa]/1500	3	0.172667	0.169000	0.17500	0.003215

**Табела 51.** Приказ на Analysis of Variance

	SS – Effect	df - Effe ct	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS – Error	F	p
<b>500um/m</b>	9.26573	3	3.08858	9.300989	8	1.162624	2.65656	0.119707
<b>500um/h</b>	0.00162	3	0.00054	0.024148	8	0.003018	0.17853	0.907988
<b>1000um/m</b>	<b>30.96275</b>	<b>3</b>	<b>10.32092</b>	<b>5.874247</b>	<b>7</b>	<b>0.839178</b>	<b>12.29884</b>	<b>0.003528</b>
<b>1000um/h</b>	0.01191	3	0.00397	0.006745	7	0.000964	4.12059	0.056033
<b>1500um/m</b>	<b>49.21007</b>	<b>3</b>	<b>16.40336</b>	<b>7.326118</b>	<b>7</b>	<b>1.046588</b>	<b>15.67317</b>	<b>0.001729</b>
<b>1500um/h</b>	0.00882	3	0.00294	0.006892	7	0.000985	2.98667	0.105421

\*m- *Moduo*

\*h- *hardness*

**Табела 52.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>moduo /1000um</i>	{1}	-	{2}	-	{3}	-	{4}	-
	M=4.8735		M=9.8860		M=8.4930		M=8.3353	
<b>Ketac control {1}</b>			<b>0.002497</b>		<b>0.014265</b>		<b>0.017823</b>	
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>--2% {2}</b>	<b>0.002497</b>				0.323032		0.249619	
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>-5% {3}</b>	<b>0.014265</b>		0.323032				0.996422	
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>-10% {4}</b>	<b>0.017823</b>		0.249619		0.996422			
<i>moduo /1500um</i>	{1}	-	{2}	-	{3} - M=4.3755		{4}	-
	M=2.7213		M=6.4480				M=8.1347	
<b>Ketac control {1}</b>			<b>0.012226</b>		0.359606		<b>0.001634</b>	
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>--2% {2}</b>	<b>0.012226</b>				0.207595		0.266927	
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>--5% {3}</b>	0.359606		0.207595				<b>0.020456</b>	
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>--10% {4}</b>	<b>0.001634</b>		0.266927		<b>0.020456</b>			

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo* изнесува  $9.2 \pm 1.1$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo* изнесува  $9.9 \pm 1.1$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo* изнесува  $6.4 \pm 1.7$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo* изнесува  $11.3 \pm 0.7$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo* изнесува  $8.5 \pm 0.3$  при 1000 um

првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo* изнесува  $4.4 \pm 0.7$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo* изнесува  $9.2 \pm 1.1$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo* изнесува  $8.3 \pm 1.2$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo* изнесува  $8.1 \pm 0.7$  при 1500 um првиот ден (Табела 50).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo*, при сила 500um првиот ден е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (Табела 51).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo*, при сила 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 51).

*Post hoc* тест- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo /1000 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo /1000 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1000 um* ( $p=0.002497$ ,  $p=0.014265$ ,  $p=0.017823$ ) (Табела 52).

*Post hoc* тест- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1500 um* ( $p=0.012226$ ,  $p=0.001634$ ) (Табела 52).

*Post hoc* тест- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo / 1500 um* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1500 um* ( $p=0.020456$ ) (Табела 52).

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.02$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.03$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M*



*ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.15 \pm 0.05$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.03$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.01$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.001$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.06$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.04$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.003$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден(Табела 50).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10%* - *hardness*, при сила 500,1000 и 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$ (Табела 51).

**Табела 53.** Приказ на просечната вредност на индентација кај испитуваните групи првиот ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- 2%, 5% и 10%*

<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%</b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
moduo [GPa]/500	3	3.352667	2.765000	4.192000	0.746046
hardness [GPa]/500	3	0.136667	0.123000	0.159000	0.019502
moduo [GPa]/1000	3	1.022000	0.857000	1.260000	0.211185
hardness [GPa]/1000	3	0.045000	0.030000	0.060000	0.015000
moduo [GPa]/1500	3	2.741333	2.194000	3.563000	0.724558
hardness [GPa]/1500	3	0.070333	0.030000	0.115000	0.042665
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5%</b>					
moduo [GPa]/500	3	2.665667	0.751000	4.363000	1.815781
hardness [GPa]/500	3	0.040333	0.035000	0.049000	0.007572
moduo [GPa]/1000	2	1.088500	0.748000	1.429000	0.481540
hardness [GPa]/1000	2	0.030500	0.017000	0.044000	0.019092
moduo [GPa]/1500	3	0.817667	0.204000	1.133000	0.531519
hardness [GPa]/1500	3	0.014333	0.002000	0.023000	0.010970
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10%</b>					
moduo [GPa]/500	2	6.326500	4.862000	7.791000	2.071116
hardness [GPa]/500	2	0.147000	0.043000	0.251000	0.147078
moduo [GPa]/1000	2	6.632000	5.935000	7.329000	0.985707
hardness [GPa]/1000	2	0.111500	0.083000	0.140000	0.040305
moduo [GPa]/1500	3	4.621000	2.714000	5.980000	1.700564
hardness [GPa]/1500	3	0.072000	0.017000	0.104000	0.047843

**Табела 54.** Приказ на Analysis of Variance

	<b>SS – Effect</b>	<b>df - Effect</b>	<b>MS - Effect</b>	<b>SS - Error</b>	<b>df - Error</b>	<b>MS – Error</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>500um/m</b>	90.51438	3	30.17146	15.21448	7	2.173497	13.88153	0.002480
<b>500um/h</b>	0.07389	3	0.02463	0.03107	7	0.004438	5.54978	0.028803
<b>1000um/ m</b>	52.27324	3	17.42442	1.47571	5	0.295142	59.03744	0.000252
<b>1000um/h</b>	0.02508	3	0.00836	0.00266	5	0.000532	15.71755	0.005595
<b>1500um/ m</b>	21.69905	3	7.23302	7.52021	8	0.940026	7.69449	0.009619
<b>1500um/h</b>	0.01441	3	0.00480	0.00888	8	0.001110	4.32978	0.043258

\*m- **Moduo**

\*h- **hardness**

**Табела 55.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>Moduo /500um</i>	{1} - M=9.6347	{2} - M=3.3527	{3} - M=2.6657	{4} - M=6.3265
<b>Ketac control {1}</b>		0.005327	0.003024	0.152534
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% {2}</b>	0.005327		0.937795	0.210132
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% {3}</b>	0.003024	0.937795		0.108221
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% {4}</b>	0.152534	0.210132	0.108221	
<i>Moduo /1000um</i>	{1} - M=4.8735	{2} - M=1.0220	{3} - M=1.0885	{4} - M=6.6320
<b>Ketac control {1}</b>		0.002338	0.003734	0.079267
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% {2}</b>	0.002338		0.999069	0.000562
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% {3}</b>	0.003734	0.999069		0.000789
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% {4}</b>	0.079267	0.000562	0.000789	
<i>Moduo /1500um</i>	{1} - M=2.7213	{2} - M=2.7413	{3} - M=.81767	{4} - M=4.6210
<b>Ketac control {1}</b>		0.999994	0.153495	0.154567
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% {2}</b>		0.999994	0.153495	0.154567
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% {3}</b>	0.999994		0.148236	0.160034
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% {4}</b>	0.153495	0.148236		0.006014

Табела 56. Приказ на Tukey HSD тест

<i>hardness /500um</i>	{1} - M=.26167	{2} - M=.13667	{3} - M=.04033	{4} - M=.14700
<b>Ketac control {1}</b>		0.187658	0.019401	0.314239
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% {2}</b>	0.187658		0.359720	0.998145
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% {3}</b>	0.019401	0.359720		0.366896
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% {4}</b>	0.314239	0.998145	0.366896	
<i>hardness /1000um</i>	{1} - M=.16550	{2} - M=.04500	{3} - M=.03050	{4} - M=.11150
<b>Ketac control {1}</b>		0.008676	0.007885	0.207522
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% {2}</b>	0.008676		0.897326	0.086025
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% {3}</b>	0.007885	0.897326		0.059814
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% {4}</b>	0.207522	0.086025	0.059814	
<i>hardness /1500um</i>	{1} - M=.11167	{2} - M=.07033	{3} - M=.01433	{4} - M=.07200
<b>Ketac control {1}</b>		0.470135	0.029686	0.501908
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% {2}</b>	0.470135		0.244674	0.999916
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% {3}</b>	0.029686	0.244674		0.225699
<b>Ketac co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% {4}</b>	0.501908	0.999916	0.225699	

Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo изнесува 3.4±0.7 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на

индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo* изнесува  $1.02 \pm 0.2$  при 1000 um првиот ден.. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo* изнесува  $2.7 \pm 0.7$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - moduo* изнесува  $2.7 \pm 1.8$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - moduo* изнесува  $1.1 \pm 0.5$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *Ketac со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - moduo* изнесува  $0.8 \pm 0.5$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - moduo* изнесува  $6.3 \pm 2.1$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - moduo* изнесува  $6.6 \pm 1.0$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - moduo* изнесува  $4.6 \pm 1.7$  при 1500 um првиот ден(Табела 53).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - moduo*, при сила 500, 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.002480$ ,  $p = 0.000252$ ,  $p = 0.009619$ )(Табела 54).

*Post hoc тесст- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo / 500 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - moduo / 500 um* ( $p = 0.005327$ ,  $p = 0.003024$ )(Табела 55).

*Post hoc тесст- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%* и *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% moduo / 1000 um* ( $p = 0.002338$ ,  $p = 0.001634$ )(Табела 55).

*Post hoc тесст- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - moduo / 1000 um* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% moduo / 1000 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% moduo / 1000 um* ( $p = 0.000562$ ,  $p = 0.000789$ )(Табела 55).

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.02$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на

индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.04 \pm 0.015$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.07 \pm 0.04$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.04 \pm 0.007$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.03 \pm 0.02$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.01 \pm 0.001$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.1$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.04$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - hardness* изнесува  $0.07 \pm 0.05$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден (Табели 53).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%*, *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - hardness*, при сила 500, 1000 и 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.02803$ ,  $p = 0.005595$ ,  $p = 0.043258$ ) (Табела 54).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - hardness/500  $\mu\text{m}$*  ( $p = 0.019401$ ) (Табела 56).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%* и *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% hardness/1000  $\mu\text{m}$*  ( $p = 0.008676$ ,  $p = 0.007885$ ) (Табела 56).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% hardness/1500  $\mu\text{m}$*  ( $p = 0.029686$ ) (Табела 56).

**Табела 57.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *GC Fuji TRIAGE* – контролната група со дејство на различна сила од 500  $\mu\text{m}$ , 1000  $\mu\text{m}$  и 1500  $\mu\text{m}$  во текот на првиот ден

Прв ден			
		moduo [GPa]	hardness [GPa]
<b><i>GC Fuji Triage Control</i></b>	500 $\mu\text{m}$	6,255	0,108
		7,812	0,165
		8,957	0,212
	1000 $\mu\text{m}$	3,898	0,102
		3,688	0,106
		4,169	0,096
	1500 $\mu\text{m}$	2,38	0,07
		2,528	0,072
		2,389	0,07

**Табела 57а.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *GC Fuji TRIAGE* со инкорпорирање на  $ZrO_2$  во маса 2%, 5% и 10% со дејство на различна сила 500  $\mu m$ , 1000  $\mu m$  и 1500  $\mu m$  во текот на првиот ден

<b>Прв ден</b>				
<b><i>GC Fuji Triage ZrO2 - 2%</i></b>	500 $\mu m$		12.413	0.234
			17.082	0.469
			/	/
	1000 $\mu m$		9.213	0.142
			/	/
			9.213	0.142
	1500 $\mu m$		8.74	0.154
			7.646	0.117
			/	/
<b><i>GC Fuji Triage ZrO2 - 5%</i></b>	500 $\mu m$		1.823	0.033
			3.352	0.101
			3.321	0.112
	1000 $\mu m$		1.251	0.044
			1.236	0.037
			1.364	0.047
	1500 $\mu m$		0.694	0.027
			0.741	0.029
			0.785	0.028
<b><i>GC Fuji Triage ZrO2 - 10%</i></b>	500 $\mu m$		7.784	0.244
			/	/
			7.858	0.208
	1000 $\mu m$		3.364	0.082
			/	/
			3.721	0.098
	1500 $\mu m$		2.474	0.083
			/	/
			2.507	0.08

**Табела 57б.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај GC Fuji TRIAGE со инкорпорирање на  $TiO_2$  во маса 2%, 5% и 10% со дејство на различна сила 500  $\mu m$ , 1000  $\mu m$  и 1500  $\mu m$  во текот на првиот ден

Прв ден			
<b>GC Fuji Triage <math>TiO_2</math> - 2%</b>	500 $\mu m$	6,6	0,18
		/	/
		9,22	0,216
	1000 $\mu m$	3,415	0,095
		/	/
		3,956	0,097
	1500 $\mu m$	1,796	0,059
		/	/
		2,158	0,065
<b>GC Fuji Triage <math>TiO_2</math> - 5%</b>	500 $\mu m$	6,828	0,122
		4,433	0,056
		7,041	0,126
	1000 $\mu m$	3,042	0,078
		3,218	0,07
		3,868	0,074
	1500 $\mu m$	1,103	0,035
		1,611	0,041
		1,999	0,046
<b>GC Fuji Triage <math>TiO_2</math> -10%</b>	500 $\mu m$	/	/
		/	/
		8,552	0,219
	1000 $\mu m$	6,266	0,142
		/	/
		6,94	0,16
	1500 $\mu m$	2,59	0,066
		3,519	0,062
		4,659	0,125

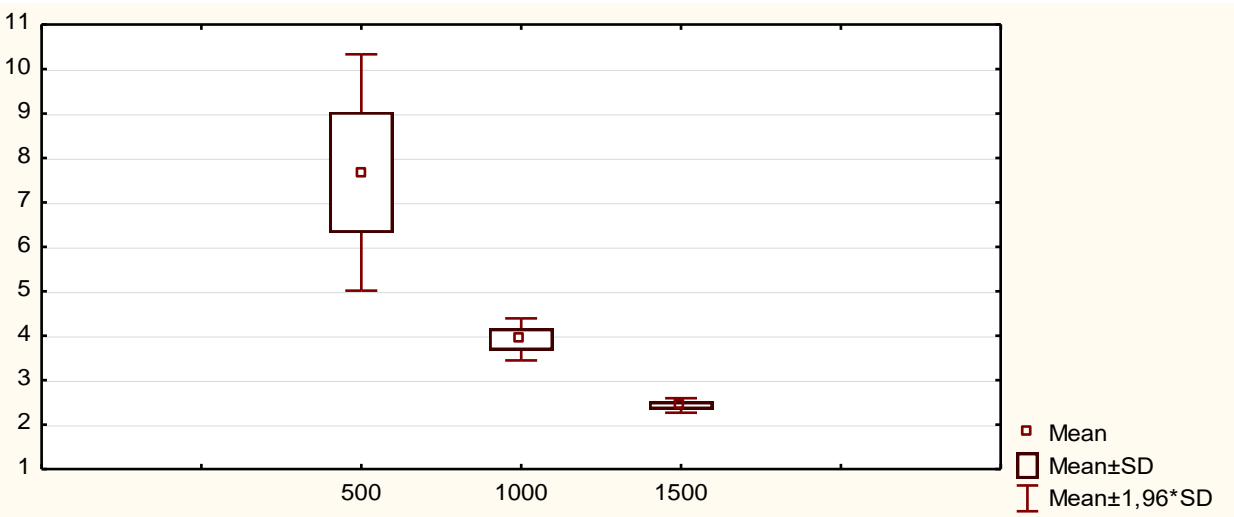


**Табела 57в.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај *GC Fuji TRIAGE* со инкорпорирање на  $Al_2O_3$  во маса 2%, 5% и 10% со дејство на различна сила 500  $\mu m$ , 1000  $\mu m$  и 1500  $\mu m$  во текот на првиот ден

