



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО
СКОПЈЕ**

**СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ – СКОПЈЕ
КАТЕДРА ЗА ОРАЛНА ХИРУРГИЈА**

**КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ПРЕДНОСТИТЕ И
НЕДОСТАТОЦИТЕ ПРИ ЕКСТРАКЦИЈА НА ЗАБИ СО
УПОТРЕБА НА ПИЕЗОМОТОР И КОНВЕНЦИОНАЛЕН
ПРИСТАП**

-МАГИСТЕРСКИ ТРУД-

МЕНТОР:

ПРОФ.Д-Р ЕДВАРД ЈАНЕВ

КАНДИДАТ:

Д-Р ДЕСПИНА ЛАЗАРОВА

Скопје, 2026



**УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО
СКОПЈЕ**

**СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ – СКОПЈЕ
КАТЕДРА ЗА ОРАЛНА ХИРУРГИЈА**

**КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ПРЕДНОСТИТЕ И
НЕДОСТАТОЦИТЕ ПРИ ЕКСТРАКЦИЈА НА ЗАБИ СО
УПОТРЕБА НА ПИЕЗОМОТОР И КОНВЕНЦИОНАЛЕН
ПРИСТАП**

-МАГИСТЕРСКИ ТРУД-

МЕНТОР:

ПРОФ.Д-Р ЕДВАРД ЈАНЕВ

КАНДИДАТ:

Д-Р ДЕСПИНА ЛАЗАРОВА

Скопје, 2026



UNIVERSITY "SS. CYRIL AND METHODIUS" – SKOPJE

**FACULTY OF DENTAL MEDICINE – SKOPJE
DEPARTMENT OF ORAL SURGERY**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ADVANTAGES AND
DISADVANTAGES IN TOOTH EXTRACTION USING PIEZOSURGICAL
DEVICE AND CONVENTIONAL APPROACH**

— MASTER'S THESIS —

SUPERVISOR:

PROF.D-R EDVARD JANEV

CANDIDATE:

D-R DESPINA LAZAROVA

Skopje, 2026

Научно поле: Стоматологија

Научна област: Орална хирургија

АПСТРАКТ

Вовед: Екстракцијата на заби е една од најчестите хируршки интервенции во оралната хирургија. Изборот на оперативна техника има клучно значење за постоперативниот тек, квалитетот на заздравување и задоволството на пациентот. Во современата орална хирургија, пиезохирургијата претставува минимално инвазивна алтернатива на конвенционалниот пристап, која преку ултразвучни микровибрации овозможува селективна остеотомија со зачувување на меките ткива.

Цел: Целта на оваа студија беше да се испита и евалуира ефикасноста на пиезотомот како современ метод при екстракција на заби во бочна регија на горна вилица, односно премолари и молари во непосредна близина на максиларен синус и заби во бочна регија на долна вилица во непосредна близина на мандибуларен канал (*n.alveolaris inferior*) и да се компарира со конвенционалниот пристап.

Материјал и методи: Во проспективната компаративна студија беа вклучени 60 пациенти, рандомизирано поделени во две рамноправни групи: Група А — пиезохируршка техника ($n = 30$) и Група Б — конвенционална техника ($n = 30$). Постоперативните параметри беа евалуирани на 1-виот, 3-тиот и 7-миот ден по интервенцијата. Болката беше мерена со Визуелно-аналогна скала (ВАС), отокот и тризмусот со клинички мерења, а крварењето со стандардизирана скала. Статистичката обработка вклучуваше дескриптивна и инференцијална анализа (t -тест, Ман-Витни U -тест, χ^2 -тест).

Резултати: Групата третирана со пиезохирургија покажа статистички значително пониски вредности на постоперативна болка во сите временски точки, со редукција до речиси нула во 7-миот ден ($p < 0,05$). Отокот беше значително помалку изразен: 86,7% од пациентите во Група А немале оток, наспроти повисока инциденца на благ и умерен оток во Група Б. Крварењето во Група А беше претежно од ниски степени (0–1), додека Група Б покажа повисоки степени (2–3). Тризмусот исто така беше помалку изразен кај пиезохируршката група. Инциденцата на постоперативни компликации изнесуваше 6,7% во Група А наспроти 13,3% во Група Б. Единствена предност на конвенционалната техника беше статистички значително пократко времетраење на интервенцијата.

Заклучок: Пиезохирургијата обезбедува статистички и клинички значително подобри постоперативни резултати во однос на болка, оток, крварење, тризмус и компликации. Конвенционалната техника останува побрза и економски поисплатлива. Изборот на хируршки пристап треба да биде индивидуализиран и заснован на анатомската сложеност, очекуваниот ризик и потребите на пациентот.

Клучни зборови: конвенционален пристап, орална хирургија, пиезохирургија, екстракција на заби, постоперативна болка, оток, компликации

ABSTRACT

Background: Tooth extraction is one of the most frequently performed surgical procedures in oral surgery. The selection of operative technique has significant implications for postoperative course, healing quality, and patient satisfaction. In contemporary oral surgery, piezosurgery has emerged as a minimally invasive alternative to the conventional approach, utilizing ultrasonic microvibrations to enable selective osteotomy while preserving surrounding soft tissues.

Aim: The aim of this study was to examine and evaluate the efficacy of the piezosurgical device as a contemporary method for tooth extraction in the posterior region of the maxilla — specifically premolars and molars in close proximity to the maxillary sinus — and in the posterior region of the mandible in close proximity to the mandibular canal (n. alveolaris inferior) — and to compare it with the conventional approach.

Material and Methods: A prospective comparative study included 60 patients randomly assigned to two equal groups: Group A — piezosurgical technique (n = 30) and Group B — conventional technique (n = 30). Postoperative parameters were assessed on days 1, 3, and 7 following the procedure. Pain was measured using the Visual Analogue Scale (VAS), swelling and trismus through clinical measurements, and bleeding using a standardized grading scale. Statistical analysis included descriptive and inferential methods (t-test, Mann-Whitney U-test, χ^2 -test).

Results: The piezosurgical group demonstrated statistically significantly lower postoperative pain scores at all time points, with values approaching near-zero by day 7 ($p < 0.05$). Swelling was markedly less frequent: 86.7% of patients in Group A showed no swelling, compared to a higher incidence of mild and moderate swelling in Group B. Bleeding in Group A was predominantly of low grades (0–1), while Group B exhibited higher grades (2–3). Trismus was also less pronounced in the piezosurgical group. The incidence of postoperative complications was 6.7% in Group A versus 13.3% in Group B. The only statistically significant advantage of the conventional technique was shorter operative time.

Conclusion: Piezosurgery provides statistically and clinically superior postoperative outcomes regarding pain, swelling, bleeding, trismus, and complications. The conventional technique remains faster and more cost-effective. The choice of surgical approach should be individualized and based on anatomical complexity, anticipated risk, and patient-specific needs.

Keywords: *Conventional approach, oral surgery, piezosurgery, tooth extraction, postoperative pain, swelling, complications*

СОДРЖИНА

ВОВЕД	- 1 -
ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА	- 3 -
ЦЕЛ НА ТРУДОТ	- 10 -
МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД.....	- 12 -
РЕЗУЛТАТИ	- 18 -
ДИСКУСИЈА.....	-49-
ЗАКЛУЧОК.....	-55-
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	- 57 -

ВОВЕД

Екстракцијата на заби претставува една од најчестите хируршки интервенции во стоматологијата и основна процедура во оралната хирургија. Иако во клиничката практика често се смета за рутинска интервенција, нејзината сложеност може значително да варира, особено кај ретинирани заби, случаи со зголемена коскена густина или блиска анатомска релација со важни структури како *p. alveolaris inferior* или максиларниот синус. Поради тоа, екстракцијата бара прецизно хируршко планирање, соодветна техника и правилен избор на оперативен пристап.

Традиционалните методи на екстракција се базираат на употреба на механички инструменти како форцепси, елеватори и ротациони инструменти. Овие техники се широко применувани и овозможуваат брзо отстранување на забите, но често се поврзани со поголема механичка траума на околните ткива, што резултира со поизразен постоперативен воспалителен одговор, болка, оток и тризмус.

Во современата стоматологија постои јасен тренд кон развој на минимално инвазивни техники, чија цел е намалување на хируршката траума и подобрување на биолошкиот одговор на ткивата. Овој пристап се базира на принципот на максимална ефикасност со минимално оштетување, со цел побрза и поквалитетна регенерација.

Во таа насока, пиезохирургијата претставува значаен напредок во оралната и максилофацијалната хирургија. Таа се базира на ултразвучни микровибрации кои овозможуваат селективно сечење на минерализираното ткиво, при што меките ткива се поштедени. Оваа селективност овозможува висока прецизност, особено во анатомски чувствителни региони.

Пиезохируршките уреди функционираат преку пиезоелектричен ефект, при што електричната енергија се трансформира во високофреквентни механички осцилации. Овие осцилации, преку специјални врвови, овозможуваат прецизна остеотомија со минимална траума на околните структури.

Една од главните предности на оваа техника е намалувањето на интраоперативната траума и подобрата визуализација на оперативното поле, како резултат на намалено крвање и подобра контрола при работа во близина на критични анатомски структури.

Во постоперативниот период повеќето клинички студии укажуваат дека пиезохирургијата е поврзана со намален интензитет на болка, помал оток и побрзо функционално закрепнување во споредба со конвенционалните техники. Овие ефекти се поврзуваат со минимална механичка и термичка траума и помал воспалителен одговор.

Сепак, едно од главните ограничувања на пиезохирургијата е подолгото времетраење на интервенцијата, како и потребата од специјализирана обука на операторот. Конвенционалните техники, од друга страна, остануваат

широко применети поради нивната едноставност, брзина и економска исплатливост, особено кај некомплицирани случаи.

Клинички важно прашање при екстракција на долни заби е ризикот од повреда на *p. alveolaris inferior*, што може да доведе до невролошки нарушувања како парестезија или хипестезија. Во овој контекст, пиезохирургијата се смета за побезбедна метода поради својата прецизност и селективност.

Во последните години стоматолошката хирургија се развива во насока на зголемена прецизност, минимална инвазивност и подобрување на биолошкиот одговор на ткивата. Во тој контекст, екстракцијата на заби се смета за биолошки чувствителна процедура која бара индивидуализиран пристап.

Болката, едемот и тризмусот остануваат најчести постоперативни компликации, кои директно влијаат врз квалитетот на живот на пациентот во првите денови по интервенцијата.

Поради тоа, современите истражувања се насочени кон техники кои ја минимизираат ткивната траума. Пиезохирургијата, со својата ултразвучна технологија, овозможува прецизна остеотомија и значително намалување на оштетувањето на меките ткива.

Сепак, изборот на хируршка техника зависи од повеќе фактори, вклучувајќи ги сложеноста на случајот, анатомските услови, искуството на хирургот и достапната опрема. Затоа, не постои универзално супериорна метода.

Во таа смисла, ова истражување има цел да придонесе кон подобро разбирање на клиничките разлики помеѓу двата пристапи преку анализа на релевантни параметри како времетраење, болка, оток, компликации и безбедност.

Мотивот за ова истражување произлегува од потребата за објективна споредба помеѓу пиезохируршкиот и конвенционалниот пристап при екстракција на заби, со цел подобро дефинирање на нивните клинички предности и ограничувања.

Хипотезата на истражувањето е дека пиезохирургијата обезбедува подобри постоперативни резултати во однос на болка, оток и компликации, но со подолго оперативно време во споредба со конвенционалните техники.

Значењето на ова истражување се согледува во можноста за подобрување на клиничките протоколи во оралната хирургија и оптимизација на изборот на хируршка техника со цел поголема безбедност и комфор на пациентите.

ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

Екстракцијата на заби претставува една од најчесто изведуваните хируршки интервенции во стоматолошката практика и основна процедура во оралната хирургија. Иако често се смета за рутинска, современата литература ја дефинира како комплексна биолошка интервенција која може значително да влијае врз локалниот воспалителен одговор и процесот на заздравување¹. Со развојот на хируршките техники и технологијата се појавува јасна тенденција кон намалување на хируршката траума и подобрување на постоперативните исходи². Пиезохирургијата претставува современа техника која користи ултразвучни микроосцилации за сечење на коскениот ткиво, со што овозможува селективно дејствување врз минерализираните структури без оштетување на меките ткива¹. Развиена во почетокот на 21 век, оваа метода брзо се интегрира во оралната и максилофацијалната хирургија, вклучувајќи екстракции, имплантологија и синус лифт процедури². За разлика од неа, конвенционалниот пристап најчесто се базира на ротирачки инструменти и рачни хируршки техники, кои, иако се ефикасни, често се поврзуваат со поголема ткивна траума и подолг период на заздравување³. Основната предност на пиезохирургијата лежи во нејзината селективност. Ултразвучните вибрации дејствуваат исклучиво врз коскениот ткиво, додека меките структури, како нервите и крвните садови, остануваат зачувани⁴. Ова овозможува подобра контрола при хируршката интервенција и значително го намалува ризикот од јатрогени повреди. Дополнително, кавитацискиот ефект доведува до микрокоагулација на малите крвни садови, што резултира со намалено крвање и подобра визуализација на оперативното поле⁵. Клиничките студии покажуваат дека пациентите третирани со пиезохирургија имаат значително помала постоперативна болка и едем во споредба со оние третирани со конвенционални техники⁶. Mantovani et al. покажуваат дека разликите се особено изразени во првите 48 до 72 часа по интервенцијата⁷. Овој ефект се припишува на намалената механичка и термичка траума, што резултира со помала активација на воспалителните медијатори. Од друга страна, конвенционалните техники, и покрај нивните ограничувања, остануваат широко применувани поради нивната едноставност, брзина и економска исплатливост⁸. Сепак, повеќе автори укажуваат дека тие се поврзани со поголем ризик од компликации, како алвеолитис, тризмус и пролонгирано заздравување⁹.

Еден од најзначајните аспекти во современата литература е времетраењето на хируршката интервенција. Повеќето студии покажуваат дека пиезохирургијата бара подолго време во споредба со конвенционалните техники¹⁰. Ова се должи на побавниот, но попрецизен механизам на сечење. Сепак, според Goyal et al., ова подолго времетраење е оправдано со подобрите постоперативни резултати¹¹. Во однос на крвање, пиезохирургијата покажува супериорни резултати. Landes et al. укажуваат дека ултразвучната

енергија овозможува подобра хемостаза преку микрокоагулација¹², додека кај конвенционалните техники крвавењето е поизразено и може да ја отежни визуализацијата¹³.

Постоперативна болка и едем се најчесто анализирани параметри во компаративните студии. Barone et al. покажуваат дека пациентите третирани со пиезохирургија имаат значително помала болка во споредба со конвенционалниот пристап¹⁴. Слични резултати се пријавени и од Kocyigit et al., кои забележуваат намален едем и подобра функционална рехабилитација¹⁵.

Особено значаен аспект е ризикот од повреда на *p. alveolaris inferior*. Оваа компликација може да доведе до сериозни невролошки нарушувања кои влијаат врз квалитетот на живот на пациентот¹⁶. Повеќе студии укажуваат дека пиезохирургијата значително го намалува овој ризик поради нејзината селективност и прецизност¹⁷. Su et al. покажуваат дека зачувувањето на нервната функција е значително подобро при употреба на пиезохируршки инструменти¹⁸.

Дополнително, улогата на дијагностиката е клучна во современата хирургија. Според Ghaeminia et al., употребата на 3Д-дијагностика значително го подобрува хируршкото планирање и ја намалува инциденцијата на компликации¹⁹. Регенерацијата на коскеното ткиво е уште еден важен аспект.

Истражувањата покажуваат дека пиезохирургијата може да има позитивен ефект врз коскената регенерација и заздравувањето²⁰. Angiero et al. укажуваат дека ултразвучната стимулација може да ја зголеми остеобластичната активност²¹. Метаанализите од последните години генерално заклучуваат дека пиезохирургијата обезбедува подобар постоперативен комфор, додека конвенционалните техники се поефикасни во однос на времетраењето²². Сепак, изборот на техника зависи од повеќе фактори, вклучувајќи ги сложеноста на случајот и искуството на операторот²³. Современата литература укажува дека не постои универзален пристап кој е идеален за сите клинички ситуации.

Пиезохирургијата претставува значаен напредок во минимално инвазивната хирургија, особено во сложени случаи, додека конвенционалните техники остануваат релевантни во рутинската практика²⁴.

Покрај основните клинички параметри како болка, оток и времетраење на интервенцијата, значајно внимание во литературата е посветено и на влијанието на хируршката техника врз невровакуларните структури. Особено кај екстракција на долни трети молари, ризикот од повреда на *p. alveolaris inferior* претставува една од најсериозните компликации, со потенцијални долгорочни последици за пациентот²⁴. Во оваа насока, повеќе студии покажуваат дека употребата на пиезохирургија значително го намалува

ризикот од невросензорни оштетувања поради селективното дејство на ултразвучните вибрации, кои не ги оштетуваат меките ткива²⁵.

Клинички испитувања укажуваат дека зачувувањето на интегритетот на нервот е значително повисоко кај пациенти третирани со пиезохируршки метод во споредба со конвенционалните техники, кај кои механичката сила и неконтролираното сечење може да доведат до директна или индиректна траума²⁶. Овие наоди се потврдени и во рандомизирани контролирани студии, каде што инциденцијата на парестезии е значително пониска во пиезохируршката група²⁷.

Дополнително, важен аспект е и термичкиот ефект при сечење на коската. Познато е дека температури над 47 °C можат да предизвикаат некроза на коскениот ткиво²⁸. Истражувањата покажуваат дека пиезохирургијата генерира значително помала топлина во споредба со ротирачките инструменти, што ја намалува можноста за термичко оштетување и го подобрува процесот на заздравување²⁹.

Во однос на регенерацијата на коскениот ткиво, експериментални студии на животински модели покажуваат дека пиезохируршки направените остеотомии се карактеризираат со подобра организација на новоформираната коска, поголема васкуларизација и побрза остеогенеза³⁰. Овие резултати се поврзуваат со минималната траума и зачувувањето на клеточниот интегритет на коскениот ткиво³¹.

Интересен аспект во современата литература е и потенцијалниот биостимулативен ефект на ултразвукот. Некои автори укажуваат дека нискоинтензивните ултразвучни вибрации можат да ја стимулираат активноста на остеобластите и да го забрзаат процесот на регенерација³². Ова дополнително ја зголемува вредноста на пиезохирургијата во имплантологијата и реконструктивната хирургија³³.

Сепак, и покрај овие предности, не сите студии покажуваат значајни разлики помеѓу двете техники. Дел од авторите укажуваат дека кај едноставни екстракции разликите во постоперативниот исход не се клинички значајни³⁴. Ова укажува дека изборот на техника треба да биде индивидуализиран и базиран на конкретната клиничка ситуација³⁵.

Дополнително, економскиот аспект игра важна улога во изборот на хируршка техника. Пиезохируршките апарати се значително поскапи, што може да претставува ограничувачки фактор, особено во помалку опремени клиници³⁶. Сепак, некои економски анализи покажуваат дека подобриот постоперативен исход и намалените компликации можат да ги компензираат иницијалните трошоци³⁷.

Во последните години се развиваат и нови генерации на пиезохируршки уреди со автоматска регулација на фреквенцијата и подобрена ефикасност, што дополнително ја зголемува нивната клиничка примена³⁸. Овие технолошки

подобрувања овозможуваат пократко време на интервенција и подобра контрола при сечењето³⁹. Покрај тоа, интеграцијата на дигиталните технологии, како компјутерски водена хирургија и СВСТ планирање, во комбинација со пиезохирургијата претставува нов стандард во современата орална хирургија⁴⁰. Овој пристап овозможува максимална прецизност, минимална инвазивност и висока предвидливост на резултатите⁴¹.

