

Upotreba piezoelektričnog uređaja u oralnoj kirurgiji

Dragana Gabrić Pandurić¹, Tanja Alfirević², Dora Balać², Mato Sušić¹

¹Zavod za oralnu kirurgiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

²Studentice 4. godine Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

SAŽETAK Piezoelektrični uređaji temelje se na piezoelektričnom učinku, odnosno prirodnoj sposobnosti stvaranja električnog naboja i mehaničke energije iz mikrovibracije kristala ili u novije vrijeme nekih keramika u električnom polju, a omogućuju visoku preciznost u rezanju tvrdih tkiva, uz minimalno oštećenje mekih tkiva i minimalno stvaranje topline. Koriste se unazad dvadesetak godina, a nalaze sve veću primjenu kako u granama stomatologije, posebno u oralnoj i maksilofacijalnoj kirurgiji, tako i u medicini (neurokirurgiji i ortopediji). Široku rasprostranjenost duguju smanjenom riziku za oštećenja mekog tkiva i okolnih važnih struktura, kao što su živci, krvne žile i sluznica, uz izrazito precizan i učinkovit rez kosti. Također, ovi uređaji smanjuju oštećenje osteocita i omogućuju dobro cijeljenje kosti tijekom i nakon obrade.

KLJUČNE RIJEČI dentalni implantati; kost i kosti; oprema i materijal; oralna kirurgija; osteotomija

Piezoelektrični uređaji proizvode mikrovibracije koje su stvorene piezoelektričnim učinkom, odnosno ponašanjem kristala u električnom polju. Prolaskom struje kroz keramiku i kristale mijenjaju se mikrovibracije i dolazi do oscilacija frekvencije. Piezoelektrični instrumenti koji se koriste u stomatologiji rade na frekvenciji od 25-30 kHz-a i time je omogućeno rezanje samo mineraliziranih tkiva; neurovaskularna tkiva i ostala meka tkiva mogu se rezati na frekvenciji od 50 kHz-a.¹⁻⁴

Uređaj se sastoji od ručne jedinice i nožne pedale povezane s glavnom jedinicom koja se spaja na gradsku električnu mrežu i sadrži peristaltičku pumpu za irigaciju s protokom tekućine od 0-60 ml/min. Za uspješno hlađenje operacijskog polja temperatura rashladne tekućine iznosi 4°C. Mlaz tekućine uklanja stanični debris osiguravajući na taj način čisto i pregledno radno polje, pogotovo u anatomske zahtjevnijim i kompleksnijim područjima. Na glavnoj jedinici nalazi se interaktivna tipkovnica povezana s monitorom. Postoje dva programa: za kost (*Bone*) i za korijen zuba (*Root*).¹⁻⁵ U programu namijenjenom za obradu koštanog tkiva uređaj se može namjestiti na bilo koju od četiri jačine s obzirom na kvalitetu kosti, dok se u programu namijenjenom za obradu korijena zuba jačina može namjestiti na podprograme Perio (parodontološka primjena) i Endo (endodoncija). Na ručnu jedinicu apliciraju se razni nastavci ovisno o zahvatu koji se želi izvršiti. Postoje setovi za osteoplastiku, osteotomiju, razdvajanje mekih tkiva od kosti i rezanje kosti. Na primjer, osteoplastika za dobivanje više koštanih fragmenata može se izvršiti rezanjem nastavkom br. 1 i br. 3. Kombinirajući ova dva nastavka određuje se radna frekvencija vrha

