

Kompjuterski kontrolirana anestezija u djece

Černeka, Anika

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:665687>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#) / [Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb School of Dental Medicine Repository](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Anika Černeka

KOMPJUTERSKI KONTROLIRANA ANESTEZIJA U DJECE

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Rad je ostvaren u: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za dječju i preventivnu stomatologiju

Mentor rada: doc. dr. sc. Tomislav Škrinjarić, dr. med. dent., docent dječje i preventivne stomatologije, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Silvia Starčić, prof. hrvatskoga i talijanskoga jezika i književnosti

Lektor engleskog jezika: Mirela Vuković, prof. engleskoga i njemačkoga jezika

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. _____
2. _____
3. _____

Datum obrane rada: _____

Rad sadrži:

- 41 stranicu
- 4 slike
- 5 tablica
- 1 CD

Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni su doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihovog podrijetla.

Zahvale

Zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Tomislavu Škrinjariću na pomoći, strpljenju i korisnim savjetima, kako tijekom kliničkih vježbi, tako i tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Posebno zahvaljujem svojim roditeljima, sestri i baki koji su bili moja najveća motivacija, podrška i oslonac tijekom školovanja.

Veliko hvala i mojim kolegama s Fakulteta koji su kroz godine studija postali i doživotni prijatelji. Hvala im na zajedničkim trenucima iza i izvan “školskih klupa” i stomatoloških stolaca. Hvala na nadahnuću, izazovima, povjerenju i međusobnom uvažavanju i dopunjavanju.

Kompjuterski kontrolirana anestezija u djece

Sažetak

Kontrola boli preduvjet je kooperativnosti pacijenta, osobito u dječjoj dentalnoj medicini. Prevencija boli ujedno znači i prevenciju anksioznosti, straha i fobije koji su često uzrokovani nelagodom i boli proživljenima tijekom stomatoloških zahvata. Danas je u dentalnoj medicini moguće gotovo sve zahvate učiniti bezbolnim, jer je na raspolaganju velik niz visoko potentnih i slabo toksičnih anestetika. Ipak, sam ubod injekcijskom iglom radi primjene lokalne anestezije, smatra se najčešćim uzrokom boli, a istovremeno je i jedini način na koji se može otkloniti bol koja je prisutna tijekom stomatoloških zahvata. Kako bi se umanjila nelagoda povezana s injekcijama, sredinom 1990.-ih godina razvijen je koncept računalno kontrolirane anestezije, takozvani C-CLAD (eng., *computer-controlled local anesthetic delivery*). C-CLAD podrazumijeva primjenu klasičnih, suplementarnih ili modificiranih tehnika lokalne anestezije uz uporabu posebno dizajniranih računalnih sustava s ciljem minimaliziranja mogućnosti ljudske pogreške pri davanju anestezije. Pritom je takav način anestezije prigodan za primjenu kod djece jer su bol, strah i anksioznost reducirani u odnosu na primjenu klasičnih manualnih štrcaljki. Prvi tržištu predstavljeni C-CLAD sustav bio je The Wand™ (Milestone Scientific Inc., Livingston, NJ, SAD). Kasnije je isti proizvođač predstavio Wand Plus, CompuDent i STA (*Single-Tooth-Anesthesia*) sustave. Danas tržište nudi još nekolicinu C-CLAD-ova. Zajedničko tim sustavima jest kontrola brzine, protoka i tlaka prilikom aplikacije anestetičke otopine te redukcija stresa, kako u pacijenta, tako i u operatera. Ipak, takvi su sustavi skupi i zahtijevaju dodatno vrijeme i opremu, kao i operaterovo poznavanje rukovanja uređajem.

Ključne riječi: bol; lokalna anestezija; C-CLAD, Wand

Computer controlled local anesthetic delivery in children

Summary

Pain control is a precondition for patient's cooperation, especially in pediatric dentistry. The pain prevention simultaneously prevents anxiety, fear and phobia which are often induced by discomfort and pain encountered during dental treatment. Nowadays it is almost always possible to provide painless dental treatment because there are a variety of highly potent and low toxic anesthetics. Nevertheless, a local anaesthetic injection is considered to be the main cause of pain and the only way to prevent the pain caused by dental treatment at the same time. In the mid 1990s, a concept of computer-controlled local anesthetic delivery (C-CLAD) was developed in order to lessen the patient's discomfort associated with injections. C-CLAD systems allow the use of standard, supplemental or modified injection techniques while using special designed computer systems with the purpose of minimizing human mistakes during the application of anesthesia. Therefore, C-CLAD is convenient for children since pain, fear and anxiety are reduced in comparison to use of standard manual syringes. The first C-CLAD system introduced to the market was The Wand (Milestone Scientific, Livingston, NJ, SAD). Subsequent versions from the same manufacturer were named Wand Plus, CompuDent and STA (*Single-Tooth-Anesthesia*). The market offers a few C-CLADs today. What they all have in common is the option to control speed, flow and pressure while applying local anesthetics, as well as stress reduction for both patients and operators. Still, these systems are expensive and they require additional time and equipment as well as the operator's knowledge of the device's handling.

Key words: pain; local anesthesia, C-CLAD, Wand

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. LOKALNI ANESTETICI KOJI SE NAJČEŠĆE PRIMJENJUJU U DJECE	3
2.1. Lidokain.....	4
2.2. Prilokain	4
2.3. Artikain	5
2.4. Mepivakain.....	5
3. SPECIFIČNOSTI STANDARDNIH TEHNIKA LOKALNE ANESTEZIJE U DJECE ...	7
3.1. Tehnike anestezije u maksili.....	8
3.2. Tehnike anestezije u mandibuli.....	10
4. SUPLEMENTARNE TEHNIKE ANESTEZIJE	12
4.1. Intraligamentarna anestezija	13
4.2. Intraosealna anestezija.....	14
4.3. Intraseptalna anestezija	15
4.4. Intrapulpna anestezija	15
4.5. Mlazna (Jet) anestezija.....	16
5. KOMPJUTERSKI KONTROLIRANA ANESTEZIJA.....	17
5.1. The Wand.....	18
5.1.1. Dijelovi uređaja	20
5.1.2. Prednosti i nedostaci The Wand-a	22
5.1.3. Osobitosti i rukovanje The Wand uređajem	23
5.1.4. Primjena The Wand uređaja kod različitih tehnika anestezije.....	24
5.1.5. The Wand - STA sustav.....	26
5.2. Ostali računalno kontrolirani sustavi.....	26
5.2.1. Comfort Control Syringe (CCS).....	26
5.2.2. QuickSleeper.....	27
5.2.3. Anaeject	28
6. RASPRAVA.....	31
7. ZAKLJUČAK.....	34
8. LITERATURA	36

9. ŽIVOTOPIS.....	40
--------------------------	-----------

POPS SKRAĆENICA

AAPD – American Academy of Pediatric Dentistry

MD – maksimalna doza

G – gague; mjera za unutarnji promjer lumena igle

IANB – inferior alveolar nerve block, blok donjeg alveolarnog živca

N. – nervus – živac

PDL anestezija – intraligamentarna anestezija

IO anestezija / IOA – intraosealna anestezija

IPA – intrapulpna anestezija

P-ASA – *Palatal Anterior Superior Alveolar Nerve Block* – palatinalni pristup za gornji alveolarni blok

AMSA – *Anterior Middle Superior Alveolar Nerve Block* – prednji i srednji gornji alveolarni blok

BRIT – birotacijska insercijska tehnika

Ubod injekcijskom iglom smatra se najčešćim uzrokom boli u dentalnoj medicini, a istovremeno je i jedini način na koji se može ukloniti bol koja je prisutna tijekom stomatoloških zahvata (1). Osjećaj boli tijekom primjene lokalne anestezije jedan je od većih problema u dječjoj dentalnoj medicini jer je doživljena ili pretpostavljena bol jedan od glavnih razloga za nastanak dentalnog straha i anksioznosti te posljedičnih problema s ponašanjem u stomatološkoj ordinaciji. Osiguranje bezbolne lokalne anestezije je izazov, ali i nužda, osobito u predškolske djece (2). Za dobru lokalnu anesteziju važno je dobro poznavanje lokalnih anestetika, anatomije, tehnika, sredstava i opreme koji se koriste pri lokalnoj anesteziji (3).