Во однос на перцепцијата на пациентите, повеќе студии покажуваат дека пациентите имаат повисоко ниво на задоволство по пиезохируршки интервенции, главно поради намалената болка и побрзото закрепнување⁴². Овој фактор е особено важен во современата стоматологија, каде што квалитетот на искуството на пациентот има сè поголемо значење⁴³.

Метаанализите од последните години потврдуваат дека пиезохирургијата има статистички значајна предност во однос на постоперативната болка и оток, но не и секогаш во однос на времетраењето на интервенцијата⁴⁴. Ова дополнително ја нагласува потребата од балансиран пристап при изборот на техника⁴⁵. Современата литература се согласува дека не постои „една најдобра“ техника за сите клинички ситуации. Наместо тоа, оптималниот пристап зависи од повеќе фактори, вклучувајќи ги анатомската комплексност, искуството на хирургот и достапноста на технологијата⁴⁶.

Во овој контекст, пиезохирургијата претставува значаен напредок, но не и замена за конвенционалните техники⁴⁷. Особено значаен аспект при екстракција на заби е нивната анатомска релација со околните структури, како што се максиларниот синус и мандибуларниот канал. Овие анатомски блискости претставуваат клучен фактор за процена на ризикот и избор на хируршка техника, особено кај комплицирани екстракции⁴⁸.

Екстракции во регија на максиларен синус

Максиларниот синус претставува најголема параназална шуплина и често е во непосредна анатомска релација со корените на горните премолари и молари. Литературата покажува дека кај значителен број пациенти, врвовите на корените можат да бидат во директен контакт со синусната мембрана, а во некои случаи дури и да пенетрираат во синусната шуплина⁴⁹.

Оваа блискост значително го зголемува ризикот од: перфорација на Schneiderian мембрана орален-синусен комуникациски дефект (oroantral communication) постоперативен синуситис.

Според клиничките студии, инциденцијата на ороантрална комуникација е значително повисока кај конвенционални екстракции, особено кога се користат ротациони инструменти и неконтролирана сила⁵⁰. Во овој контекст, пиезохирургијата покажува значајна предност бидејќи овозможува контролирано и прецизно отстранување на коската без оштетување на синусната мембрана⁵¹.

Дополнително, ултразвучниот механизам овозможува подобра визуализација и селективност, што е од особена важност при интервенции во синусна регија⁵². Некои автори укажуваат дека пиезохирургијата значително го намалува ризикот од синусни компликации и ја подобрува постоперативната прогноза⁵³.

Екстракции во близина на n. alveolaris inferior

Мандибуларниот канал, кој го содржи n. alveolaris inferior, претставува една од најважните анатомски структури во долната вилица. Неговата варијабилна позиција и честата блискост со корените на долните молари претставуваат значаен хируршки предизвик⁵⁴. Повредата на овој нерв може да доведе до: парестезија, хипестезија, дисестезија и долготрајни невролошки дефицити. Литературата покажува дека ризикот од повреда е особено висок кај ретинирани трети молари со интимна релација со мандибуларниот канал⁵⁵. Во овие случаи, прецизноста на хируршката техника е од клучно значење. Пиезохирургијата се смета за супериорна метода во вакви ситуации поради: селективно сечење на коската, намалена потреба од механичка сила и подобра контрола при остеотомија.

Клиничките студии покажуваат значително пониска инциденција на невролошки компликации при употреба на пиезохирургија во споредба со конвенционалните техники⁵⁶. Дополнително, ултразвучните вибрации не ги оштетуваат нервните структури, што ја зголемува безбедноста на интервенцијата⁵⁷.

Клиничка импликација на анатомските варијации

Анатомските варијации играат значајна улога во исходот на екстракцијата. Разлики во: густина на коската, позиција на корените, однос со нерви и синуси можат значително да влијаат врз изборот на техника и ризикот од компликации. Затоа, современата литература нагласува дека: индивидуалниот пристап е клучен, предоперативната анализа е задолжителна, изборот на техника мора да биде базиран на анатомијата. Во овој контекст, пиезохирургијата претставува особено корисна алатка кај анатомски сложени случаи, додека конвенционалните техники остануваат соодветни за едноставни екстракции.

Постоперативни компликации при екстракција на заби

И покрај тоа што екстракцијата на заби често се смета за рутинска процедура, таа може да биде придружена со различни постоперативни компликации, кои во значителна мера влијаат врз квалитетот на живот на пациентот. Најчесто пријавени компликации во литературата се: алвеолитис, инфекции, продолжено крвавење, оток и тризмус, невролошки нарушувања.

Алвеолитисот претставува една од најчестите и најнепријатни компликации, а се карактеризира со распаѓање на крвниот коагулум и изложеност на

алвеоларната коска⁶¹. Оваа состојба е проследена со интензивна болка и одложено заздравување, а нејзината појава е директно поврзана со степенот на хируршката траума⁶².

Истражувањата покажуваат дека употребата на пиезохирургија значително ја намалува инциденцијата на алвеолитис, поради минималното оштетување на ткивата и подобрата васкуларизација на раната⁶³. Во спротивност, конвенционалните техники, особено кога се применува прекумерна сила, можат да доведат до поголема деструкција на ткивата и повисок ризик од оваа компликација⁶⁴.

Влијание на хируршката техника врз заздравувањето

Процесот на заздравување по екстракција на заб е комплексен биолошки процес кој вклучува: формирање крвен коагулум, инфламаторна фаза, пролиферација на гранулационо ткиво и ремоделација на коската. Литературата укажува дека степенот на хируршката траума има директно влијание врз сите овие фази⁶⁵.

Пиезохирургијата, поради својата минимална инвазивност, овозможува подобро зачувување на коскената структура и клеточниот интегритет, што резултира со побрзо и поквалитетно заздравување⁶⁶.

Хистолошките студии покажуваат дека коскените дефекти создадени со ултразвучна техника имаат помала некроза, подобра васкуларизација, побрза остеогенеза.

Овие фактори се клучни за успешна регенерација и долгорочен клинички исход⁶⁷.

Инфекции и микробиолошки аспекти

Инфекциите по екстракција на заб се релативно ретки, но можат да имаат сериозни последици доколку не се третираат навремено.

Главни ризик-фактори се: лоша орална хигиена, продолжена хируршка интервенција, голема ткивна траума, присуство на системски заболувања.

Некои студии укажуваат дека пиезохирургијата, поради помалата траума и подобрата циркулација, создава помалку поволна средина за развој на бактерии⁶⁸. Дополнително, кавитациониот ефект на ултразвукот може да има и благ антимикробен ефект⁶⁹.

Тризмус и функционално закрепнување

Тризмусот, односно ограничениот отворање на устата, е честа компликација по хируршки екстракции, особено кај долни трети молари. Тој најчесто е резултат на мускулна иритација, воспалителен едем и механичка траума.

Клиничките студии покажуваат дека пациентите третирани со пиезохирургија имаат значително помал степен на тризмус во споредба со оние третирани со

конвенционални методи⁷⁰. Ова се должи на намалената траума и помалата инфламаторна реакција.

Перцепција на пациентот и квалитет на живот

Во современата стоматологија сè поголемо внимание се посветува на субјективното искуство на пациентот. Параметри како болка, комфор, време на закрепнување, враќање на нормалната функција, се од суштинско значење за процена на успехот на интервенцијата. Студиите покажуваат дека пациентите третирани со пиезохирургија изразуваат поголемо задоволство, помал страв од интервенцијата и побрзо враќање на секојдневните активности⁷¹.

Ова ја прави оваа техника особено атрактивна во современата клиничка практика.

Долгорочни исходи и клиничка стабилност

Иако повеќето студии се фокусираат на краткорочни резултати, долгорочните исходи, исто така, се од големо значење. Литературата укажува дека нема значајна разлика во долгорочната стабилност помеѓу двете техники кај едноставни случаи, но кај сложени случаи пиезохирургијата може да обезбеди подобар квалитет на коска.

Ова е особено важно кај пациенти кај кои се планира имплантолошка терапија⁷².

Општи согледувања од проширената литература

Анализата на современата литература покажува дека пиезохирургијата обезбедува супериорен постоперативен комфор, конвенционалните техники се побрзи и поекономични, изборот на техника мора да биде индивидуализиран и анатомските фактори играат клучна улога. Дополнително, се нагласува дека иднината на оралната хирургија лежи во интеграцијата на минимално инвазивни техники, дигитална дијагностика, персонализиран пристап.

ЦЕЛ НА ТРУДОТ

Главната цел на ова истражување беше да се испита и евалуира ефикасноста на пиезотомот како современ метод при екстракција на заби во бочна регија на горна вилица, односно премолари и молари во непосредна близина на максиларен синус и заби во бочна регија на долна вилица во непосредна близина на мандибуларен канал (p.alveolaris inferior) и да се компарира со конвенционалниот пристап.

Истражувањето беше насочено кон утврдување на тоа дали примената на пиезотомот, како современа минимално инвазивна техника, обезбедува значајно подобрување на постоперативниот комфор на пациентите во однос на намалување на болката, едемот и функционалните ограничувања, во споредба со традиционалните конвенционални методи на екстракција.

Во рамките на истражувањето се анализираат и споредуваат следните клинички аспекти:

- интензитетот и траењето на постоперативната болка
- степенот на постоперативен едем (оток на меките ткива)
- појавата и времетраењето на тризмус (ограничено отворање на устата)
- количината на оперативно крвање
- времетраењето на самата хируршка интервенција
- потребата од постоперативна аналгетска и антиинфламаторна терапија
- зачестеноста на постоперативни компликации (алвеолитис, инфекција и сл.)
- брзината и квалитетот на заздравување на меките и коскените ткива.

Посебен акцент во ова истражување се става на безбедноста при хируршки интервенции во анатомски ризични региони, особено во близина на p.alveolaris inferior, каде што постои зголемен ризик од јатрогени повреди при екстракција на долни молари и премолари. Во овој контекст се разгледува потенцијалната предност на пиезохирургијата во однос на прецизноста и селективноста при работа во близина на важни анатомски структури.

Специфични цели на истражувањето

Во рамките на главната цел, истражувањето има неколку специфични цели:

- да се спореди интензитетот на постоперативна болка помеѓу пиезохируршкиот и конвенционалниот пристап
- да се процени степенот и времетраењето на постоперативен едем
- да се анализира појавата на тризмус и неговото клиничко значење
- да се спореди времетраењето на интервенција кај двата метода
- да се утврди разликата во интраоперативното крвање

- да се процени зачестеноста на постоперативни компликации
- да се анализира потребата од аналгетска терапија по интервенцијата
- да се оцени субјективното задоволство и комфор на пациентите.

Хипотеза на истражувањето

Основната хипотеза на ова истражување е дека пиезохируршкиот пристап при екстракција на заби обезбедува подобри постоперативни клинички резултати во споредба со конвенционалната техника, особено во однос на намалување на болката, едемот и зачестеноста на компликациите, но истовремено е поврзан со подолго времетраење на хируршката интервенција.

Значење на истражувањето

Значењето на ова истражување произлегува од потребата за научно базирана процена на современите хируршки техники во оралната хирургија и нивната практична примена во секојдневната клиничка работа.

Резултатите од истражувањето имаат потенцијал да придонесат кон:

- подобро разбирање на биолошките ефекти од различни хируршки техники
- унапредување на клиничките протоколи во оралната хирургија
- оптимизација на изборот на хируршка техника според клиничката ситуација
- зголемување на безбедноста на пациентите
- намалување на постоперативните компликации
- подобрување на квалитетот на стоматолошката здравствена заштита.

Дополнително, ова истражување може да послужи како основа за понатамошни клинички студии и метаанализи кои ќе придонесат кон стандардизација на минимално инвазивните хируршки пристапи во стоматологијата.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

Дизајн на истражувањето

Ова истражување претставува проспективна, клиничка и компаративна студија, чија основна цел е да се анализираат и споредат клиничките и постоперативните резултати помеѓу две различни хируршки техники за екстракција на заби: конвенционалната метода и пиезохируршката техника.

Истражувањето е дизајнирано како контролирана клиничка студија со две паралелни групи, при што пациентите се распределени според типот на интервенција. Основната идеја е да се добие објективна споредба помеѓу двете техники во реални клинички услови, без влијание на дополнителни експериментални фактори.

Посебен акцент е ставен на анализа на постоперативниот тек, кој во литературата се смета за најважен индикатор за степенот на хируршка траума и биолошкиот одговор на ткивата.

Место, услови на истражување

Истражувањето е спроведено на Клиниката за орална хирургија при ЈЗУ УСКЦ „Св. Пантелејмон“ - Скопје, опремена со современа дијагностичка и хируршка опрема, во која се изведуваат рутински и сложени хируршки интервенции.

Сите процедури се изведувани во строго контролирани клинички услови, со целосно почитување на:

- принципите на асепса и антисепса
- стерилни хируршки протоколи
- стандарди за безбедност на пациент
- современи препораки за орална хирургија

Испитувана популација и примерок

Во истражувањето беа вклучени вкупно $N = 60$ пациенти, кои беа селектирани според однапред дефинирани критериуми.

Пациентите беа поделени во две групи:

- Група I – пиезохируршка група (екстракција со ултразвучен пиезохируршки апарат)
- Група II – конвенционална група (екстракција со класични хируршки инструменти)

Оваа поделба овозможува директна компаративна анализа на клиничките параметри.

Критериуми за вклучување

Во студијата беа вклучени пациенти што ги исполнуваа следните критериуми:

- возраст од 18 до 70 години
- потреба од хируршка екстракција на заби
- добра општа здравствена состојба

Критериуми за исклучување

Од истражувањето беа исклучени:

- пациенти со неконтролирани системски заболувања (дијабетес, кардиоваскуларни заболувања)
- пациенти на антикоагулантна терапија
- пациенти со акутни инфекции во оперативното поле
- бремени и доилки
- пациенти што одбиле да учествуваат

Овие критериуми беа воведени со цел да се минимизираат факторите што можат да влијаат врз процесот на заздравување.

Материјал и користена опрема

Во текот на истражувањето беа користени стоматолошки инструменти и апарати, поделени според типот на техника.

Конвенционална опрема

- микромотор со ротирачки инструменти
- челични и карбидни борери и фрези
- полуги и клешти
- физиолошки раствор за иригација

Овие инструменти се базираат на механичка сила и директна апликација на притисок врз забните и коскените структури.

Пиезохируршка опрема

За пиезохируршката група беше користен современ ултразвучен пиезохируршки апарат кој функционира на принцип на пиезоелектричен ефект.

Системот вклучува:

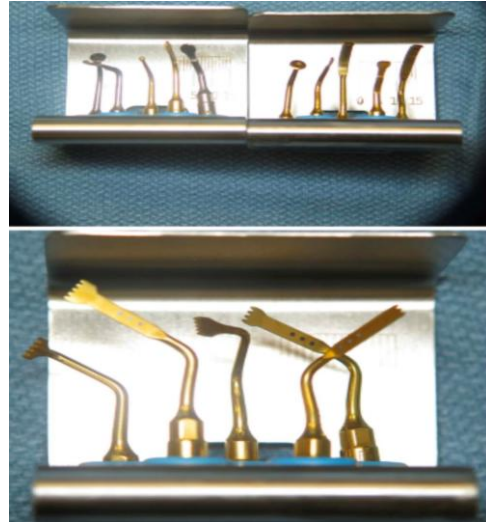
- пиезохируршка единица
- различни хируршки врвови (за остеотомија)
- систем за континуирана иригација со физиолошки раствор
- контролен панел за регулирање на фреквенцијата и интензитетот

Работната фреквенција на апаратот изнесува приближно 25-35 kHz, што овозможува селективно сечење на минерализирано ткиво без оштетување на меките структури.

а)



б)



Слика бр.1 а)Пиезоапарат б)Различни хируршки врвови(наставци)

Предоперативна подготовка

Сите пациенти беа подложени на детална предоперативна процена која вклучуваше:

- клинички стоматолошки преглед
- анализа на медицинска историја
- радиолошка дијагностика
- процена на анатомски ризик-фактори
- информирање на пациентот за процедурата

Пред секоја интервенција беше извршена процена на:

- положба на забот
- однос со анатомски структури
- можни компликации

Процедура

Конвенционална метода

Кај пациентите од конвенционалната група, екстракцијата беше изведена со стандардна техника која вклучува:

- локална анестезија
- апликација на полуга за луксација и ослободување на забот од пародонталните ткива
- апликација на клешта
- по потреба – остеотомија со микромотор и ротирачки борери и фрези
- екстракција со контролирана механичка сила
- киретажа на алвеолата.

Пиезохируршка метода

Кај пиезохируршката група се применуваше следната техника:

- локална анестезија
- селективна остеотомија со пиезоапарат
- постепено ослободување на забот
- минимална употреба на механичка сила
- атрауматско вадење на забот
- зачувување на околните ткива.



Слика бр.2 Екстракција со пиезотом

Постоперативно следење

Пациентите беа следени во три временски точки — првиот, третиот и седмиот ден по хируршката интервенција. Во секоја посета беа евалуирани следните клинички параметри:

Интензитет на болка беше проценуван со помош на Визуелно-аналогна скала (VAS) со вредности од 0 до 10, каде 0 означува целосно отсуство на болка, а 10 означува максимален интензитет на болка неподнослив за пациентот.

Постоперативниот едем беше проценуван преку антропометриско мерење на лицева асиметрија, според три линеарни дистанции: од трагусот до аголот на устата (висина), од трагусот до аголот на мандибулата (ширина) и од трагусот до брадата (длабочина). Мерењата беа изведени со милиметарска скала и за секој пациент беше пресметана средна вредност од трите дистанции, која потоа беше категоризирана во четири степени: 0 — без едем (0 mm), 1 — мал едем (0,1–3 mm), 2 — среден едем (3,1–6 mm) и 3 — голем едем (> 6 mm).

Тризмус беше проценуван преку мерење на максималното интеринцизално отворање на устата (МИО) со милиметарска скала. Степените беа дефинирани според стандардната клиничка класификација: 0 — без тризмус (МИО > 40 mm), 1 — благ тризмус (МИО 30–40 mm), 2 — умерен тризмус (МИО 20–30 mm) и 3 — тежок тризмус (МИО < 10 mm).

Постоперативно крвање беше евалуирано дваесет минути по отстранувањето на стерилната газа и категоризирано според четиристепена скала: 0 — без крвање, 1 — знаци на првично крвање, 2 — минимално свежо крвање и 3 — обилно крвање.

Постоперативни компликации беа регистрирани бинарно (0 — без компликации, 1 — присуство на компликација) и опфаќаа: алвеолитис, инфекција и парестезија.

Времетраење на интервенцијата беше мерено во минути од почетокот на до комплетирањето на процедурата и категоризирано во три интервали: под 30 минути, 30–60 минути и над 60 минути.

Статистичка анализа

Сите податоци беа обработени со примена на дескриптивна и аналитичка статистика. Беа користени следните методи:

- аритметичка средина (Mean)
- стандардна девијација (SD)
- Student t-test за споредба меѓу групи
- χ^2 тест за категоријални податоци
- ниво на статистичка значајност $p < 0,05$.

Етички аспекти

Истражувањето е спроведено во согласност со основните етички принципи за биомедицински истражувања.