uređaja: modulira se horizontalna odrednica od 60-200 µm i vertikalna odrednica od 20-60 µm. U usporedbi s oscilirajućim mikropilicama, pokreti vrha piezokirurškog skalpela su vrlo mali. Rezanje je preciznije i pacijent se tijekom zahvata osjeća ugodnije. Kod primjene konvencionalnih uređaja kliničar mora upotrijebiti veću silu tijekom zahvata, dok je kod piezoelektričnog uređaja potrebna tek mala sila koja omogućuje puno precizniji rad. Prevelik pritisak ograničava pokrete radnog dijela uređaja te se generira toplina. Kod maksimalnog pritiska, kad se vršak uređaja ne miče, a toplina se kumulira, uređaj tonski obavještava o povećanoj opasnosti od oštećenja kosti. Translacijska brzina (brzina vrha instrumenta u kontaktu s kosti) i oblik vrška instrumenta (oštra, dijamantna glava s nepravilnostima) utječu na snagu rezanja. Operater iskustvom može naučiti koliko je brz i efikasan određeni nastavak. Snaga uređaja je 5W (ultrazvučni scaleri 2W). Više snage povećava mogućnost rezanja, ali je u tom slučaju potrebno koristiti tanje radne nastavke što rezultira tanjim i manje preciznim rezovima. Snaga od 5W je idealan kompromis između brzine i preciznosti.⁵

BIOLOŠKI UČINCI NA KOŠTANE STRUKTURE

Promjene u koštanoj strukturi, a posebno održivost osteoblasta i osteocita, izrazito su važne u regenerativnoj kirurgiji. Relativno visoke temperature, čak i kratkotrajne, mogu dovesti do nekroze i odumiranja tkiva. Piezoelektrični uređaji tijekom svog rada stvaraju veliku toplinu, i upravo je zbog tih razloga provedeno nekoliko istraživanja o vitalitetu kosti nakon njihove primjene kod kirurških zahvata.^{6,7}



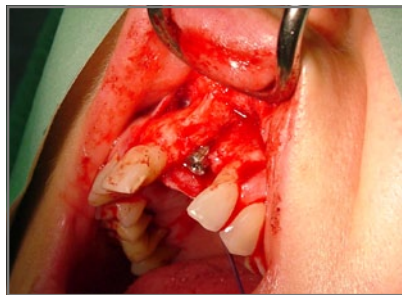
SLIKA 1. Gubitak horizontalne relacije alveolarnog grebena kao posljedica vertikalne frakture korijena zuba 21



SLIKA 2. Širenje kortikalnih ploča (bone splitting) kirurškim dlijetom



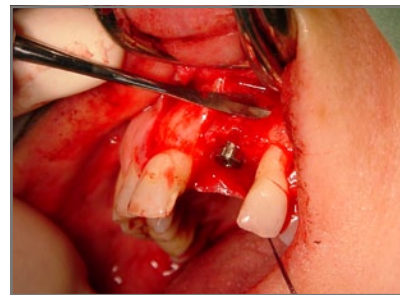
SLIKA 3. Rad s koštanim sprederima/proširivačima u svrhu pripreme ležišta dentalnog implantata (*bone spreading*)



SLIKA 4. Nakon insercije implantata očekivano zaostala infrakcija bukalne stijenke



SLIKA 5. Uzimanje koštanih strugotina piezoelektričnim uređajem iz retromolarne regije



SLIKA 6. Prekrivanje bukalnih navoja implantata autogenim koštanim strugotinama



SLIKA 7. Mikstura autogenih koštanih strugotina i ksenogenog koštanog nadomjestka



SLIKA 8. Augmentacija kombinacijom intraoralnog autogenog koštanog transplantata (strugotine) i ksenogenog koštanog nadomjestka