Sredinom 1990.-ih godina, razvijen je koncept računalno kontrolirane anestezije, takozvani C-CLAD (eng., *computer-controlled local anesthetic delivery*) što podrazumijeva jednu od klasičnih, suplementarnih ili modificiranih tehnika lokalne anestezije uz uporabu posebno dizajniranih računalnih sustava s ciljem minimaliziranja mogućnosti ljudske pogreške pri davanju anestezije. Pritom je takav način anestezije pogodan za primjenu kod djece jer su bol, strah i anksioznost reducirani u odnosu na primjenu klasičnih štrcaljki i injekcijskih igala (4). C-CLAD sustavi omogućuju računalno kontroliranu brzinu i tijek anestetičke otopine na ubodnom mjestu, umanjujući nelagodu za pacijenta. S. F. Malamed tvrdi da su pečenje i bol tijekom injekcije primarno posljedica prebrze administracije anestetičke otopine i uporabe prevelike sile. Iako je preporučljivo vrijeme za administraciju 1,8 mL anestetičke otopine 60 sekundi, istraživanja su pokazala da vrijeme otpuštanja anestetika u praksi prosječno iznosi 20 sekundi (5). Porast tlaka u tkivu pri injekciji je varijabilan i ovisi o elasticitetu mekih tkiva. C-CLAD-ovi se oglašavaju kao sustavi koji rješavaju neke od problema povezanih s manualno kontroliranim injekcijama time što omogućuju kontinuirani tijek lokalnog anestetika i konstantni pritisak, neovisno o otporu tkiva u koje se anestetik deponira (5). Ta je činjenica posebno važna za tkiva poput palatinalne sluznice koja čvrsto priliježu uz podlogu i imaju malu rezilijenciju (6). Također, razvoj C-CLAD sustava praćen je i razvojem novih tehnika anestezije kojima se izbjegava nepoželjna kolateralna anestezija ekstraoralnih mekih tkiva (7).

Svrha ovog diplomskog rada jest opisati specifičnosti tehnika lokalne anestezije u djece, predstaviti koncept računalno kontrolirane anestezije i za to namijenjene uređaje na tržištu, te ukazati na njihove prednosti i nedostatke.

2. LOKALNI ANESTETICI KOJI SE NAJČEŠĆE PRIMJENJUJU U DJECE

Najčešće rabljeni lokalni anestetici u pedodonciji su amidi lidokain (xylocain) i prilokain, a u novije vrijeme sve se više rabe i artikain i mepivakain. Navedeni se najčešće, izuzev mepivakaina, primjenjuju u kombinaciji s vazokonstriktorom. Mepivakain se najčešće koristi kao čista otopina lokalnog anestetika (1).

2.1. Lidokain

Lidokain je prvi sintetizirani amidni lokalni anestetik i dulje od 50 godina bio je “zlatni standard” među lokalnim anestheticima. Istisnuo je esterski anestetik prokain iz uporabe jer brže djeluje i potentniji je (8). Prema preporukama AAPD-a (American Academy of Pediatric Dentistry) pri infiltracijskoj i provodnoj anesteziji primjenjuje se u obliku soli hidroklorida u obliku 2 %-tne otopine, s ili bez vazokonstriktora adrenalina (9). Maksimalna pojedinačna doza lidokaina za djecu iznosi 4,4 mg/kg tjelesne mase. Ukupno primijenjena količina ne smije prijeći 300 mg (9). Navedeni podatci prikazani su u tablici 1.

2.2. Prilokain

Prilokain pokazuje 40% manju sistemsku toksičnost od lidokaina. Ima veći vazodilatacijski učinak od mepivakaina, ali manji od lidokaina, stoga može biti koristan u slučaju kada je primjena vazokonstriktora kontraindicirana (8). Uporabljuje se u 4 %-tnoj koncentraciji s vazokonstriktorom u razrjeđenju 1 : 200 000 ili bez njega (tablica 1). Primijenjen u dozi većoj od 400 mg može dovesti do nastanka cijanoze (6). Metabolički produkt prilokaina je orto-toluidin koji je induktor methemoglobinemije i posljedičnog smanjenja kapaciteta prijenosa kisika u krvi. Prilokain je stoga kontraindiciran u pacijenata sa smanjenom oksigenacijom krvi, a također bi se trebao izbjegavati u osoba koje u terapiji uzimaju paracetamol ili fenacetin jer ti lijekovi uzrokuju povećanje razine methemoglobina. Methemoglobinemija se liječi intravenskom primjenom 1 %-tnog metilenskog modrila te intravenskom ili intramuskularnom primjenom 100-200 mg askorbinske kiseline na dan (6).

2.3. Artikain

Artikain se najbrže metabolizira od svih anestetika koji se rabe u stomatologiji zbog čega je manje toksičan i mogu se primijeniti veće doze (1). Brži metabolizam artikaina posljedica je esterskog lanca u njegovoj strukturi koji podliježe hidrolizi (6). Također, artikain bolje difundira u meka i koštana tkiva čime osigurava dobru anesteziju (1).

Prema preporukama AAPD-a pri infiltracijskoj i provodnoj anesteziji primjenjuje se u 4 %-tnoj koncentraciji, s ili bez vazokonstriktora adrenalina. Maksimalna pojedinačna doza artikaina za djecu iznosi 7,0 mg/kg tjelesne mase. Ukupno primijenjena količina ne smije prijeći 500 mg (9). Navedeni podatci prikazani su u tablici 1.

2.4. Mepivakain

Mepivakain ima slabiji vazodilacijski učinak od lidokaina što produljuje trajanje anestezije u odnosu na primjenu lidokaina i drugih anestetika bez vazokonstriktora. Anestezija pulpe mepivakainom bez vazokonstriktora traje 20 do 40 minuta, dok anestezija pulpe lidokainom bez vazokonstriktora traje 5 minuta. Čisti mepivakain osigurava 2-3 sata anestezije mekih tkiva (8).

U kombinaciji s adrenalinom, mepivakain ima sličan učinak kao lidokain s adrenalinom (11). Mepivakain se preporučuje pacijentima kod kojih je kontraindicirana primjena vazokonstriktora, kao i pri zahvatima koji ne zahtijevaju dulju anesteziju pulpe. 3 %-tni, čisti mepivakain nalazi se među najupotrebljenijim anestheticima u pedodonciji, a često i među gerijatrijskim pacijentima (8). Maksimalna pojedinačna doza mepivakaina za djecu iznosi 4,4 mg/kg tjelesne mase. Ukupno primijenjena količina ne smije prijeći 300 mg (9). Navedeni podaci prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Preporuke AAPD-a (American Academy of Pediatric Dentistry) za korištenje doza lokalnih anestetika u djece pri infiltracijskoj i provodnoj anesteziji.