Сите пациенти беа:

- целосно информирани за природата на интервенцијата
- запознаени со можните ризици и придобивки
- доброволно вклучени
- заштитени преку анонимизација на податоците.

Истражувањето не предизвикуваше дополнителен ризик над стандардната клиничка практика.

РЕЗУЛТАТИ

Во ова истражување беа опфатени вкупно 60 испитаници, рандомизирано поделени во две еднакви групи со по 30 пациенти. **Група А** ги вклучуваше пациентите кај кои беше применета пиезохируршка техника при екстракција, додека **Група Б** ги опфаќаше пациентите третирани со конвенционален хируршки пристап.

Анализата опфати пациенти кај кои беше изведена екстракција на заби во бочната регија на горната вилица — односно премолари и молари во непосредна анатомска близина на максиларниот синус — како и заби во бочната регија на долната вилица, во непосредна близина на мандибуларниот канал (n. alveolaris inferior).

Постоперативното следење беше спроведено во три временски точки: првиот, третиот и седмиот ден по хируршката интервенција. Во секоја временска точка беа евалуирани следните клинички параметри: интензитет на болка, степен на постоперативен оток, степен на тризмус, присуство на крвавење и појава на компликации. Дополнително беше регистрирано времетраењето на секоја интервенција.

Со цел унифицирана статистичка обработка, сите варијабли беа кодирани согласно однапред дефинирани критериуми и скали на вреднување, прикажани во Табела 1. Во понатамошниот текст резултатите се претставени и анализирани по параметри, со паралелна споредба на наодите помеѓу двете испитувани групи.

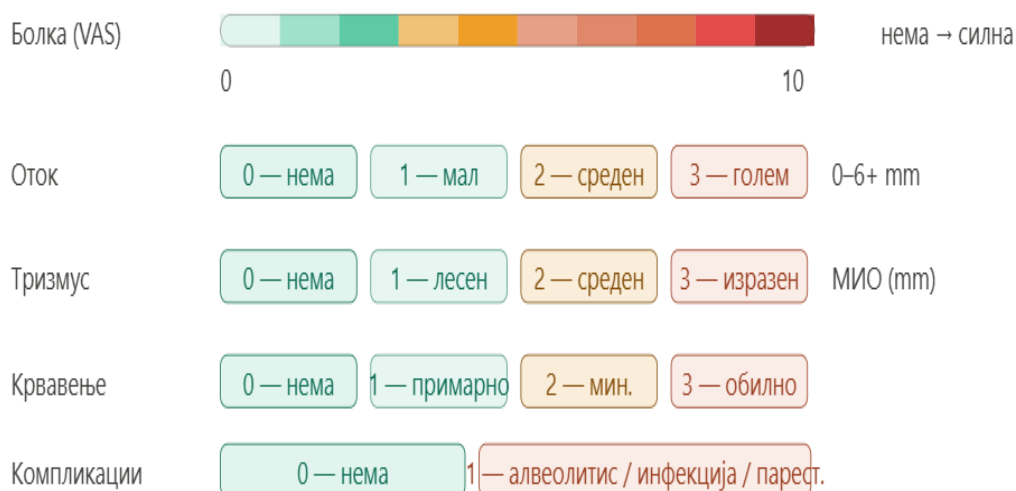
Со цел правилна статистичка обработка и унифицирано прикажување на податоците, сите анализирани варијабли беа кодирани согласно однапред дефинирани критериуми и скали на вреднување.

ВАРИЈАБЛА	КОДИРАЊЕ / ВРЕДНУВАЊЕ
Метод	1 = Пиезохируршка техника (Група А) 2 = Конвенционална техника (Група Б)
Времетраење на интервенција	1 = <30 минути 2 = 30–60 минути 3 = >60 минути
Болка (VAS)	Скала од 0–10
Оток	0 = Нема 1 = Мал 2 = Среден 3 = Голем

Критериуми за оток	Нема = 0 mm Мал = 0,1–3 mm Среден = 3,1–6 mm Голем = >6 mm
Тризмус	0 = Нема 1 = Лесен 2 = Среден 3 = Изразен
Крвањење	0 = Нема 1 = Примарно 2 = Минимално 3 = Обилно
Компликации	0 = Нема 1 = Има

Табела 1. Кодирање и дефинирање на анализираните варијабли

Податоците беа кодирани со цел овозможување унифицирана статистичка обработка и објективна компарација помеѓу испитуваните групи.



Слика 1. Визуелен приказ на скалите за вреднување на постоперативните параметри.

Кодираните варијабли овозможуваат систематска статистичка анализа и објективна споредба помеѓу испитуваните групи.

ПРИМЕРОК-карактеристики

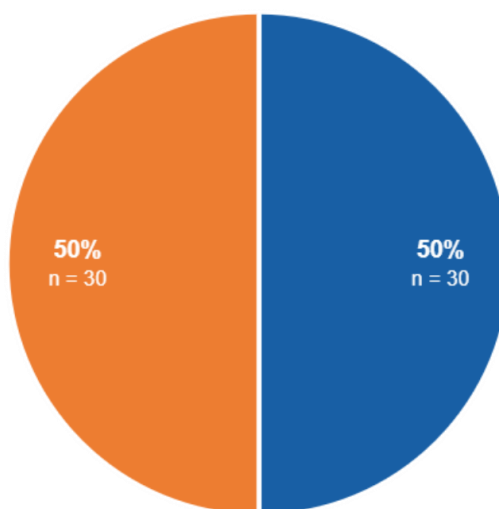
Анализата беше направена на примерокот од пациенти со екстракција на заб како целина $N = 60$ (100%) и поединечно во двете групи — Група А и Група Б — од кои секоја со по $N = 30$ пациенти.

Параметри	Вкупно — N (%)	p
Група А (Пиезохируршка техника)	30 (50%)	p = 1,000
Група Б (Конвенционална техника)	30 (50%)	
Вкупно	60 (100%)	

Difference test; *сигнификантно за $p < 0,05$

Табела бр. 2. Дистрибуција на пациентите според групи

■ Група А — Пиезохируршка техника (n=30) — 50% ■ Група Б — Конвенционална техника (n=30) — 50%



Вкупен примерок: $N = 60$ | $p = 1,000$ (Difference test)

Графикон бр.1. Дистрибуција на примерокот според групи

Во целиот примерок немаше сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на испитаниците од двете групи ($p = 1,000$), што потврдува успешна рандомизација.

КЛИНИЧКИ ПАРАМЕТРИ од интерес

Анализата опфати параметри поврзани со постоперативниот тек, вклучувајќи болка, оток, тризмус, крвање, времетраење на интервенцијата и појава на компликации.

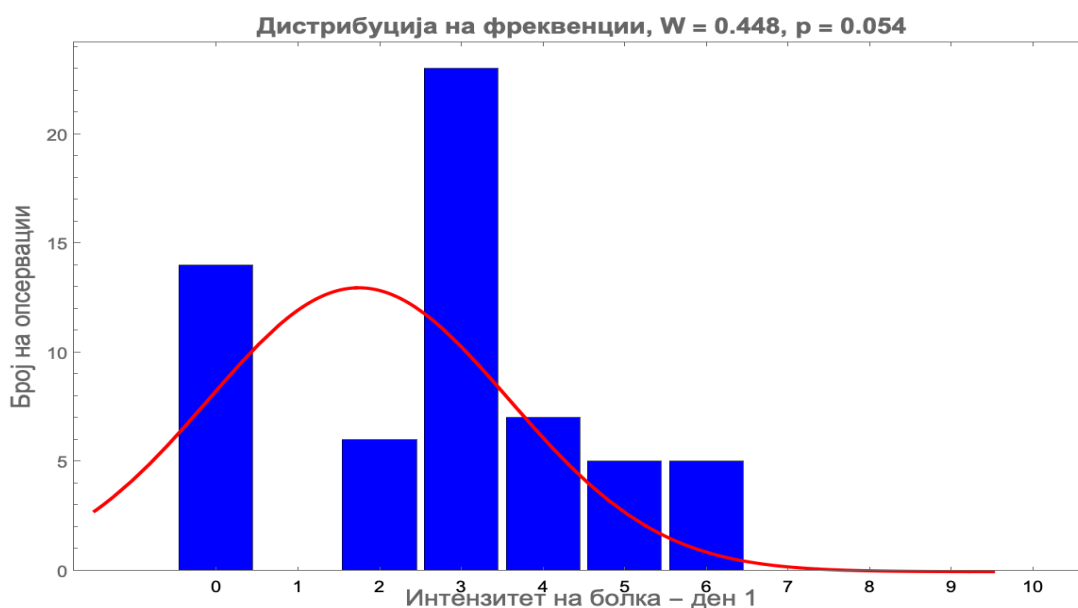
БОЛКА

Постоперативната болка кај пациентите во двете групи беше следена во три временски точки — првиот, третиот и седмиот ден по хируршката интервенција. Интензитетот на болката беше проценуван со помош на Визуелно-аналогна скала (VAS) со вредности од 0 до 10, каде што 0 означува отсуство на болка, а 10 означува максимален интензитет на болка. Резултатите се прикажани табеларно и графички, со цел јасна споредба на наодите помеѓу Група А и Група Б.

Статистичка анализа на болка – ден 1

Дистрибуцијата на интензитетот на болка во првиот постоперативен ден покажа концентрација на вредности во интервалот од 2 до 4, со присуство на помал број нулти вредности и ограничен број повисоки оцени. Визуелната процена укажува на умерена асиметрија на распределбата.

Според резултатите од Shapiro–Wilk тестот ($W = 0,448$, $p = 0,054$), при ниво на статистичка значајност $\alpha = 0,05$ не се утврди статистички значајно отстапување од нормална распределба. Ова укажува дека распределбата на податоците може да се смета за приближно нормална.



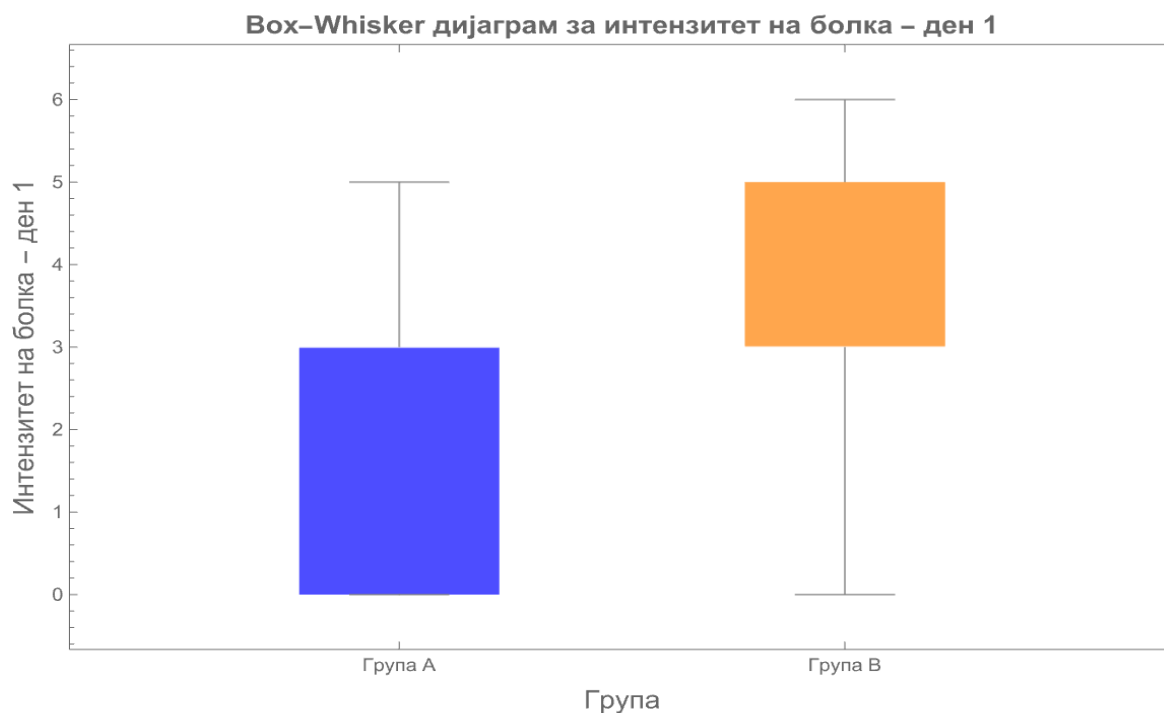
Дијаграм бр.1. Дистрибуција на фреквенции на интензитетот на болка – ден 1

Дистрибуцијата на интензитетот на болка во ден 1 покажува концентрација на вредности околу интервалот 2–4, со релативно голем број нулти вредности и помал број повисоки оценки. Визуелно, распределбата има умерена асиметрија и не е строго симетрична.

Според резултатите од Shapiro–Wilk тестот ($W = 0,448$, $p = 0,054$), при ниво на значајност $\alpha=0,05$, p -вредноста е малку поголема од **0,05**, па **не се отфрла нултата хипотеза за нормална распределба**. Тоа значи дека **нема статистички значајни докази за отстапување од нормалност**.

Група	N	Mean $\pm$ SD	Min – Max	Median (Q1 – Q3)	IQR
Група А	30	2.23 $\pm$ 1.55	0 – 5	3.00 (0.00 – 3.00)	3.00
Група В	30	3.23 $\pm$ 1.99	0 – 6	3.00 (3.00 – 5.00)	2.00
Вкупно	60	2.73 $\pm$ 1.84	0 – 6	3.00 (2.00 – 4.00)	2.00

Табела бр.3. Дескриптивна статистичка анализа на болка во ден 1



Дијаграм 2. Бокс-плот анализа на интензитетот на болка во ден 1 помеѓу Група А и Група Б

Бокс-плотот ја прикажува распределбата на интензитетот на болка во ден 1 за групите А и Б преку медијаната, интерквartilниот ранг (IQR) и екстремните вредности.

За **Група А**, медијаната изнесува 3, при што 50 % од вредностите се распределени во интервалот од 0 до 3 (IQR = 3). Минималната вредност е 0, а максималната 5, што укажува на присуство на пониски вредности и поголема концентрација кон долниот дел од скалата.

За **Група Б**, медијаната исто така е 3, но интерквartilниот ранг е поместен кон повисоки вредности (3 до 5, IQR = 2). Минималната вредност е 0, а максималната 6, што укажува на поширок ранг и генерално повисоки вредности на болка во споредба со група А.

Иако медијаните на двете групи се исти, бокс-плотот покажува дека **распределбата кај група Б е поместена кон повисоки вредности**, со помала присутност на ниски вредности и поголема концентрација околу 3–5. Наспроти тоа, група А има поголема варијабилност во долниот дел од скалата и повеќе ниски вредности (вклучувајќи 0).

Овие визуелни разлики се во согласност со дескриптивната статистика, каде што средната вредност е повисока кај група Б ($3,23 \pm 1,99$) во споредба со група А ($2,23 \pm 1,55$), што укажува на тенденција за повисок интензитет на болка кај пациентите од група Б.

Средната вредност на болка кај Група Б ($3,23 \pm 1,99$) беше повисока во споредба со Група А ($2,23 \pm 1,55$), што дополнително ја потврдува тенденцијата за поизразен постоперативен дискомфорт кај пациентите третирани со конвенционална техника.

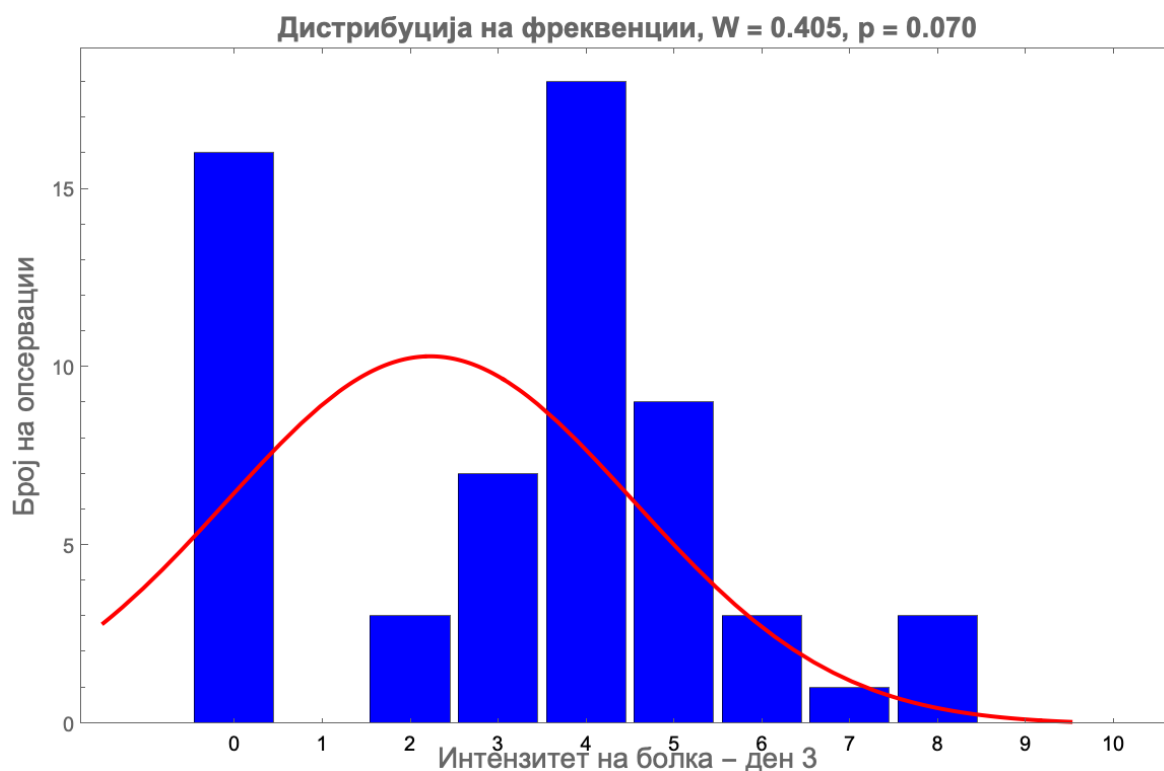
Овие резултати укажуваат дека пациентите третирани со пиезохируршки пристап имаат поповолен ран постоперативен тек, со помал интензитет на болка и помала варијабилност на симптомите во споредба со пациентите третирани со конвенционален метод.

Типот на хируршка техника има влијание врз раниот постоперативен одговор на болка. Пониските вредности на болка кај пациентите од Група А може да се објаснат со минимално инвазивниот карактер на пиезохирургијата, која овозможува попрецизна работа и намалено оштетување на околните ткива. Повисоките вредности кај Група Б укажуваат на поизразен воспалителен и посттрауматски одговор во првите 24 часа по интервенцијата.

Статистичка анализа на болка – ден 3

Дистрибуцијата на интензитетот на болка во третиот ден покажува концентрација на вредности во интервалот од 2 до 5, со помал број ниски вредности и присуство на поединечни повисоки оценки. Визуелната процена укажува на блага асиметрија и умерена варијабилност на распределбата.

Според резултатите од Shapiro–Wilk тестот ($p = 0,070$), при ниво на статистичка значајност $\alpha = 0,05$ не се утврди статистички значајно отстапување од нормална распределба. Иако визуелно се забележува одредена асиметрија, податоците може да се сметаат за приближно нормално распределени.