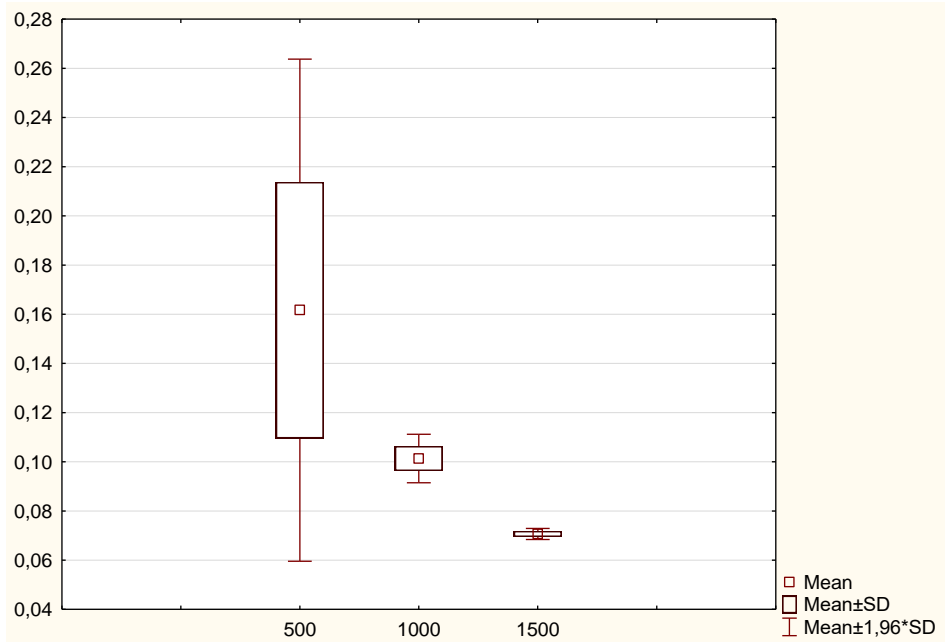
<b>Прв ден</b>			
<b><i>GC Fuji Triage</i> <math>Al_2O_3</math> -2%</b>	500 $\mu m$	15.534	0.247
		15.622	0.197
		14.17	0.346
	1000 $\mu m$	11.461	0.253
		12.092	0.27
		11.662	0.221
	1500 $\mu m$	4.36	0.059
		7.365	0.182
		8.823	0.222
<b><i>GC Fuji Triage</i> <math>Al_2O_3</math> -5%</b>	500 $\mu m$	11.994	0.272
		10.169	0.22
	1000 $\mu m$	10.919	0.204
		9.86	0.169
	1500 $\mu m$	6.007	0.111
		9.81	0.332
<b><i>GC Fuji Triage</i> <math>Al_2O_3</math> -10%</b>	500 $\mu m$	14.718	0.357
		15.836	0.222
	1000 $\mu m$	9.753	0.282
		10.315	0.305
		9.453	0.24
	1500 $\mu m$	4.065	0.148
		4.885	0.105
		8.473	0.267

**Табела 58.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитување модели првиот ден кај *GC Fuji Triage Control*

<b>GC Fuji TRIAGE Control</b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
<b>moduo [GPa]/500</b>	3	7,7	6,255000	8,957000	1,356225
<b>hardness [GPa]/500</b>	3	0,2	0,108000	0,212000	0,052080
<b>moduo [GPa]/1000</b>	3	3,9	3,688000	4,169000	0,241144
<b>hardness [GPa]/1000</b>	3	0,1	0,096000	0,106000	0,005033
<b>moduo [GPa]/1500</b>	3	2,4	2,380000	2,528000	0,082972
<b>hardness [GPa]/1500</b>	3	0,1	0,070000	0,072000	0,001155



**Графикон 16а.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните модли првиот ден *GC Fuji TRIAGE Control - moduo*



**Графикон 166.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните модли првиот ден кај *GC Fuji TRIAGE Control- hardness*

**Табела 59.** Приказ на Analysis of Variance

	SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>moduo</b>	43,80029	2	21,90015	3,808762	6	0,634794	34,49963	0,000512
<b>hardness</b>	0,01286	2	0,00643	0,005478	6	0,000913	7,04357	0,026650

**Табела 60.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>moduo</i>	{1} - M=9.6347	{2} - M=4.8735	{3} - M=2.7213
<b>500 {1}</b>		0,003009	0,000662
<b>1000 {2}</b>	0,003009		0,134556
<b>1500 {3}</b>	0,000662	0,134556	
<i>hardnes</i>	{1} - M=.26167	{2} - M=.16550	{3} - M=.11167
<b>500 {1}</b>		0,109563	0,023949
<b>1000 {2}</b>	0,109563		0,473642
<b>1500 {3}</b>	0,023949	0,473642	

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - moduo изнесува  $7.7 \pm 1.4$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - moduo се намалува и изнесува  $3.9 \pm 0.2$  при 1000 um првиот ден . Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - moduo најмала и изнесува  $2.4 \pm 0.8$  при 1500 um. (Табела 58 и Графикон 16а).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - moduo, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 59).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control – moduo/ 500 um верзус GC Fuji TRIAGE moduo/1000 um и 1500 um ( $p = 0.003009$ ,  $p = 0.000662$ ) (Табела 60).

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness изнесува  $0.2 \pm 0.05$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness се намалува и изнесува  $0.1 \pm 0.005$  при 1000 um првиот ден . Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness е најмала и изнесува  $0.1 \pm 0.001$  при 1500 um. (Табела 58 и Графикон 16б).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 59).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control – hardness / 500 um верзус GC Fuji TRIAGE Control / 1500 um ( $p = 0.023949$ ) (Табела 60).

**Табела 61.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub>- 2%, 5% и 10%.

<b>GC Fuji TRIAGE co TiO2 -2%</b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
moduo [GPa]/500	2	7,9	6,600000	9,220000	1,852620
hardness [GPa]/500	2	0,198000	0,180000	0,216000	0,025456
moduo [GPa]/1000	2	3,685500	3,415000	3,956000	0,382545
hardness [GPa]/1000	2	0,096000	0,095000	0,097000	0,001414
moduo [GPa]/1500	2	1,977000	1,796000	2,158000	0,255973
hardness [GPa]/1500	2	0,062000	0,059000	0,065000	0,004243
<b>GC Fuji TRIAGE co TiO2 - 5%</b>					
moduo [GPa]/500	3	6,100667	4,433000	7,041000	1,448163
hardness [GPa]/500	3	0,101333	0,056000	0,126000	0,039311
moduo [GPa]/1000	3	3,376000	3,042000	3,868000	0,435077
hardness [GPa]/1000	3	0,074000	0,070000	0,078000	0,004000
moduo [GPa]/1500	3	1,571000	1,103000	1,999000	0,449337
hardness [GPa]/1500	3	0,040667	0,035000	0,046000	0,005508
<b>GC Fuji TRIAGE co TiO2 - 10%</b>					
moduo [GPa]/500	1	8,552000	8,552000	8,552000	
hardness [GPa]/500	1	0,219000	0,219000	0,219000	
moduo [GPa]/1000	2	6,603000	6,266000	6,940000	0,476590
hardness [GPa]/1000	2	0,151000	0,142000	0,160000	0,012728
moduo [GPa]/1500	3	3,589333	2,590000	4,659000	1,036292
hardness [GPa]/1500	3	0,084333	0,062000	0,125000	0,035275

**Табела 62.** Приказ на Analysis of Variance

	<b>SS – Effect</b>	<b>df – Effect</b>	<b>MS – Effect</b>	<b>SS – Error</b>	<b>df – Error</b>	<b>MS – Error</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>500um/m</b>	7,04803	3	2,349343	11,30525	5	2,261049	1,03905	0,451022
<b>500um/h</b>	0,01656	3	0,005520	0,00916	5	0,001833	3,01176	0,133073
<b>1000um/m</b>	14,33201	3	4,777338	0,86836	6	0,144727	33,00926	0,000399
<b>1000um/h</b>	0,00723	3	0,002409	0,00025	6	0,000041	58,6000 0	0,00007 8
<b>1500um/m</b>	6,65624	3	2,218746	2,63090	7	0,375843	5,90339	0,024862
<b>1500um/h</b>	0,00301	3	0,001004	0,00257	7	0,000367	2,73331	0,123391

\*m- **Moduo**

\*h- **hardness**

**Табела 63.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>Moduo/1000um</i>	{1} - M=4.8735	{2} - M=11.205	{3} - M=4.6367	{4} - M=7.2887
<b><i>Fuji Triage control {1}</i></b>		0,904630	0,379875	<b>0,001182</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-2% {2}</i></b>	0,904630		0,810100	<b>0,001226</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-5% {3}</i></b>	0,379875	0,810100		<b>0,000543</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-10% {4}</i></b>	<b>0,001182</b>	<b>0,001226</b>	<b>0,000543</b>	
<i>Moduo/1500um</i>	{1} - M=2.7213	{2} - M=7.8613	{3} - M=3.1190	{4} - M=4.4803
<b><i>Fuji Triage control {1}</i></b>		0,846456	0,381156	0,184447
<b><i>Fuji Triage co TiO2-2% {2}</i></b>	0,846456		0,884047	0,087606
<b><i>Fuji Triage co TiO2-5% {3}</i></b>	0,381156	0,884047		<b>0,020287</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-10% {4}</i></b>	0,184447	0,087606	<b>0,020287</b>	

**Табела 64.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>hardness o/1000um</i>	{1} - M=4.8735	{2} - M=11.205	{3} - M=4.6367	{4} - M=7.2887
<b><i>Fuji Triage control {1}</i></b>		0,800365	<b>0,008006</b>	<b>0,000783</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-2% {2}</i></b>	0,800365		<b>0,035771</b>	<b>0,000749</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-5% {3}</i></b>	<b>0,008006</b>	<b>0,035771</b>		<b>0,000264</b>
<b><i>Fuji Triage co TiO2-10% {4}</i></b>	<b>0,000783</b>	<b>0,000749</b>	<b>0,000264</b>	

Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 2% - moduo* изнесува  $9 \pm 1.9$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *co TiO2-2% - moduo* изнесува  $3.7 \pm 0.4$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 2% - moduo* изнесува  $1.97 \pm 0.3$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 5% - moduo* изнесува  $6.1 \pm 1.4$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *Fuji Triage co TiO2 - 5% - moduo* изнесува  $3.4 \pm 0.43$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 5% - moduo* изнесува  $1.65 \pm 0.45$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 10% - moduo* изнесува  $8.5$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 10% - moduo* изнесува  $6.6 \pm 0.5$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 10% - moduo* изнесува  $3.6 \pm 1.03$  при 1500 um првиот ден (Табела 61).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC *Fuji TRIAGE Control*, GC *Fuji TRIAGE co TiO2 - 2%*, GC *Fuji*

*TRIAGE* со TiO<sub>2</sub> - 5% и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% - *moduo*, при сила 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000399$ ,  $p = 0.024862$ ) (Табела 62).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% – *moduo*/ 1000 um верзус GC Fuji TRIAGE Control, GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 2% и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% *moduo*/1000 um ( $p = 0.001182$ ,  $p = 0.001226$ ,  $p = 0.000543$ ) (Табела 63).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% верзус GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% *moduo*/1000 um ( $p = 0.020287$ ) (Табела 64).

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.002$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.001$  при 1000 um првиот ден.. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува  $0.6 \pm 0.004$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.04$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува  $0.07 \pm 0.004$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува  $0.04 \pm 0.005$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% - *hardness* изнесува 0.2 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% - *hardness* изнесува  $0.15 \pm 0.1$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% - *hardness* изнесува  $0.08 \pm 0.3$  при 1500 um првиот ден (Табела 61).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control , GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 2% , GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% - *hardness*, при сила 1000 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000078$ ) (Табела 62).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control – *hardness* / 1000 um верзус GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% *hardness* /1000 um ( $p = 0.008006$ ,  $p = 0.000783$ ) (Табела 64).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 2% верзус GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% hardness /1000 um (p=0.035771, p=0.000749)(Табела 64).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 5% – hardness / 1000 um верзус GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> - 10% hardness /1000 um (p=0.000264)(Табела 64).

**Табела 65.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2%, 5% и 10%

<b>GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2%</b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
moduo [GPa]/500	2	14.74750	12.41300	17.08200	3.301482
hardness [GPa]/500	2	0.35150	0.23400	0.46900	0.166170
moduo [GPa]/1000	2	9.21300	9.21300	9.21300	0.000000
hardness [GPa]/1000	2	0.14200	0.14200	0.14200	0.000000
moduo [GPa]/1500	2	8.19300	7.64600	8.74000	0.773575
hardness [GPa]/1500	2	0.13550	0.11700	0.15400	0.026163
<b>GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5%</b>					
moduo [GPa]/500	3	2.83200	1.82300	3.35200	0.873957
hardness [GPa]/500	3	0.08200	0.03300	0.11200	0.042790
moduo [GPa]/1000	3	1.28367	1.23600	1.36400	0.069974
hardness [GPa]/1000	3	0.04267	0.03700	0.04700	0.005132
moduo [GPa]/1500	3	0.74000	0.69400	0.78500	0.045508
hardness [GPa]/1500	3	0.02800	0.02700	0.02900	0.001000
<b>GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10%</b>					
moduo [GPa]/500	2	7.82100	7.78400	7.85800	0.052326
hardness [GPa]/500	2	0.22600	0.20800	0.24400	0.025456
moduo [GPa]/1000	2	3.54250	3.36400	3.72100	0.252437
hardness [GPa]/1000	2	0.09000	0.08200	0.09800	0.011314
moduo [GPa]/1500	2	2.49050	2.47400	2.50700	0.023335
hardness [GPa]/1500	2	0.08150	0.08000	0.08300	0.002121

**Табела 66.** Приказ на Analysis of Variance



	SS – Effect	df - Effec t	MS - Effect	SS - Error	df - Err or	MS – Error	F	p
500um/m	170.4462	3	56.81541	16.10881	6	2.684802	21.1619	0.001362
500um/h	0.0921	3	0.03071	0.03735	6	0.006225	4.9341	0.046437
1000um/m	76.8000	3	25.6000 0	0.18982	6	0.031636	809.1968	0.000000
1000um/h	0.0125	3	0.00417	0.00023	6	0.000039	108.1821	0.000013
1500um/m	70.6651	3	23.55502	0.61687	6	0.102812	229.1073	0.000001
1500um/h	0.0140	3	0.00468	0.00069	6	0.000116	40.5046	0.000224

\*m- Moduo

\*h- hardness

Табела 67. Приказ на Tukey HSD тест

moduo /500um	{1} - M=7.6747	{2} - M=14.748	{3} - M=2.8320	{4} - M=7.8210
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.012852	0.041838	0.999646
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -2%</i> {2}	0.012852		0.001033	0.021482
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -5%</i> {3}	0.041838	0.001033		0.058001
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -10%</i> {4}	0.999646	0.021482	0.058001	
moduo /1000um	{1} - M=3.9183	{2} - M=9.2130	{3} - M=1.2837	{4} - M=3.5425
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.000245	0.000246	0.196533
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -2%</i> {2}	0.000245		0.000245	0.000245
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -5%</i> {3}	0.000246	0.000245		0.000256
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -10%</i> {4}	0.196533	0.000245	0.000256	
moduo /1500um	{1} - M=2.4323	{2} - M=8.1930	{3} - M=.74000	{4} - M=2.4905
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.000245	0.002808	0.996975
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -2%</i> {2}	0.000245		0.000245	0.000246
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -5%</i> {3}	0.002808	0.000245		0.004117
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -10%</i> {4}	0.996975	0.000246	0.004117	

Табела 68. Приказ на Tukey HSD тест

hardness /500um	{1} - M=.16167	{2} - M=.35150	{3} - M=.08200	{4} - M=.22600
-----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.133448	0.628983	0.809110
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -2%</i> {2}	0.133448		0.036446	0.448485
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -5%</i> {3}	0.628983	0.036446		0.285255
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -10%</i> {4}	0.809110	0.448485	0.285255	
hardness /1000um	{1} -	{2} -	{3} -	{4} -
	M=.10133	M=.14200	M=.04267	M=.09000
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.001693	0.000303	0.285248
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -2%</i> {2}	0.001693		0.000246	0.000826
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -5%</i> {3}	0.000303	0.000246		0.000836
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -10%</i> {4}	0.285248	0.000826	0.000836	
hardness /1500um	{1} -	{2} -	{3} -	{4} -
	M=.07067	M=.13550	M=.02800	M=.08150
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.002528	0.011285	0.700678
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -2%</i> {2}	0.002528		0.000342	0.009651
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -5%</i> {3}	0.011285	0.000342		0.006498
<i>Fuji Triage co ZrO<sub>2</sub> -10%</i> {4}	0.700678	0.009651	0.006498	

Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo* изнесува  $14.7 \pm 3.3$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo* изнесува  $9.2 \pm 0$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo* изнесува  $8.2 \pm 0.8$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo* изнесува  $2.8 \pm 0.9$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo* изнесува  $1.3 \pm 0.07$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo* изнесува  $0.7 \pm 0.04$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo* изнесува  $7.8 \pm 0.05$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo* изнесува  $3.5 \pm 0.3$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo* изнесува  $2.5 \pm 0.02$  при 1500 um првиот ден (Табела 65).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC *Fuji TRIAGE Control*, GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 2%*, GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 5%* и GC *Fuji TRIAGE co ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo*, при сила 500, 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.001362$ ,  $p = 0.046437$ ,  $p = 0.000000$ ) (Табела 66).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /500 um, GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5%- moduo /500 um (p=0.012852, p=0.041838)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /500 um верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5%- moduo /500 um и GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10%- moduo /500 um (p=0.001033, p=0.021482)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу Fuji Triage control верзус Fuji Triage со ZrO<sub>2</sub>-2% – moduo /1000 um, и Fuji Triage со ZrO<sub>2</sub>-5%- moduo /1000 um (p=0.000245, p=0.00246)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10% – moduo /1000 um верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /1000 um и GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5%- moduo /1000 um (p=0.000245, p=0.00256)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /1000 um верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% – moduo /1000 um (p=0.000245)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% и GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% moduo /1500 um (p=0.000245, p=0.002808)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% верзус GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% – moduo / 1500 um и GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1500 um (p=0.000245, p=0.000246)(Табела 67).