	Trajanje u minutama						
Anestetik	Pleksus anestezija (maksila)		Provodna anestezija (mandibula)		Maksimalna doza		Maksimalna totalna doza
	pulpa	meka tkiva	pulpa	meka tkiva	mg/kg	mg/funta	mg
Lidokain					4,4	2,0	300
2% čisti	5		5-10				
2% + 1:50 000							
Adr	60	170	85	190			
2% + 100 000							
Adr	60	170	85	190			
Prilokain					6,0	2,7	400
4% čisti	20	105	55	190			
4% + 1:200 000							
Adr	40	140	60	220			
Atikain					7,0	3,2	500
4% + 100 000							
Adr	60	190	90	230			
4% + 1:200 000							
Adr	45	180	60	240			
Mepivakain					4,4	2,0	300
3% čisti	25	90	40	165			
2% + 1:100 000							
Adr	60	170	85	190			
2% + 1:20 000							
levonordefrin	50	130	75	185			

*Adr = adrenalin (epinefrin)

3. SPECIFIČNOSTI STANDARDNIH TEHNIKA LOKALNE ANESTEZIJE U DJECE

Tehnike lokalne anestezije koje se primjenjuju u djece ne razlikuju se uvelike u odnosu na tehnike koje se primjenjuju u odraslih. Ipak, anatomija, morfologija i histologija koštanih struktura i mekih tkiva razlikuju u djece i odraslih. Dječje čeljusti imaju manju gustoću kosti (manji stupanj kalcificiranosti), a to olakšava difuziju otopine anestetika u tkiva i brži početak djelovanja. Također, djeca su općenito manja pa je dubina penetracije igle u tkiva prilikom injekcijskih tehnika anestezije uglavnom manja (12).

3.1. Tehnike anestezije u maksili

Infiltracijska (sinonim: pleksus) anestezija u djece vrlo je učinkovita u gornjoj čeljusti. Svi mliječni i trajni maksilarni zubi mogu se anestezirati tom tehnikom (12). Kod djece se najčešće rabi za zahvate koji zahtijevaju lokaliziranu analgeziju u području određenog zuba (1).

Tehnika infiltracijske anestezije jednaka je u djece i odraslih (12). Ubodno mjesto je granica pomične i nepomične sluznice u području koje je potrebno anestezirati. Igla je položena pod kutom od 45° (90° za palatinalnu sluznicu) i pod tim se kutom ubada u sluznicu. Iglom se ne probada periost kako bi se izbjegla subperiostalna depozicija lokalnog anestetika jer tako dolazi do rastezanja dobro inerviranog periosta što je za pacijenta bolno i neugodno. Infiltracijska se anestezija zato alternativno naziva i supraperiostalnom anestezijom. Ciljno mjesto za deponiranje anestetika je područje apeksa zuba koji je potrebno anestezirati. Prije deponiranja anestetika potrebno je aspirirati. Anestetik se polagano (tijekom otprilike 1 minute) deponira kako bi se tkivu dopustila prilagodba na povećanje tlaka. Vestibularno se deponira 2/3 lokalnog anestetika iz štrcaljke (ampule), a palatinalno 1/3 (6).

U rijetkih pojedinaca infiltracijska anestezija u području gornjih kutnjaka nije dostatna jer morfologija kosti koja okružuje apekse tih zubi ne dozvoljava učinkovitu infiltraciju. Takav je ishod moguć zato što je zigomatični nastavak maksile u djece smješten nešto bliže alveolarnom nastavku. U takvom slučaju može se primijeniti provodna tuberska anestezija (stražnji gornji alveolarni blok). Pritom se preporučuje uporaba krake igle kako bi se smanjenom dubinom penetracije igle minimizirao rizik od komplikacije – hematoma u djeteta. Alternativa za tuber

anesteziju može biti bukalna infiltracijska injekcija mezijalno i distalno od prvog gornjeg trajnog molara s ciljem izbjegavanja prominentnog zigomatičnog nastavka (12, 13).

U djece se može primijeniti i provodna infraorbitalna anestezija (prednji gornji alveolarni blok) s dubinom penetracije igle tek nešto većom nego kod infiltracijske anestezije jer je visina maksile u djece manja nego u odraslih.

Općenito su tuberska i infraorbitalna anestezija rijetko indicirane tehnike u djece (12).

Povremeno maksilarni zubi mogu ostati osjetljivi i nakon primjene infiltracijske anestezije zbog akcesorne inervacije palatinalnim živcima ili zbog palatinalno divergentnog palatinalnog korijena molara. Tada se mogu primijeniti anestezija na foramen incisivum (blok nazopalatinalnog živca) i anestezija na foramen palatinum majus (12).

Tehnika anestezije na foramen incisivum ne razlikuje se od tehnike kod odraslih. Anestezija na foramen palatinum majus u djece se provodi na slijedeći način: ubodno mjesto se nalazi na polovici zamišljene linije koja povezuje gingivalni rub najdistalnijeg eruptiranog molara s medijalnom linijom nepca. Ciljno mjesto je veliki nepčani otvor (14). Upotrebljava se kratka igla, 25 ili 27 G (G.= eng., *gauge* – mjera za unutarnji promjer lumena igle). Položaj terapeuta je ispred i desno u odnosu na pacijenta. Štrcaljka se drži u desnoj ruci za desnu pacijentovu stranu te u lijevoj ruci za lijevu pacijentovu stranu. Polazno mjesto je kut usnica suprotne strane, distalno od posljednjeg molara u zubnom luku. Iglom se prodire do prvog kontakta s kosti. Prije deponiranja anestetika izvodi se aspiracija (6). Ako dijete ima isključivo mliječnu denticiju, ubodno mjesto nalazi se u točki koja prepolavlja zamišljenu liniju koja povezuje točku koja je smještena oko 10 mm distalno od distalne plohe drugog mliječnog molara i medijalnu liniju (12).

Palatinalna anestezija u male djece može se osigurati i intrapapilarnom anestezijom. Nakon početka djelovanja bukalne infiltracijske anestezije igla se horizontalno inserira u bukalnu papilu, neposredno iznad interdentalnog septuma. Tijekom penetracije igle prema nepcu polako se otpušta lokalni anestetik iz štrcaljke, a to uzrokuje ishemiju mekih tkiva (12).

3.2. Tehnike anestezije u mandibuli

Bezbolnost zahvata na mliječnim zubima u donjoj čeljusti uglavnom se može osigurati infiltracijskom anestezijom. To omogućuje manja gustoća kosti mandibule u rastu (12). Tehnika infiltracijske anestezije opisana je u potpoglavlju: Tehnike anestezije u maksili. S dobi se povećava gustoća kostiju pa se proporcionalno smanjuje i uspješnost infiltracijske anestezije u području donjih mliječnih molara (12).