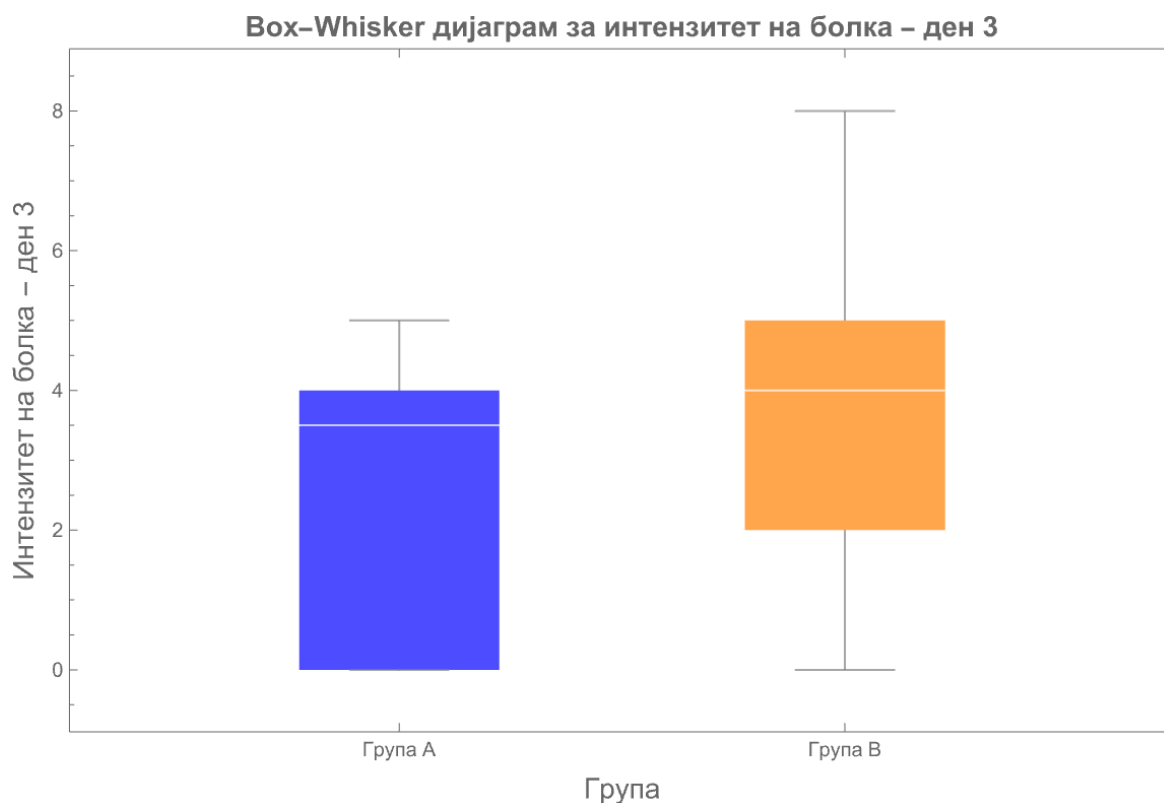


Дијаграм бр.3. Дистрибуција на фреквенции на интензитетот на болка – ден 3

При $\alpha = 0,05$, Shapiro–Wilk тестот не покажува значајно отстапување од нормалност ($p = 0,070$), иако дистрибуцијата визуелно укажува на блага асиметрија и дискретност.

Група	N	Mean $\pm$ SD	Min – Max	Median (Q1 – Q3)	IQR
Група А	30	2.67 $\pm$ 1.88	0 – 5	3.50 (0.00 – 4.00)	4.00
Група В	30	3.77 $\pm$ 2.60	0 – 8	4.00 (2.00 – 5.00)	3.00
Вкупно	60	3.22 $\pm$ 2.31	0 – 8	4.00 (0.00 – 5.00)	5.00

Табела бр.4. Дескриптивна статистичка анализа за болка во ден 3



Дијаграм бр.4. Бокс-плот анализа на интензитетот на болка во ден 3 помеѓу Група А и Група Б

За **Група А**, медијаната е околу 3,5, при што 50 % од вредностите се наоѓаат во интервалот приближно од 0 до 4. Максималната вредност е 5, што укажува дека вредностите се концентрирани во пониски до умерени нивоа на болка.

За **Група Б**, медијаната е повисока (околу 4), а интерквartilниот ранг е поместен кон повисоки вредности (приближно 2 до 5). Дополнително, максималната вредност достигнува 8, што укажува на присуство на повисоки нивоа на болка и поголема варијабилност во однос на група А.

Иако постои преклопување помеѓу двете групи, бокс-плотот јасно укажува дека **распределбата кај група Б е поместена кон повисоки вредности**, што значи дека пациентите од оваа група во просек пријавуваат поголем интензитет на болка во ден 3.

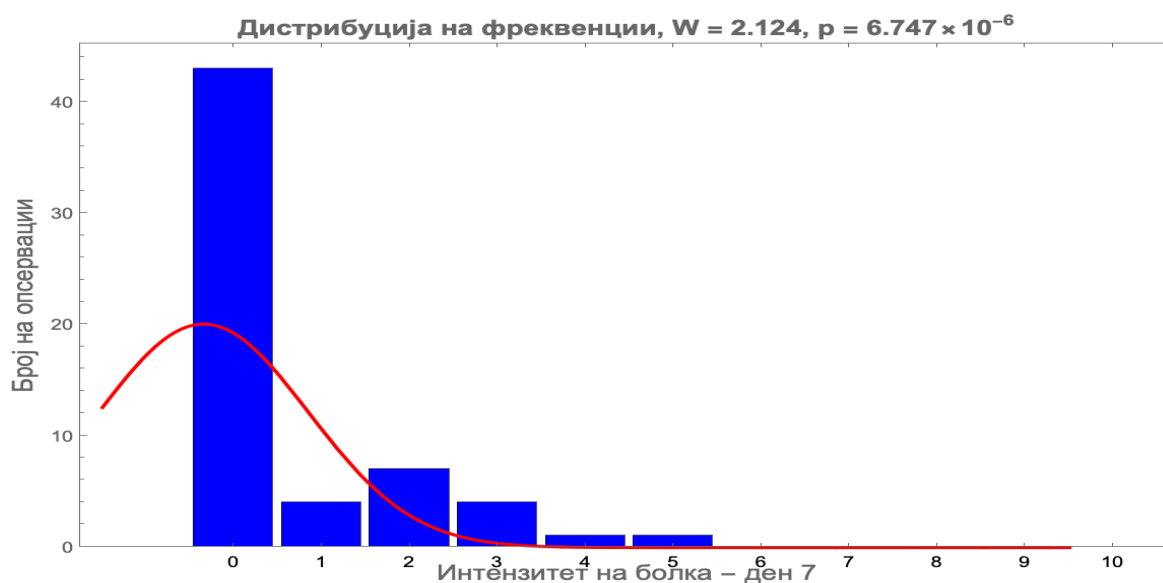
Резултатите сугерираат дека кај двете групи постои тенденција на постепено намалување на болката во споредба со првиот постоперативен ден, што укажува на нормален тек на заздравување. Сепак, кај пациентите од Група Б болката останува поизразена и со поголема варијабилност, што може да биде поврзано со поголема ткивна траума и поизразен воспалителен одговор предизвикан од конвенционалната хируршка техника.

Наспроти тоа, пониските вредности на болка кај пациентите третирани со пиезохируршки пристап дополнително го поддржуваат минимално инвазивниот карактер на оваа метода, која овозможува попрецизна работа со намалено оштетување на околните структури и подобар постоперативен комфор.

Статистичка анализа на болка – ден 7

Дистрибуцијата на интензитетот на болка во седмиот постоперативен ден покажува изразена концентрација на вредности околу 0, со многу мал број повисоки вредности. Ова укажува дека кај најголем дел од пациентите болката значително се намалила или целосно исчезнала до оваа временска точка.

Според резултатите од Shapiro–Wilk тестот ($p < 0,05$), се отфрла нултата хипотеза за нормална распределба, што укажува дека распределбата е статистички значајно ненормална и десно асиметрична. Ваквата распределба е очекувана, имајќи предвид дека најголем дел од пациентите пријавуваат ниски или нулти вредности на болка.



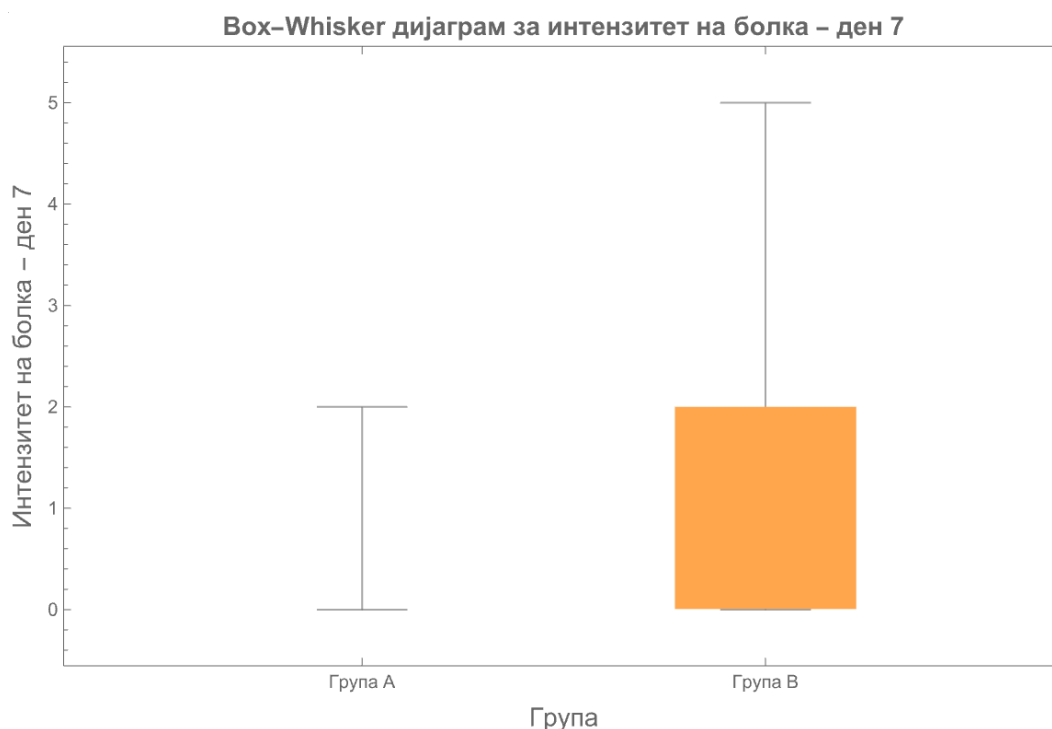
Дијаграм бр. 5. Дистрибуција на фреквенции на интензитетот на болка – ден 7

Дистрибуцијата на интензитетот на болка во ден 7 е силно концентрирана околу вредноста 0, со многу мал број повисоки вредности (до 5). Ова укажува дека кај најголем дел од пациентите болката значително се намалила или исчезнала.

Според Shapiro–Wilk test ($p \ll 0,05$), **се отфрла нултата хипотеза за нормалност**, што значи дека распределбата е **значајно ненормална**, со изразена десна асиметрија (right-skewed).

Група	N	Mean $\pm$ SD	Min – Max	Median (Q1 – Q3)	IQR
Група А	30	0.20 $\pm$ 0.48	0 – 2	0.00 (0.00 – 0.00)	0.00
Група В	30	1.10 $\pm$ 1.49	0 – 5	0.00 (0.00 – 2.00)	2.00
Вкупно	60	0.65 $\pm$ 1.19	0 – 5	0.00 (0.00 – 1.00)	1.00

Табела бр.5. Дескриптивна статистичка анализа за болка во ден 7



Дијаграм бр.6. Бокс-плот анализа на интензитетот на болка во ден 7 помеѓу Група А и Група В

Бокс-плотот за интензитетот на болка во ден 7 покажува дека медијаната кај двете групи е приближно еднаква и изнесува околу 0, што укажува дека кај најголем дел од пациентите болката е минимална или отсутна.

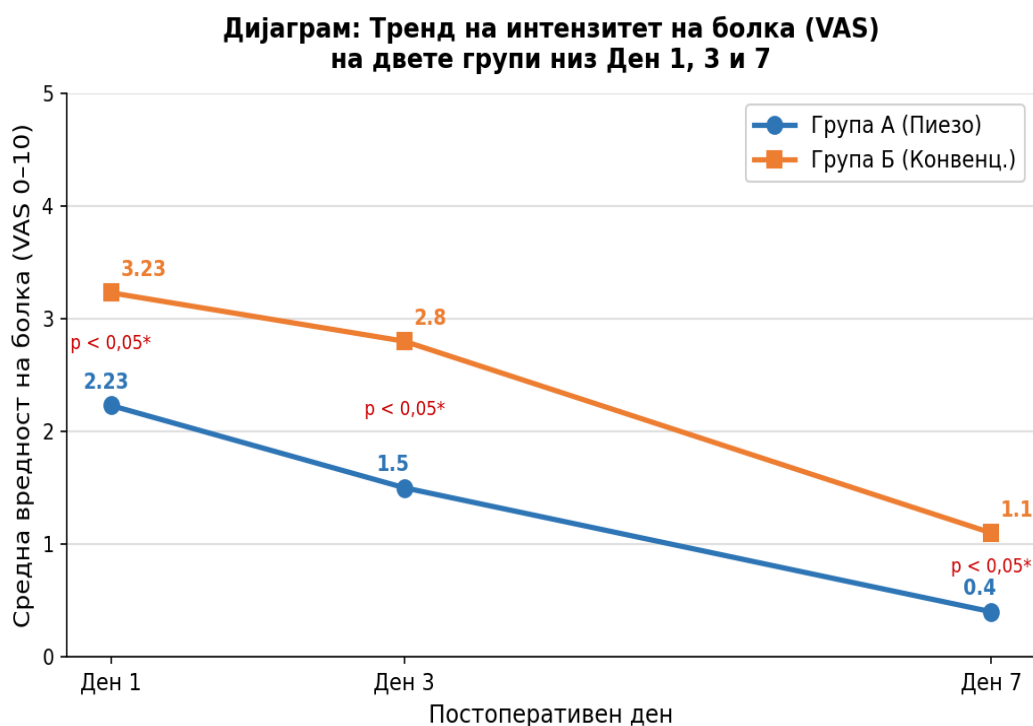
Сепак, распределбата на вредностите се разликува помеѓу групите. Кај група А, интерквартилниот ранг е многу тесен и концентриран околу нула, со максимална вредност до 2, што укажува на мала варијабилност и стабилно ниско ниво на болка.

Наспроти тоа, кај група В интерквartilниот ранг е поширок и се протега кон повисоки вредности, а максималната вредност достигнува до 5, што укажува на поголема дисперзија и присуство на пациенти со повисок интензитет на болка.

Иако медијаната е иста во двете групи, бокс-плотот јасно покажува дека група В има поизразена варијабилност и поголем распон на вредности, што укажува на задржување на болката кај дел од пациентите во оваа група.

Резултатите покажуваат дека до седмиот постоперативен ден кај најголем дел од пациентите се забележува значително намалување или целосно повлекување на болката, што укажува на нормален тек на заздравување. Сепак, пациентите третирани со конвенционална техника задржуваат нешто повисоки вредности и поголема варијабилност на болка во споредба со пациентите од Група А. Овие наоди дополнително сугерираат дека пиезохируршкиот пристап овозможува подобар постоперативен комфор и побрзо функционално заздравување поради намалената ткивна траума и попрецизното хируршко дејство врз коскениот ткиво.

СПОРЕДБЕНА АНАЛИЗА ЗА БОЛКА ПО ДЕНОВИ ЗА ИСТА ГРУПА



Дијаграм бр.7. Тренд на средна вредност на интензитет на болка (VAS) — Група А и Група Б

Параметар	Група А (Пиезо)	Група Б (Конвенц.)	р-вредност
VAS Ден 1 (Mean ± SD)	2,23 ± 1,55	3,23 ± 1,99	p < 0,05*
VAS Ден 3 (Mean ± SD)	1,50 ± 1,20	2,80 ± 1,80	p < 0,05*
VAS Ден 7 (Mean ± SD)	0,40 ± 0,70	1,10 ± 1,30	p < 0,05*

Табела бр. 6. Дескриптивна статистичка анализа на интензитетот на болка (VAS) по групи и временски точки

*сигнификантно за $p < 0,05$ (Mann-Whitney U-тест)

Линискиот тренд графикон јасно ја илустрира постепената редукција на болката кај двете групи низ трите мерни точки. Група А (пиезохируршка техника) покажува конзистентно пониски вредности на болка во сите временски точки (Ден 1: 2,23; Ден 3: 1,50; Ден 7: 0,40), споредено со Група Б (Ден 1: 3,23; Ден 3: 2,80; Ден 7: 1,10). Разликата е статистички значајна во сите точки ($p < 0,05$), а трендот потврдува побрзо закрепнување кај пиезохируршката група.

Ден	N	Mean ± SD	Min – Max	Median (Q1 – Q3)	IQR
Ден 1	30	2.23 ± 1.55	0 – 5	3.00 (0.00 – 3.00)	3.00
Ден 3	30	2.67 ± 1.88	0 – 5	3.50 (0.00 – 4.00)	4.00
Ден 7	30	0.20 ± 0.48	0 – 2	0.00 (0.00 – 0.00)	0.00

Табела бр.7. Дескриптивна статистичка анализа за болка по денови за пациенти од Група А

	Comparison	Wilcoxon W	p-value	Bonferroni adjusted p-value	Significant after Bonferroni
0	Day 1 vs Day 3	16.5	0.038504	0.115512	False
1	Day 1 vs Day 7	0.0	0.000030	0.000089	True
2	Day 3 vs Day 7	0.0	0.000047	0.000141	True

Табела бр.8. Post-hoc анализа на интензитетот на болка по денови (Wilcoxon signed-rank тест со Bonferroni корекција) за Група А

За да се испита промената на интензитетот на болка кај пациентите од група А низ трите временски точки (ден 1, ден 3 и ден 7), беше применет Friedman тест како непараметарски тест за зависни примероци.

Добиените резултати покажаа статистички значајна разлика помеѓу деновите ($\chi^2 = 37,41$, $p < 0,001$), што укажува дека интензитетот на болка значајно се менува со текот на времето.

Со цел да се утврди помеѓу кои временски точки постојат разлики, беше спроведена дополнителна post-hoc анализа со Wilcoxon signed-rank тест, при што беше применета Bonferroni корекција за контрола на грешката од повеќекратни споредби.

Во овој контекст, p_{adj} ја означува коригираната p -вредност добиена со Bonferroni методот, при што оригиналната p -вредност се множи со бројот на извршени споредби со цел да се контролира вкупната веројатност за грешка од тип I.

Резултатите покажаа дека не постои статистички значајна разлика помеѓу ден 1 и ден 3 ($p_{adj} = 0,116$), што укажува дека промената на болката во раната фаза не е доволно изразена. Наспроти тоа, беше утврдена статистички значајна разлика помеѓу ден 1 и ден 7 ($p_{adj} < 0,001$), како и помеѓу ден 3 и ден 7 ($p_{adj} < 0,001$), што јасно укажува на значајно намалување на интензитетот на болка во подоцнежниот период.

Ваквите резултати сугерираат дека болката кај пациентите не се менува значајно во првите неколку дена по интервенцијата, но потоа доаѓа до изразено подобрување до седмиот ден. Со други зборови, процесот на закрепнување се одвива постепено, при што најголемо намалување на болката се јавува во периодот помеѓу третиот и седмиот ден.