Post hoc тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу Fuji Triage со ZrO<sub>2</sub>-5% верзус Fuji Triage со ZrO<sub>2</sub>-10% moduo /1500 um (p=0.004117)(Табела 67).

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува 0.4±0.2 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува 0.1±0.0 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува 0.1±0.03 при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува 0.01±0.04 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува 0.04±0.005 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* изнесува 0.03±0.001 при

1500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.03$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness* изнесува  $0.09 \pm 0.01$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness* изнесува  $0.08 \pm 0.002$  при 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден (Табела 65).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control, GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 2%, GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% и GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness*, при сила 500, 1000 и 1500  $\mu\text{m}$  првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000013$ ,  $p = 0.000001$ ,  $p = 0.000224$ ) (Табела 66).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 2% - *hardness* / 500  $\mu\text{m}$  верзус GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% - *hardness* / 500  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.36446$ ) (Табела 68).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 2% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$ , и GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.001693$ ,  $p = 0.000303$ ) (Табела 68).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 2% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  верзус GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  и GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.000246$ ,  $p = 0.000826$ ) (Табела 68).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  верзус GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness* / 1000  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.000836$ ) (Табела 68).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 2% *hardness* и GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% - *hardness* / 1500  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.002528$ ,  $p = 0.011285$ ) (Табела 68).

*Post hoc* тест- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 2% - *hardness* / 1500  $\mu\text{m}$  верзус GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 5% - *hardness* / 1500  $\mu\text{m}$  и GC Fuji TRIAGE со  $\text{ZrO}_2$  - 10% - *hardness* / 1500  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.000342$ ,  $p = 0.009651$ ) (Табела 68).

*Post hoc* тест- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness /1500 um* верзус *GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1500 um* ( $p=0.006498$ )(Табела 68).

**Табела 69.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи првиот ден кај *GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%, 5% и 10%*

<b>GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2%</b>	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
moduo [GPa]/500	3	15.10867	14.17000	15.62200	0.814099
hardness [GPa]/500	3	0.26333	0.19700	0.34600	0.075831
moduo [GPa]/1000	3	11.73833	11.46100	12.09200	0.322351
hardness [GPa]/1000	3	0.24800	0.22100	0.27000	0.024880
moduo [GPa]/1500	3	6.84933	4.36000	8.82300	2.275747
hardness [GPa]/1500	3	0.15433	0.05900	0.22200	0.084949
<b>GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5%</b>					
moduo [GPa]/500	2	11.08150	10.16900	11.99400	1.290470
hardness [GPa]/500	2	0.24600	0.22000	0.27200	0.036770
moduo [GPa]/1000	2	10.38950	9.86000	10.91900	0.748826
hardness [GPa]/1000	2	0.18650	0.16900	0.20400	0.024749
moduo [GPa]/1500	2	7.90850	6.00700	9.81000	2.689127
hardness [GPa]/1500	2	0.22150	0.11100	0.33200	0.156271
<b>GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -10%</b>					
moduo [GPa]/500	2	15.27700	14.71800	15.83600	0.790545
hardness [GPa]/500	2	0.28950	0.22200	0.35700	0.095459
moduo [GPa]/1000	3	9.84033	9.45300	10.31500	0.437586
hardness [GPa]/1000	3	0.27567	0.24000	0.30500	0.032960
moduo [GPa]/1500	3	5.80767	4.06500	8.47300	2.344377
hardness [GPa]/1500	3	0.17333	0.10500	0.26700	0.083919

**Табела 70.** Приказ на Analysis of Variance

	SS – Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS – Error	F	p
500um/ m	108.1678	3	36.05595	7.29448	6	1.215747	29.6574	0.000538
500um/h	0.0247	3	0.00824	0.02739	6	0.004565	1.8052	0.246378
1000um/m	105.6732	3	35.22441	1.26782	7	0.181118	194.4835	0.000000
1000um/h	0.0534	3	0.01782	0.00407	7	0.000582	30.6133	0.000214
1500um/m	45.5484	3	15.18282	28.59543	7	4.085061	3.7167	0.069320
1500um/h	0.0308	3	0.01026	0.05294	7	0.007563	1.3567	0.331791

\*m- **Moduo**

\*h- **hardness**

**Табела 71.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>Moduo /500um</i>	{1} - M=7.6747	{2} - M=15.109	{3} - M=11.082	{4} - M=15.277
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.000877	0.054767	0.001319
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -2%</i> {2}	0.000877		0.027375	0.998200
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -5%</i> {3}	0.054767	0.027375		0.033967
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -10%</i> {4}	0.001319	0.998200	0.033967	
<i>Moduo /1000um</i>	{1} - M=3.9183	{2} - M=11.738	{3} - M=10.389	{4} - M=9.8403
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.000252	0.000252	0.000252
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -2%</i> {2}	0.000252		0.040740	0.004157
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -5%</i> {3}	0.000252	0.040740		0.530035
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -10%</i> {4}	0.000252	0.004157	0.530035	

**Табела 72.** Приказ на Tukey HSD тест

<i>hardness /1000um</i>	{1} - M=.10133	{2} - M=.24800	{3} - M=.18650	{4} - M=.27567
<i>Fuji Triage control</i> {1}		0.000810	0.024815	0.000410
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -2%</i> {2}	0.000810		0.098382	0.534763
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -5%</i> {3}	0.024815	0.098382		0.019875
<i>Fuji Triage co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -10%</i> {4}	0.000410	0.534763	0.019875	

Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo* изнесува 15.1±0.8 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo* изнесува 11.7±0.3 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - moduo* изнесува 6.8±2.3 при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC *Fuji TRIAGE co Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - moduo* изнесува 11.1±1.3 при 500 um

првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% - *moduo* изнесува  $10.4 \pm 0.7$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% - *moduo* изнесува  $7.9 \pm 2.7$  при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% - *moduo* изнесува  $15.3 \pm 0.8$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% - *moduo* изнесува  $9.8 \pm 0.4$  при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% - *moduo* изнесува  $5.8 \pm 2.3$  при 1500 um првиот ден (Табела 69).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control, GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2%, GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% и GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% - *moduo*, при сила 500, и 1000 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000538$ ,  $p = 0.000000$ ) (Табела 70).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2% - *moduo*/500um и GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% - *moduo*/500um ( $p = 0.000877$ ,  $p = 0.001319$ ) (Табела 71).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% - *moduo*/500um верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% *moduo* /500 um ( $p = 0.033967$ ) (Табела 71).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2% - *moduo*/500um верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% *moduo* /500um ( $p = 0.027375$ ) (Табела 71).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2% - *moduo*/1000um, GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% *moduo* /1000 и GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% - *moduo*/1000um ( $p = 0.000252$ ) (Табела 71).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2% - *moduo* / 1000 um верзус GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 5% *moduo* /1000 um и GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 10% *moduo* /1000 um ( $p = 0.040740$ ,  $p = 0.004157$ ) (Табела 71).

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2% - *hardness* изнесува  $0.3 \pm 0.07$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со  $Al_2O_3$  - 2% - *hardness* изнесува  $0.2 \pm 0.02$  при 1000

um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% - *hardness* изнесува 0.2±0.08 при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - *hardness* изнесува 0.2±0.04 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - *hardness* изнесува 0.2±0.02 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% - *hardness* изнесува 0.2±0.2 при 1500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - *hardness* изнесува 0.3±0.1 при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - *hardness* изнесува 0.3±0.03 при 1000 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - *hardness* изнесува 0.2±0.08 при 1500 um првиот ден(Табела 69).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control, GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2% , GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-5% и GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - *hardness*, при сила 1000 um првиот ден е статистички сигнификантна за p<0.05(p=0.000214) (Табела 70).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control верзус GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2% , GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% *hardness*/1000 um и GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - *hardness*/1000 um (p=0.000810, p=0.024815, p=0.000410)(Табела 72).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5% *hardness*/1000 um верзус GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 10% - *hardness*/1000 um (p=0.019875)(Табела 72).

**Табела 73.** Приказ на разликите на просечната вредност на наноиндентација помеѓу– GC Fuji TRIAGE и 3M ESPE Ketac™ Universal контролните групи со дејство на различна сила во текот на првиот ден



Прв ден	Просек	Просек	t-тест	p
<b><i>Fuji Triage control vs Ketac contro/modulus/500 um</i></b>	7.67467	9.63467	-1.8282	0.141524
<b><i>Fuji Triage control vs Ketac contro/hardness/500 um</i></b>	0.16167	0.26167	-2.0713	0.107075
<b><i>Fuji Triage control vs Ketac contro/modulus/1000 um</i></b>	3.91833	4.87350	-3.3126	0.045304
<b><i>Fuji Triage control vs Ketac contro/hardness/1000 um</i></b>	0.10133	0.16550	-7.3934	0.005117
<b><i>Fuji Triage control vs Ketac contro/modulus/1500 um</i></b>	2.43233	2.72133	-1.9256	0.126454
<b><i>Fuji Triage control vs Ketac contro/hardness/1500 um</i></b>	0.07067	0.11167	-4.8927	0.008086

**Табела 73а.** Приказ на разликите на просечната вредност на индентација помеѓу *GC Fuji TRIAGE* и *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на титаниум диоксид-  $TiO_2$  со 2%, 5% и 10% во маса и со дејство на различна сила во текот на првиот ден

Прв ден	Просе к	Просек	t-тест	p
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 2% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 2%/modulus/500 um</i>	7.91000	14.33867	-2.8365	0.065838
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 2% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 2%/hardness/500 um</i>	0.19800	0.25767	-0.6682	0.551845
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 2% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 2%/modulus/1000 um</i>	3.68550	11.20500	-13.1026	0.000960
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 2% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 2%/hardness/1000 um</i>	0.09600	0.18167	-3.2234	0.048457
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 2% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 2%/modulus/1500 um</i>	1.97700	7.86133	-3.8179	0.031618
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 2% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 2%/hardness/1500 um</i>	0.06200	0.21333	-3.6744	0.034894
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 5% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 5%/modulus/500 um</i>	6.10067	6.49750	-0.3645	0.739638
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 5% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 5%/hardness/500 um</i>	0.10133	0.12900	-0.9439	0.414841
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 5% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 5%/modulus/1000 um</i>	3.37600	4.63667	-1.6669	0.170868
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 5% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 5%/hardness/1000 um</i>	0.07400	0.08733	-0.4977	0.644831
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 5% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 5%/modulus/1500 um</i>	1.57100	3.11900	-2.8949	0.044346
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 5% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 5%hardness/1500 um</i>	0.04067	0.06800	-1.6264	0.179193
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 10% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 10%/modulus/500 um</i>	8.55200	12.21367	-0.8340	0.492033
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 10% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 10%/hardness/500 um</i>	0.21900	0.28733	-0.5912	0.614330
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 10% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 10%/modulus/1000 um</i>	6.60300	7.28867	-1.8760	0.157319
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 10% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 10%/hardness/1000 um</i>	0.15100	0.21000	-3.3938	0.042655
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 10% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 10%/modulus/1500 um</i>	3.58933	4.48033	-1.4815	0.212605
<i>Fuji Triage TiO<sub>2</sub> 10% vs Ketac TiO<sub>2</sub> 10%hardness/1500 um</i>	0.08433	0.16300	-3.6835	0.021140

**Табела 73б.** Приказ на разликите на просечната вредност на индентација помеѓу конвенционални глас-јономер цементи – GC Fuji TRIAGE и 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на циркониум оксид - ZrO<sub>2</sub> со 2%, 5% и 10% во маса и со дејство на различна сила во текот на првиот ден

Прв ден	просек	просек	t-test	p
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 2% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 2%/modulus/500 um</i>	14.74750	9.17800	2.8803	0.063513
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 2% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 2%/hardness/500 um</i>	0.35150	0.23333	1.2151	0.311242
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 2% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 2%/modulus/1000 um</i>	9.21300	9.88600	-0.7984	0.482974
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 2% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 2%/hardness/1000 um</i>	0.14200	0.21200	-3.0779	0.054224
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 2% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 2%/modulus/1500 um</i>	8.19300	6.44800	1.3129	0.280628
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 2% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 2%/hardness/1500 um</i>	0.13550	0.15533	-0.4555	0.679695
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 5% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 5%/modulus/500 um</i>	2.83200	11.31333	-13.1666	0.000192
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 5% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 5%/hardness/500 um</i>	0.08200	0.24500	-4.9987	0.007498
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 5% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 5%/modulus/1000 um</i>	1.28367	8.49300	-42.6050	0.000002
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 5% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 5%/hardness/1000 um</i>	0.04267	0.16367	-14.5084	0.000131
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 5% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 5%/modulus/1500 um</i>	0.74000	4.37550	-9.3353	0.002603
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 5% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 5% hardness/1500 um</i>	0.02800	0.10450	-8.1847	0.003816
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 10% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 10%/modulus/500 um</i>	7.82100	9.17800	-1.6081	0.206171
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 10% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 10%/hardness/500 um</i>	0.22600	0.23333	-0.1653	0.879197
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 10% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 10%/modulus/1000 um</i>	3.54250	8.33533	-5.2197	0.013675
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 10% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 10%/hardness/1000 um</i>	0.09000	0.12300	-0.9412	0.416059
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 10% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 10%/modulus/1500 um</i>	2.49050	8.13467	-11.2768	0.001495
<i>Fuji Triage ZrO<sub>2</sub> 10% vs Ketac ZrO<sub>2</sub> 10% hardness/1500 um</i>	0.08150	0.17267	-34.4806	0.000054

**Табела 73в.** Приказ на разликите на просечната вредност на индентација помеѓу конвенционални глас-јономер цементи – GC Fuji TRIAGE u 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на циркониум оксид - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со 2%, 5% и 10% во маса и со дејство на различна сила во текот на првиот ден

Прв ден	Просек	Просек	t-тест	p
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/modulus/500 um</i>	15.10867	3.35267	18.4399	0.000051
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/hardness/500 um</i>	0.26333	0.13667	2.8020	0.048712
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/modulus/1000 um</i>	11.73833	1.02200	48.1648	0.000001
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/hardness/1000 um</i>	0.24800	0.04500	12.1028	0.000267
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/modulus/1500 um</i>	6.84933	2.74133	2.9792	0.040771
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/hardness/1500 um</i>	0.15433	0.07033	1.5305	0.200638
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/modulus/500 um</i>	11.08150	2.66567	5.5561	0.011500
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/hardness/500 um</i>	0.24600	0.04033	10.1894	0.002014
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/modulus/1000 um</i>	10.38950	1.08850	14.7745	0.004550
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/hardness/1000 um</i>	0.18650	0.03050	7.0582	0.019488
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/modulus/1500 um</i>	7.90850	0.81767	4.8184	0.017030
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/hardness/1500 um</i>	0.22150	0.01433	2.5030	0.087474
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/modulus/500 um</i>	15.27700	6.32650	5.7098	0.029330
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/hardness/500 um</i>	0.28950	0.14700	1.1493	0.369313
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/modulus/1000 um</i>	9.84033	6.63200	5.2303	0.013599
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/hardness/1000 um</i>	0.27567	0.11150	5.0548	0.014939
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/modulus/1500 um</i>	5.80767	4.62100	0.7097	0.517085
<i>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/hardness/1500 um</i>	0.17333	0.07200	1.8169	0.143386

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Control modulus* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal Control modulus* при сила 1000 um и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Control hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal Control hardness* при сила 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Control hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal Control hardness* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 2% modulus* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 2% modulus* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 2% hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 2% hardness* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 2% modulus* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 2% modulus* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 2% hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 2% hardness* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 5% modulus* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 5% modulus* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 10% hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 10% hardness* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> 10% hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> 10% hardness* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73а).