SLIKA 9. Augmentirano područje prekriveno resorptivnom kolagenom membranom

Istraživanja su pokazala da, iako se stvara velika količina topline prilikom rada sa piezoelektričnim uređajima, zbog odličnog mehanizma hlađenja vitalitet kosti je sačuvan. Prednosti piezoelektričnog uređaja u usporedbi s konvencionalnim kirurškim metodama su manja snaga i pritisak na kost, što rezultira boljom kontrolom i preciznošću rada. Terapeut može razviti bolji osjećaj za rad s uređajem. Također, rezanje je sigurno jer ultrazvučne frekvencije koje uređaj razvija ne režu meka tkiva, reduciraju oštećenja okolnog tkiva, što u konačnici pogoduje bržem i boljem cijeljenju rane. Kavitacijski efekt na fiziološke tekućine (npr. krv) osigurava „čisto“ radno polje, bolju preglednost te bolji ishod terapije. U nedavnim istraživanjima uspoređivano je stanje kosti nakon preparacije piezoelektričnim uređajem i konvencionalnim instrumentima (turbina s visokim i niskim brojem okretaja, spiralna implantološka svrdla na malom i velikom broju okretaja, kirurška dlijeta, rongeur, koštani strugači). Analizirale su se histomorfološke karakteristike kosti,

postotak vitalne i nekrotične kosti, kao i broj osteocita po jedinici površine. Rezultati su pokazali da je jedna od najboljih metode za obradu kosti piezoelektrična kirurgija. To su potvrdila nedavna istraživanja o utjecaju piezoelektričnog uređaja na morfologiju stanice i njezino preživljavanje. Kost koja je bila preparirana okruglim svrdlom na malom i velikom broju okretaja, spiralnim implantološkim svrdlom ili sigurnosnim strugačem nije bila prikladna za presađivanje zbog odsutnosti osteocita i dominacije nekrotične kosti.^{8,9} Stubinger navodi da se autologna kost uzeta sa zigomatično-maksilarnog područja korištenjem piezoelektričnog uređaja mogla koristiti za augmentaciju kosti u područjima gdje je planirana implantološka terapija nakon perioda cijeljenja od pet mjeseci.¹⁰ U drugim histomorfološkim studijama poročni implantati od titana bili su implantirani u tibije malih svinja. Zabilježene su: koncentracija morfogenetskog proteina (BMP); transformirajućeg faktora rasta (TGF) β ; tumor nekrotizirajućeg faktora α i interleukina-1 β i

-10. Analize su pokazale da je neoosteogeneza u području oko implantata, prije kojeg se kost preparirala piezoelektričnim uređajem, bila puno aktivnija s obzirom na neoosteogenezu oko implantata oko kojeg se preparacija kosti vršila klasičnim metodama. Također, zabilježen je i raniji porast BMP-4 i TGF- β 2-proteina, i manja koncentracija protuupalnih citokina u kosti oko implantata nakon korištenja piezoelektričnog uređaja.¹¹

UPORABA PIEZOELEKTRIČNIH UREĐAJA U ORALNOJ KIRURGIJI

Indikacije za uporabu piezoelektričnih uređaja obuhvaćaju vađenje zuba, osteogenetske malformacije, kirurške endodontske zahvate, struganje kosti, širenje kosti, tehnike podizanja dna maksilarnog sinusa (*sinus lifting*), vađenje umnjaka, dekompresiju donjeg alveolarnog živca, kao i uklanjanje cista. Piezoelektrični instrumenti posebnu primjenu su pronašli u implantologiji, i to tehnikama sinus-liftinga, struganja kosti za nadoknadu izgubljenog koštanog tkiva i širenja kosti.¹²

Koštane strugotine. Koštane strugotine potiču faktore rasta i djeluju kao specifični vodiči koji stimuliraju koštanu regeneraciju preko osteokondukcije. Na taj način ubrzavaju cijeljenje kosti. Autologne strugotine s površine klasičnog rotirajućeg instrumenta su jako male i brzo se resorbiraju pa su zapravo neupotrebljive. Čestice od oko 500 μ m pokazale su se najefikasnije, a takva veličina može se dobiti uporabom koštanog mlinca.¹³ Negativna strana koštanih mlinaca je visoka cijena i gubitak koštanog materijala. Upravo je uporaba piezoelektričnih uređaja omogućila primjenu autolognih koštanih strugotina zadovoljavajuće veličine i funkcionalnosti. Za ovu tehniku potrebni su nastavci oštrog rubova br. 1 do br. 3 koji omogućavaju nakupljanje autolognih strugotina idealnih za koštanu regeneraciju.^{5,14}