Ден	N	Mean $\pm$ SD	Min – Max	Median (Q1 – Q3)	IQR
Ден 1	30	3.23 $\pm$ 1.99	0 – 6	3.00 (3.00 – 5.00)	2.00
Ден 3	30	3.77 $\pm$ 2.60	0 – 8	4.00 (2.00 – 5.00)	3.00
Ден 7	30	1.10 $\pm$ 1.49	0 – 5	0.00 (0.00 – 2.00)	2.00

Табела бр. 9. Дескриптивна статистичка анализа за болка по денови за пациенти од Група Б

	Comparison	Wilcoxon W	p-value	Bonferroni adjusted p-value	Significant after Bonferroni
0	Day 1 vs Day 3	71.0	0.116101	0.348304	False
1	Day 1 vs Day 7	0.0	0.000022	0.000065	True
2	Day 3 vs Day 7	0.0	0.000020	0.000060	True

Табела бр.10. Post-hoc анализа на интензитетот на болка по денови (Wilcoxon signed-rank тест со Bonferroni корекција) за Група Б

Фридмановиот тест покажува дека постои статистички значајна разлика во интензитетот на болката помеѓу трите временски точки ($\chi^2 = 35,5652$, $p < 0,001$). Ова значи дека болката не останува константна со текот на времето, туку значајно се менува низ деновите.

Пост-хок анализата со Wilcoxon signed-rank тест со Bonferroni корекција дава подетален увид во тие разлики. Помеѓу ден 1 и ден 3 не е утврдена статистички значајна разлика ($p_{adj} = 0,348$), што укажува дека иако може да постои одредена промена, таа не е доволно изразена за да биде статистички значајна.

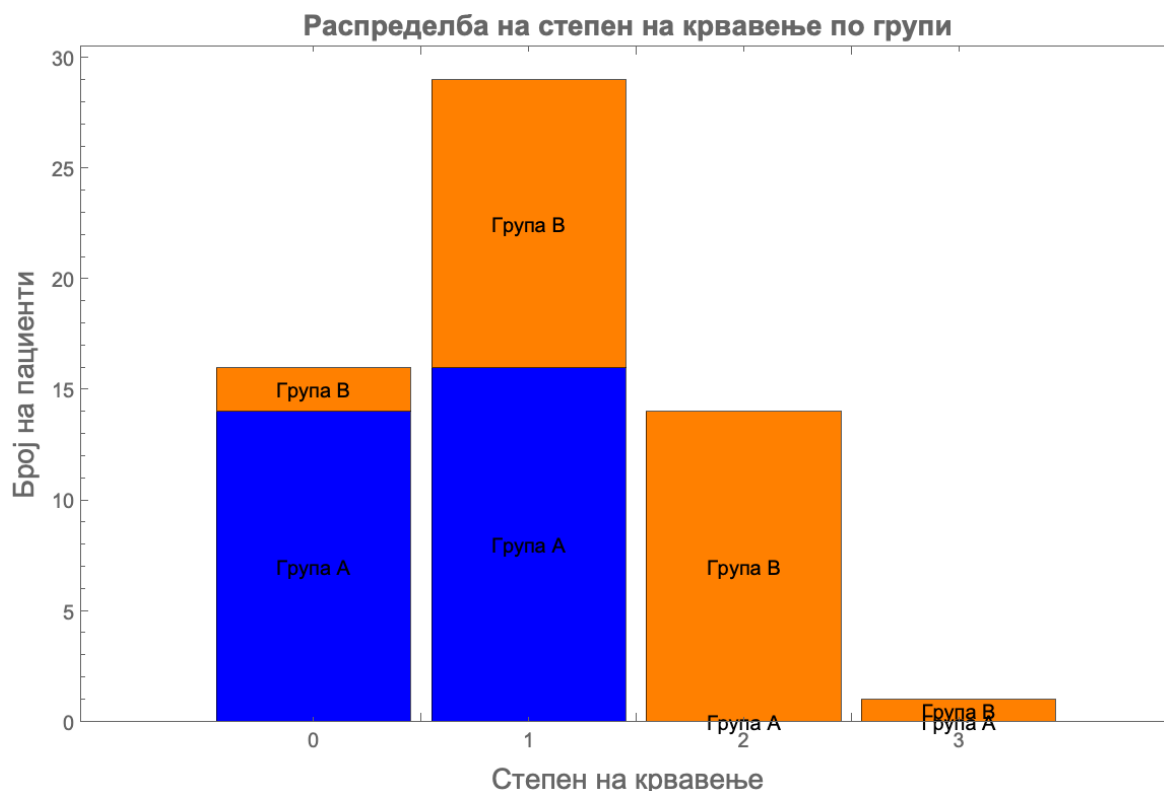
Од друга страна, споредбата помеѓу ден 1 и ден 7 покажува високо статистички значајна разлика ($p_{adj} = 0,000065$), што укажува на значително намалување на болката со текот на времето. Слично, и помеѓу ден 3 и ден 7 е утврдена значајна разлика ($p_{adj} = 0,000060$), што дополнително потврдува дека болката значително се редуцира до седмиот ден.

Сумирано, резултатите укажуваат дека кај Група Б постои јасен тренд на намалување на болката со текот на времето, при што најзначајното подобрување се јавува до ден 7. Воедно, отсуството на значајна разлика помеѓу ден 1 и ден 3 сугерира дека во раниот постоперативен период болката останува на слично ниво, а потоа следува изразено опаѓање.

Во однос на постоперативната болка, и двете групи покажуваат сличен временски тек со значајно намалување до седмиот ден, при што конвенционалната техника е асоцирана со повисок интензитет на болка во сите временски точки во споредба со пиезохируршката техника.

КРВАВЕЊЕ

Постоперативното крвање беше евалуирано во првиот ден по интервенцијата. Степенот на крвање беше проценет според стандардизирана скала: 0 — без крвање, 1 — примарно крвање, 2 — минимално свежо крвање и 3 — обилно крвање. Резултатите се прикажани табеларно и графички, со цел јасна споредба на распределбата на степените на крвање помеѓу Група А и Група Б.



Дијаграм бр.8. Споредбена распределба на степенот на крвање помеѓу Група А и Група Б

На сликата е прикажан **stacked bar chart (сложен столбест дијаграм)** кој ја илустрира распределбата на пациентите по степен на крвање (дискретна скала 0–3) за двете групи (А и Б).

Од графиконот јасно се забележува дека кај **Група А доминираат ниските вредности на крвање**, особено категоријата 0 (без крвање) и делумно категоријата 1 (примарно крвање). Во оваа група речиси и да нема пациенти со повисоки степени на крвање (2), што укажува на поволна клиничка состојба.

Наспроти тоа, **Група Б покажува поширока распределба**, со значајно присуство на пациенти во категориите 2 и 3. Особено е забележливо дека категоријата 2 (минимално крвање) е застапена исклучиво или доминантно

во оваа група, а исто така постои и појава на категорија 3 (обилно крвање) кое целосно отсуствува кај група А.

Табела: χ^2 -тест за независност - Крвање по групи
 $\chi^2 = 11,47$, $df = 3$, $p = 0,009^*$

Степен на крвање	Група А (Пиезо)	Група Б (Конвенц.)	Вкупно
Степен 0 (без крвање)	16 (53,3%)	6 (20,0%)	22
Степен 1 (примарно)	12 (40,0%)	10 (33,3%)	22
Степен 2 (минимално)	2 (6,7%)	10 (33,3%)	12
Степен 3 (обилно)	0 (0,0%)	4 (13,3%)	4
Вкупно	30 (100%)	30 (100%)	60

Табела бр.11. χ^2 -тест за независност — Степен на крвање по групи

Степен	Група А	Очекувано А	Група Б	Очекувано Б	Вкупно
0 — без	16 (53,3%)	11,0	6 (20,0%)	11,0	22
1 — примарно	12 (40,0%)	11,0	10 (33,3%)	11,0	22
2 — минимално	2 (6,7%)	6,0	10 (33,3%)	6,0	12
3 — обилно	0 (0,0%)	2,0	4 (13,3%)	2,0	4
Вкупно	30	—	30	—	60

Табела бр.12. Детална χ^2 -табела

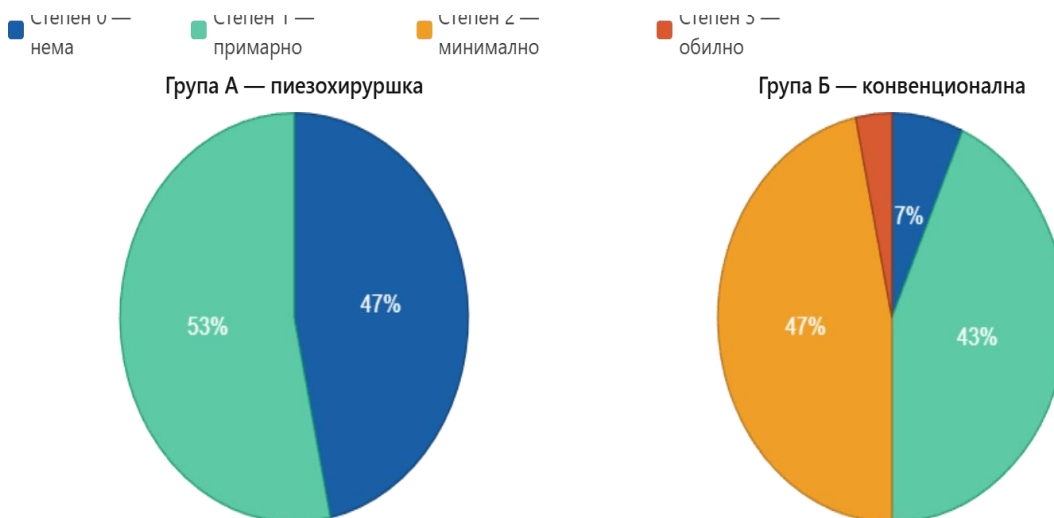
Анализата на постоперативното крвање покажа статистички значајна разлика во распределбата на степени меѓу групите ($\chi^2 = 11,47$, $df = 3$, $p = 0,009$). Група А е доминантно застапена во категориите со низок степен (0 и 1 = вкупно 93,3%), додека Група Б покажува значителна застапеност во категориите 2 и 3 (вкупно 46,6%). Вредноста на Cramer's V = 0,44 укажува на средна до голема јачина на ефектот. Обилно крвање (степен 3) е забележано исклучиво во Група Б (4 пациенти, 13,3%) и целосно отсуствува кај пиезохируршката група.

Овие разлики укажуваат дека **Групата Б има повисок степен на крвање и поголема варијабилност**, додека **групата А е концентрирана кон пониски и клинички поблаги состојби**.

Категорија	Група А (n=30)	Група В (n=30)	Вкупно (n=60)
Нема крвање (0)	14 (46.7%)	2 (6.7%)	16 (26.7%)
Примарно крвање (1)	16 (53.3%)	13 (43.3%)	29 (48.3%)
Минимално крвање (2)	0 (0.0%)	14 (46.7%)	14 (23.3%)
Обилно крвање (3)	0 (0.0%)	1 (3.3%)	1 (1.7%)

Табела бр.13. Процентуална распределба на степен на крвање по групи

Група А е доминантно застапена во категориите 0 и 1, додека Група Б има значајна застапеност во категориите 2 и 3, што укажува на повисок степен на крвање кај оваа група.

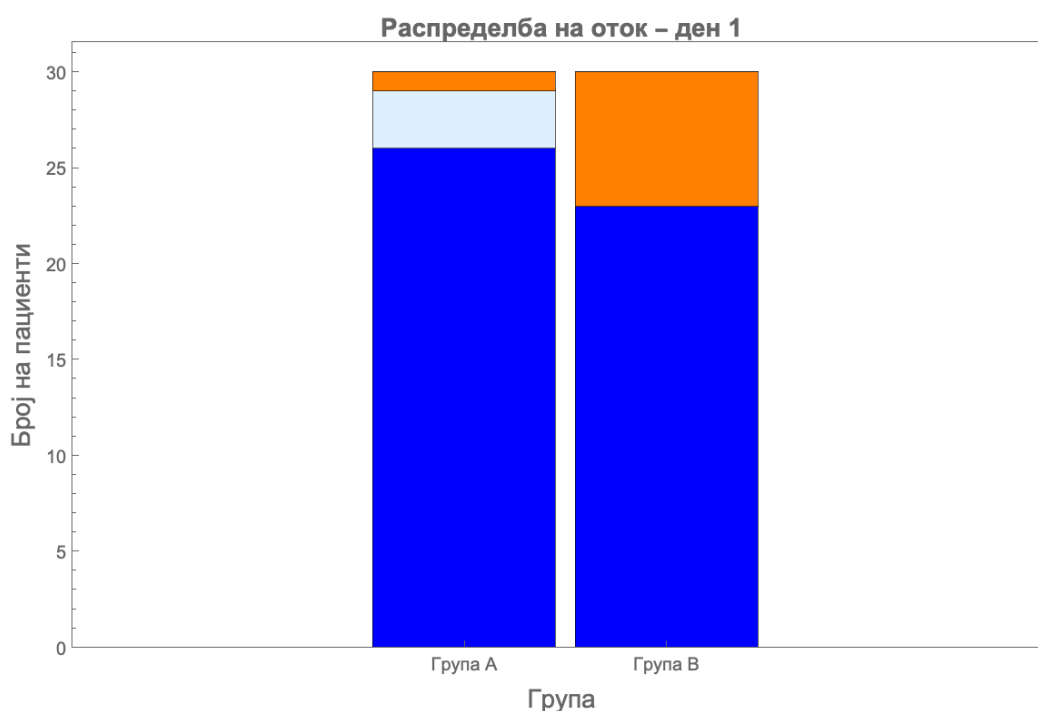


Графикон бр.2. Дистрибуција на степенот на постоперативно крвање по групи.

Овие резултати укажуваат дека Група Б е поврзана со повисок степен на постоперативно крвање во споредба со Група А.

ПОСТОПЕРАТИВЕН ОТОК (ЕДЕМ)

Постоперативниот едем кај пациентите во двете групи беше анализиран во три временски точки — првиот, третиот и седмиот ден по интервенцијата. Степенот на едемот беше проценуван според претходно дефинираната четиристепена скала (0 — без едем, 1 — мал, 2 — среден, 3 — голем), врз основа на антропометриско мерење на лицевата асиметрија. Резултатите се прикажани табеларно и графички, со цел јасна споредба на наодите помеѓу Група А и Група Б.



Дијаграм бр.9. Споредбена распределба на степенот на оток помеѓу Група А и Група Б - ден 1

Категорија	Група А (n=30)	Група В (n=30)	Вкупно (n=60)
Нема оток (0)	26 (86.7%)	23 (76.7%)	49 (81.7%)
Мал оток (1)	3 (10.0%)	0 (0.0%)	3 (5.0%)
Среден оток (2)	1 (3.3%)	7 (23.3%)	8 (13.3%)
Голем оток (3)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

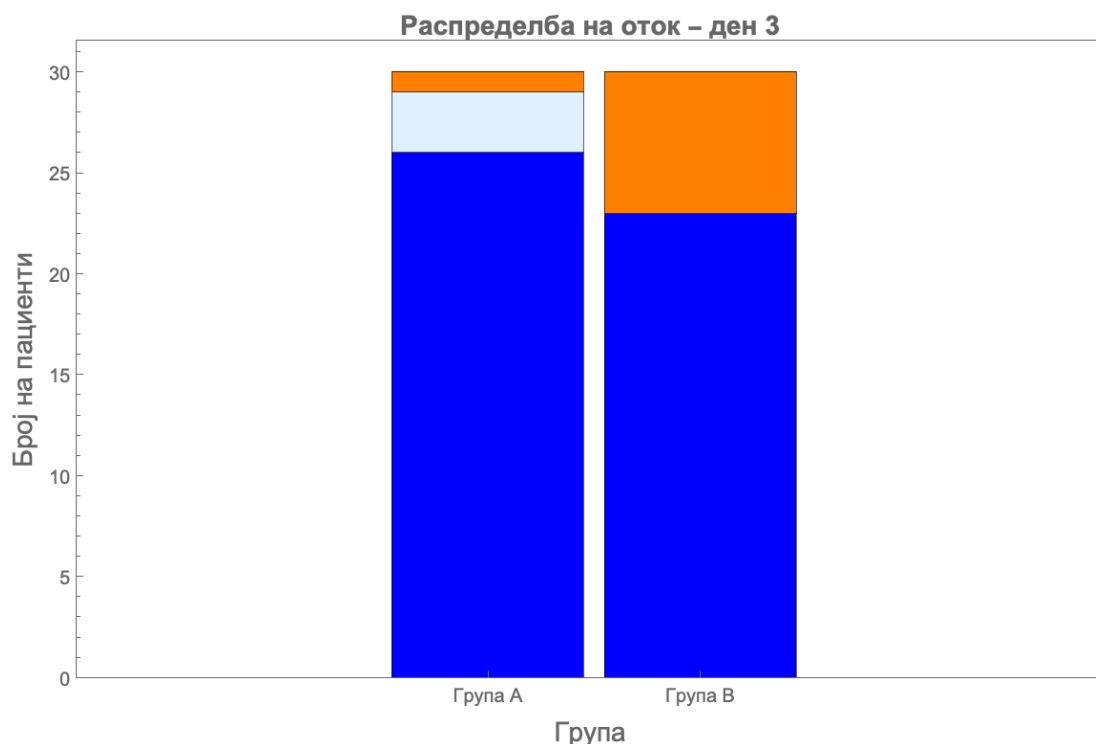
Табела бр.14. Процентуална распределба на оток во ден 1 по групи

Распределбата на отокот во ден 1 покажува дека во двете групи доминира категоријата **без оток (0)**, но со различна застапеност. Во Група Б, 26 пациенти (86,7 %) немаат оток, додека во Група А оваа категорија е нешто помалку застапена со 23 пациенти (76, 7%). Ова укажува дека и двете групи генерално имаат благ постоперативен тек во однос на отокот.

Кај **мал оток (1)**, оваа состојба се јавува исклучиво во Група А (10,0 %), додека во Група Б не е забележан ниту еден пациент со ваков степен на оток. Наспроти тоа, **среден оток (2)** е значително поизразен кај Група Б (23,3 %), додека во Група А се јавува само кај еден пациент (3,3 %). Ова укажува на поголема тенденција за поизразен оток кај група Б.

Не е забележан **голем оток (3)** во ниту една од групите, што укажува дека ниту еден пациент не развил тешка форма на оток во ден 1.

Иако отокот во ден 1 генерално е слаб кај двете групи, Група Б покажува поголема застапеност на повисоки степени на оток (особено среден оток), додека Група А е повеќе концентрирана во пониските категории (без или мал оток). Ова укажува на нешто понеповолен клинички профил кај Група В во однос на постоперативниот оток во раната фаза.