Останатите просечни разлики кои се регистрираат помеѓу *GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub>* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> hardness* или *modulus* при различна сила е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (Табела 73а).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 2% hardness* и *modulus* првиот ден верзус *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2% hardness* и *modulus*

првиот ден при сила од 500, 1000 и 1500  $\mu\text{m}$  е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (Табела 73б).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 5% hardness* и *modulus* првиот ден верзус *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 5% hardness* и *modulus* првиот ден при сила од 500, 1000 и 1500  $\mu\text{m}$  е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73б).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 10% modulus* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10% modulus* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73б).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 10% modulus* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10% modulus* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73б).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE ZrO<sub>2</sub> 10% hardness* првиот ден е пониска од *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10% hardness* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73б).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus* при сила од 500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness* при сила од 500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness* при сила од 1500  $\mu\text{m}$ , разликата е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus* при сила од 500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness* при сила од 500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness* при сила од 1500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% modulus* при сила од 500  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% modulus* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% modulus* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73в).

Просечната вредност на индентација на *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% hardness* првиот ден е повиска од *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% hardness* при сила од 1000  $\mu\text{m}$  и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 73).

Останатите разлики помеѓу *GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% hardness* и *modulus* се статистички несигнификантни за  $p > 0.05$  (Табела 32в).

**Табела 74.** Приказ на вредностите на индентација кај конвенционални глас-јономер цементи – *3M ESPE Ketac™ Universal Control* и *GC Fuji TRIAGE Control* со дејство на различна сила во текот на 21ви ден.

21 ден			
		moduo [GPa]	hardness [GPa]
<i>3M ESPE Ketac™ Universal Control</i>	500 um	23.527	0.428
	1000 um	16.897	0.311
	1500 um	15.974	0.287
<i>GC Fuji TRIAGE Control</i>	500 um	2.646	0.136
		3.275	0.163
		3.705	0.17
	1000 um	1.621	0.088
		1.193	0.059
		0.781	0.038
	1500 um	0.943	0.045
		1.061	0.051

**Табела 75.** Приказ на просечната вредност на индентација кај испитуваните групи во текот на дваесет и првиот ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control* и *GC Fuji TRIAGE Control* и t-тест



	<b>Fuji Triage Control</b> просек	<b>Ketac Control</b> просек	t-тест	p	<b>Fuji Triage Control</b> I број	<b>Ketac Contr ol</b> број	<b>Fuji Triage Control</b> Стд.Дев	<b>Ketac Control</b> Стд.Дев
500 m	3.208667	23.52700	-33.0378	0.000915	3	1	0.532607	0.00
500h	0.156333	0.42800	-13.1043	0.005773	3	1	0.017954	0.00
1000m	1.407000	16.89700	-41.7904	0.015231	2	1	0.302642	0.00
1000h	0.073500	0.31100	-9.4566	0.067071	2	1	0.020506	0.00
1500m	0.928333	15.97400	-92.6902	0.000116	3	1	0.140575	0.00
1500h	0.044667	0.28700	-32.2554	0.000960	3	1	0.006506	0.00

m- moduo

h- hardness

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Control modulus (3.2) 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Control modulus(23.5) при сила 500um и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 75).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Control hardness(0.2) 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Control hardness(0.4) при сила 500 um и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 75).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Control modulus(1.4) 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Control modulus(16.9) при сила 1000um и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 75).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Control hardness(0.07) 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Control hardness(0.3) при сила 1000 um и разликата е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$  (Табела 75).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Control modulus(0.9) 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Control modulus(15.9) при сила 1500um и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 75).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Control hardness (0.04) 12 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Control hardness (0.3) при сила од 1500 um и разликата е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 75).

**Табела 76.** Приказ на Analysis of Variance- GC Fuji TRIAGE Control

	SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
<b>modulus</b>	8.456254	2	4.228127	0.698455	5	0.139691	30.26770	0.001608
<b>hardness</b>	0.019798	2	0.009899	0.001150	5	0.000230	43.04464	0.000706

**Табела 77.** Приказ на Tukey HSD тест - GC Fuji TRIAGE Control

<b>modulus</b>	<b>{1} - M=3.2087</b>	<b>{2} - M=1.4070</b>	<b>{3} - M=.92833</b>
<b>500 {1}</b>		0.007644	0.001768
<b>1000 {2}</b>	0.007644		0.407394
<b>1500 {3}</b>	0.001768	0.407394	
<b>hardnes</b>	<b>{1} - M=.15633</b>	<b>{2} - M=.07350</b>	<b>{3} - M=.04467</b>
<b>500 {1}</b>		0.004510	0.000860
<b>1000 {2}</b>	0.004510		0.188274
<b>1500 {3}</b>	0.000860	0.188274	

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - modulus изнесува  $3.2 \pm 0.5$  при 500  $\mu\text{m}$  21 ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - modulus се намалува и изнесува  $1.4 \pm 0.3$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден . Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - modulus најмала и изнесува  $2.7 \pm 0.2$  при 1500  $\mu\text{m}$ . (Табела 75).

Според Analysis of Variance разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - modulus, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 76).

Post hoc test- Tukey HSD е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control - modulus / 500  $\mu\text{m}$  верзус GC Fuji TRIAGE Control - modulus /1000  $\mu\text{m}$  и 1500  $\mu\text{m}$  (Табела 77).

Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness изнесува  $0.2 \pm 0.02$  при 500  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness се намалува и изнесува  $0.07 \pm 0.02$  при 1000  $\mu\text{m}$  првиот ден. Просечната вредност на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness е најмала и изнесува  $0.04 \pm 0.006$  при 1500  $\mu\text{m}$ . (Табела 75).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај GC Fuji TRIAGE Control - hardness, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 76).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE Control – hardness / 500  $\mu\text{m}$  верзус GC Fuji TRIAGE Control – hardness / 1000 и 1500  $\mu\text{m}$  (Табела 77).

**Табела 78.** Приказ на просечната вредност на наноиндентација кај испитуваните групи 21 ден кај GC Fuji TRIAGE и 3M ESPE Ketac™ Universal со  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2%, 5% и 10% при сила 500,1000 и 1500  $\mu\text{m}$

	број	про сек	минимум	максимум	Стд.Дев.
GC Fuji TRIAGE со $\text{Al}_2\text{O}_3$ - 2%/m/ 500	3	3.2	2.64600	3.70500	0.532607

GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/ h/500	3	0.2	0.13600	0.17000	0.017954
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/m/ 1000	2	1.4	1.19300	1.62100	0.302642
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/ h/1000	2	0.1	0.05900	0.08800	0.020506
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/m/ 1500	3	0.9	0.78100	1.06100	0.140575
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/ h/1500	3	0.0	0.03800	0.05100	0.006506
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/m/ 500	3	8.9	6.27400	12.34300	3.135238
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/ h/500	3	0.4	0.19800	0.79100	0.328141
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/m/ 1000	2	5.3	4.90800	5.63500	0.514067
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/ h/1000	2	0.2	0.16000	0.27700	0.082731
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/m/ 1500	3	3.2	2.73100	3.55600	0.414982
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/ h/1500	3	0.1	0.07900	0.11100	0.016371
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/m/ 500	3	6.8	6.61500	7.14300	0.284572
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/ h/500	3	0.1	0.13500	0.20000	0.033292
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/m/ 1000	2	4.3	4.32700	4.32700	0.000000
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/ h/1000	2	0.1	0.14100	0.14100	0.000000
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/m/ 1500	2	3.3	3.01500	3.56700	0.390323
GC Fuji TRIAGE co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/ h/1500	2	0.1	0.09100	0.10500	0.009899
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/m/ 500	3	11.9	10.37400	13.41900	1.523227
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/ h/500	3	0.3	0.19000	0.45600	0.148652
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/m/ 1000	2	4.8	4.41600	5.17300	0.535280
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/ h/1000	2	0.1	0.11600	0.13000	0.009899
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/m/ 1500	3	2.9	2.68100	3.11300	0.227921
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 2%/ h/1500	3	0.1	0.06800	0.07700	0.004509
3M ESPE Ketac™co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/m/ 500	3	1.10	0.39800	1.72100	0.661528
3M ESPE Ketac™co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/ h/500	3	0.02	0.00800	0.03500	0.013748
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/m/ 1000	2	1.4	1.14700	1.70000	0.391030
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/ h/1000	2	0.02	0.01800	0.02600	0.005657
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/m/ 1500	3	0.9	0.84800	0.96300	0.059652
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 5%/ h/1500	3	0.02	0.00900	0.02200	0.006557
3M ESPE Ketac co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/m/ 500	2	3.6	2.91900	4.36500	1.022476
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/ h/500	2	0.1	0.10800	0.15100	0.030406
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -10%/m/1000	3	2.9	2.52500	3.29900	0.389288
3M ESPE Ketac™ co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -10%/ h/1000	3	0.1	0.06100	0.11100	0.025000
3M ESPE Ketac™co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -10%/m/ 1500	3	2.8	2.56600	3.22200	0.348311
3M ESPE Ketac™co Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 10%/ h/1500	3	0.1	0.06700	0.09000	0.012097

**Табела 79.** Приказ на разликите на просечната вредност на наноиндентација помеѓу конвенционални глас-јономер цементи – GC Fuji TRIAGE и 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на алуминиум оксид- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со различен процент и дејство на различна сила

21 ден	t-тест	p
Fuji Triage Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2% vs Ketac Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2%/modulus/500 um	-9.2961	0.000745

<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/ hardness/500 um</b>	-1.4845	0.211840
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/modulus/1000 um</b>	<b>-7.7908</b>	<b>0.016079</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/ hardness/1000 um</b>	-3.0743	0.091514
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/modulus/1500 um</b>	<b>-12.4618</b>	<b>0.000238</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2%/ hardness/1500 um</b>	<b>-6.0534</b>	<b>0.003758</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/modulus/500 um</b>	<b>4.2148</b>	<b>0.013534</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/ hardness/500 um</b>	2.0585	0.108635
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/modulus/1000 um</b>	<b>8.4255</b>	<b>0.013796</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/ hardness/1000 um</b>	3.3511	0.078680
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%/modulus/1500 um</b>	<b>9.3161</b>	<b>0.000739</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness/1500 um</b>	<b>7.9555</b>	<b>0.001352</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/modulus/500 um</b>	<b>5.4835</b>	<b>0.011929</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/ hardness/500 um</b>	1.4275	0.248727
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/modulus/1000 um</b>	<b>4.9605</b>	<b>0.015730</b>
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/ hardness/1000 um</b>	2.9516	0.059947
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%/modulus/1500 um</b>	1.4028	0.255253
<b>Fuji Triage Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% vs Ketac Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% hardness/1500 um</b>	2.0799	0.129016

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus при сила од 500 um (Табела 78) и разликата е статистички сигнификантна за p<0.05 (Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness при сила од 500 и 1000 um (Табела 78) и разликата е статистички несигнификантна за p>0.05 (Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus при сила од 1000 um (Табела 78) и разликата е статистички сигнификантна за p<0.05 (Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% modulus при сила од 1500 um (Табела 78) и разликата е статистички сигнификантна за p<0.05 (Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness 21 ден е пониска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness при сила од 1500 um (Табела 78), разликата е статистички сигнификантна за p<0.05 (Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus 21 ден е повиска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% modulus при сила од 500, 1000 и 1500 um (Табела 78) и разликата е статистички сигнификантна за p<0.05 (Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness 21 ден е повиска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness при сила од 500 и 1000 um (Табела 5) и разликата е статистички несигнификантна за p>0.05(Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness 21 ден е повиска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5% hardness при сила од 1500 um и разликата е статистички сигнификантна за p<0.05(Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% modulus 21 ден е повиска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% modulus при сила од 500 и 1000 um (Табела 78) и разликата е статистички сигнификантна за p<0.05(Табела 79).

Просечната вредност на индентација на GC Fuji TRIAGE Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% hardness 21 ден е повиска од 3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% hardness при сила од 500, 1000 и 1500um(Табела 78) разликата е статистички несигнификантна за p>0.05(Табела 79).

**Табела 80.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со TiO<sub>2</sub> (2%, 5% и 10%) и GC Fuji TRIAGE со TiO<sub>2</sub> (2%, 5% и 10%) со дејство на различна сила 500,1000, 1500 um

21 ден			moduo [GPa]	hardness [GPa]
<b>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub>-2%</b>			2.831	0.182
			3.785	0.204
			1.412	0.07
			3.786	0.162
			2.368	0.144
			2.368	0.144
			2.162	0.132
			2.167	0.121
			1.614	0.105
<b>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub>-5%</b>	500		13.755	1.143
	1000		19.706	0.123
	1500		19.706	0.123
	500		54.856	0.249
	1000		17.982	0.194

<b>GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub>-10%</b>	1500	/	/
<b>3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub>- 2%</b>	500	9.046	0.242
		9.236	0.23
		8.429	0.246
	1000	4.592	0.14
		3.927	0.056
		4.521	0.148
	1500	2.96	0.105
		2.997	0.091
		3.028	0.079
<b>3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub>- 5%</b>		0.883	0.045
		1.045	0.052
		0.662	0.037
		0.696	0.04
		0.643	0.036
		0.7	0.037
		0.814	0.044
		0.717	0.026
		1.337	0.043
		1.032	0.056
		0.734	0.038
<b>3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub>- 10%</b>		0.906	0.045
		1.095	0.049
		1.446	0.054
		1.927	0.062
		2.641	0.105
		2.653	0.097
		2.154	0.091
		1.671	0.072

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> - 2% - *moduo* изнесува 2.5±0.8 GPa, минимум 1.4, а максимум 3.8 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> - 2% - *hardness* изнесува 0.1±0.04 GPa, минимум 0.07, а максимум 0.04 GPa(Табела 80).

Вредноста на GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> - 5% - *moduo* при сила од 500 um изнесува 13.7, при сила од 1000 и 1500 um изнесува 19.7(Табела 80).

Вредноста на GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> - 5% - *hardness* o при сила од 500 um изнесува 1.1, при сила од 1000 и 1500 um изнесува 0.1(Табела 80).

Вредноста на GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> - 10% - *moduo* при сила од 500 um изнесува 54.9, при сила од 1000 um изнесува 17.9(Табела 80).



Вредноста на GC Fuji TRIAGE TiO<sub>2</sub> - 10% - hardness o при сила од 500 I 1000 um изнесува 0.2 (Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 2% - moduo при сила од 500 изнесува 8.9±0.4 GPa, минимум 8.4, а максимум 9.2 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 2% - moduo при сила од 1000 изнесува 4.3±0.4 GPa, минимум 3.9, а максимум 4.6 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 2% - moduo при сила од 1500 изнесува 3.0±0.03 GPa, минимум 2.96, а максимум 3.0 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 2% - hardness при сила од 500 изнесува 0.2±0.008 GPa, минимум 0.23, а максимум 0.25 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 2% - hardness при сила од 1000 изнесува 0.1±0.05 GPa, минимум 0.056, а максимум 0.15 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 2% - hardness при сила од 1500 изнесува 0.09±0.01 GPa, минимум 0.079, а максимум 0.10 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 5% - moduo изнесува 0.9±0.8 GPa, минимум 0.6, а максимум 1.3 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 5% - hardness изнесува 0.04±0.008 GPa, минимум 0.026, а максимум 0.056 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 10% - moduo изнесува 1.7±0.7 GPa, минимум 0.7, а максимум 2.65 GPa(Табела 80).

Просечната вредност на 3M ESPE Ketac™ Universal TiO<sub>2</sub> - 10% - hardness изнесува 0.068±0.02 GPa, минимум 0.038, а максимум 0.1 GPa(Табела 80).