Kod djece s mliječnom denticijom infiltracijska anestezija može biti korisna alternativa za blok donjeg alveolarnog živca (mandibularnu anesteziju) pri planiranju restaurativnih zahvata na mandibularnim mliječnim molarima. Kliničar se u praksi može poslužiti “pravilom desetke” pri odluci između infiltracijske anestezije i anestezije (bloka) donjeg alveolarnog živca. Za primjenu “pravila desetke” svakom se mliječnom zubu dodjeljuje skor: I = 1, II = 2, III = 3, IV = 4 i V = 5. Skor najdistalnijeg zuba koji se treba restaurirati zbraja se s dobi pacijenta (zaokruženu na najbliži cijeli broj godina). Ukoliko je zbog veći ili jednak od 10, indiciran je blok donjeg alveolarnog živca. Primjerice, za dijete dobi 5 godina i 10 mjeseci (zaokružimo na 6) s potrebom za restauracijom mandibularnog mliječnog drugog molara (skor 5) zbroj tih vrijednosti iznosi 11 i indiciran je blok donjeg alveolarnog živca. Za dijete dobi 4 godine i 1 mjesec (zaokružimo na 4) s potrebom za restauracijom mandibularnog mliječnog prvog molara (skor 4) zbroj tih vrijednosti iznosi 8 i dostatna je primjena infiltracijske anestezije (10).

Anestezija (blok) donjeg alveolarnog živca (sinonimi: mandibularna anestezija, IANB – *inferior alveolar nerve block*) ima veću stopu uspješnosti u djece nego u odraslih (12). To je posljedica manje gustoće kosti mandibule u djece te položaja foramena mandibule koji se kod djece se nalazi distalnije i niže nego kod odraslih (15). Intraoralne tehnike IANB kod djece provode se na jednak način kao kod odraslih, s razlikom da se kod djece štrcaljka nalazi u području mliječnih molara suprotne strane, igla je usmjerena koso prema van, nešto niže nego kod odraslih, a prosječna penetracija injekcijske igle kod djece je 15 mm. Dubina penetracije igle je varijabilna i u ovisnosti o veličini mandibule i dobi pacijenta. Kao i kod odraslih, vršak igle trebao bi dotaknuti kost prije aspiracije i deponiranja otopine anestetika. Za mlađe i manje pacijente preporuča se uporaba kratkih igala, a kod starije i veće djece kod kojih kratka igla

dotiče kost tek kada gotovo cijelom svojom duljinom penetrira tkivo, bolje je rabiti dulje igle. Uspješnost IANB iznosi od 90% do 95% kod djece primjerena ponašanja. Visoka uspješnost pripisuje se niže položenom foramenu mandibule, zbog čega i “preniski” ubod često rezultira uspješnom anestezijom (12, 15).

N. buccalis (N. – lat., *nervus* = živac) po potrebi se može anestezirati ubodom buko-distalno u odnosu na posljednji zub u zubnom luku uz depoziciju otprilike 1/5 anestetika iz štrcaljke (ampule) (12).

Osim IANB, i kod djece se mogu primijeniti i Vazirani-Akinosi i Gow Gates provodne anestezije. Ipak, iste su rijetko indicirane jer za njima postoji minimalna potreba u periodu mliječne denticije zbog visoke uspješnosti IANB. Usto je Vazirani-Akinosi tehnika, pri kojoj vrh injekcijske igle ne dodiruje kost tijekom deponiranja anestetika, manje pouzdana u djece nego u odraslih zato što je procjena dubine penetracije igle kod djece u tijeku rasta i ravoja otežana (12).

Anestezija incizalnog živca ima visoku uspješnost u djece i postiže se depozicijom 1/3 anestetika (ampule) u područje mentalnog foramena uz naknadnu aplikaciju pritiska prsta tijekom 2 minute. Foramen mentale uglavnom je lokaliziran između prvog i drugog mandibularnog mliječnog molara (12).

4. SUPLEMENTARNE TEHNIKE ANESTEZIJE

Neke suplementarne (dodatne) anestezijske tehnike mogu se primjenjivati kao samostalne tehnike za kontrolu boli pri nekim stomatološkim zahvatima. Primjerice, intraligamentarna (PDL), intraseptalna i intraosealna anestezija (IOA) često osiguravaju efektivnu anesteziju pulpe, bez potrebe za primjenom drugih anestezijskih tehnika. S druge strane, intrapulpna anestezija je gotovo uvijek “rezervirana” za slučajeve u kojima neka od primarno odabranih tehnika nije osigurala bezbolnost zahvata ili je kontraindicirana. PDL, intraseptalna i IO anestezija često se rabe kao dodatne anestezijske tehnike nakon neuspjele ili samo djelomično uspješne odabrane standardne tehnike anestezije (16). Pravilo je da se prvotno odabrana tehnika može ponoviti samo ako pacijent ne pokazuje klasične, očekivane znakove anestezije mekog tkiva. Ako su oni prisutni, ponovno injiciranje istom tehnikom nije učinkovito. Na primjer, ako pacijent nakon bloka donje alveolarnog živca (IANB) razvije utrnulost usnice, obraza i brade i tupi osjećaj u zubima, a i dalje ne može podnijeti otvaranje dentina ili pulpe svrdlom, reinjekcija neće dovesti do uspjeha, već stomatolog treba pristupiti izboru dodatne tehnike (17).

4.1. Intraligamentarna anestezija

Intraligamentarna anestezija još se naziva i parodontna ili skraćeno – PDL anestezija jer se daje u predjelu parodontnog ligamenta. Široko je prihvaćena u pedodonciji, gdje se može primijeniti kao alternativa za infiltracijsku anesteziju ili kao suplementarna anestezija drugim tehnikama.

Indicirana je za:

- (1) Anesteziju pulpe 1-2 zuba u istom kvadrantu
- (2) Zahvate na 2 distalna zuba u 2 različita mandibularna kvadranta (kako bi se izbjegao obostrani blok n.alveolaris inferior)
- (3) Pacijente kod kojih je nepoželjna produžena anestezija mekih tkiva
- (4) Slučajeve kod kojih je kontraindicirana regionalna provodna (blok) anestezija
- (5) Pomoć pri dijagnozi etiologije pulpne boli
- (6) Suplementarnu anesteziju nakon što je primarna tehnika anestezije dovela samo do parcijalne analgezije (16).

Kontraindikacije su:

- (1) Infekcija ili upala na mjestu primjene anestetika
- (2) Mliječni zubi u blizini kojih se nalazi zametak trajnog zuba nasljednika - primjena intraligamentarne anestezije uz mliječni zub može imati za posljedicu hipoplaziju cakline trajnog zuba nasljednika u razvoju (16).

Za PDL anesteziju koriste se konvencionalne ili tlačne štrcaljke uz konvencionalne ili specijalne kratke igle. Ubodno mjesto nalazi se u gingivnom sulkusu u području meziobukalnog ili distobukalnog dijela korijena zuba (za jednokorijenske zube) ili području meziobukalnog i distobukalnog dijela korijena zuba (za višekorijenske zube), a ubada se pod kutom od 30° u odnosu na uzdužnu os zuba. Uštrcava se 0,2 mL anestetika tijekom 5-10 sekundi. Početak djelovanja anestezije nastupa relativno brzo (otprilike 30 sekundi), a trajanje djelovanja je različito dugo (otprilike 15 minuta). Dva važna indikatora uspješno provedene PDL anestezije su osjećaj otpora tijekom deponiranja anastetske otopine i ishemija okolnih mekih tkiva u području deponiranja anestetika. Ako ne postoji otpor, odnosno ako anestetik lagano istječe kroz sulkus, igla se mora reponirati, a tehnika ponoviti dok se ne osjeti otpor. Injekcija se tada ponovi na drugoj površini (1, 16, 17).