Дијаграм бр.10 Споредбена распределба на степенот на оток помеѓу Група А и Група Б - ден 3

Категорија	Група А (n=30)	Група В (n=30)	Вкупно (n=60)
Нема оток (0)	26 (86.7%)	23 (76.7%)	49 (81.7%)
Мал оток (1)	3 (10.0%)	0 (0.0%)	3 (5.0%)
Среден оток (2)	1 (3.3%)	7 (23.3%)	8 (13.3%)
Голем оток (3)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

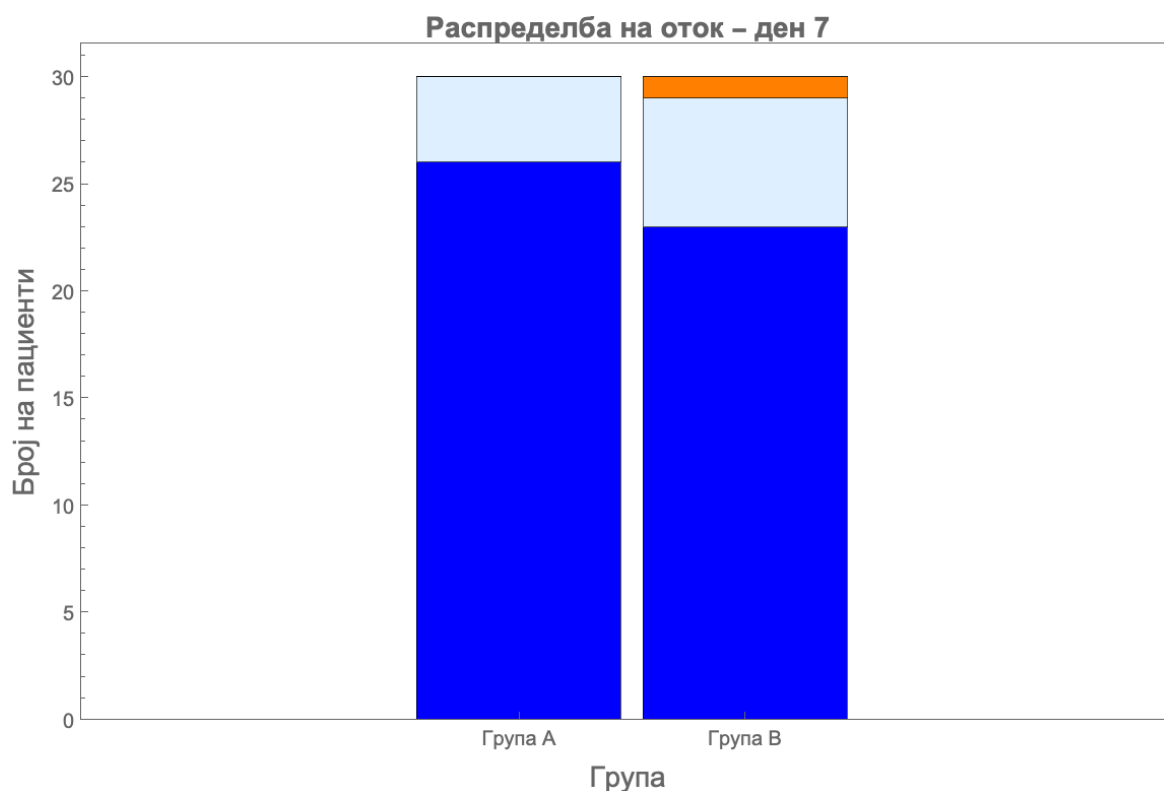
Табела бр.15. Процентуална распределба на оток во ден 3 по групи

Распределбата на отокот во ден 3 покажува дека во двете групи и понатаму доминира категоријата **без оток (0)**. Во Група А, 26 пациенти (86,7 %) немаат оток, додека во Група Б оваа категорија е застапена кај 23 пациенти (76,7 %). Ова укажува дека кај најголемиот дел од пациентите отокот е минимален или целосно отсутен и во оваа фаза.

Кај **мал оток (1)**, оваа состојба се јавува само во Група А (10,0 %), додека во Група Б не е забележана. Наспроти тоа, **среден оток (2)** е значително поизразен кај Група Б (23,3 %), додека во Група А се јавува само кај еден пациент (3,3 %). Ова повторно укажува на поголема застапеност на повисоки степени на оток кај Група Б.

Не е регистриран **голем оток (3)** во ниту една од групите, што значи дека не се јавуваат тешки форми на оток во ден 3.

Резултатите за ден 3 се многу слични со оние од ден 1: иако отокот е генерално низок кај двете групи, Група Б покажува поголема тенденција кон поизразен (среден) оток, додека Група А останува концентрирана во пониските категории (без или мал оток). Ова укажува на конзистентно понеповолен профил кај Група Б во однос на постоперативниот оток и во оваа временска точка.



Дијаграм бр.11. Споредбена распределба на степенот на оток помеѓу Група А и Група В - ден 7

Категорија	Група А (n=30)	Група В (n=30)	Вкупно (n=60)
Нема оток (0)	26 (86.7%)	23 (76.7%)	49 (81.7%)
Мал оток (1)	4 (13.3%)	6 (20.0%)	10 (16.7%)
Среден оток (2)	0 (0.0%)	1 (3.3%)	1 (1.7%)
Голем оток (3)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

Табела бр.16. Процентуална распределба на оток во ден 7 по групи

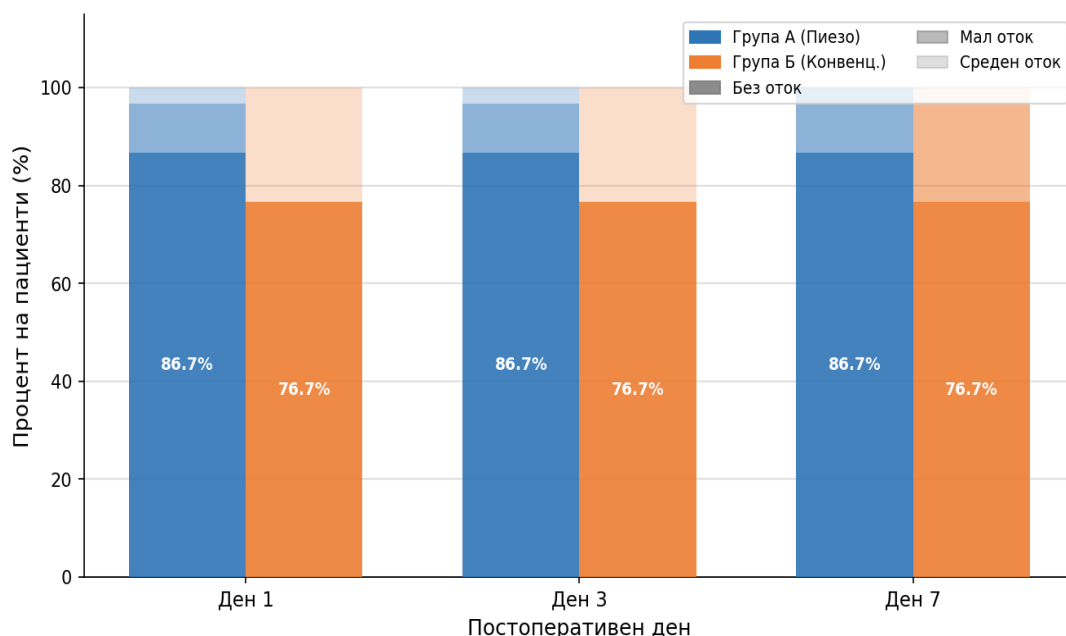
Распределбата на отокот во ден 7 покажува дека кај двете групи доминира категоријата **без оток (0)**, што укажува на значително повлекување на отокот кај пациентите. Во Група А, 26 пациенти (86,7 %) немаат оток, додека во Група В оваа категорија е застапена кај 23 пациенти (76,7 %), што укажува на сличен тренд на подобрување, но со нешто подобра состојба кај Група А.

Кај **мал оток (1)**, оваа состојба е почеста кај Група В (20,0 %) во споредба со Група А (13,3 %), што укажува дека дел од пациентите во Група В сè уште имаат блага форма на оток. **Среден оток (2)** е речиси целосно отсутен и се јавува

само кај еден пациент во Група Б (3,3 %), додека во Група А не е забележан. Не е регистриран **голем оток (3)** во ниту една од групите.

Резултатите покажуваат дека до седмиот ден отокот значително се намалува кај двете групи, со доминантно присуство на пациенти без оток. Сепак, Група Б задржува малку повисока застапеност на благи форми на оток, што укажува на нешто побавно повлекување на симптомите во споредба со Група А.

Дијаграм: Споредба на степен на оток на двете групи низ Ден 1, 3 и 7



Дијаграм бр.12. Споредба на степен на оток — Група А и Група Б, Ден 1, 3 и 7

Степен на оток	А Ден 1	Б Ден 1	А Ден 3	Б Ден 3	А Ден 7	Б Ден 7
Без едем (0)	86,7%	76,7%	86,7%	76,7%	86,7%	76,7%
Мал едем (1)	10,0%	0,0%	10,0%	0,0%	13,3%	20,0%
Среден едем (2)	3,3%	23,3%	3,3%	23,3%	0,0%	3,3%
Голем едем (3)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Табела бр.17: Процентуална споредба на оток по денови и групи

Споредбениот дијаграм ја потврдува конзистентно пониската инциденца на оток кај Група А во сите три мерни точки. Во Ден 1 и Ден 3, категоријата среден оток (2) е застапена исклучиво кај Група Б (23,3%), додека кај Група А практично отсуствува (3,3%). До Ден 7, отокот значително се намалува во двете

групи, но Група Б задржува поголема застапеност на благи форми (20,0% vs 13,3%). χ^2 -тестот покажува значајна разлика во распределбата на степени на оток меѓу групите ($p < 0,05$).

Севкупно, резултатите укажуваат дека постоперативниот оток е помалку изразен кај Група А во споредба со Група Б.

ТРИЗМУС

Тризмусот кај пациентите во двете групи беше анализиран во три временски точки — првиот, третиот и седмиот ден по хируршката интервенција. Степенот на тризмусот беше проценуван според стандардизирана скала: 0 — без тризмус, 1 — лесен тризмус, 2 — среден тризмус и 3 — изразен тризмус, дефинирани врз основа на клиничко мерење на максималното отворање на устата. Резултатите се прикажани табеларно и графички, со цел јасна споредба на наодите помеѓу Група А и Група Б.

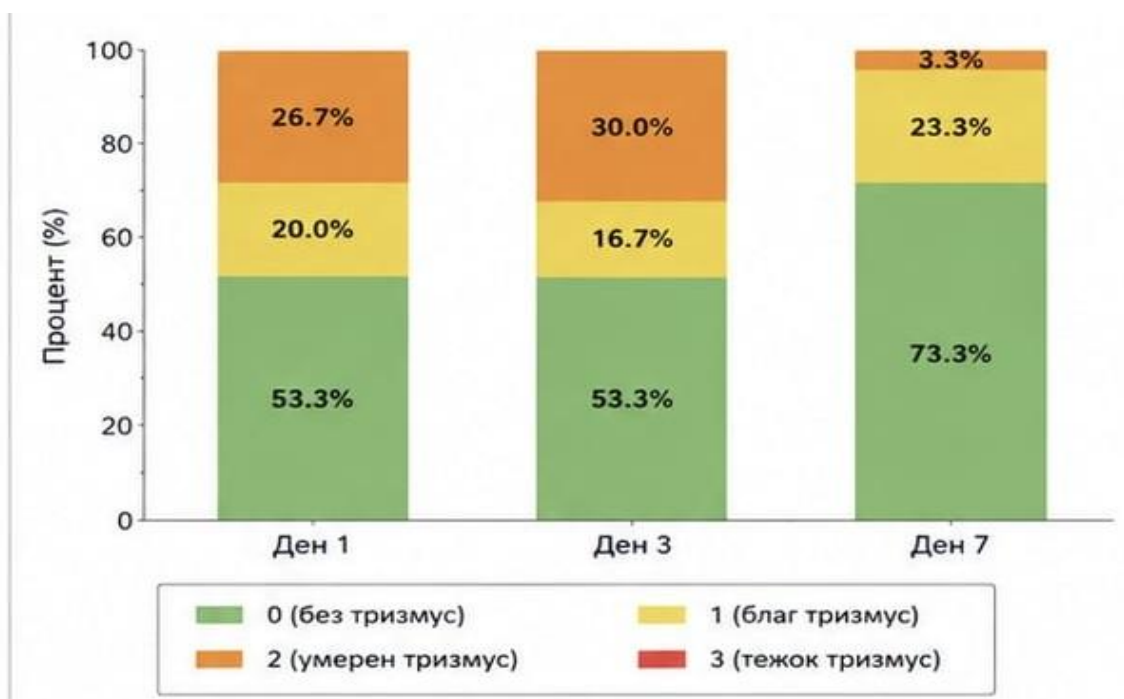
ГРУПА А						
Степен	Степен на тризмус (1–3 степен)					
	Ден 1		Ден 3		Ден 7	
	п	%	п	%	п	%
0 (без тризмус)	23	76.7%	26	86.7%	27	90.0%
1 (благ тризмус)	7	23.3%	4	13.3%	3	10.0%
2 (умерен тризмус)	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
3 (тежок тризмус)	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Вкупно	30	100%	30	100%	30	100%

Табела бр.18. Процентуална распределба на степен на тризмус по денови – Група А

Во Група А, во сите анализирани временски точки доминира категоријата без тризмус (0). Во ден 1 е забележана минимална застапеност на благ тризмус (1), додека умерен (2) и тежок тризмус (3) не се регистрирани.

Во ден 3 се забележува дополнително намалување на присуството на благ тризмус, а до ден 7 најголемиот дел од пациентите се без ограничување во отворањето на устата.

Овие резултати укажуваат на минимална појава на постоперативен тризмус и брзо повлекување на симптомите кај Група А.



Дијаграм бр.13. Степен на тризмус по денови – Група А

Приказот ја потврдува доминацијата на категоријата без тризмус (0) во сите временски точки, со постепено намалување на благите форми на тризмус до седмиот ден.

ГРУПА В						
Степен	Степен на тризмус (1–3 степен)					
	Ден 1		Ден 3		Ден 7	
	п	%	п	%	п	%
0 (без тризмус)	16	53.3%	16	53.3%	22	73.3%
1 (благ тризмус)	6	20.0%	5	16.7%	7	23.3%
2 (умерен тризмус)	8	26.7%	9	30.0%	1	3.3%
3 (тежок тризмус)	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Вкупно	30	100%	30	100%	30	100%

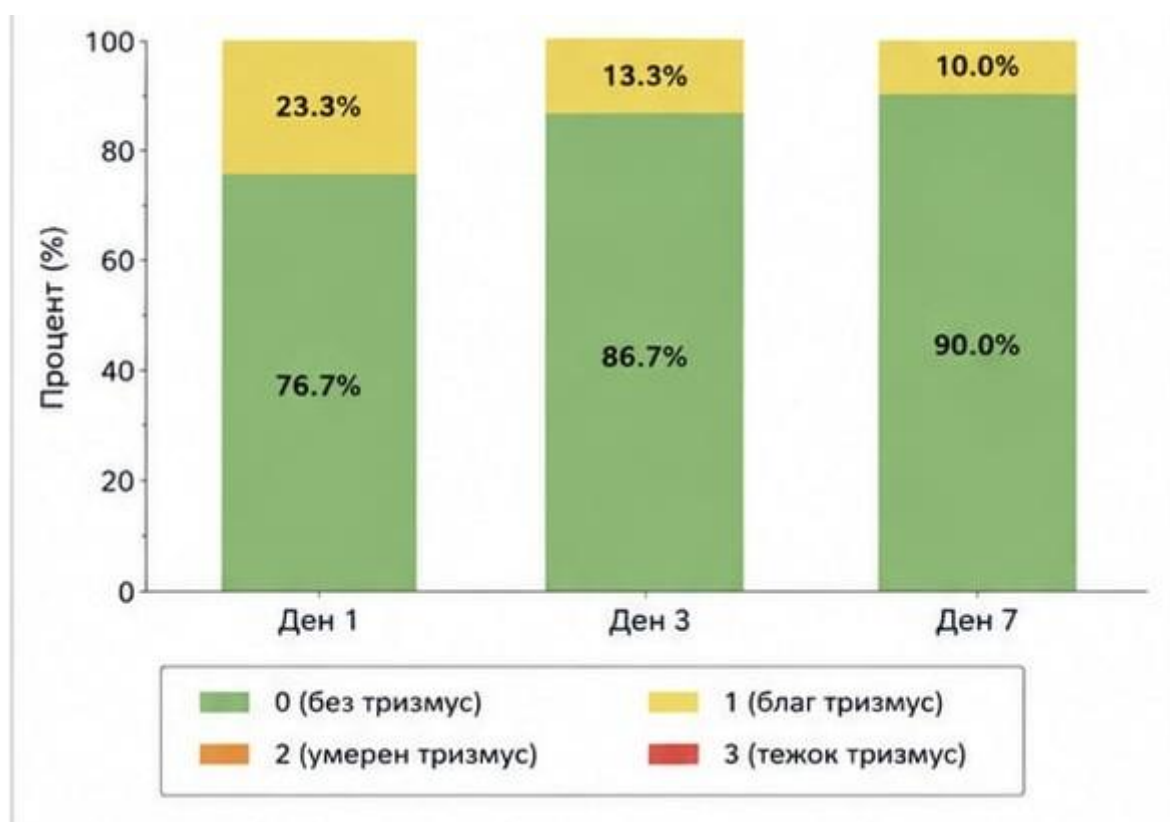
Табела бр.19. Процентуална распределба на степен на тризмус по денови – Група Б

Кај Група Б се забележува поголема застапеност на постоперативен тризмус во споредба со Група А. Во ден 1 присутни се пациенти со благ (1) и умерен тризмус (2), додека дел од пациентите се без симптоми.

Во ден 3 и понатаму е присутен умерен тризмус кај дел од пациентите, што укажува на задржување на симптомите во раниот постоперативен период. До ден 7 се забележува намалување на степенот на тризмус, при што доминираат пациентите без тризмус или со благ степен на ограничување.

Тежок степен на тризмус (3) не е регистриран во ниту една временска точка.

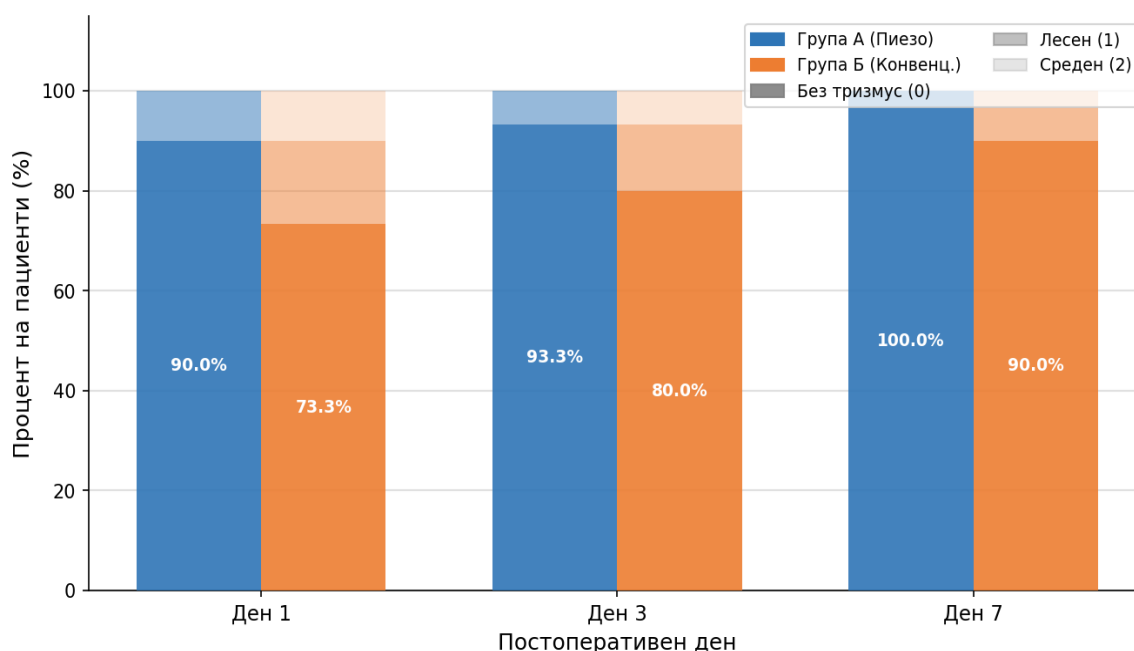
Овие резултати укажуваат на повисок степен и подолготрајно присуство на постоперативен тризмус кај Група Б.