Koštani blokovi. U nekim područjima kosti određeni materijali pokazuju limitiranost uporabe pri horizontalnoj i vertikalnoj augmentaciji. U tim slučajevima koštani blokovi su pokazali najbolje rezultate. Najčešća mjesta koja služe kao donorska su mentalna regija, *linea obliqua* (retromolarno područje) i *crista iliaca* (bedreni greben). Prilikom uzimanja dijela kosti iz područja *linea obliqua*-e klasičnim pilicama i rotirajućim diskovima, potreban je veliki rez i široko odizanje sluznice, kako bi se postigla što bolja vidljivost i spriječilo oštećenje okolnih mekih tkiva. Uporabom piezoelektričnog uređaja ovakav rez je bitno smanjen, a što je i najvažnije, smanjuje se mogućnost povrede mentalnog živca.⁵

Razdvajanje kosti. Razdvajanje kosti (*bone splitting*) koristi se kada postoji dovoljna visina alveolarnog grebena, ali širina nije zadovoljavajuća. Razdvajanje kosti primarno se radi u maksili jer je tu elasticitet kosti veći. Prostor između dviju alveolarnih ploča, dobiven širenjem kosti, ima idealne regenerativne i implanto-integrirajuće sposobnosti. Koštane strugotine zaostale nakon piljenja kosti mogu poslužiti za punjenje između dviju stijenki. Cijeljenje je olakšano zahvaljujući prisutnosti periosta i bogatoj prokrvljenosti. Kako je alveolarni greben širi

nakon razdvajanja, potrebno je formirati deperiostirajući rezanj za prekrivanje kosti. Klasično razdvajanje kosti vrši se ostrim dlijetima za kost (*rezor-sharp bone chisels*) i rotirajućim diskovima. Za korištenje ovih instrumenata potrebna je izrazita preciznost, a uz to zahtijeva i visoku tehničku vještinu. Zbog brzine vrtnje diskova, čak i najmanja neopreznost rukovanja može dovesti do ozljede mekih tkiva (jezika, obraza i usana), a rad dodatno otežavaju i susjedni zubi. Vertikalna incizija zahtijeva još veći napor i opreznost, ali korištenje piezoelektričnih uređaja uvelike olakšava rad smanjujući ujedno i rizik od ozljede okolnih mekih tkiva, a odgovarajuća irigacija osigurava dobru preglednost radnog polja.¹⁵

Jedna studija je pokazala da 96% implantata, postavljenih nakon razdvajanja kosti piezoelektričnim uređajima, ima stopu preživljenja od dva mjeseca. Ti podaci ne odstupaju od onih koji su dobiveni praćenjem slučaja na kojima je prethodno objavljeno razdvajanje kosti klasičnim instrumentima.¹⁶

Podizanje dna maksilarnog sinusa (*sinus lifting*). Sinus-lifting je danas rutinska procedura kojom se nadomješta vertikalni gubitak prostora potrebnog za implantološku terapiju. Najveći rizik je perforacija Schneiderove membrane, što se lako može dogoditi prilikom ostotomije korištenjem svrdla ili kod podizanja membrane ručnim elevatorima. Piezoelektrični uređaji zbog svog jedinstvenog načina rada omogućuju rezanje tvrdih mineraliziranih tkiva bez oštećenja membrane. Koristi se nastavak br. 5 (u slučaju tanke kosti) i br. 1 (ukoliko je kost debela, čvrsta). Ostatak koštanih strugotina se pokupi te se može upotrijebiti kao koštani nadomjestak. Ovaj podatak je objavljen u studiji u kojoj je od 15 pacijenata podvrgnutih piezoelektričnoj osteotomiji čak u 95% slučajeva ishod bio uspješan.¹⁷