4.2. Intraosealna anestezija

Intraosealna anestezija (IOA) podrazumijeva injekciju koja prodire kroz gingivu i kompaktnu kost te davanje anastetske otopine u spužvastu kost. Može osigurati anesteziju jednog ili više zuba u istom kvadrantu (16). IOA je suplementarna anestezija u pedodonciji i indicirana je u slučajevima kada se jednom od izabranih tehnika ne postiže adekvatna analgezija (1). Za IOA kliničar se može poslužiti konvencionalnom opremom za lokalnu anesteziju, ali su na tržištu prisutni i posebni sustavi za njeno provođenje kao što su *Stabident*, *X-tip* i *IntraFlow* sustavi (18). Mjesto perforacije i injiciranja anestetika nalazi se 2 mm apikalno od sjecišta horizontalne linije (bukalna marginalna gingiva) i vertikalne linije (sredina interdentalne papile distalno od zuba koji se anestezira). Ako je predviđeno ubodno mjesto u području pomične sluznice, ubada se u područje pričvrzne gingive. Prvo se meko tkivo anestezira infiltracijskom anestezijom, zatim se

posebnim probijačem za kost penetrira kroz kompaktnu kost u spongiozu i konačno se 1,0 mL anestetika ubrizgava tijekom 2 minute (1, 17).

4.3. Intraseptalna anestezija

Intraseptalna anestezija je, takoreći, hibridna tehnika intraligamentarne i intraosealne anestezije. Ova tehnika može biti alternativa za intraligamentarnu anesteziju u slučaju oštećenog parodonta. Postiže jednak učinak kao intraligamentarna anestezija, ali se tehnike razlikuju. Ubodno mjesto je s bukalne strane interdentalne papile. Anestetik se injicira tijekom prodiranja igle prema kosti. Kada vršak igle dotakne kost, iglom se lagano napreduje u kost i pritom se ubrizgava 0.2 mL otopine anestetika (11).

4.4. Intrapulpna anestezija

Intrapulpna anestezija (IPA) temelji se na depoziciji anestetičke otopine direktno u pulpni prostor, odnosno u korijenske kanale. Indicirana je kada ni intraosealna ni intraligamentarna injekcija ne mogu osigurati analgeziju te postoji bol kod otvaranja dentina i penetracije u pulpu. Intrapulpnu injekciju ne treba koristiti prije nego što se primijeni intraosealna i PDL injekcija (17). Za ovu tehniku ključno je da se anestetik injicira u pulpni prostor pod povratnim tlakom odnosno uz otpor tkiva. Deponiranje anestetika pasivno u pulpnu komoricu nije dostatno jer otopina neće difundirati u pulpu. To znači da anestetik sam nije odgovoran za intrapulpnu anesteziju, već ona ovisi i o tlaku (17).

Igla se pri IPA utisne u ulaze u pojedinačne korijenske kanale, lagano ispuštajući anestetik do trenutka zaglavljivanja igle kako bi se onemogućio povratni tijek i curenje anestetika. Kod širih ulaza u korijenske kanale, kliničar za obliteraciju i osiguravanje pritiska pri depoziciji anestetika može koristiti gutaperku, kuglicu vate ili djelić gume. Različiti stoperi mogu se koristiti i tako da se anestetik injicira u otvor pulpne komorice, a ne zasebno u svaki korijenski kanal. Injicira se oko 0,2 mL otopine anestetika tijekom 5 do 10 sekundi (11, 17).

4.5. Mlazna (Jet) anestezija

Mlazna (Jet) anestezija pretpostavlja aplikaciju anestetičke otopine kroz sluznicu pod tlakom. U engleskoj literaturi sinonim za ovu tehniku je i “*Needle-less Injection*” (injekcija bez igle) (4). Njom se postiže trenutna lokalna anestezija mekih tkiva u dubini od 4 do 4,5 mm, što pak omogućava bezbolnu insterciju igle tijekom naknadne infiltracije anestetika (1). Mali volumen anestetika aplicira se kroz sluznicu pod visokim tlakom (19). Kako se kod ove anestezije ne rabi injekcijska igla, može se koristiti kod anksioznih pacijenata koji pokazuju fobiju od uboda injekcijskom iglom. Ipak, i sam pritisak pod kojim se uštrcava anestetik ponekad može biti neugodan (1).

Prednosti ove anestezije su:

- (1) Jednostavnija primjena u pacijenata s “fobijom od igle”
- (2) Brža apsorpcija lijeka u tkiva
- (3) Minimalna mogućnost bakterijemije zbog relativno brze administracije anestetika
- (4) Nemogućnost komplikacija vezanih uz lom igle koje su moguće kod klasičnih tehnika (1, 28).

Nedostatci mlazne anestezije su:

- (1) Mogućnost laceracije tkiva i pojave hematoma
- (2) Nelagoda zbog visokog pritiska prilikom aplikacije anestetika
- (3) Moguće oštećenje kapilara prilikom aplikacije anestetika
- (4) Moguć neugodan okus kao posljedica istjecanja anestetika u pacijentova usta
- (5) Mlazna anestezija nedostatna je za osiguravanje anestezije pulpe
- (6) Nemogućnost uporabe za provodnu anesteziju; moguće su samo infiltracijska i topikalna anestezija (1, 4, 11, 28).

Indikacije za primjenu mlazne anestezije su:

- (1) Analgezija mekih tkiva – palatinalno
- (2) Anestezija mekih tkiva prije infiltracijske ili provodne anestezije
- (3) Anestezija prije primjene koferdama (1).

5. KOMPJUTERSKI KONTROLIRANA ANESTEZIJA

Sredinom 1990.-ih godina započeo je razvoj kompjuterski kontroliranih sustava anestezije, tzv. C-CLAD (eng., *computer-controlled local anesthetic delivery*). Kompjuterski kontrolirana anestezija zapravo podrazumijeva jednu od klasičnih, suplementarnih ili modificiranih tehnika lokalne anestezije uz uporabu posebno dizajniranih računalnih sustava s ciljem minimaliziranja mogućnosti ljudske pogreške pri davanju anestezije. Pritom je takav način anestezije pogodan za primjenu kod djece jer su bol, strah i anksioznost reducirani u odnosu na primjenu klasičnih štrcaljki i injekcijskih igala.

1997. godine na tržište je uveden prvi C-CLAD sustav, The Wand™ (Milestone Scientific Inc., Livingston, NJ, SAD). Kasnije je isti proizvođač predstavio Wand Plus, CompuDent i STA (*Single Tooth Anesthesia*) sustave. Primjeri drugih C-CLAD sustava su Comfort Control Syringe (Dentsply International, York, PA, SAD), QuickSleeper i SleeperOne uređaji (Dental Hi Tec, Cholet, Francuska), te Anaeject (Septodont, Francuska) i Ora Star (Showa Yakuhin Kako, Tokyo, Japan) štrcaljke (12).