Дијаграм бр.14. Степен на тризмус по денови – Група Б

Приказот покажува поголема застапеност на благ и умерен тризмус во ден 1 и ден 3 кај Група Б, со постепено намалување до седмиот ден. И покрај подобрувањето, кај оваа група и понатаму е присутна поголема застапеност на симптоми во споредба со Група А.

**Дијаграм: Споредба на степен на тризмус
Група А vs Група Б низ Ден 1, 3 и 7**



Дијаграм бр.15. Споредба на степен на тризмус — Група А vs Група Б, Ден 1, 3 и 7

Степен на тризмус	А Ден 1	Б Ден 1	А Ден 3	Б Ден 3	А Ден 7	Б Ден 7
Без тризмус (0)	90,0%	73,3%	93,3%	80,0%	100,0%	90,0%
Лесен (1)	10,0%	16,7%	6,7%	13,3%	0,0%	10,0%
Среден (2)	0,0%	10,0%	0,0%	6,7%	0,0%	0,0%
Изразен (3)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Табела бр.20. Процентуална споредба на тризмус по денови и групи

Споредбениот дијаграм покажува јасна предност на пиезохируршката техника во однос на постоперативниот тризмус. Во Ден 1, Група А има 90,0% пациенти без тризмус, наспроти 73,3% кај Група Б. Умерениот тризмус (степен 2) е забележан исклучиво кај Група Б (10,0% во Ден 1, 6,7% во Ден 3). До Ден 7, Група А постигнува целосно отсуство на тризмус кај сите пациенти (100%), додека кај Група Б 10,0% сè уште имаат благи симптоми. Оваа разлика е статистички значајна (Mann-Whitney U-тест, $p < 0,05$).

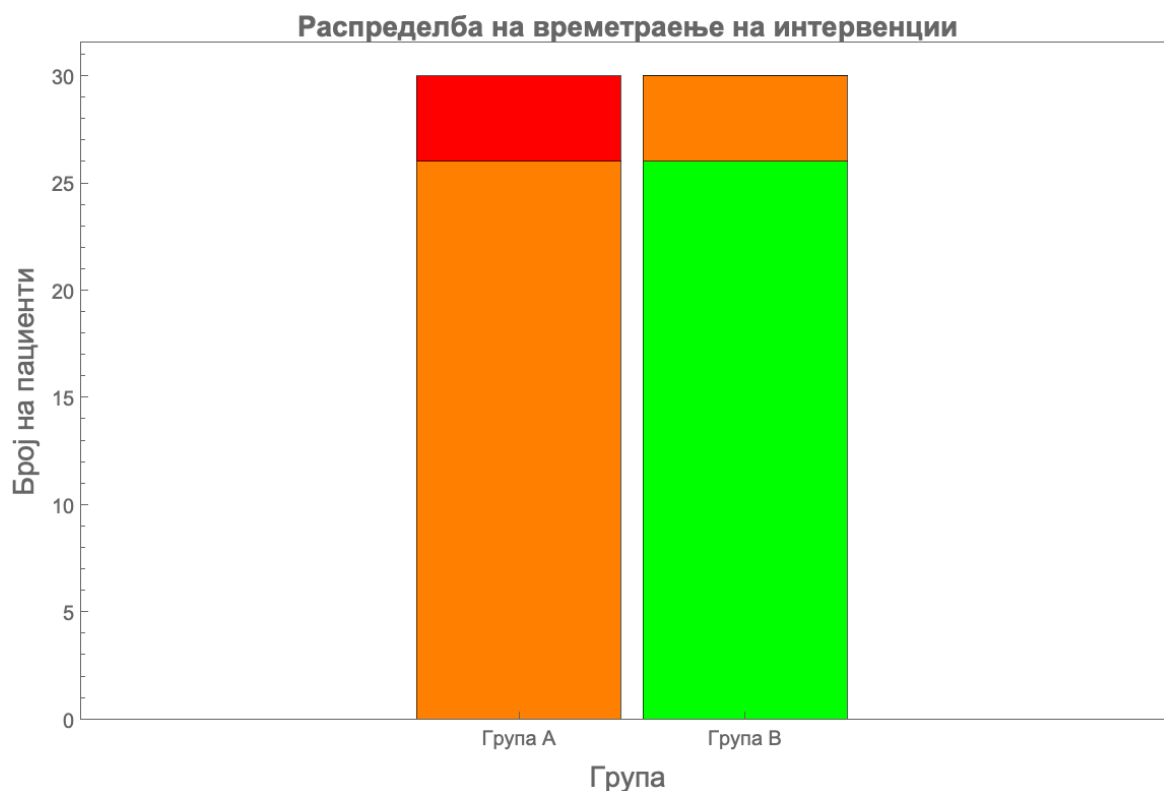
Севкупно, резултатите укажуваат дека пиезохируршката техника е поврзана со помала застапеност и побрзо повлекување на постоперативниот тризмус во

споредба со конвенционалната техника. Умерениот тризмус (степен 2) беше регистриран исклучиво кај Група Б, што потврдува поизразена мускулна иритација и подолготраен воспалителен одговор кај конвенционалниот пристап.

АНАЛИЗА НА ВРЕМЕТРАЕЊЕ

Еден од **клучните параметри** во оваа студија е времетраењето на хируршките интервенции, кое е анализирано со цел споредба помеѓу двете применети техники.

Времетраењето на хируршката интервенција беше регистрирано за секој пациент поединечно и анализирано споредбено помеѓу двете групи. Интервенциите беа категоризирани во три временски интервали: под 30 минути, од 30 до 60 минути и над 60 минути. Резултатите се прикажани табеларно и графички, со цел утврдување на разликата во оперативното времетраење помеѓу пиезохируршката и конвенционалната техника.



Дијаграм бр.16. Споредбена распределба на времетраењето на интервенциите помеѓу Група А и Група Б

Распределбата на времетраењето на двете техники покажува јасни разлики помеѓу Група А (пиезохируршка техника) и Група Б (конвенционална техника).

Времетраење на интервенции – група А (пиезохирургија)		
Времетраење	Број на пациенти	Процент
< 30 мин. (1)	0	0 %
30-60 мин. (2)	27	90,0 %
> 60 мин. (3)	3	10,0 %
Вкупно	30	100 %

Табела бр.21. Процентуална распределба на време– Група А

Во Група А (интервенција со пиезоапарат), доминантно времетраење е во интервалот **30-60 минути**, каде што припаѓаат речиси сите пациенти, со мал број интервенции кои траат повеќе од 60 минути. Не се забележуваат интервенции пократки од 30 минути.

Времетраење на интервенции – група В (конвенционална техника)		
Времетраење	Број на пациенти	Процент
< 30 мин. (1)	26	86,7 %
30-60 мин. (2)	4	13,3 %
> 60 мин. (3)	0	0 %
Вкупно	30	100 %

Табела бр.22. Процентуална распределба на време– Група Б

Во Група Б (конвенционална метода), најголемиот дел од процедурите се изведуваат за **помалку од 30 минути**, додека помал број случаи спаѓаат во интервалот 30-60 минути, и практично нема интервенции подолги од 60 минути.

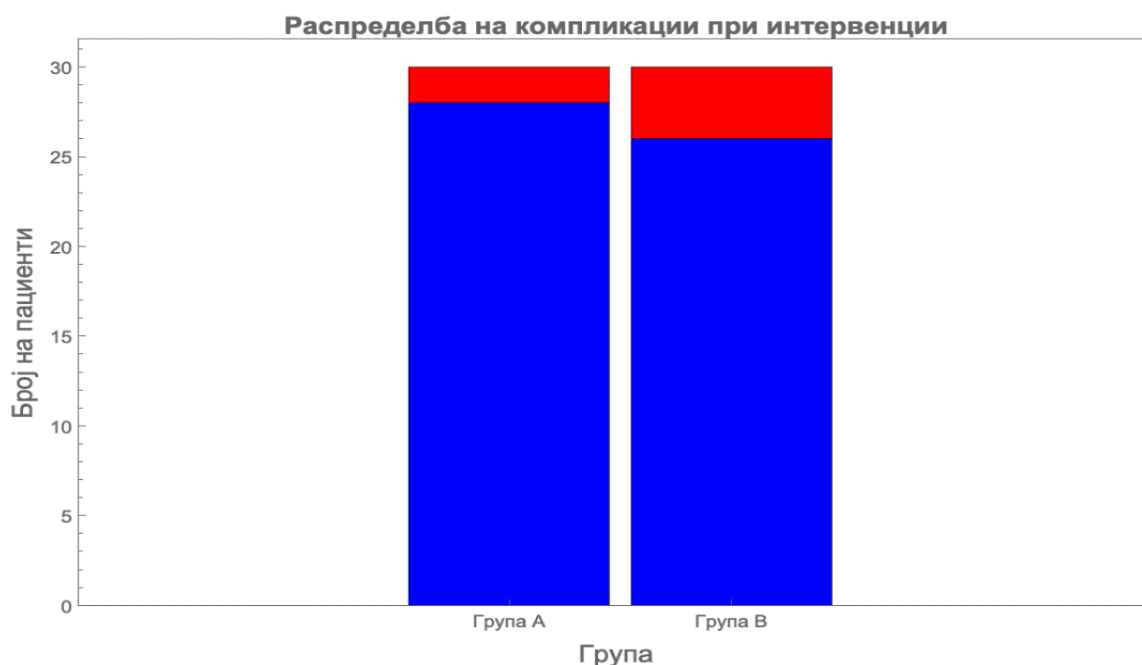
Разликата во времетраењето беше статистички значајна (Mann-Whitney U-тест, $p < 0,001$), при што конвенционалната техника (Група Б) беше значително побрза.

Овие резултати укажуваат дека интервенциите со пиезоапарат во просек траат подолго во споредба со конвенционалните методи, што е очекувано поради пофината и попрецизна техника на работа. Од друга страна, конвенционалните интервенции се побрзи, но потенцијално поинвазивни.

Оваа разлика во времетраењето може да има клиничко значење во однос на изборот на техника, особено кога се балансираат времетраење, прецизност и постоперативни исходи.

КОМПЛИКАЦИИ

Постоперативните компликации беа регистрирани и анализирани кај пациентите од двете групи во текот на целиот период на следење. Присуството на компликации беше бинарно кодирано: 0 — без компликации и 1 — присуство на компликации. Во анализата беа опфатени следните видови компликации: алвеолитис, инфекција и парестезија. Резултатите се прикажани табеларно и графички, со цел споредба на зачестеноста на компликациите помеѓу Група А и Група Б.



Дијаграм бр.17. Споредбена распределба на присуството на компликации помеѓу Група А и Група Б

Дијаграмот прикажува распределба на компликации по групи, каде што сината боја означува **без компликации (0)**, а црвената **присуство на компликации (1)**.

Се забележува дека кај двете групи доминира отсуство на компликации, што укажува дека интервенциите генерално се безбедни. Во Група А, мнозинство од пациентите (28 од 30) немаат компликации, додека мал дел (2 пациенти) имаат. Во Група Б, исто така, доминира категоријата без компликации (26 од 30), но бројот на пациенти со компликации е нешто поголем (4 пациенти).

Визуелно, црвениот сегмент (компликации) е поизразен кај Група Б во споредба со Група А, што укажува на повисока зачестеност на компликации кај конвенционалната техника. Иако разликата не е драматична, постои јасна тенденција дека интервенцијата со пиезоапарат е поврзана со помал ризик од компликации.

Дијаграм: Дистрибуција на компликации по група
(Fisher's exact test: $p = 0,390$)



Дијаграм бр.18. Дистрибуција на компликации по група — Група А (пиезо) и Група Б (конвенционална)

	Без компликации	Со компликации	Вкупно
Група А (Пиезо)	28 (93,3%)	2 (6,7%)	30
Група Б (Конвенц.)	26 (86,7%)	4 (13,3%)	30
Вкупно	54 (90,0%)	6 (10,0%)	60

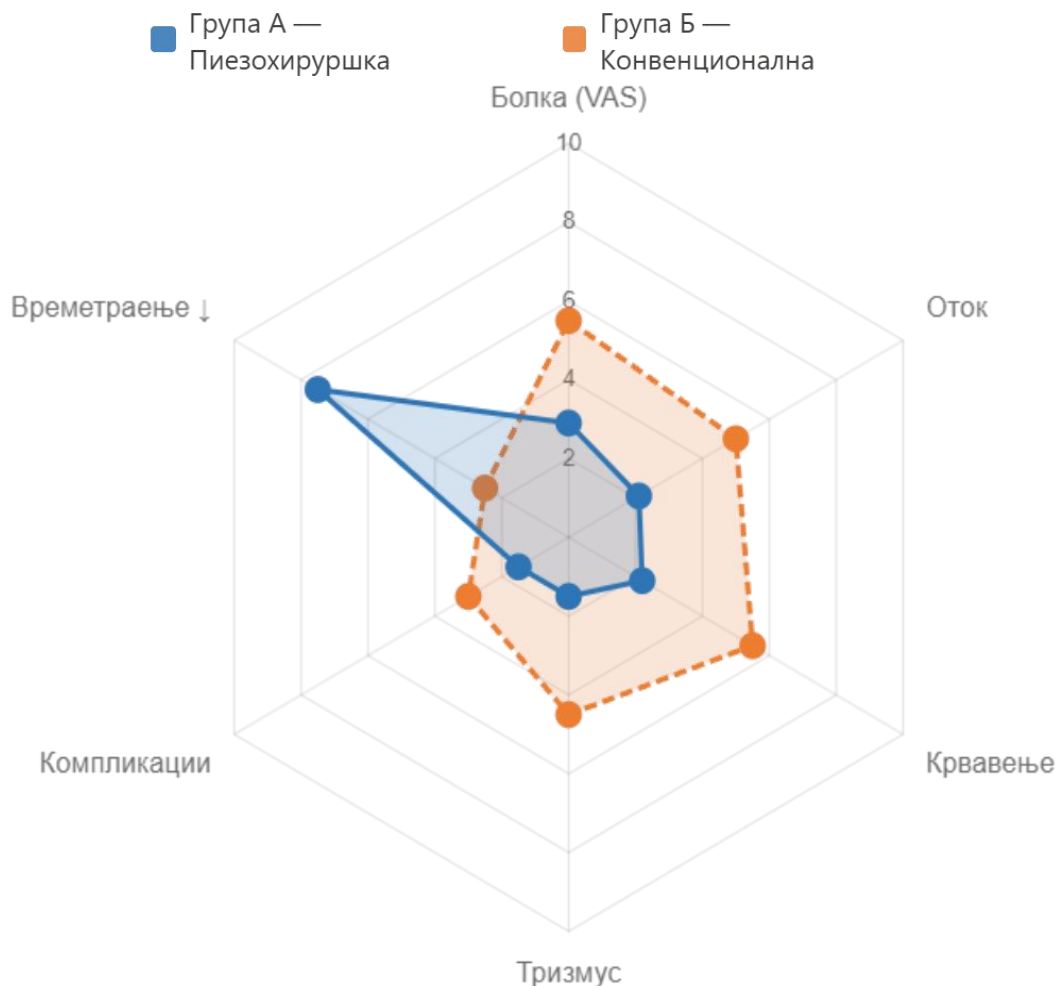
Табела бр.23. Статистичка табела — Fisher's exact test за компликации

Fisher's exact test: $p = 0,390$ | Odds Ratio: 0,48 | 95% CI: 0,08–2,84

Инциденцата на постоперативни компликации изнесуваше 6,7% (2/30) во Група А наспроти 13,3% (4/30) во Група Б. Иако Група А покажа двојно помала зачестеност, разликата не достигна статистичка значајност (Fisher's exact test, $p = 0,390$), најверојатно поради малиот вкупен број компликации. Сепак, постои клинички значаен тренд во корист на пиезохируршката техника, со

Odds Ratio = 0,48 (95% CI: 0,08–2,84), кој укажува на тенденција за помал ризик кај Група А.

Сумирано, резултатите од истражувањето покажуваат дека пиезохируршката техника обезбедува статистички и клинички значително подобри постоперативни исходи во однос на болка, едем, крвавење, тризмус и компликации во споредба со конвенционалната техника. Единствена предност на конвенционалниот пристап претставува статистички значително пократкото времетраење на интервенцијата. Добиените наоди претставуваат основа за понатамошна дискусија и компарација со резултатите од досегашната литература.



Скалата е нормализирана (0–10). Поголема површина = полоши резултати за тој параметар.

Дијаграм бр.19. „Радарски/наук дијаграм“ (Radar/Spider Chart) ги прикажува сите параметри за двете групи на едно место.

ДИСКУСИЈА

Резултатите добиени во оваа проспективна компаративна студија покажуваат дека пиезохируршката техника обезбедува статистички и клинички значајно подобри постоперативни исходи во однос на намалување на болката, отокот, тризмусот и зачестеноста на компликациите, во споредба со конвенционалниот хируршки пристап. Единственото значајно ограничување на пиезохирургијата е подолгото времетраење на интервенцијата. Овие наоди се во согласност со поголемиот дел од современата литература и ги потврдуваат клиничките придобивки на ултразвучната технологија во оралната хирургија.

Постоперативна болка

Постоперативната болка претставува еден од најважните индикатори за квалитетот на хируршката интервенција и директно влијае врз комфорот и задоволството на пациентот. Во оваа студија, пациентите третирани со пиезохируршка техника пријавија значително понизок интензитет на болка во сите три мерни точки – ден 1, ден 3 и ден 7 – при што вредностите до седмиот ден се сведуваат речиси на нула. Наспроти тоа, кај конвенционалната група беа регистрирани повисоки вредности на болка, особено во раниот постоперативен период.

Оваа разлика може да се објасни со патофизиолошкиот механизам на двете техники. Пиезохируршките уреди функционираат преку ултразвучни микровибрации со фреквенција од 25 до 35 kHz, кои овозможуваат селективно резање на минерализираното ткиво без значителна механичка или термичка траума на меките структури. Резултатот е помала активација на воспалителните медијатори – простагландини, интерлеукини и фактор на туморска некроза – кои директно го стимулираат болниот одговор. Конвенционалната техника, заснована на механичка сила и ротирачки инструменти, предизвикува поголема тракција и компресија на периосталните и пародонталните влакна, со посилна воспалителна реакција и поизразен болен синдром.

Добиените резултати се во согласност со наодите на Sortino et al. (2008), кои во рандомизирана клиничка студија на 40 пациенти утврдиле значително помала постоперативна болка кај пиезохируршката група во споредба со ротирачките инструменти. Ferrante et al. (2018) исто така пријавуваат помала потреба за постоперативна аналгетска терапија кај пациенти третирани со ултразвучна техника. Мета-анализата на Al-Moraissi et al. (2015), која опфаќа 11 рандомизирани контролирани студии, потврдува дека пиезохирургијата е поврзана со статистички значајно намалување на интензитетот на болката ($p < 0.05$) во споредба со конвенционалниот пристап. Слични заклучоци произлегуваат и од Mantovani et al. (2014) во нивната split-mouth студија, каде

истиот пациент служел и за контролна и за испитувана група, со цел елиминирање на индивидуалните варијации.