Maksilofacijalna kirurgija. U svom istraživanju Ueki je primijenio Le Fort I osteotomiju za korekciju maksilofacijalnih deformacija koristeći ultrazvučne kirete.¹⁸ U 14 pacijenata rezaio je pterigoidne nastavke pri čemu nije došlo do oštećenja mekih struktura – palatinalne arterije te ostalih krvnih žila i živaca. Neki autori navode mogućnost korištenja ultrazvučnih uređaja za rezanje kosti u višekomadnoj maksilarnoj kirurgiji, što omogućuje operateru da izvrši brzo maksilarno proširenje pod lokalnom anestezijom. I u ovom slučaju naglašava se sigurnost primjene uređaja, kao i njegova sposobnost minimalnog zagrijavanja tkiva. Mikroskopskim pregledom tkiva nakon preparacije piezoelektričnim uređajem nisu zamijećeni znakovi koagulacijske nekroze.^{19,20} Vitalitet pulpe je bio očuvan, a temperatura ručnog nastavka jednaka onoj na ostalim rotirajućim i oscilirajućim instrumentima. Tijekom operacije krvarenje je bilo minimalno, a postoperativna oteklina i hematomi te oštećenje krvnih žila bili su značajno manji.¹⁵

OSTALA PODRUČJA PRIMJENE PIEZOELEKTRIČNIH UREĐAJA

Neurokirurgija. Operacije neurokranijuma mogu ozlijediti duru i uzrokovati razvoj fistule i istjecanje

cerebrospinalnog likvora. U svom istraživanju Schaller navodi uspješnost korištenja piezoelektričnog uređaja u zahvatima na mozgu i na kralježnici u djece.²¹ Pokazao je da se ovom tehnikom može sačuvati meko živčano tkivo, izbjeći koagulacijska nekroza, poboljšati preglednost operacijskog polja što će rezultirati većom preciznošću zahvata. Tradicionalni oscilirajući nastavci koji koriste mikrovibracije ne daju istu kontrolu rezanja u dubinu i stranu kao što daju u centru. Kraniotomija, orbitomija i posteriorna spinalna laminotomija su u određenim slučajevima bile uspješne s jednakim postoperativnim oporavkom. Kotrikova je dokazala da je piezoelektrična kirurgija, korištena nakon osteotomije u visoko rizičnih pacijenata, spriječila perforaciju dure.²²

Otološka kirurgija. U otološkoj kirurgiji kost se najčešće reže manualno ili motoriziranim uređajima. Zabilježeno je nekoliko operacija pod općom anestezijom u kojima se koristio piezoelektrični uređaj: stapedotomija, antrotomija, posteriorna timpanotomija, dekompresija facijalnog živca, ekscizija tumora srednjeg uha. U svim slučajevima uređaj je omogućio jednostavniji i precizniji pristup, poglavito u anatomske zahtjevnim područjima.¹⁵

ZAKLJUČAK

Piezoelektrični uređaj novi je uređaj koji se unazad dva desetaka godina koristi u raznim granama medicine pa tako i stomatologije. Prednosti ove tehnike su visoka preciznost u rezanju tvrdih tkiva, minimalno oštećenje mekih tkiva i minimalno stvaranje topline. Uređaj je dao velik doprinos u razvoju oralne kirurgije. Omogućuje brže i bolje zarastanje kosti, brži oporavak osteocita te sprječava nekrozu kosti i okolnih mekih struktura. Pokazalo se da je piezoelektrična kirurgija kosti efikasnija u prvim fazama koštanog cijeljenja: inducira raniji porast koštanih morfogenetskih proteina, bolje kontrolira proupalne procese te stimulira remodelaciju kosti. Ipak, postoji nekoliko nedostataka, kao što je operativno vrijeme tijekom osteotomije koje je nešto dulje nego kod tradicionalnih metoda, a povećavajući pritisak tijekom rada onemogućava se pravilan prijenos vibracija te dolazi do stvaranja velike količine topline koja može oštetiti tkiva. Također, tehnika može biti zahtjevna za učenje. Spada u minimalno invazivne tehnike oralne kirurgije koje će se u budućnosti zasigurno razvijati još i više.