5.1. The Wand

The Wand je C-CLAD sustav dizajniran kako bi se unaprijedila ergonomija i preciznost u odnosu na klasične štrcaljke za aplikaciju anestetika. Sustav kliničaru omogućuje jednostavnu manipulaciju laganim radnim nastavkom koji se pridržava u ruci poput olovke (Slika 1). Wand radni nastavak omogućuje precizniji taktilni osjet i kontrolu nastavka u odnosu na masivniju klasičnu štrcaljku (4). Aparat se pokreće pritiskom na nožnu pedalu koja je dio uređaja i na taj se način kontrolira davanje anestetika. Volumen i tlak deponiranog anestetika su konstantni jer su kontrolirani računalnom jedinicom i ne ovise o otporu tkiva. Uređaj omogućuje administraciju lokalnog anestetika dvjema sporim i konstantnim brzinama, a računalno kompenzira varijacije u otporu tkiva kako bi i protok anestetika ostao konstantan. Pri manjoj brzini protok otopine iznosi 0,5 mL/min, a pri većoj 1,8 mL/min (6, 19, 20, 28).



Slika 1. The Wand radni nastavak pridržava se u ruci poput olovke.

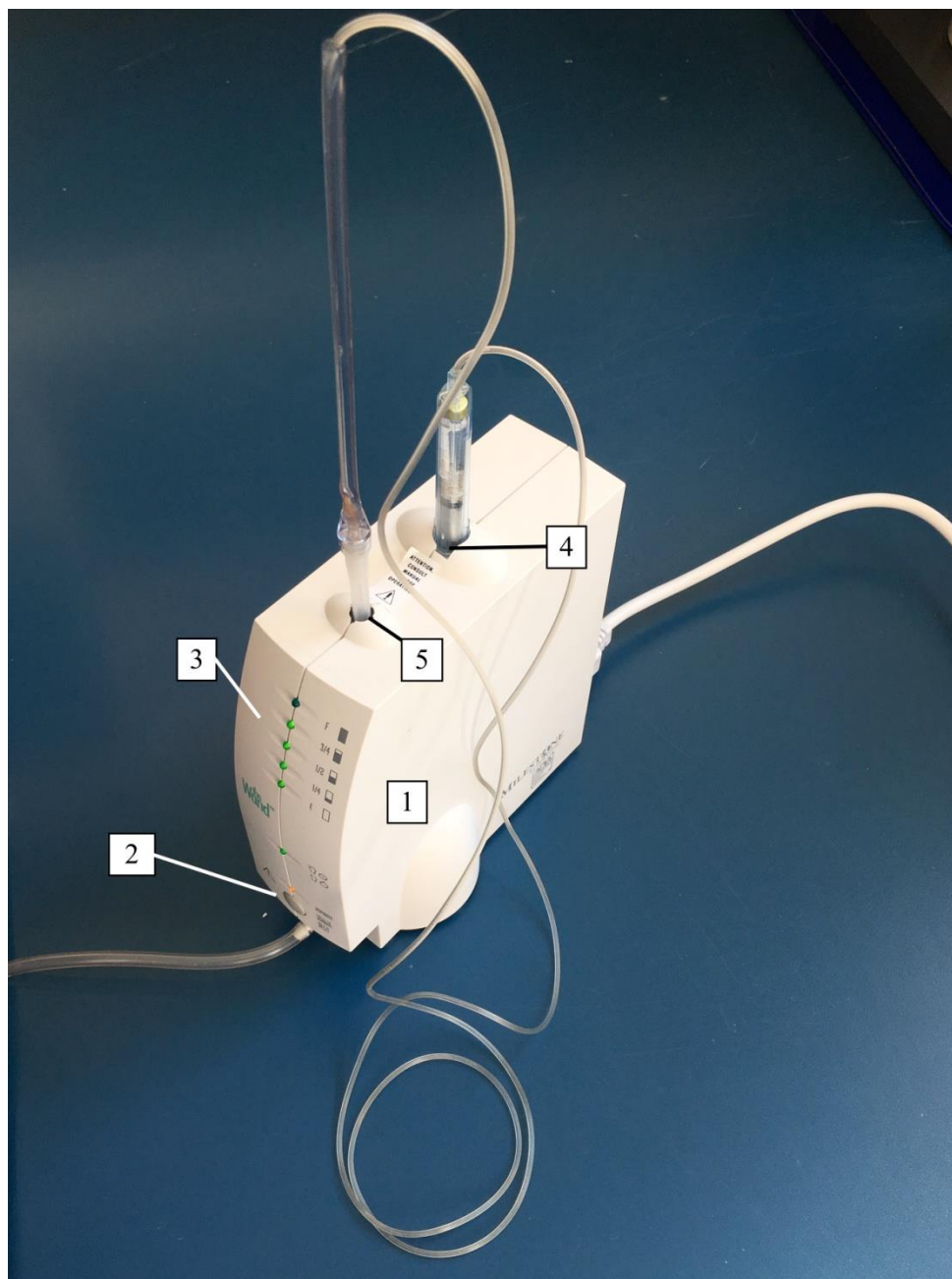
Proizvođač navodi da kontinuirani pozitivni tlak koji uređaj stvara omogućuje da kap anestetika u svakom trenutku prethodi vršku igle tijekom insercije igle u tkivo. Teorija je da je u slučaju sporog prodiranja igle u tkivo, kap anestetika koja prethodi vršku igle odgovorna za analgeziju tkiva kroz koje igla tek mora prodrijeti. Kombinacija stvorenog “puta anestetika” i kontroliranog protoka trebale bi osigurati neosjetnu ili barem manje bolnu injekciju (20, 21).

5.1.1. Dijelovi uređaja

Dijelovi The Wand-a su:

1. Pogonska jedinica
2. Sklopka za pokretanje uređaja
3. Gumb za ponovno pokretanje i aktivaciju aspiracije
4. Svjetlosna signalizacija stanja uređaja – 7 lampica
 - a. Uključen/isključen
 - b. Aspiracija
 - c. Preostali volumen sadržaja ampuli (5 lampica)
5. Uložno mjesto za ampulu
6. Uložno mjesto za radni nastavak
7. Nožna pedala za pokretanje uređaja
8. The Wand jednokratni komplet
 - a. Držać za ampulu
 - b. Mikrotuba
 - c. Radni nastavak

Uređaj i dijelovi uređaja prikazani su na slici 2.



Slika 2. The Wand – dijelovi uređaja: 1 - pogonska jedinica, 2 - gumb za ponovno pokretanje i aktivaciju aspiracije, 3 - svjetlosna signalizacija stanja uređaja, 4 - uložno mjesto za ampulu, 5 - uložno mjesto za radni nastavak.

5.1.2. Prednosti i nedostatci The Wand-a

Prednosti i nedostatci Wand sustava nabrojeni su u tablici 2.

Tablica 2. Prednosti i nedostatci The Wand-a.

PREDNOSTI	NEDOSTATCI
• Može se koristiti za sve standardne tehnike anestezije • Preporuča se za uporabu kod novijih tehnika anestezije kao što su AMSA i P-ASA • Kontrola brzine, protoka i tlaka prilikom aplikacije anestetika • Ugodnija je za pacijenta jer manje boli – reducira nepoželjno ponašanje vezano uz bol kod djece • Reducira anksioznost u pacijenata • Reducira stres kod operatera • Koristi se samoaspirirajuća injekcija koja se u ruci drži poput olovke • Pritiskom na nožnu pedaluku uključuje se uređaj i na taj se način kontrolira davanje anestetika • Držalac za ampulu i neki dijelovi koji se koriste za the WAND su za jednokratnu uporabu • Marketing – privlači pacijente koji preferiraju da je njihova odabrana ordinacija dentalne medicine “moderno” opremljena	• Cijena (skupoća aparata) • Zahtijeva dodatno vrijeme, opremu i tehniku koji podrazumijevaju veći prostor i poznavanje rukovanja aparatom

(*Izvori podataka iz tablice: 1, 4, 22)

5.1.3. Osobitosti i rukovanje The Wand uređajem

Uređaj omogućuje aspiraciju pred aplikaciju otopine lokalnog anestetika u tkivo. Aspiracija je osigurana nakon pritiska na za to predviđeni gumb nakon čega lampica za aspiraciju na pogonskoj jedinici zasvijetli. Proizvođač preporuča probnu aspiraciju izvan pacijentovih usta. Radni nastavak i igla pridržavaju se horizontalno ili vršak igle treba biti usmjeren prema podu. Operater polovičnim pritiskom na pedalu (na sporiju brzinu) pokreće uređaj i nakon četiri zvučna signala otpušta pedalu što će aktivirati aspiraciju. Aspiracijski ciklus traje 4,5 sekundi. Nakon uspješne probne aspiracije pristupa se odabranoj tehnici anestezije (6, 22).