**Табела 81.** Приказ на просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub>

GC Fuji TRIAGE со	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев
ZrO <sub>2</sub> 2%-moduo	6	5.8	5.03	6.53	0.52
ZrO <sub>2</sub> 2%-hardness	6	0.2	0.22	0.28	0.02
ZrO <sub>2</sub> 5%-moduo	8	6.0	4.40	6.98	0.86
ZrO <sub>2</sub> 5%-hardness	8	0.2	0.05	0.20	0.04



<b>ZrO<sub>2</sub> 10%-moduo</b>	9	3.4	2.53	4.72	0.80
<b>ZrO<sub>2</sub> 10%-hardness</b>	9	0.1	0.11	0.19	0.02

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% - moduo изнесува 5.8±0.5 GPa, минимум 5.0, а максимум 6.5 GPa(Табела 81)

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness изнесува 0.2±0.02 GPa, минимум 0.22, а максимум 0.28 GPa(Табела 81)

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo изнесува 6.0±0.9GPa, минимум 4.4, а максимум 6.98 GPa(Табела 81)

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness изнесува 0.2±0.04 GPa, минимум 0.058, а максимум 0.2 GPa(Табела 81)

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10% - moduo изнесува 3.4±0.8 GPa, минимум 2.5, а максимум 4.7 GPa(Табела 81)

Просечната вредност на GC Fuji TRIAGE со ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness изнесува 0.01±0.02 GPa, минимум 0.1, а максимум 0.2 GPa(Табела 81)

**Табела 82.** Приказ на Analysis of Variance

GC Fuji TRIAGE со	SS - Effect	df - Effect	MS - Effect	SS - Error	df - Error	MS - Error	F	p
ZrO <sub>2</sub> - moduo	33.76197	2	16.88098	11.79599	20	0.589799	28.62157	0.000001
ZrO <sub>2</sub> - hardness	0.03893	2	0.01947	0.02297	20	0.001149	16.9475	0.000050

**Табела 83.** Приказ на Tukey HSD тест

modulus	{1} - M=5.7768	{2} - M=5.9996	{3} - M=3.4279
2% {1}		0.007644	0.001768
5% {2}	0.007644		0.407394
10% {3}	0.001768	0.407394	

<i>hardness</i>	{1} - M=.24100	{2} - M=.15200	{3} - M=.14378
2% {1}		0.000387	0.000203
5% {2}	0.000387		0.872551
10% {3}	0.000203	0.872551	

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности во однос на процентуалната застапеност  $ZrO_2$  кај GC Fuji TRIAGE *modulus* и *hardness* 21 ден, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  ( $p = 0.000001$ ,  $p = 0.000050$ ) (Табела 82).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $ZrO_2$  2% - *modulus* верзус GC Fuji TRIAGE со  $ZrO_2$  5% - *modulus* и GC Fuji TRIAGE со  $ZrO_2$  10% - *modulus* ( $p = 0.007644$ ,  $p = 0.001768$ ) (Табела 83).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу GC Fuji TRIAGE со  $ZrO_2$  2% - *hardness* верзус GC Fuji TRIAGE со  $ZrO_2$  5% - *hardness* и GC Fuji TRIAGE со  $ZrO_2$  10% - *hardness* ( $p = 0.000387$ ,  $p = 0.000203$ ) (Табела 83).

**Табела 84.** Приказ на вредностите на наноиндентација кај конвенционален глас-јономер цемент – 3M ESPE Ketac™ Universal со  $ZrO_2$  со дејство на различна сила 500,1000, 1500  $\mu m$  и процентуална застапеност

21 ден			
		moduo [GPa]	hardness [GPa]
3M ESPE Ketac™ Universal $ZrO_2$ -2%	500	3.244	0.16
		3.226	0.154
		1.679	0.077
	1000	1.99	0.077
		1.984	0.09
		0.991	0.036
	1500	1.126	0.041
		1.059	0.04

<b>3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub>-5%</b>	500	14.779	0.497
		11.322	0.263
		12.491	0.289
	1000	7.449	0.184
		7.928	0.199
		7.195	0.179
	1500	4.78	0.134
		5.21	0.135
		5.161	0.136
<b>3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub>-10%</b>	500	10.446	0.169
		6.98	0.085
		11.678	0.281
	1000	8.763	0.182
		8.632	0.21
		8.391	0.191
	1500	5.038	0.126
		5.151	0.125
		5.096	0.115

**Табела 85.** Приказ на просечните вредностите на наноиндентација кај конвенционален глас-јономер цемент – *3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub>* со дејство на различна сила 500,1000, 1500  $\mu\text{m}$  и процентуална застапеност

	број	просек	минимум	максимум	Стд.Дев.
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 2%/m/ 500</b>	3	2.7	1.67900	3.24400	0.898402
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 2%/ h/500</b>	3	0.1	0.07700	0.16000	0.046285
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 2%/m/ 1000</b>	2	1.98	1.98400	1.99000	0.004243
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 2%/ h/1000</b>	2	0.1	0.07700	0.09000	0.009192
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 2%/m/ 1500</b>	3	1.1	0.99100	1.12600	0.067501
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 2%/ h/1500</b>	3	0.03	0.03600	0.04100	0.002646
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 5%/m/ 500</b>	3	12.9	11.32200	14.77900	1.758425
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 5%/ h/500</b>	3	0.3	0.26300	0.49700	0.128255
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 5%/m/ 1000</b>	3	7.5	7.19500	7.92800	0.372211
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 5%/ h/1000</b>	3	0.2	0.17900	0.19900	0.010408
<b>Ketac со ZrO<sub>2</sub>- 5%/m/ 1500</b>	3	5.1	4.78000	5.21000	0.235394

<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 5%/ h/1500</b>	3	0.1	0.13400	0.13600	0.001000
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 10%/m/ 500</b>	3	9.7	6.98000	11.67800	2.435918
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 10%/ h/500</b>	3	0.2	0.08500	0.28100	0.098333
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 10%/m/ 1000</b>	3	8.6	8.39100	8.76300	0.188691
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 10%/ h/1000</b>	3	0.2	0.18200	0.21000	0.014295
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 10%/m/ 1500</b>	3	5.1	5.03800	5.15100	0.056507
<b>Ketac co ZrO<sub>2</sub>- 10%/ h/1500</b>	3	0.1	0.11500	0.12600	0.006083

**Табела 86.** Приказ на Analysis of Variance

	SS- Effect	df- Effect	MS- Effect	S -Error	df- Error	MS- Error	F	p
<b>500m</b>	366.9708	3	122.3236	19.66577	6	3.277628	37.321	0.000282
<b>500h</b>	0.1189	3	0.0396	0.05652	6	0.009420	4.208	0.063656
<b>1000 m</b>	152.3588	3	50.7863	0.34831	5	0.069662	729.041	0.000001
<b>1000h</b>	0.0366	3	0.0122	0.00071	5	0.000142	85.847	0.000101
<b>1500 m</b>	167.0485	3	55.6828	0.12632	6	0.021053	2644.861	0.000000
<b>1500h</b>	0.0482	3	0.0161	0.00009	6	0.000015	1071.033	0.000000

**Табела 87.** Приказ на Tukey HSD тест

<b>500m</b>	<b>{1} - M=23.527</b>	<b>{2} - M=2.7163</b>	<b>{3} - M=12.864</b>	<b>{4} - M=9.7013</b>
<b>1 {1}</b>		0.000437	0.008960	0.002512
2% {2}	0.000437		0.002094	0.012893
5% {3}	0.008960	0.002094		0.242105
10% {4}	0.002512	0.012893	0.242105	
<b>1000m</b>	<b>{1} - M=16.897</b>	<b>{2} - M=1.9870</b>	<b>{3} - M=7.5240</b>	<b>{4} - M=8.5953</b>
<b>1 {1}</b>		0.000293	0.000293	0.000293
2% {2}	0.000293		0.000293	0.000293
5% {3}	0.000293	0.000293		0.015665
10% {4}	0.000293	0.000293	0.015665	
<b>1000h</b>	<b>{1} - M=.31100</b>	<b>{2} - M=.08350</b>	<b>{3} - M=.18733</b>	<b>{4} - M=.19433</b>
<b>1 {1}</b>		0.000321	0.001267	0.001602
2% {2}	0.000321		0.001001	0.000793
5% {3}	0.001267	0.001001		0.885531
10% {4}	0.001602	0.000793	0.885531	

<b>1500m</b>	<b>{1} - M=15.974</b>	<b>{2} - M=1.0587</b>	<b>{3} - M=5.0503</b>	<b>{4} - M=5.0950</b>
<b>1 {1}</b>		0.000245	0.000245	0.000245
2% {2}	0.000245		0.000245	0.000245
5% {3}	0.000245	0.000245		0.980130
10% {4}	0.000245	0.000245	0.980130	
<b>1500h</b>	<b>{1} - M=.28700</b>	<b>{2} - M=.03900</b>	<b>{3} - M=.13500</b>	<b>{4} - M=.12200</b>
<b>1 {1}</b>		0.000245	0.000245	0.000245
2% {2}	0.000245		0.000245	0.000245
5% {3}	0.000245	0.000245		0.024312
10% {4}	0.000245	0.000245	0.024312	

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 2% - *moduo* изнесува  $2.7 \pm 0.9$  при 500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 2% - *moduo* изнесува  $1.98 \pm 0.004$  при 1000 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 2% - *moduo* изнесува  $1.1 \pm 0.07$  при 1500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 5% - *moduo* изнесува  $12.9 \pm 1.8$  при 500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 5% - *moduo* изнесува  $7.5 \pm 0.4$  при 1000 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 5% - *moduo* изнесува  $5.1 \pm 2.3$  при 1500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 10% - *moduo* изнесува  $9.7 \pm 2.4$  при 500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 10% - *moduo* изнесува  $8.6 \pm 0.2$  при 1000 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 10% - *moduo* изнесува  $5.1 \pm 0.06$  при 1500 um 21 ден (Табела 85).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal Control*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 2%, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 5% и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 10% - *moduo*, при сила 500, 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  (Табела 86).

*Post hoc* *test*- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 2% - *moduo* /500 um, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub>* - 5% - *moduo* /500 um и *3M ESPE Ketac™*

*Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /500 um* ( $p=0.000437$ ,  $p=0.008960$ ,  $p=0.002512$ )(Табела 87).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /500 um*, верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo /500 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /500 um* ( $p=0.002094$ ,  $p=0.012893$ )(Табела 87).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /1000 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo /1000 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1000 um* ( $p=0.000293$ )(Табела 87).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /1000 um*, верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo /1000 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1000 um* ( $p=0.000293$ )(Табела 87).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% – moduo /1000 um*, верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1000 um* ( $p=0.015665$ )(Табела 87).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal Control* верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /1500 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo /1500 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1500 um* ( $p=0.000245$ )(Табела 87).

*Post hoc test- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% – moduo /1000 um*, верзус *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - moduo /1000 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 10% moduo /1000 um* ( $p=0.000245$ )(Табела 87).

Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.04$  при 500 um првиот ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.1 \pm 0.009$  при 1000 um првиот ден.. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 2% - hardness* изнесува  $0.03 \pm 0.002$  при 1500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај *3M ESPE Ketac™ Universal co ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness* изнесува  $0.3 \pm 0.1$  при 500 um 21 ден. Просечната вредност на

индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness изнесува 0.2±0.01 при 1000 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness изнесува 0.1±0.001 при 1500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness изнесува 0.2±0.09 при 500 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness изнесува 0.2±0.1 при 1000 um 21 ден. Просечната вредност на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness изнесува 0.1±0.006 при 1500 um 21 ден(Табела 85).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal Control , 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 2%, 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% и 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness, при сила 500 um 21 ден е статистички несигнификантна за  $p > 0.05$ (Табела 86).

Според *Analysis of Variance* разликата помеѓу просечните вредности на индентација кај 3M ESPE Ketac™ Universal Control, 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 2%, 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% и 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% - hardness, при сила 1000 и 1500 um првиот ден е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$ (Табела 86).

*Post hoc* *тест- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу 3M ESPE Ketac™ Universal Control верзус 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 2% – hardness, /1000 um, 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness /1000 um и 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% hardness/ 1000 um ( $p=0.000321$ ,  $p=0.001267$ ,  $p=0.001602$ )(Табела 87).

*Post hoc* *тест- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 2% – hardness/1000 um, верзус 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness/500 um и 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% hardness /1000 um ( $p=0.00101$ ,  $p=0.000793$ )(Табела 87).

*Post hoc* *тест- Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу 3M ESPE Ketac™ Universal Control верзус 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 2% – hardness /1500 um, 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 5% - hardness /1500 um и 3M ESPE Ketac™ Universal со ZrO<sub>2</sub> - 10% hardness /1500 um ( $p=0.000245$ )(Табела 87).

*Post hoc* тест- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$ - 2% – *hardness* /1500  $\mu m$ , верзус *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$ - 5% - *hardness* /1500  $\mu m$  и *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$ - 10% *hardness* /1500  $\mu m$  ( $p=0.000245$ )(Табела 87).

*Post hoc* тест- *Tukey HSD* е сигнификантен помеѓу *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$ - 5% – *hardness* /1500  $\mu m$ , верзус *3M ESPE Ketac™ Universal* со  $ZrO_2$ - 10% *hardness* /1500  $\mu m$  ( $p=0.024312$ )(Табела 87).

**Табела 88.** Приказ на разликите на просечната вредност на наноиндентацијата помеѓу првиот и 21 ден кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со инкорпорирање на наночестички циркониум оксид -  $ZrO_2$

<i>3M ESPE Ketac™ Universal</i> со $ZrO_2$	просек- 21 ден	просек – 1 ден	t-тест	p
500m,2%	2.71633	9.17800	-7.7463	0.001496
500h, 2%	0.13033	0.23333	-2.4369	0.071451
1000m, 2%	1.98700	9.88600	-9.3714	0.002574
1000h, 2%	0.08350	0.21200	-5.5262	0.011674
1500m, 2%	1.05867	6.44800	-5.4954	0.005344
1500h, 2%	0.03900	0.15533	-3.6323	0.022115
500m, 5%	12.86400	11.31333	1.4209	0.228392
500h, 5%	0.34967	0.24500	1.3585	0.245872
1000m, 5%	7.52400	8.49300	-3.5820	0.023127
1000h, 5%	0.18733	0.16367	2.4044	0.074005
1500m, 5%	5.05033	4.37550	1.5849	0.211163
1500h, 5%	0.13500	0.10450	3.2632	0.047019
500m, 10%	9.70133	9.17800	0.3375	0.752720



500h, 10%	0.17833	0.23333	-0.8392	0.448596
1000m, 10%	8.59533	8.33533	0.3651	0.733522
1000h, 10%	0.19433	0.12300	2.5469	0.063514
1500m, 10%	5.09500	8.13467	-7.8151	0.001447
1500h, 10%	0.12200	0.17267	-12.7556	0.000218

Просечните вредности кои се регистрираат *3M ESPE Ketac™ Universal* со циркониум оксид -  $ZrO_2$  во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на 21 ден се пониски од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2% moduo /500 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2% moduo /1000 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2% moduo /1500 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 5% moduo /1000 um* и *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10% moduo /1500 um* (Табела 88). Просечните вредности кои се регистрираат *3M ESPE Ketac™ Universal* со циркониум оксид-  $ZrO_2$  во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на 21 ден се пониски од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2% hardness /1000 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 2% hardness /1500 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 5% hardness /1500 um*, и *3M ESPE Ketac™ Universal ZrO<sub>2</sub> 10% hardness /1500 um* (Табела 88).

**Табела 89.** Приказ на разликите на просечната вредност на на наноиндентацијата помеѓу првиот и 21 ден кај *GC Fuji TRIAGE* со инкорпорирање на наночестички алуминиум оксид -  $Al_2O_3$

<i>GC Fuji TRIAGE</i> со $Al_2O_3$	просек- 21 ден	просек – 1 ден	t-тест	p
500m,2%	3.208667	15.10867	-21.1867	0.000029
500h,2%	0.156333	0.26333	-2.3782	0.076135
1000m,2%	1.407000	11.73833	-35.8239	0.000048
1000h,2%	0.073500	0.24800	-8.1300	0.003891
1500m,2%	0.928333	6.84933	-4.4978	0.010840
1500h,2%	0.044667	0.15433	-2.2295	0.089661
500m,5%	8.853333	11.08150	-0.9155	0.427440
500h,5%	0.413333	0.24600	0.6820	0.544162
1000m,5%	5.271500	10.38950	-7.9687	0.015386
1000h,5%	0.218500	0.18650	0.5241	0.652523
1500m,5%	3.169667	7.90850	-3.2667	0.046894
1500h,5%	0.097000	0.22150	-1.4953	0.231715

500m,10%	6.817667	15.27700	-18.0934	0.000368
500h,10%	0.171667	0.28950	-2.1005	0.126506
1000m,10%	4.327000	9.84033	-16.9039	0.000451
1000h,10%	0.141000	0.27567	-5.4817	0.011940
1500m,10%	3.291000	5.80767	-1.4304	0.247981
1500h,10%	0.098000	0.17333	-1.2002	0.316190

Просечните вредности кои се регистрираат GC Fuji TRIAGE со алуминиум оксид -  $Al_2O_3$  во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на 21 ден се пониски од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  2% moduo /500 um, GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  2% moduo /1000 um, GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  2% moduo /1500 um, GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  5% moduo /1000 um , GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  5% moduo /1500 um, GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  10% moduo /500 um и GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  10% moduo /1000 um (Табела 89).

Просечните вредности кои се регистрираат GC Fuji TRIAGE со алуминиум оксид -  $Al_2O_3$  во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на 21 ден се пониски од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  2% hardness /1000 um и GC Fuji TRIAGE  $Al_2O_3$  10% hardness /1500 um (Табела 89).