Use of the piezoelectric device in oral surgery

SUMMARY Piezoelectric devices are based on piezoelectric effect, i.e., natural ability of crystalline and some ceramic materials to generate an electric charge in response to applied mechanical pressure. Such devices are used in surgery as high-precision cutting tools for hard tissues, generating minimum heat and minimum damage to surrounding soft tissues. In addition, these instruments allow surgeons to make precise, clean and effective cuts. They were introduced in practice two decades ago and are increasingly used in dentistry, oral and maxillofacial surgery, neurosurgery and orthopaedic surgery, because of the low risk of damage to surrounding soft tissues and important structures, such as nerves, vessels and mucosa, reduced damage to osteocytes and improved bone healing during and after the surgery.

KEY WORDS bone and bones; dental implants; equipment and supplies; osteotomy; surgery, oral

LITERATURA

- Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2004;42(5):451-3.
- Schaller BJ, Gruber R, Merten HA, et al. Piezoelectric bone surgery: a revolutionary technique for minimally invasive surgery in cranial base and spinal surgery? Technical note. *Neurosurgery* 2005;57(4 Suppl):E410.
- Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol* 2004;53(5):207-14.
- Hoigne DJ, Stübinger S, Von Kaenel O, Shamsdasani S, Hasenboehler P. Piezoelectric osteotomy in hand surgery: first experiences with a new technique. *BMC Musculoskelet Disord* 2006;7:36.
- Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities. *Implant Dent* 2006;15(4):334-40.
- Happe A. Use of a piezoelectric surgical device to harvest bone grafts from the mandibular ramus: report of 40 cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27(3):241-9.
- Sohn DS, Ahn MR, Lee WH, Yeo DS, Lim SY. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27(2):127-31.
- Chiriac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker J. Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (Piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation. *J Clin Periodontol* 2005;32(9):994-9.
- Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, et al. Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25(6):543-9.
- Stubinger S, Robertson A, Zimmerer KS, Leiggener C, Sader R, Kunz C. Piezoelectric harvesting of an autogenous bone graft from the zygomaticomaxillary region: case report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26(5):453-7.
- Preti G, Martinasso G, Peirone B, et al. Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: a pilot study in minipigs. *J Periodontol* 2007;78(4):716-22.
- <http://www.piezosurgery.com/>
- Cordaro L. Bilateral simultaneous augmentation of the maxillary sinus floor with particulated mandible. Report of a technique and preliminary results. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(2):201-6.
- Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectronic bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(6):759-61.
- Labanca M, Azzola F, Vinci R, Rodella LF. Piezoelectric surgery: twenty years of use. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008;46(4):265-9.
- Blus C, Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: a 3-year life-table analysis with 230 treated sites. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(6):700-7.
- Vercellotti T, Crovace A, Palermo A, Molfetta A. The piezoelectric osteotomy in orthopedics: clinical and histological evaluations (pilot study in animals). *Mediterranean Journal of Surgery and Medicine* 2001;9:89-95.
- Ueki K, Nakagawa K, Marukawa K, Yamamoto E. Le Fort I osteotomy using an ultrasonic bone curette to fracture the pterygoid plates. *J Craniomaxillofac Surg*. 2004;32(6):381-6.
- Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(6):759-61.
- Robiony M, Polini F, Costa F, Zerman N, Politi M. Ultrasonic bone cutting for surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) under local anaesthesia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36(3):267-9.
- Schlee M. Ultraschallgestützte Chirurgie-grundlagen und Möglichkeiten. *Z Zahnarztl Impl* 2005;48-59.
- Kotrikova B, Wirtz R, Krempien R, et al. Piezosurgery—a new safe technique in cranial osteoplasty? *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35(5):461-5.

ADRESA ZA DOPISIVANJE

Dr. sc. Dragana Gabrić Pandurić, dr. med. dent.
Zavod za oralnu kirurgiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
Gundulićeva 5, 10000 Zagreb
E-mail: dgabric@sfzg; Telefon: +385 (0) 1 4802 108