The Wand nožna pedala ima sklopku koja se aktivira stlačenim zrakom, odnosno pritiskom stopala. Dva položaja pedale određuju brzinu otpuštanja i protoka anestetičke otopine iz ampule kroz sustav mikrotube, radnog nastavka i igle. Prvi položaj, pri parcijalno pritisnutoj pedali (papučici), osigurava spori tijek otopine (0,5 mL/min) (6). Drugi položaj, pri potpunom pritisku na papučicu, osigurava brži tijek otopine (1,8 mL/min) (6). Svaki od ta dva položaja praćen je odgovarajućim sporijim ili bržim zvučnim signalima. Tijekom uboda i prodiranja iglom kroz tkivo preporučljiva je uporaba manje brzine deponiranja anestetičke otopine zbog redukcije nelagode za pacijenta. Kasnije se brzina, ovisno odabranoj i indiciranoj tehnici anestezije, može povećati (22).

Injekcija s Wand sustavom zahtijeva više vremena, ali početak djelovanja anestetika nastupa brže i uobičajeno je ugodnija. Primjerice, pri provodnoj anesteziji donjeg alveolarnog živca standardnom tehnikom za početak djelovanja treba prosječno 10 minuta, a uz Wand 3-5 minuta (22).

Sustav se koristi klasičnim ampulama lokalnog anestetika za umetanje u karpul-štrcaljku (6). Uređaj zaprima samo ampule volumena 1,8 mL i kliničar treba računati na to da se 0,2 mL gubi tijekom ciklusa aspiracije te da 0,25 mL sadržaja ampule ostaje rezidualno i nakon što sustav svjetlosno signalizira “praznu” ampulu (22).

5.1.4. Primjena The Wand uređaja kod različitih tehnika anestezije

Kao pri uporabi konvencionalnih štrcaljki, tehnika infiltracijske anestezije uz The Wand podrazumijeva penetraciju injekcijske igle 2-3 mm apikalno u odnosu na mukogingivno spojište. Ubada se pod kutom od 45° iznad zuba koji se želi anestezirati (1). Prije injekcije preporučljivo je izvan pacijentovih usta provesti probnu aspiraciju. Pri samom početku uboda injekcijskom iglom, kod The Wand-a se blago rotira radni nastavak radi lakše penetracije igle kroz sluznicu. Anestetik se najprije otpušta manjom brzinom. Injekcijska igla polagano napreduje do ciljnog mjesta, a kada se dosegne ciljno mjesto započinje se aspiracija. Ukoliko je aspiracija negativna, brzina deponiranja anestetičke otopine može se povećati pritiskom na nožnu pedalu (22).

Kod palatinalne infiltracije The Wand-om važno je koristiti isključivo manje brzine deponiranja anestetičke otopine. Nikada se ne primjenjuje veća brzina otpuštanja anestetika, a aspiracija se može, ali i ne mora provesti (22).

Specifičnosti anestezije donjeg alveolarnog živca (IANB) The Wand uređajem ne razlikuju se uvelike od specifičnosti koje su navedene kod infiltracijske anestezije. Nakon probne aspiracije, The Wand uređaj se pokreće uz manju brzinu. Prilikom uboda, radni nastavak se blago rotira radi lakše penetracije injekcijske igle kroz sluznicu. Iglom se napreduje kroz tkivo prema ciljnom mjestu uz kontinuiranu blagu rotaciju radnog nastavka kako bi se prevenirala defleksija igle. Takva se tehnika naziva birotacijskom insercijskom tehnikom, a kratica koja se rabi u literaturi je BRIT. Klinički je dokazano da BRIT reducira defleksiju injekcijske igle tijekom prodiranja u tkiva i time je povećana učinkovitost Wand-om provedenog IANB-a (29). Kada vršak igle dosegne ciljno mjesto, započinje se aspiracija. Ukoliko je aspiracija negativna, brzina deponiranja anestetičke otopine može se povećati pritiskom na pedalu (22).

Na sličan način mogu se provesti i ostali mandibularni blokovi – provodne anestezije na n. mentalis i n. incisivus, Gow Gates i Vazirani-Akinosi anestezija (22).

Ubodno mjesto za intraligamentarnu (PDL) anesteziju The Wand-om nalazi se u gingivnom sulkusu u području meziobukalnog ili distobukalnog dijela korijena zuba (za jednokorijenske zube) ili području meziobukalnog i distobukalnog dijela korijena zuba (za

višekorijenske zube), kao i pri uporabi konvencionalnih ili tlačnih štrcaljki. Također se ubada pod kutom od 30° u odnosu na uzdužnu os zuba. Kako bi to bilo moguće, ponekad je potrebno saviti iglu ili radni nastavak The Wand uređaja. Nakon uboda injekcijska igla napreduje u prostor parodontnog ligamenta (oko 1-2 mm), sve dok se ne može potisnuti dublje. Kada vršak igle dosegne ciljno mjesto, operater laganim nožnim pritiskom na pedal uređaja pokreće sporiji tijek anestetičke otopine. Brži tijek treba izbjegavati. Kako bi anestezija bila uspješna, tijekom deponiranja anestetika treba se osjetiti otpor tkiva prema otpuštanju anestetika. Ako otpora nema, potrebno je reponirati injekcijsku iglu i osigurati da se ona nalazi unutar prostora parodontnog ligamenta. Proizvođač preporuča aplikaciju 0,9 mL anestetičke otopine po ubodnom mjestu za molare (0,9 mL meziobukalno i 0,9 mL distobukalno) te manje količine za premolare i frontu. Kod svih PDL injekcija prisutan je rezidualni tlak tekućine i nakon otpuštanja nožne pedale. Nakon depozicije anestetika i prije uklanjanja igle s ciljnog mjesta preporučljivo je pričekati 5-7 sekundi kako bi anestetik difundirao u tkivo i time se reducirao tlak tekućine koji bi u suprotnom uzrokovao istjecanje anestetičke otopine u usnu šupljinu (22).