**Табела 90.** Приказ на разликите на просечната вредност на наноиндентацијата помеѓу првиот и 21 ден меѓу 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на наночестички алуминиум оксид -  $Al_2O_3$

Ketac со $Al_2O_3$	просек- 21 ден	просек – 1 ден	t-тест	p
500m, 2%	11.86933	3.352667	8.69711	0.000962
500h, 2%	0.28467	0.136667	1.70981	0.162478
1000m, 2%	4.79450	1.022000	11.67742	0.001349
1000h, 2%	0.12300	0.045000	6.32202	0.008000
1500m, 2%	2.85500	2.741333	0.25920	0.808275
1500h, 2%	0.07233	0.070333	0.08074	0.939525
500m, 5%	1.05600	2.665667	-1.44268	0.222581
500h, 5%	0.02300	0.040333	-1.91285	0.128324
1000m, 5%	1.42350	1.088500	0.76375	0.524816
1000h, 5%	0.02200	0.030500	-0.60369	0.607402
1500m, 5%	0.91467	0.817667	0.31412	0.769131
1500h, 5%	0.01600	0.014333	0.22588	0.832369
500m, 10%	3.64200	6.326500	-1.64366	0.241967

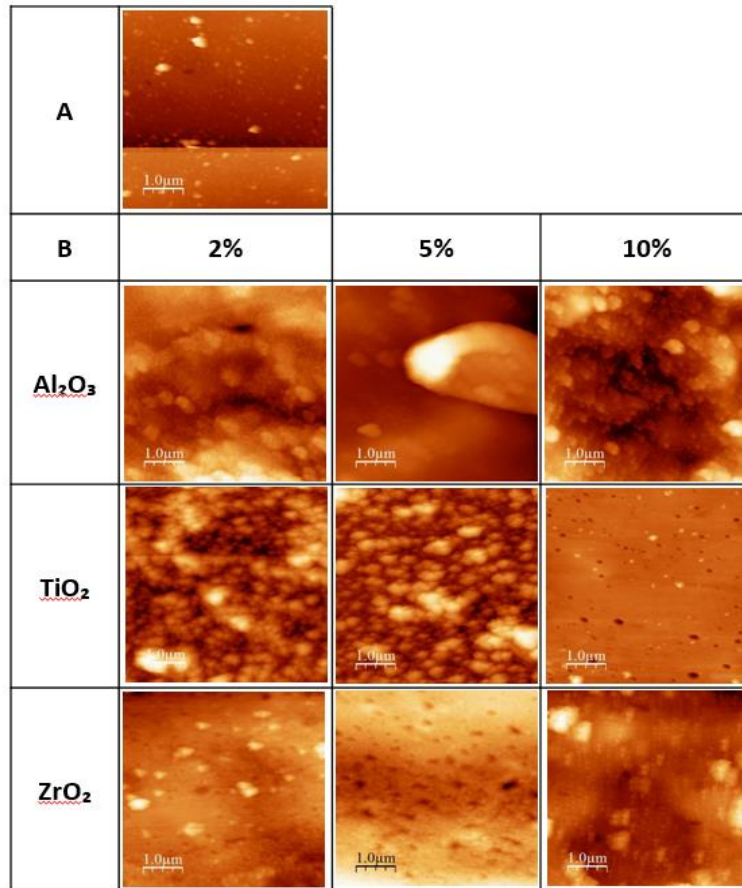
<b>500h</b> , 10%	0.12950	0.147000	-0.16478	0.884263
<b>1000h</b> , 10%	<b>2.88767</b>	<b>6.632000</b>	<b>-6.29246</b>	<b>0.008107</b>
<b>1000h</b> , 10%	0.08600	0.111500	-0.90242	0.433348
<b>1500h</b> , 10%	2.82633	4.621000	-1.79072	0.147827
<b>1500h</b> , 10%	0.07633	0.072000	0.15209	0.886478

Просечните вредности кои се регистрираат кај *3M ESPE Ketac™ Universal* со алуминиум оксид -  $Al_2O_3$  2% во текот на 21 ден се повисоки од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% moduo /500 um*, *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% moduo /1000 um*. Просечните вредности кои се регистрираат *3M ESPE Ketac™ Universal* со алуминиум оксид -  $Al_2O_3$  во 10% во текот на 21 ден се пониски од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% moduo /1000 um* (Табела 90).

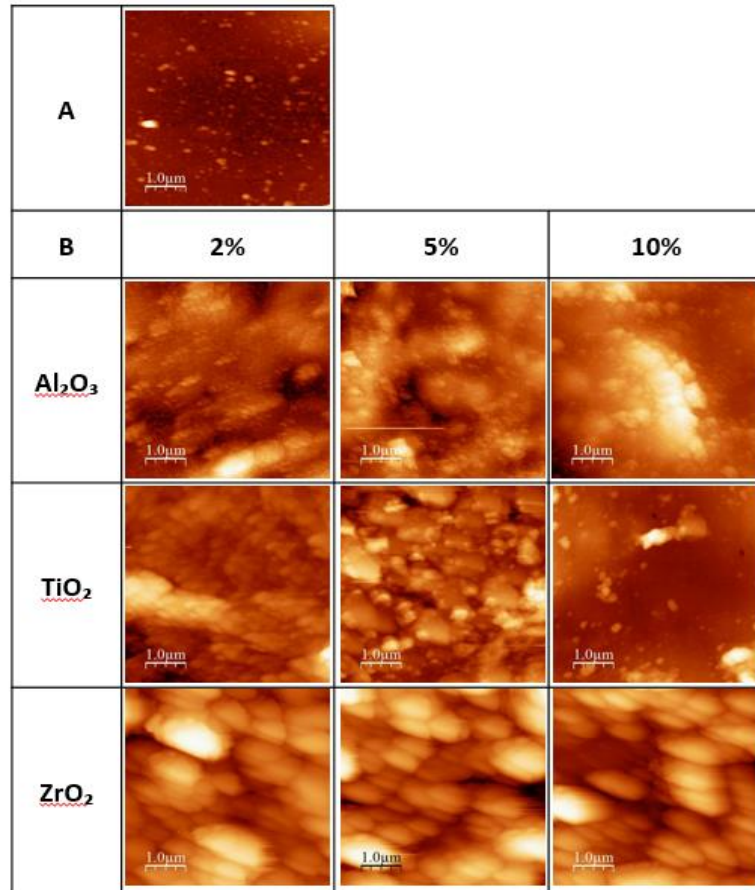
Просечните вредности кои се регистрираат *3M ESPE Ketac™ Universal* со алуминиум оксид -  $Al_2O_3$  во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на 21 ден се повисоки од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна за *3M ESPE Ketac™ Universal Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2% hardness /1000 um* (Табела 90).

**Резултати од испитувањата на површинската топографија  
(рапавост) со Атомска засилена микроскопија (Atomic Force  
Microscopy/ AFM)**

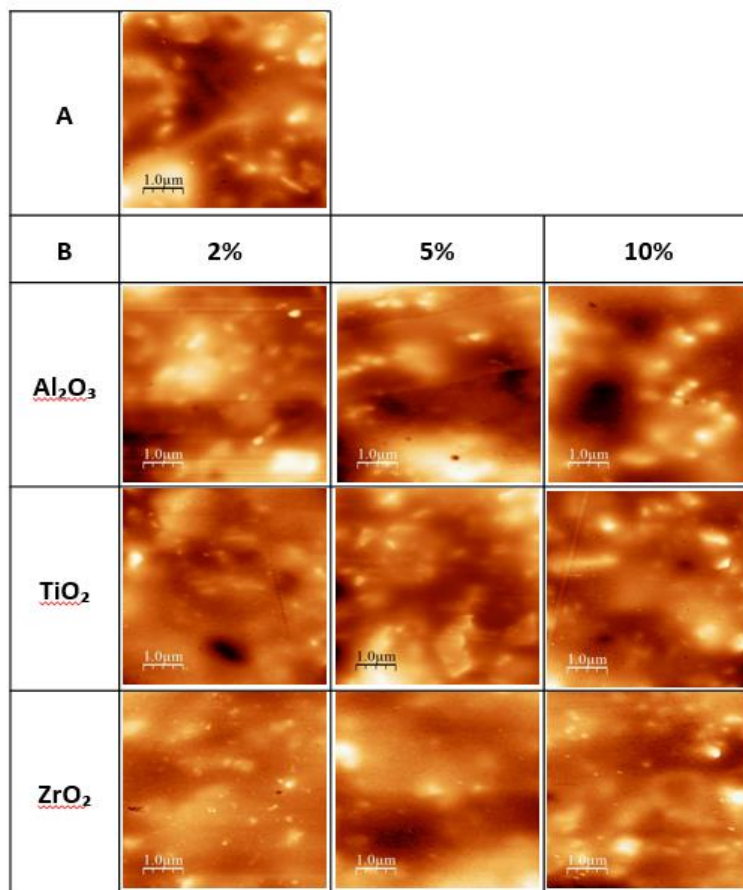
Резултатите од претходно наведените испитувања се преставени преку репрезентативни микрофотографии.



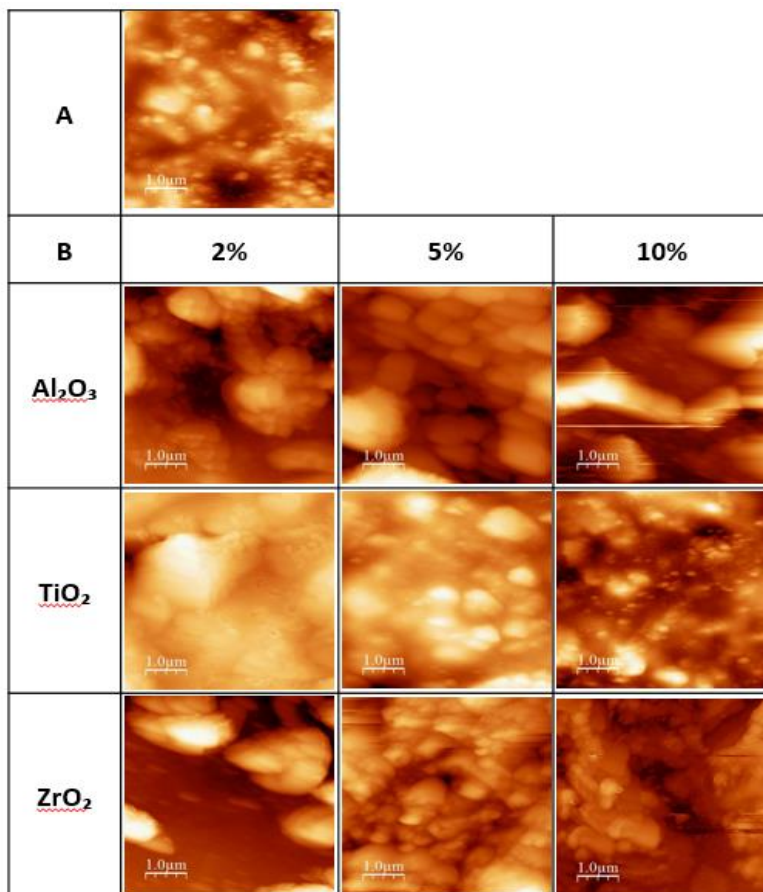
**Слика 4.** AFM микрофотографии на GC Fuji TRIAGE после еден ден: A) контролна група, (без наночестички), B) испитувана група со додавање на 2, 5 и 10 % на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub>.



**Слика 5.** AFM микрофотографии на GC Fuji TRIAGE после дваесет и еден ден: А) контролна група, (без наночестички), В) испитувана група со додавање на 2, 5 и 10 % на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub>.



**Слика 6.** AFM микрофотографии на 3М ESPE Ketac™ Universal после еден ден: А) контролна група, (без наночестички), В) испитувана група со додавање на 2, 5 и 10 % на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub>.



**Слика 7.** AFM микрофотографији на 3М ESPE Ketac™ Universal после дваесет и еден ден: А) контролна група, (без наночестички), В) испитувана група со додавање на 2, 5 и 10 % на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub>.

Кај сите експериментални групи, на АФМ микрографиите евидентни се формираните нанокластери. Кај GC Fuji TRIAGE и по 1 и по 21-от ден, најдобар ефект има по додавањето на 10% TiO<sub>2</sub>. Кај 3М ESPE Ketac™ подобрување на микроструктурата се забележува најмногу при додавање на 5 и 10% TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub>.



## VI. ДИСКУСИЈА

Во моментот, науката минува низ значајни промени, водејќи го човештвото во нова димензија: ерата на нанотехнологијата. Таа преставува дел од науката која се бави со проучување на структурите на атомско и молекуларно ниво. Таа овозможува поставување на атомите во посакуваната позиција со цел да се постигне ефективна и комплетна контрола на структурата на материјата. Во стоматологијата, оваа технологија се применува во повеќе области, почнувајќи од ткивниот инжинеринг и истражувањата на матичните клетки, имплантите, пастите за превенција на кариесот, сè до средствата за реставрација на кавитети.

Неодамнашни студии сугерираат дека со инкорпорирање на нано-честички или нанокластери може да се подобрат механичките својства на стоматолошките реставративни материјали, како што се композитните смоли<sup>65,66,67</sup>. Слични начини се користени и за подобрување на физичките и механичките карактеристики на ГЈЦите со помош нанотехнологијата<sup>68,69</sup>.

Секојдневната стоматолошка пракса не може да се замисли без нанокмпозитите, кои имаат супериорни карактеристики во однос на претходните генерации на композитни смоли. Во една студија е потврдено дека кај композитните смоли изменети со додавање на pHAp било забележано дека имаат супериорни механички својства за разлика од немодифицираните композитни смола<sup>70,71</sup>.

Особени напори се прават за развивање и на нови типови глас-јономер цементи во кои се инкорпорираат наночестички, со цел да се подобрат механичките карактеристики на овие материјали. ГЈЦите имаат широка примена во клиничката пракса, која се должи на можноста да се менуваат нивните физички својства со промена на хемискиот состав. За таа цел, во последно време научниците сè повеќе ја користат нанотехнологијата. Со додавање на различни видови на наночестички овие производи значително се подобрени, а нивните недостатоци се намалени.

Во последниве години со нанотехнологијата се зголемува развојот и на нови својства на материјалите. Во студија на Jones et al. е докажано дека цинк



оксидните наночестички се ефикасни против широкиот спектар на Грам негативни и Грам-позитивни бактерии<sup>72</sup>. Други студии покажале дека овие нано-честички имаат селективна токсичност на некои бактерии, а покажуваат минимални ефекти врз хуманите клетки<sup>73</sup>. Сепак постои недостаток на студии за антимикробното однесувањето на цинк оксид - наночестичките инкорпорирани во ГЈЦите.

ГЈЦите имаат значителни предности во однос на многу стоматолошки материјали и тоа пред сè нивната способност постојано да ослободуваат флуориди, а на тоа се должи и нивната реминерализирачка способност<sup>74,75</sup>. Во *in-vitro* студија испитувана е реминерализирачката способност кај почетни кариозни лезии на Fuji IX GP, Vitremer, Ketac-Molar или Z25 користени како реставративни материјали<sup>76</sup>. Имено, имало значително намалување на големината на кариозната лезија во непосредна близина на кавитетот реставриран со ГЈЦи како што се: Fuji IX GP, Vitremer, Ketac-Molar. Тоа покажува дека ГЈЦите имаат поголеми реминерализирачки ефекти врз соседните кариозни лезии од нефлуорираните композитни смоли. Fuji IX GP покажал значително ослободување на флуоридни јони и кај забните структури кога се користел со АРТ<sup>77</sup>.

Атрауматскиот реставративен третман (АРТ) во поново време сè повеќе се развива и се разликува од конвенционалниот оперативен третман за санација на кариес. Frencken и Holmgren<sup>78</sup> го дефинираат АРТ како максимално превентивен и минимално инвазивен пристап во спречувањето на понатамошното ширење на забниот кариес. Овде се пристапува кон отстранување на меката, целосно деминерализирана зона на забните ткива со рачен инструмент и реставрација на кавитетот со атхезивен реставративен материјал и истовремено запечатување и залевање на преостанатите јамички и фисури изложени на ризик.

Поради своите биолошки, физички и хемиски својства, ГЈЦите се најсоодветен материјал според АРТ дефиницијата. Особено, адекватното време на поставување ги прави високо-вискозните ГЈЦи најсоодветни за користење при АРТ техниката. Некои автори сметаат дека ГЈЦите може да се класифицираат и како “smart” реставративни материјали, а тоа значи дека својствата кои ги поседуваат можат да им се контролираат и подобрат со додавање на различни стимулуси, како што се различен притисок, температура, влажност, рН, електрична енергија и магнети<sup>79</sup>.

Антибактерискиот ефект на високо-вискозните ГЈЦи кои многу често се користат во АРТ се докажани во *in-vitro* студии<sup>80,81</sup> и *in-vivo* студии<sup>82</sup>. Антибактерискиот ефект на афектираниот и деминерализиран дентин значително се зголемува кога во високо-вискозните ГЈЦи е додаден chlorhexidine<sup>82</sup>. Таквиот наод од страна на Imazato<sup>82</sup> се означува како позитивна иновација во реставративната стоматологија. Тоа покажува дека додавањето на 1% chlorhexidine diacetate во ГЈЦите користени со АРТ е идеално во редукцијата на бактериите во деминерализираниот дентин.