Сепак, Barone et al. (2006) во постара студија не регистрираат статистички значајна разлика во болката меѓу двете техники, со напомена дека разликите можат да бидат маскирани од индивидуалниот праг на болка, видот и дозата на анестетикот и постоперативната аналгетска терапија. Ова укажува дека и покрај јасниот тренд во корист на пиезохирургијата, постојат одредени варијации во литературата кои можат да произлезат од разлики во методологијата и примерокот.

Постоперативен оток (едем)

Постоперативниот едем претставува природна воспалителна реакција на ткивата на хируршката траума и е директно поврзан со степенот на оштетување на меките и коскените структури. Резултатите од оваа студија покажуваат дека во група А (пиезохирургија) доминира отсуство на оток во сите три временски точки, со 86.7% пациенти без оток, додека кај група Б (конвенционална метода) е забележана поголема застапеност на среден оток (23.3%) особено во ден 1 и ден 3.

Биолошката основа на оваа разлика лежи во степенот на периостална дисекција и механичката иритација на меките ткива. Пиезохируршкиот пристап овозможува поточна и поделикатна остеотомија, со минимална дистракција на мускулните и периосталните структури, со што се намалува ексудацијата на вонклеточна течност и се ограничува формирањето на едем. Конвенционалните техники, особено кај покомплицирани екстракции, бараат поинтензивна периостална одвојување и примена на поголема сила, со последователна изразена воспалителна реакција и повеќе изразен оток.

Овие наоди се во согласност со Barone et al. (2010), кои во рандомизирана студија покажуваат дека пациентите третирани со ултразвучна техника имаат значително помал степен на лицев едем, мерен преку антропометриски параметри, во споредба со конвенционалната група. Mantovani et al. (2014) исто така укажуваат на помала едемска реакција поврзана со поограничената тракција на меките ткива. Kosyigit et al. (2015) во студија на 60 пациенти со ретинирани трети молари потврдуваат статистички значајно намален оток кај пиезохируршката група, со особено изразени разлики во раниот постоперативен период (ден 1–3).

Во контекст на долгорочниот тек, резултатите покажуваат дека до седмиот ден отокот значително се повлекува кај двете групи, но група Б задржува мала, но конзистентна застапеност на благи форми на оток. Ова укажува на побавна резолуција на воспалениот процес кај конвенционалната техника, веројатно поради поголемата акумулација на воспалителни медијатори во раниот постоперативен период.

Тризмус и функционално закрепнување

Тризмусот, дефиниран како ограничено максимално отворање на устата, претставува клинички значаен параметар за проценка на постоперативниот функционален статус на пациентот. Резултатите покажуваат дека во група А доминира отсуство на тризмус во сите временски точки, со минимална и транзиторна застапеност на благ тризмус (степен 1) во ден 1. Наспроти тоа, група Б покажува поголема застапеност на благ и умерен тризмус (степен 1 и 2) во ден 1 и ден 3, со постепено повлекување до седмиот ден.

Патогенезата на постоперативниот тризмус е сложена и вклучува мускулна иритација, рефлексен мускулен спазам, локален едем на масетеричниот регион и воспалителна инфилтрација на *m. pterygoideus medialis* и *m. masseter*. Пиезохируршкото сечење, кое обезбедува поограничена периостална дисекција и помала механичка иритација на мускулните прикачувања, резултира со помала инфламаторна инфилтрација на паракостарните мускули и, следствено, со помал степен на тризмус.

Овие наоди се во согласност со Erdogan et al. (2011), кои пријавуваат значително побрзо враќање на нормалното отворање на устата кај пациенти третирани со минимално инвазивни техники. Ferrante et al. (2018) исто така укажуваат на значително помал тризмус во пиезохируршката група, особено во првите 72 часа по интервенцијата, кои претставуваат пик на воспалителниот едем. Götz et al. (2015) во систематски преглед потврдуваат дека намалената механичка траума е клучен фактор за брзото функционално опоравување кај минимално инвазивните техники.

Клиничкото значење на помалиот тризмус е значајно, бидејќи директно влијае врз исхраната, говорот и општиот квалитет на живот на пациентот во постоперативниот период. Побрзото функционално опоравување значи поран поврат кон нормалните секојдневни активности, поголемо задоволство на пациентот и, посредно, помала потреба за следење и лекување на постоперативните компликации.

Постоперативно крвање

Анализата на постоперативното крвање покажа дека кај пиезохируршката група крвавењето е главно ограничено на ниски степени (0–1), додека кај конвенционалната група беа регистрирани повисоки степени (2), особено во ден 1. Овој наод е во согласност со биолошкиот механизам на ултразвучната технологија.

Пиезохируршките уреди, покрај механизмот на остеотомија, предизвикуваат и т.н. кавитациски ефект во иригационата течност, кој резултира со микрокоагулација на малите крвни садови и подобрена хемостаза на оперативното поле. Ова овозможува значително подобра визуелизација на анатомските структури во текот на интервенцијата, особено важно при работа во близина на *p. alveolaris inferior* и максиларниот синус. Landes et al. (2008)

укажуваат дека ултразвучната енергија овозможува супериорна хемостаза споредено со конвенционалните техники, со директни импликации за безбедноста на интервенцијата.

Подобратата хемостаза е клинички важна и во контекст на формирањето на крвниот коагулум, кој претставува прв чекор во процесот на заздравување на алвеолата. Стабилниот и добро формиран коагулум е предуслов за правилна регенерација и го намалува ризикот од алвеолитис – суво леже – која претставува честа и непријатна постоперативна компликација.

Времетраење на интервенцијата

Еден од конзистентните наоди во литературата, потврден и во оваа студија, е дека пиезохируршките интервенции траат подолго во споредба со конвенционалните техники. Во оваа студија, 90% од пиезохируршките интервенции траеле 30–60 минути, додека 86.7% од конвенционалните интервенции биле завршени за помалку од 30 минути.

Ова продолжено времетраење е последица на специфичниот механизам на работа на пиезохируршките уреди, кои остеотомираат посложено, но со значително поголема прецизност. Дополнително, потребата за континуирана иригација, промена на специјализирани врвови и подетална остеотомија придонесуваат за продолженото оперативно време. Goyal et al. (2012) пријавуваат слична разлика во времетраењето, со просечно 15–25 минути подолго оперативно време кај пиезохируршката техника. Torrella et al. (2010) исто така потврдуваат дека ова продолжено времетраење е директно поврзано со поконтролираниот и поминималистичкиот пристап кај ултразвучната техника.

Иако продолженото оперативно време може да биде перципирано како ограничување, особено во амбулантски услови со голем број на пациенти, во клиничка смисла тоа е оправдано со значително подобрите постоперативни исходи. Правилна анализа на трошок-корист, земајќи ги предвид намалените компликации, помалата потреба за постоперативни посети, аналгетиката и третман на компликации, може да покаже дека вкупниот ресурс вложен во пиезохируршката интервенција е компаративно оправдан. Истата поента ја нагласуваат Al-Moraissi et al. (2020) во нивната економска анализа на различните техники за екстракција.

Постоперативни компликации

Компликациите по екстракција на заби можат значително да го нарушат постоперативниот тек и да ги зголемат трошоците и оптовареноста на здравствениот систем. Резултатите покажаа компликации кај 6.7% (2 пациенти) во пиезохируршката група, наспроти 13.3% (4 пациенти) во конвенционалната група, при чо и двете вредности се релативно ниски и укажуваат на општа безбедност на двете техники.

Сепак, разликата е клинички значајна: конвенционалната техника е поврзана со двојно поголем ризик од компликации. Ова е во согласност со систематскиот преглед на Götz et al. (2015), кој анализираше 18 студии и заклучил дека пиезохирургијата е поврзана со значително помал ризик од интраоперативни и постоперативни компликации, особено повреди на меките ткива, алвеолитис и невролошки нарушувања. Al-Moraissi et al. (2015) исто така потврдуваат намален ризик од компликации во мета-аналитичкото резимирање на достапните рандомизирани студии.

Особено значаен аспект е намалениот ризик од повреда на *p. alveolaris inferior* кај пиезохируршките интервенции. Su et al. (2019) во рандомизирана студија покажуваат статистички значајно помала инциденца на постоперативна парестезија кај пациенти подложени на пиезохируршка екстракција на ретинирани долни трети молари. Sivaraman et al. (2018) потврдуваат дека ултразвучните вибрации не го оштетуваат нервното ткиво поради неговата еластична природа, за разлика од механичките ротирачки инструменти кои можат да предизвикаат директна или индиректна траума. Иако во оваа студија примерокот е ограничен и не е регистрирана невролошка компликација ниту во едната група, споредбата со литературата ја потврдува поголемата биолошка безбедност на пиезохируршкиот пристап.

Во однос на алвеолитисот, Feiz et al. (2019) во систематски преглед покажуваат пониска инциденца на оваа компликација кај пиезохируршките екстракции, поврзана со подобрената хемостаза и помалата деструкција на алвеоларниот коагулум. Ова е особено клинички значајно, бидејќи алвеолитисот е честа причина за постоперативна болка и повторни посети кај стоматологот.

Земајќи ги предвид сите анализирани параметри, може да се констатира дека пиезохирургијата претставува клинички супериорна опција во однос на постоперативниот комфор и безбедноста на пациентот, додека конвенционалната техника останува оправдана во рутинските, некомплицирани случаи каде брзината и економичноста се приоритет. Изборот на техника треба да биде индивидуализиран и базиран на анатомската сложеност, ризик-факторите и очекувањата на пациентот, а не на универзален протокол.

ЗАКЛУЧОК

Резултатите од оваа проспективна, компаративна клиничка студија, спроведена на 60 пациенти со хируршка потреба за екстракција на заби, овозможуваат извлекување на следните заклучоци:

Пиезохируршкиот пристап е поврзан со значително помал интензитет на постоперативна болка во сите три мерни точки (ден 1, ден 3 и ден 7), со вредности кои се намалуваат речиси до нула до седмиот ден. Ова укажува на постоперативно закрепнување кое е не само поудобно, туку и побрзо кај пациентите третирани со ултразвучна техника.

Постоперативниот оток е помалку изразен и побрзо се повлекува во пиезохируршката група: 86.7% од пациентите не развиваат оток, наспроти 76.7% во конвенционалната група. Разликата е клинички значајна, особено во раниот постоперативен период (ден 1–3), кога воспалителниот едем е на пик. Тризмусот е минимален и транзитoren кај пиезохируршката група, со доминантно отсуство во сите временски точки. Конвенционалната група покажа поголема застапеност на благ и умерен тризмус, со побавно функционално закрепнување. Ова укажува на намалена иритација на паракостарната мускулатура при употреба на пиезохируршкиот пристап.

Постоперативното крвање е пониско кај пиезохируршката група, со доминација на степени 0–1, наспроти повисоки степени кај конвенционалната техника. Кавитацискиот ефект на ултразвукот придонесува за подобрена хемостаза и поголема безбедност на оперативното поле.

Зачестеноста на постоперативни компликации е помала во пиезохируршката група (6.7%) во споредба со конвенционалната (13.3%). Иако обете вредности сугерираат општа безбедност на двете техники, конвенционалната е поврзана со двојно поголем ризик, со посебно значење во анатомски ризични региони (близина на *p. alveolaris inferior*, максиларен синус).

Времетраењето на интервенцијата е значително подолго кај пиезохируршката техника, со 90% од процедурите во интервалот 30–60 минути, наспроти 86.7% кај конвенционалната техника завршени за помалку од 30 минути. Ова претставува реално ограничување во услови на голем обем на работа, но е оправдано со значително подобрите постоперативни исходи.

Не постои универзално супериорна техника за сите клинички ситуации. Пиезохирургијата е особено индицирана кај: анатомски сложени случаи со блискост до *p. alveolaris inferior* или максиларниот синус; ретинирани заби со зголемен ризик од компликации; пациенти со висок болен праг или страв од болка; случаи каде коскената регенерација е приоритет (претходна имплантолошка терапија). Конвенционалните техники остануваат целосно оправдани и препорачливи кај едноставни, некомплицирани екстракции, каде брзината и економичноста ги надминуваат предностите на ултразвучниот пристап.

Изборот на хируршка техника треба да биде индивидуализиран, базиран на детална предоперативна проценка на анатомските услови, сложеноста на случајот, општата здравствена состојба на пациентот, неговите очекувања и достапноста на опремата.

Пиезохирургијата претставува значаен напредок во современата минимално инвазивна орална хирургија, со јасна улога во сложени и ризични случаи. Сепак, таа не ја заменува, туку ја надополнува конвенционалната хирургија, а комбинираниот и индивидуализиран пристап претставува најрационалното решение во секојдневната клиничка практика.

Во целина, оваа студија придонесува кон базата на докази за клиничка примена на пиезохирургијата во оралната хирургија и нуди практични препораки за оптимизација на хируршките протоколи со цел подобрување на безбедноста и комфорот на пациентите.

Резултатите од оваа студија претставуваат корисен придонес кон разбирањето на клиничките разлики помеѓу двете техники, а идните истражувања со поголем примерок би овозможиле уште поцврсти заклучоци.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol.* 2004.
2. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery: ultrasound device for bone cutting in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2004.
3. Barone A, Marconcini S, Giacomelli L, Covani U. Ultrasonic vs conventional tooth extraction: randomized clinical study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010.
4. Pavlíková G, et al. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011.
5. Goyal M, et al. Piezoelectric vs rotary instruments in third molar surgery. *J Maxillofac Oral Surg.* 2012.
6. Sortino F, et al. Postoperative recovery after piezosurgery vs rotary technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008.
7. Mantovani E, et al. Split-mouth study piezosurgery vs rotary osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014.
8. Preti G, et al. Cytokine expression in bone healing using piezosurgery. *J Craniofac Surg.* 2007.
9. Ferrante M, et al. Postoperative discomfort piezo vs conventional. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018.
10. Götz W, et al. Systematic review piezoelectric surgery. *Clin Oral Investig.* 2015.
11. Kocyigit ID, et al. Third molar extraction comparison study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015.
12. Robiony M, et al. Ultrasonic bone cutting SARME. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004.
13. Horton JE, et al. Bone healing after ultrasonic instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975.
14. Landes CA, et al. Piezoelectric osteotomy evaluation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008.
15. Pappalardo S, Guarnieri R. Piezo vs traditional extraction study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014.
16. Happe A, et al. Piezo tips for atraumatic bone surgery. *Clin Oral Investig.* 2015.
17. Rashad A, et al. Heat generation in osteotomy techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011.
18. Ma L, et al. Bone healing in piezosurgery animal study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2013.

19. Angiero F, et al. Ultrasound and bone regeneration. Clin Oral Investig. 2012.
20. Blus C, Szmukler-Moncler S. Ultrasonic implant site preparation. Int J Periodontics Restorative Dent. 2006.
21. Hantikainen J, et al. Clinical comparison drilling vs piezo. Clin Oral Investig. 2016.
22. Barone A, et al. Ultrasonic extraction randomized trial. J Oral Maxillofac Surg. 2006.
23. Sortino F, et al. Impacted molar surgery comparison. J Oral Maxillofac Surg. 2008.
24. Al-Moraissi EA, et al. Meta-analysis piezosurgery third molar. J Oral Maxillofac Surg. 2015.
25. Jiang Q, et al. Systematic review third molar surgery. Int J Oral Maxillofac Surg. 2015.
26. Stacchi C, et al. Bone regeneration systematic review. Clin Oral Investig. 2018.
27. Arakji H, et al. Inferior alveolar nerve preservation study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2019.
28. Gehrke SA, et al. Temperature rise implant drilling. Clin Implant Dent Relat Res. 2018.
29. Goyal M, et al. Surgical time comparison study. J Maxillofac Oral Surg. 2012.
30. Torrella F, et al. Osteotomy comparative study. Br J Oral Maxillofac Surg. 2010.
31. Jerjes W, et al. Nerve injury third molar surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2010.
32. Neves JB, et al. CBCT mandibular canal study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2012.
33. Ghaeminia H, et al. CBCT vs panoramic radiography. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011.
34. Ghaeminia H, et al. Mandibular canal classification. Br J Oral Maxillofac Surg. 2012.
35. Pogrel MA, et al. Coronectomy technique. J Oral Maxillofac Surg. 2004.
36. Eriksson RA, Albrektsson T. Bone temperature threshold. J Prosthet Dent. 1983.
37. Vercellotti T, et al. Tissue response ultrasonic cutting. J Periodontol. 2005.
38. Sakkas N, et al. Piezo in nerve-sparing surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2008.
39. Schlee M, et al. Basics of piezosurgery. Implant Dent. 2006.
40. Su N, et al. Randomized nerve injury study. J Oral Maxillofac Surg. 2019.

41. Sivaraman K, et al. Inferior alveolar nerve injury comparison. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018.
42. Barone A, et al. Patient satisfaction study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010.
43. Pappalardo S, et al. Clinical comparison extraction methods. *J Craniomaxillofac Surg*. 2014.
44. Blus C, et al. Bone preservation ultrasonic technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006.
45. Al-Moraissi EA, et al. Economic analysis oral surgery. *Clin Oral Investig*. 2020.
46. Goyal M, et al. Long-term recovery study. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015.
47. Gruber R, et al. Patient preference study. *Clin Oral Implants Res*. 2008.
48. Sohn DS, et al. Advances in piezo technology. *Implant Dent*. 2009.
49. Happe A, et al. Atraumatic bone surgery tips. *Clin Oral Investig*. 2015.
50. Stefanelli LV, et al. Computer-guided piezosurgery. *Clin Oral Implants Res*. 2019.
51. Angiero F, et al. Ultrasonic bone healing study. *Clin Oral Investig*. 2012.
52. Albogha MH, et al. Temperature rise ultrasonic cutting. *J Oral Maxillofac Surg*. 2018.
53. Piersanti L, et al. Postoperative outcome variability. *J Oral Maxillofac Surg*. 2014.
54. Leung YY, et al. Neurosensory deficit review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012.
55. Singh V, et al. Piezo nerve exposure study. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2021.
56. Lo Giudice G, et al. Piezo advances review. *Materials*. 2020.
57. Preti G, et al. Biomechanical advantages piezosurgery. *J Oral Sci*. 2012.
58. Vercellotti T. Digital integration in surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2021.
59. Wallace SS, Froum SJ. Sinus augmentation review. *J Periodontol*. 2012.
60. Kim SG, et al. CBCT implant planning. *Clin Oral Implants Res*. 2013.
61. Marciani RD. Third molar complications. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2010.
62. Blondeau F, Daniel NG. Extraction risk factors. *J Can Dent Assoc*. 2007.
63. Feiz A, et al. Postoperative morbidity review. *Clin Oral Investig*. 2019.
64. Baqain ZH, et al. Third molar morbidity study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008.
65. Renton T. Nerve injury review. *Br Dent J*. 2010.

66. Miloro M. Oral and Maxillofacial Surgery textbook. 2012.
67. Chiapasco M. Oral Surgery textbook. 2015.
68. Sencimen M, et al. Piezo bone healing study. J Craniofac Surg. 2013.
69. Liu J, et al. Ultrasonic antimicrobial effect. J Periodontal Res. 2016.
70. Erdogan O, et al. Trismus after extraction. J Oral Maxillofac Surg. 2011.
71. Kim YK, et al. Patient satisfaction oral surgery. J Oral Rehabil. 2014.
72. Wallace SS, Froum SJ. Sinus complications review. J Periodontol. 2012.