Donly et al.<sup>83</sup> во *in-situ* студија го докажале реминерализирачкиот ефект на ГЈЦите во артифициелно продуцираните кариозни лезии во емајлот. Реминерализирачкиот ефект на високо-вискозните ГЈЦи во дентинот по 3 месеци бил евидентиран преку зголемување на калциум, флуор и стронциум во зафатениот дентин после чистењето на кариесот со АРТ техника<sup>84</sup>.

Секојдневно се прават голем број на студии во кои се проучуваат својствата на конвенционалните ГЈЦите, како и постојано подобрување на истите со додавање на различни типови на нано-честички со помош на нанотехнологијата.

De Caluwé et al. во студија докажале дека со додавање на стаклени нано-честички во ГЈЦите може да се намали времето на стврднување, да се подобри компресивната сила и еластичниот модул<sup>85</sup>.

Во други пак студии е докажано дека со инкорпорирање на хидроксиапатитот и флуороапатитот во конвенционалните ГЈЦи се подобруваат нивните механички својства<sup>86</sup>. TiO<sub>2</sub> како неоргански додаток, многу ветува во подобрување на хемиската стабилност, биокомпатибилноста и има антибактериски ефект<sup>87</sup>.

Во други студии е докажано пак дека нано-хидроксиапатитните кристали (nHAp) можат да ја фаворизираат реминерализацијата на емајл<sup>88,89</sup>.

Слично на тоа, докажано е во друга студија дека додавањето на nano - hydroxyapatite (nHAp) или nano - fluoroapatite (nFAp) во правот од конвенционалните ГЈЦ има позитивно влијание на компресивната сила,

цврстината и отпорноста на свиткување откако се чуваат во дестилирана вода за 7 дена<sup>90</sup>.

Moshaverinia et al. во една студија ги споредувале глас-јономер цементите кои што содржат N-vinylpyrrolidone (NVP), nano-hidroxyapatite и fluoroapatite со оригиналните ГЈЦи (Fuji II, GC). Резултатите покажале поголеми вредности на компресивната сила, дијаметралната затегнувачка цврстина, отпорноста на свиткување, времето на ракување кај NVP-нанокерамичкиот модифициран прав во споредба со контролната група<sup>91</sup>.

Физичките својства на новолансираните ГЈЦи кои што содржат флуороапатит (глас-карбомери) биле тестирани во in-vitro студија и кај голем апроксимален кавитет препариран со АРТ кај трајни заби. Материјалот бил споредуван со високо-вискозните ГЈЦи и смолестите композити. Класа II АРТ кавитетите реставрирани со глас-карбомери не биле значително отпорни на фрактури во споредба со оние реставрирани со конвенционалните високо-вискозни ГЈЦи, Fuji IX и Ketac Molar Easymix<sup>92</sup>.

Според Anusavice<sup>93</sup> терминот цврстина е поврзан со отпорноста на материјалот на вдлабнување. Тестовите за површинска цврстина се појавиле за да бидат соодветни за оценување на издржливоста на стоматолошките материјали, да го набљудуваат ефектот на складирање во одредени медиуми врз површината, како показател за отпорноста на абразија, издржливоста, како и за следење на процесот на стврднување на цементите<sup>94,95,96,97</sup>.

Тестовите за цврстина на површината биле користени уште во минатото за да се следи однесувањето на ГЈЦите по поставувањето. Постојат различни тестови за одредување на микроцврстината на стоматолошките материјали и тоа по Brinell, Rockwell, Shore, Vickers and Knoop<sup>98,99</sup>.

Одредувањето на микроцврстината по Vickers е многу корисна метода во истражувачките лаборатории<sup>99</sup>. Како што многу студии се направени, со оваа метода се проценува микроцврстината на површината на ГЈЦите и други стоматолошки материјали<sup>100</sup>.

Во нашата студија исто така е одредувана микроцврстината со помош на методот за тестирање на микроцврстина според Vickers (Buehler 1600, Japan). Одредувана е микроцврстината на два типа на конвенционални глас-јономер цементи 3M ESPE Ketac™ Universal и GC Fuji TRIAGE, во кои беа инкорпорирани по 2%, 5% и 10% во маса од три типа на наночестички на TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Микроцврстината беше одредувана во првиот и во дваесет и првиот ден.

Покрај одредувањето на микроцврстината во нашата студија кај истите примероци е одредувана и наноиндентација во првиот и дваесет и првиот ден.

Примената на наноиндентациониот метод на тестирање на механичките својства на материјалите е важен развој во стоматологијата. Техниките на наноиндентација се употребуваат да ги потенцираат подобрувањата на цврстината и постепно да ја подобрат отпорноста на цементите преку апликација на ултразвук.

Наноиндентација широко се користи за проценка на микромеханичките однесувања на повеќе фази во рамките на микроструктурата на материјалите. Структурата на материјалите обично покажува големи варијации во еластичниот модул и цврстина со зголемување на индентационата длабочина на вовлекување. Сепак не постојат голем број на студии во кои е испитувана наноиндентацијата, а особено нема студии во кои е одредувана наноиндентација на ГЈЦи по инкорпорирање на различни видови на наночестички.

Во една студија на Altana et al. била одредувана наноиндентацијата на три различни реставративни материјали: високо-вискозен ГЈЦ (EQUIA, GC), компомер (Dyract eXtra, Dentsply) и глас-карбомер (Glass Carbomer, GCP). После 24h од апликацијата на секој материјал, примероците биле подложени и на тестот по Vickers три пати во текот на 24 часа и на наномеханичните тестови, кои биле изведени со Hysitron TI 950 TriboIndenter наномеханички тест инструмент. Berkovich дијамант индентерот бил искористен за одредување на наноцврстината на примероците. Вредностите на наноцврстината измерени кај компомерите и карбомерите биле слични, додека пак вредноста на цврстината кај ГЈЦите биле највисоки. Дополнително, вредностите на грубоста кај ГЈЦите и компомерите биле слични и повисоки од карбомерите<sup>101</sup>.

Elsaka et al. додале 3 %, 5% и 7% TiO<sub>2</sub> наночестички во конвенционални ГЈЦи. Кај испитуваните групи кои содржеле 3 % и 5% TiO<sub>2</sub> наночестички била подобрена отпорноста на фрактури, отпорноста на свиткување и компресивната сила во споредба со немодифицираните ГЈЦи, додека механичките својства биле намалени по додавањето на 7% TiO<sub>2</sub>. Во однос на микроцврстината одредена по Vickers, таа била компромитирана кај ГЈЦите во кои имало додадено 5% и 7% TiO<sub>2</sub>. ГЈЦите во кои имало додадено TiO<sub>2</sub> поседувале потентен бактериски ефект<sup>102</sup>.

Во студијата на Contreras et al. 2015, биле додадени 3 % и 5 % TiO<sub>2</sub> наночестички во конвенционални ГЈЦи, при што микроцврстината мерена по Vickers значително била подобрена по додавањето на TiO<sub>2</sub> наночестичките и разликата била статистички сигнификантна<sup>103</sup>.

Резултатите од наноиндентацијата ги потврдуваат резултатите добиени во претходните студии. Имено, при одредување на наноцврстината, добиените резултати укажуваат дека, во основа, додавањето на наночестички ја подобрува цврстината на глас-јономер цементите при додавањето на титаниум и циркониум оксид, особено во концентрации од 5 и 10%.

И во нашата студија од резултатите може да се види дека разликата која се регистрира помеѓу вредностите на микроцврстината кај *GC Fuji TRIAGE* контролната група и испитуваните групи во кои е додадено 2 %, 5% и 10% во маса од TiO<sub>2</sub>, измерени во текот на првиот ден, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$ , што значи дека инкорпорирањето на наночестичките позитивно влијае во зголемување на микроцврстината. Микроцврстината најмногу се подобрува по инкорпорирањето на 5% TiO<sub>2</sub>. Може да се види и дека просечната вредност на микроцврстината на *GC Fuji TRIAGE со 5 % TiO<sub>2</sub>* во текот на дваесет и првиот ден повторно е највисока, но овде изненадувачки е податокот кој го добивме дека разликата во вредностите на микроцврстината кај истите примероци измерени во текот на дваесет и првиот ден се статистички несигнификантни за  $p > 0.05$ . За разлика од добиените позитивни податоци кај *GC Fuji TRIAGE* по инкорпорирањето на TiO<sub>2</sub> наночестичките, кај 3M ESPE Ketac™ Universal разликата во вредностите на микроцврстината која ја добивме не е статистички сигнификантна и нема подобрување на микроцврстината во текот на првиот ден по

инкорпорирањето на  $TiO_2$ . По дваесет и еден ден разликата во вредноста на микроцврстината е статистички сигнификантна, микроцврстината е подобрена и тоа најголема вредност има по инкорпорирање на 2 %  $TiO_2$  во 3М ESPE Ketac™ Universal.

Во студијата на Moshaverinia et al., каде е испитуван ефектот од додавање на флуоропатит на Fuji IX на микроцврстината по Vickers и на ослободувањето на флуориди од стаклените честички, докажано е дека по инкорпорирањето на флуоропатитот во конвенционалните ГЈЦи значително била зголемена микроцврстината<sup>104</sup>.

Во студии спроведени од страна на Ellakuria et al.<sup>105</sup> (2003), Peutzfeldt et al.<sup>106</sup> (1997), Wang et al.<sup>107</sup> (2007), Xie et al.<sup>108</sup> (2000) and Yap et al.<sup>45109</sup> (2004), ГЈЦите индицирани за АРТ техника имаат повисоки вредности на микроцврстина во споредба со конвенционалните ГЈЦи, смола модифицираните ГЈЦи и церметите.

Во студијата на Gjorgievska et al. се додавани  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$  и  $Al_2O_3$  наночестички во количина од 10% во маса во два типа на конвенционални ГЈЦи (ChemFil® Rock and EQUIA™ Fil), при што микроскопскиот наод покажал дека со додавањето на наночестичките се подобрува хомогеноста и се зголемува конзистенцијата на ГЈЦи, се намалува појавата на воздушни празнини и микропукнатини во рамките на матриксот. Немало очигледни разлики помеѓу двата тестирани материјали или помеѓу различните видови на наночестички. Во оваа студија е забележана и значително повисока компресивна сила по инкорпорирањето на 10%  $TiO_2$  наночестичките<sup>110</sup>.

Според нашата студија и резултатите кои ги добивме може да се види дека по инкорпорирањето на 2%, 5% и 10 % во маса на  $ZrO_2$  и  $Al_2O_3$  наночестичките, значително се подобрува микроцврстината и разликата која се регистрира помеѓу вредностите на микроцврстината, и кај GC Fuji TRIAGE контролната група и испитуваните групи и кај 3М ESPE Ketac™ Universal контролата со испитуваните групи, е статистички сигнификантна за  $p < 0.05$  и во текот на првиот и во текот на дваесет и првиот ден. Кај GC Fuji TRIAGE најголема е микроцврстината со додавање на 2 % во маса од  $ZrO_2$  и во текот на првиот и во текот на дваесет и првиот ден.

Во студијата на Semyari et al. постојат докази и за подобрена биокомпатибилност на ГЈЦи кои содржат циркониум оксидни наночестички. Во нивната студија тие инкорпорирале циркониумски наночестички во стаклениот прав на ГЈЦите во маса од 0%, 5%, 50%, 70%, and 100%. Правот со течноста бил мешан во однос 2:1. Потоа бил изведен МТТ тест со кој била проценета цитотоксичноста на примероците кои содржеле циркониумски наночестички во различен процент. Резултатите покажале дека со инкорпорирање на циркониумските наночестички се стимулира атхезијата на епителните клетки на примероците, правејќи ги со тоа ГЈЦите кои содржат циркониумски нано-честички ветувачки биоматеријали за стоматолошки апликации. Највисока биокомпатибилност е добиена кај примероците со 70% циркониумски честички по 24h<sup>111</sup>.

Од страна на Gu et al. било соопштено дека во комбинација од инкорпорирање на nHAp и циркониум оксид (HAp/ZrO<sub>2</sub>) во концентрација од 4% во маса од правот на ГЈЦите може да се подобрат механичките својства на ГЈЦ<sup>112</sup>.

Во нашата студија од резултатите може да се види дека просечните вредности на микроцврстината кои се регистрираат кај сите модалитети на GC Fuji TRIAGE и 3M ESPE Ketac™ Universal со инкорпорирање на трите типа на наночестички: титаниум диоксид- TiO<sub>2</sub>, циркониум оксид- ZrO<sub>2</sub> и алуминиум оксид- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> во различен процент (2%,5% и 10%) во текот на дваесет и првиот ден се повисоки од вредностите на истите првиот ден. Таа разлика е статистички сигнификантна во сите споредби за p<0.05, единствено разликата помеѓу прв ден верзус 21 ден за GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10% е статистички несигнификантна за p>0.05 (p= 0.513697). Тоа ни говори дека микроцврстината по инкорпорирањето на овие наночестички измерена после дваесет и првиот ден е поголема кај сите примероци освен кај GC Fuji TRIAGE со Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10%.

Во нашата студија е направена и компарација на вредностите на микроцврстината и меѓу двата типа на конвенционални глас-јономер цементи во текот на првиот и во текот на дваесет и првиот ден. Просечните вредности на микроцврстината на 3M ESPE Ketac™ Universal во текот на првиот ден се повисоки од просечните вредности на GC Fuji TRIAGE и разликата е статистички

сигнификантна. Воочлива е значително поголемата просечна вредноста на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со 5% и 10 %  $Al_2O_3$  во однос на 3М ESPE Ketac™ Universal со 5% и 10 %  $Al_2O_3$  во текот на првиот ден и таа разлика е статистички сигнификантна. Сличен случај имаме и кај значително поголемата просечна вредноста на микроцврстината кај GC Fuji TRIAGE со 5% и 10 %  $Al_2O_3$  во однос на 3М ESPE Ketac™ Universal со 5% и 10%  $Al_2O_3$  во текот на дваесет и првиот ден. Од претходното може да извлечеме дека најзадоволителна микроцврстина се добива со инкорпорирање на 5 и 10%  $Al_2O_3$  во GC Fuji TRIAGE.

Овие добиени резултати се надополнуваат и со микрографиите од АФМ, односно, додавањето на 5 и 10% титаниум и циркониум оксиди доведуваат до подобра површинска топографија на глас-јономерите, како и намалување на бројот и величината на порозитетите.

Генерално, додавањето на наночестички од метални оксиди во конвенционалните ГЈЦи води кон подобрување на нивните механички својства.

## **VII. ЗАКЛУЧОЦИ**



Врз основа на претходно изведените испитувања и добиените резултати, може да бидат извлечени следните заклучоци:

- По инкорпорирањето на наночестичките доаѓа до подобрување на микроструктурата на ГЈЦите, со намалување на бројот и големината на микропорозностите кои се типични за овие материјали;
- Површинската топографија (рапавост) се подобрува со додавање на наночестички;
- Површинската топографијата е најдобра по додавање на титаниум оксид наночестичките кај GC *Fuji TRIAGE* и циркониум и титаниум оксид наночестички кај 3M ESPE *Ketac™*;
- Микроцврстината и наноцврстината на ГЈЦ се зголемува по додавањето на наночестичките;
- Микроцврстината најмногу се подобрува по инкорпорирањето на 5%  $\text{TiO}_2$ , додека наноцврстината на ГЈЦ најмногу се зголемува по додавање на 5 и 10% титаниум оксид и циркониум оксид.

## VIII. РЕФЕРЕНЦИ

1. Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. Therapeutic effect of glass-ionomers: An overview of evidence. *Aust Dent J.* 2011; 56: 10–5.
2. Khoroushi M, Mansoori-Karvandi T, Hadi S. The effect of pre-warming and delayed irradiation on marginal integrity of a resin-modified glass-ionomer. *Gen Dent.* 2012; 60: 383-8.
3. Wilson AD, McLean JW. *Glass ionomer cement.* Chicago: Quintessence; 1988.
4. Wilson AD, Kent BE. Formation of glass-ionomer cement based on anion leachable glass and poly acrylic acid. *J Appl Chem Biotechnol.* 1971; 321-313.
5. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Brit Dent J.* 1972; 132: 133-5.
6. Wilson, NHF. The evaluation of materials: relationships between laboratory investigations and clinical studies. *Oper Dent.* 1990; 4: 149 – 155.
7. McCabe JF, Walls AW. 9th ed. Oxford: Blackwell publishing Ltd. *Applied Dental Materials.* 2008; 245–64.
8. Tay WM, Lynch E. Glass-ionomer cements. Part II. Clinical Properties. *J Irish Dent. Assoc.* 1989; 2: 59-64.
9. Katsuyama S, Ishikawa T, Fujii B. Translated [into English]. In: Diehnelt DE, editor. *Glass ionomer dental cement: the materials and their clinical use.* St. Louis, Tokyo: Ishiyaku EuroAmerican; 1993.
10. Wilson AD, Nicholson JW. *Acid–base cements: their biomedical and industrial applications.* Cambridge: Cambridge University Press; 1993.
11. Wilson AD. Glass-ionomer cement—Origins, development and future. *Clin Mater.* 1991; 7: 275–82.
12. Crisp S, Pringeur MA, Wardleworth D, Wilson AD. Reactions in a glass–ionomer cement II; an infrared spectroscopic study. *J Dent Res.* 1974; 53: 1414–1419.
13. Wilson AD, Paddon JM, Crisp S. The hydration of dental cements. *J Dent Res.* 1979; 58: 1065–1071.

14. Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. The comparative strengths of commercial glass-ionomer cements with and without metal additions. *Br Dent J.* 1992; 172: 279-82.
15. McLean JW, Gasser O. Glass cermet cements. *Quintessence Int.* 1985; 16: 333-43.
16. Wilson AD, McLean JW. *Glass Ionomer Cement.* Chicago: Quintessence Publishing Co. 1988; 30-33.
17. Croll TP, Killian CM. Glass ionomer-silver-cermet interim Class I restorations for permanent teeth. *Quintessence Int.* 1992; 23: 731-733.
18. Croll TP, Phillips RW. Glass ionomer—silver cermet restorations for primary teeth. *Quintessence Int.* 1986; 17: 607-615.
19. Croll TP, Phillips RW. Six years' experience with glass ionomer-silver cermet cement. *Quintessence Int.* 1991; 22: 783-793.
20. Purton DG, Rodda JC. Artificial caries around restorations in roots. *J Dent Res.* 1988; 67: 817-21.
21. Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: An *in vivo* study. *J Dent.* 2006; 34: 608-13.
22. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994; 9: 587-589.
23. Mitchell L, Mitchell D.A. *Oxford handbook of clinical Dentistry,* 2009.
24. McLean JW. Glass-ionomer cements. *BDJ* 164.1988; 9: 293-300.
25. Wilson AD, McLean JW. *Glass ionomer cement,* Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc. Chicago. 1988; 38.
26. Tani C, Finger BE. Effect of smear layer thickness on bond strength mediated by three all-in-one self-etching priming adhesives. *J Adhes Dent.* 2002; 4: 283-289.
27. Mitra SB, Creo AL. Fluoride release from light-cure and self-cure glass ionomers. *J Dent Res.* 1989; 68: 274.

28. Mitra SB. Property comparisons of a light-cure and a self-cure glass ionomer liner. *J Dent Res.* 1989; 68: 274.
29. Mitra SB. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass ionomer liner/base. *J Dent Res.* 1991; 70:7 2-74.
30. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994; 25: 587-589.
31. Croll TP. Visible light-hardened glass ionomer cement base/liner as an interim restorative material. *Quintessence Int.* 1991; 22: 137-141.
32. Croll TP. Glass ionomers for infants, children and adolescents. *JADA.* 1990; 120: 65-68.
33. Frankenberger R, Sindel J, Kramer N. Viscous glass-ionomer cements: a new alternative to amalgam in the primary dentition? *Quintessence Int.* 1997; 28: 667-76.
34. Berg JH. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry - a review for the clinician. *Pediatr Dent.* 1998; 20: 93-100.
35. Sidhu SK, Watson TF. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1995; 8: 59-67.
36. Burgess J, Norling B, Summit J. Resin ionomer restorative materials: the new generation. *J Esthet Dent.* 1994; 6: 207-15.
37. Croll TP, Helpin ML. Space maintainer cementation using light-hardened glass ionomer/resin restorative cement. *J Dent Child.* 1994; 61: 246-248.
38. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000; 16: 129-38.
39. Croll TP. Rapid setting, encapsulated glass-ionomer restorative cement. *Compend Cont Educ Dent.* 2001; 22: 442-448.
40. Smales RJ, Yip HK. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for primary teeth: review of literature. *Pediatr Dent.* 2000; 22: 294-298.

41. Upadhyay S, Rao A. Nanoionomer: Evaluation of microleakage. *J Indian Soc Pedod Prevent Dent.* 2011; 1: 20 -24.
42. Croll TP, Berg JH. Resin-modified glass-ionomer restoration of primary molars with proximating Class II caries lesions. *Compend Cont Educ Dent.* 2007; 28: 372-377.
43. Croll TP. Nanofilled resin-modified glass ionomer restorative cement. *Contemp Esthetics.* 2007; 11: 14-17.
44. Swartz ML, Phillips RW, Clark HE. Long-term fluoride release from glass ionomer cements. *J Dent Res.* 1984; 63: 158-160.
45. Gu YW, Yap AUJ, Cheang P, Khor KA. Zirconia–glass ionomer cement—a potential substitute for Miracle Mix. *Scripta Mater.* 2005; 52: 113-116.
46. Kawano F, Kon M, Kobayashi M, Miyai K. Reinforcement effect of short glass fibers with (CaOP(2)O(5)SiO(2)Al(2)O(3)) glass on strength of glass ionomer cement. *J Dent.* 2001, 29: 377-380.
47. Xu HHK, Eichmiller FC, Antonucci JM, Schumacher GE, Ives LK. Dental resin composites containing ceramic whiskers and precured glass ionomer particles. *Dent Mater.* 2000; 16: 356-363.
48. Elsaka SE, Hamouda IM, Swain MV. Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: Influence on physical and antibacterial properties. *J Dent.* 2011; 39: 589-598.
49. Khaled SMZ, Miron RJ, Hamilton DW, Charpentier PA, Rizkalla AS. Reinforcement of resin based cement with titania nanotubes. *Dent Mater.* 2010; 26: 169-178.
50. Sutalo J. Patologija I terapija tvrdih zubnih tkiva. U: Materijala za ispune kaviteta 1994; 321-327.
51. Smith DC, Ruse ND. Acidity of glass-ionomer cements during setting and its relation to pulp sensitivity. *JADA* 112. 1986; 5: 654-657
52. Mount GJ. Clinical performance of glass-ionomers. 1998; 19: 573-9.
53. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials* 1998; 19: 479-83.

54. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: A review. *Biomaterials* 1998; 19: 485–494.
55. Wittewer C, Downes S, Devlin AJ, Hatton PV, Brook IM. Release of serum proteins and dye from glass-ionomer (polyalkenoate) and acrylic cements: a pilot study. *J Mater Sci Med.* 1994; 5: 711-4.
56. Barkhordar R.A.. et al. Use of glass-ionomer cements as retrofilling materials.- *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 6: 734- 739.
57. Bala O, HD Arisu, Yikigan I, Arslan S et A.Gullu. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass-ionomer cements.-*Eur .J. Dent.* 2012; 6: 79 -86.
58. Wadenya R, Smith J et Mante F. Microleakage of nano-particle-filled resin-modified glass ionomer using atraumatic restorative technique in primary molars. *N Y State Dent. J.* 2010; 3: 36-39.
59. Phillips RW. The glass-ionomer cement. *JADA*, 120. 1990; 1: 19-28.
60. Tay WM et Lynch E. Glass-ionomer (polyalkenoate) cements. Part I. Development, setting reaction, structure and types. *J.Irish Dent. Assoc.* 1989; 2: 53-57.
61. Sarkar NK et al. Silver released from metal reinforced glass-ionomers. *Dent.Mater.* 1988; 4: 103-104.
62. XU, HKK et al. Strong nanocomposites with CaPO<sub>4</sub>, and F release for caries inhibition. *J. Dent. Res.* 2010; 89: 19-28.
63. Albers HF. *Glas ionomers in: Tooth-Colored Restoratives: Principles and Techniques.* BC Decker Inc. 9th edition; December , 2001.
64. Mount G. *Atlas of Glass-Ionomer Cements A Clinician's Guide.* A Clinician's Guide, London, Martin Dunitz, 1944.
65. Curtis AR, Palin WM, Fleming GJP, Shortall ACC, Marquis PM. The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: The impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dent. Mater.* 2009; 25: 188–197.
66. Terry DA. Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1-the evolution of contemporary composite materials. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.* 2004; 16: 417–432.
67. Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J. Dent. Res.* 2010; 89: 549–560.

68. Moshaverinia A, Roohpour N, Chee WWL, Schricker SR. A review of powder modifications in conventional glass-ionomer dental cements. *J. Mater. Chem.* 2011; 21: 1319–1328.
69. Moshaverinia A, Ansari S, Moshaverinia M, Roohpour N, Darr JA, Rehman I. Effects of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC). *Acta Biomater.* 2008; 4: 432–440.
70. Zakir M, Al Kheraif AAA, Asif M, Wong FSL, Rehman IU. A comparison of the mechanical properties of a modified silorane based dental composite with those of commercially available composite material. *Dent. Mater.* 2013; 29: 53– 59.
71. Yap AUJ, Pek YS, Kumar RA, Cheang P, Khor KA. Experimental studies on a new bioactive material: Haionomer cements. *Biomaterials.* 2002; 23: 955–962.
72. Jones N, Ray B, Ranjit KT, Manna AC. Antibacterial activity of ZnO nanoparticle suspensions on a broad spectrum of microorganisms. *FEMS Microbiology Letters* 2008; 279: 71 – 76.
73. Kreulen CM, Soet JJ, Weerheijm KL, Amerongen WE. In vivo cariostatic effect of resin modified glass ionomer cement and amalgam on dentine. *Caries Res* 1997; 31(5): 384–9.
74. Smales RJ, Gao W. In vitro caries inhibition at the enamel margins of glass ionomer restoratives developed for the ART approach. *J Dent.* 2000; 28: 249-56.
75. Francci C, Deaton TG, Arnold RR, Swift EJ, J, Perdigao J and Bawden JW. Fluoride release from restorative materials and its effects on dentin mineralization. *J Dent Res.* 1999; 78:1647-54.
76. Jang KT, Garcia-Godoy F, Donly KJ and Segura A. Remineralizing effects of glass ionomer restorations on adjacent interproximal caries. *ASDC J Dent Child.* 2001; 68: 125-142.
77. Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, Tuisuva J and Von Doussa RJ. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: an in vivo study. *J Dent.* 2006; 34: 608-13.

78. Frencken JE, Holmgren CJ. Preface. In: Atraumatic Restorative Treatment (ART) for dental caries. Nijmegen: STI Book, 1999.
79. McCabe JF, Yan Z, Ai Naimi OT, Mahmoud G, Rolland SL. Smart materials in dentistry- future prospects. *Dent Mater.* 2009; 28: 37-43.
80. Boeckh C, Schumacher E, Podbielski A, Haller B. Antibacterial activity of restorative dental biomaterials in vitro. *Caries Res.* 2002; 36: 101-7.
81. Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N. Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. *J Am Dent Assoc.* 2007; 138: 1347-1352.
82. Frencken JE, Imazato S, Toi C, Mulder J, Mickenautsch S, Takahashi Y, Ebisu S. Antibacterial effect of chlorhexidine - containing glass ionomer cement in vivo: a pilot study. *Caries Res.* 2007; 41: 102-7.
83. Donly KJ, Segura A, Wefel JS, Hogan MM. Evaluating effects of fluoride-releasing dental materials on adjacent interproximal caries. *J Am Dent Assoc.* 1999; 130: 817-25.
84. Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: an in vivo study. *J Dent.* 2006; 34: 608-13.
85. De Caluwe T, Vercruyse CW, Fraeyman S, Verbeeck RM. The influence of particle size and fluorine content of aluminosilicate glass on the glass ionomer cement properties. *Dent. Mater.* 2014; 30: 1029–1038.
86. Moshaverinia A, Ansari S, Moshaverinia M, Roohpour N, Darr JA, Rehman I. Effect of incorporation of hidroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC). *Acta Biomater.* 2008; 4: 432-40.
87. Wang L, D'Alpino PH, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative material: relative contribution of laboratory test. *J Appl Oral Sci.* 2003; 11: 162-7.
88. Huang SB, Gao SS, Yu HY. Effect of nano-hydroxyapatite concentration on remineralization of initial enamel lesion in vitro. *Biomed. Mater.* 2009;



89. Huang S, Gao S, Cheng L, Yu H. Remineralization potential of nano-hydroxyapatite on initial enamel lesions: An in vitro study. *Caries Res.* 2011; 45: 460–468.
90. Moshaverinia A, Ansari S, Moshaverinia M, Roohpour N, Darr JA, Rehman I. Effects of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC) *Acta Biomater.* 2008; 4: 432–440.
91. Moshaverinia A, Ansari S, Movasaghi Z, Billington RW, Darr JA, Rehman IU. Modification of conventional glass-ionomer cements with N-vinylpyrrolidone containing polyacids, nano-hydroxy and fluoroapatite to improve the mechanical properties. *Dent Mater.* 2008; 24 :1381-1390.
92. Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dent Mater.* 2009; 25: 551-6.
93. Anusavice KJ (editor). *Phillips, materiais dentários.* 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
94. Ellakuria J, Triana R, Mínguez N, Soler I, Ibaseta G, Maza J et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin-modified versus conventional glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2003; 19(4): 286-9015.
95. Aliping-McKenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of saliva on surface hardness and water sorption of glass ionomers and compomers. *J Mater Sci Mater Med.* 2003 ; 14(10): 869-73.
96. Hotta M, Hirukawa H, Aono M. The effect of glaze on restorative glass-ionomer cements: evaluation of environmental durability in lactic acid solution. *J Oral Rehabil.* 1995; 22(9): 685-9.
97. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater.* 2001; 17(1): 34-9.
98. Anusavice KJ. *Phillip's Science of Dental Materials.* 11th edition. St.Louis: Elsevier, 2004.

99. Buschow KHJ. Encyclopedia of material science: Science and Technology. 2001; 4: 3565–3570.
100. Khouw-Liu VHW, Anstice HM, Pearson GJ. An in vitro investigation of a poly (vinyl phosphonic acid) based cement with four conventional glass-ionomer cements: Part 2: maturation in relation to surface hardness. J Dent. 1999; 27: 359–365.
101. Altana H, Bilgicb F, Arslanogluc Z, Kaled E, Kaled Koroğlu A, Altane A, Sahinf O. Nanomechanical Properties of Different Dental Restorative Materials. ACTA PHYSICA POLONICA A. Vol. 130, 2016.
102. Elsaka SE, Hamouda IM, Swain MV. Titanium dioxide nanoparticles addition to a conventional glass-ionomer restorative: Influence on physical and antibacterial properties. J Dent. 2011; 39: 589–598.
103. Contreras RG, Scougall-Vilchis RJ, Contreras-Bulnes R, Sakagami H, Morales-Luckie RA, Nakajima H. Mechanical, antibacterial and bond strength properties of nano-titanium-enriched glass ionomer cement. J Appl Oral Sci. 2015; 23(3): 321-8 .
104. Moshaverinia M, Borzabadi-Farahani A, Sameni A, Moshaverinia A, Ansari S. Effects of incorporation of nano-fluorapatite particles on microhardness, fluoride releasing properties, and biocompatibility of a conventional glass ionomer cement (GIC). Dental Materials Journal 2016; 35(5): 817–821.
105. Ellakuria J, Triana R, Mínguez N, Soler I, Ibaseta G, Maza J *et al.* Effect of one-year water storage on the surface micro-hardness of resin-modified *versus* conventional glass ionomer cements. Dent Mater. 2003; 19(4): 286-90.
106. Peutzfeldt A, García-Godoy F, Asmussen E. Surface hardness and wear of glass ionomers and compomers. Am J Dent. 1997; 10(1): 15-7.
107. Wang XY, Yap AUJ, Ngo HC, Chung SM. Environmental degradation of glass-ionomer cements: a depth-sensing micro-indentation study. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2007; 82(1): 1-6.
108. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. Dent Mater. 2000; 16(2): 129–38.

109. Yap AUJ, Wang X, Wu X, Chung SM. Comparative hardness and modulus of tooth-colored restoratives: a depth-sensing microindentation study. *Biomaterials*. 2004; 25(11): 2179-2185.
110. Gjorgievska E, Van Tendeloo G, Nicholson JW, Coleman NJ, Slipper IJ, Booth S. The Incorporation of Nanoparticles into Conventional Glass-Ionomer Dental Restorative Cements. *Microsc. Microanal.* 2015; 21(2): 392–406.
111. Semyai H, Sattari M, Atai M, Pournasir M. The effect of nanozirconia mixed with glass-ionomer on proliferation of epithelial cells and adhesive molecules. *J Periodontal Implant Dent.* 2011; 3: 63-68.
112. Gu YW, Yap AU, Cheang P, Khor KA. Effects of incorporation of HA/ZrO<sub>2</sub> into glass ionomer cement (GIC) *Biomaterials*. 2005; 26: 713–720.