U današnje vrijeme, osim osiguravanja bezbolnog stomatološkog zahvata, cilj je da i sam postupak davanja anestezije bude što ugodniji. S tim ciljem, prateći razvoj C-CLAD sustava, razvile su se i novije tehnike provodne anestezije koje podrazumijevaju reducirani broj uboda i manju količinu ubrizganog anestetika. Friedman i Hochman sredinom devedesetih godina predstavili su palatinalni pristup za gornji alveolarni blok (kratica koja se koristi u literaturi: P-ASA; eng., *Palatal Anterior Superior Alveolar Nerve Block*) i prednji i srednji gornji alveolarni blok (kratica koja se koristi u literaturi: AMSA; eng., *Anterior Middle Superior Alveolar Nerve Block*). Prednosti tih tehnika su, osim reduciranog broja uboda za analgeziju širokog područja i manje količine primijenjenog anestetika, anestezijom nepromijenjena linija osmijeha te eliminacija nelagode zbog pacijentova osjećaja utrnulosti gornje usnice i mimične muskulature. Iz istih su razloga ove tehnike pogodne za primjenu u parodontologiji i restorativnim postupcima u estetskoj stomatologiji koji zahtijevaju nenarušenu liniju osmijeha (6, 23). Područje analgezije P-ASA tehnikom je pulpa svih šest gornjih prednjih zubi s pripadajućom vestibularnom i palatinalnom sluznicom, gingivom i periostom (6).

AMSA tehnikom osigurava se analgezija pulpe gornjih inciziva, očnjaka i premolara, pripadajuća bukalna gingiva navedenih zubi te pripadajuća palatinalna tkiva od središnje linije do slobodnog

gingivalnog ruba navedenih zubi (23, 24). Obje je tehnike moguće izvesti i konvencionalnim štrcaljkama, ali se to ne preporučuje jer tehnika zahtijeva izrazito sporo deponiranje lokalnog anestetika od 0,5 mL/min (6).

5.1.5. The Wand - STA sustav

2007. godine predstavljena je novija generacija C-CLAD tehnologije, STA sustav (eng., *Single Tooth Anesthesia System*) koji radi na temelju tzv. DPS tehnologije (eng., *Dynamic Pressure-sensing Technology*). Radi se o inovativnoj tehnologiji koja omogućuje procjenu anatomskog položaja vrška injekcijske igle. Za procjenu položaja igle mjeri se tlak tekućine na vršku igle, koji se uspoređuje s već izmjerenim, zapisanim vrijednostima. Svjetlosna i zvučna signalizacija u sklopu STA uređaja upozoravaju kliničara na iznos tlaka na samom vršku igle. Ovaj je sustav osobito prigodan za PDL anesteziju. Uporaba klasične štrcaljke podrazumijeva “slijepi” pristup PDL anesteziji jer se položaj vrška igle ne može točno odrediti. Suprotno tomu, DPS tehnologija STA sustava nudi informaciju o položaju vrška igle u realnom vremenu i “vodi” kliničara kroz PDL anesteziju (4, 25).

5.2. Ostali računalno kontrolirani sustavi

5.2.1. Comfort Control Syringe (CCS)

Comfort Control Syringe (Dentsply International, York, PA, SAD) je C-CLAD sustav uveden na tržište nekoliko godina nakon The Wand-a. Radi se o elektroničkom, predprogramiranom uređaju koji, kao i ostali C-CLAD uređaji, omogućuje sporiju i konstantnu brzinu deponiranja anestetika u odnosu na manualno kontroliranu depoziciju anestetika konvencionalnim štrcaljkama. CCS otpušta anestetičku otopinu u dvije faze. Tijekom prvih 10 sekundi otopina protječe minimalnom brzinom, a zatim se brzina povećava na predprogramiranu odabranu vrijednost. Sustav omogućuje pet predprogramiranih brzina predviđenih za određene tehnike anestezije: provodnu, infiltracijsku, intraligamentarnu, AMSA/P-ASA i lingvalnu infiltracijsku (4).

Rad uređaja kontrolira se isključivo ručno. Na radnom nastavku nalaze se tri gumba: (1) prednji gumb odgovoran je za pokretanje i zaustavljanje rada uređaja, (2) srednji gumb aktivira funkciju aspiracije, a (3) posljednji gumb odgovoran je za udvostručavanje brzine protoka anestetičke otopine (3). CCS sustav kompatibilan je s konvencionalnim ampulama anestetika i injekcijskim iglama. Prednosti i nedostatci CCS-a navedeni su u tablici 3.

Tablica 3. Prednosti i nedostatci CCS-a.

PREDNOSTI	NEDOSTATCI
• Dizajn nalik klasičnoj štrcaljki • Dobro je vidljivo koliko je točno lokalnog anestetika primijenjeno, kao i kod klasične štrcaljke • Relativno jeftin potrošni materijal • Rad uređaja kontrolira se isključivo ručno • Jeftiniji od drugih C-CLAD-ova • Prilagodljiva brzina otpuštanja anestetičke otopine u skladu s odabranom tehnikom anestezije	• Zahtijeva dodatnu opremu • Robusniji uređaj u odnosu na druge C-CLAD-ove • Vibracija može smetati korisnicima • Cijena

(* Izvor podataka iz tablice: 4)

5.2.2. QuickSleeper

Posebnost QuickSleeper (Dental Hi Tec, Cholet, Francuska) uređaja jest da je okretna jedinica (motor) ugrađena u sam radni nastavak zbog čega on istodobno služi i kao štrcaljka za anestetik i kao nastavak za perforaciju kortikalne kosti. QuickSleeper je time pogodan za intraosealnu anesteziju. Klasična injekcijska igla postavlja se na radni nastavak koji pokretanjem motora započinje rotaciju i time se pretvara u perforator kosti. Rad uređaja kontrolira se dvostrukom nožnom pedalom. Jedna pedala pokreće rotaciju radnog nastavka, a druga započinje protok i otpuštanje anestetičke otopine. Za standardne tehnike anestezije (infiltracijsku i

provodnu anesteziju) koristi se samo jedna pedala. Volumen anestetika koji će se primijeniti prilikom anestezije odabire se unaprijed pritiskom na za to predviđeni gumb na uređaju. Moguća je aplikacija 1/4 , 1/2 , 3/4 ili 100% volumena jedne ampule. Uređaj najprije otpušta anestetičku otopinu manjom brzinom, ali se ona postepeno automatski povećava. Manja inicijalna brzina osigurava manje bolnu anesteziju (26). Prednosti i nedostatci QuickSleeper-a navedeni su u tablici 4.

Tablica 4. Prednosti i nedostatci QuickSleeper-a.

PREDNOSTI	NEDOSTATCI
• Mogućnost perforacije kortikalne kosti i primjene intraosealne anestezije • Uređaj ne zahtijeva specijalne injekcijske igle, već prihvaća standardne • Nema jednokratnih dijelova što smanjuje troškove • Manja inicijalna brzina otpuštanja anestetičke otopine osigurava manje bolnu anesteziju	• Radni nastavak teži 240 g i relativno je težak u odnosu na standardne štrcaljke koje teže oko 80 g (težina radnog nastavka može otežavati kontrolu nastavka) • Cijena – QuickSleeper je skuplji od The Wand-a i CCS-a • Operater ne može kontrolirati ubrzavanje depozicije anestetika

(* Izvor podataka iz tablice: 26)

5.2.3. Anaeject

Anaeject je C-CLAD sustav koji poput CCS-a omogućuje regulaciju brzine deponiranja anestetičke otopine. Bežični uređaj u obliku “pištolja” (slike 3 i 4) operateru nudi izbor između tri predprogramirane brzine: L, M, H – low, medium i high (mala, srednja i velika), a moguća je i postavka uređaja na “Auto Mode” (automatski način) s automatskim, postupnim povećavanjem brzine. Manja inicijalna brzina otpuštanja anestetika reducira nelagodu i bol pri injekciji. Uređaj za vrijeme rada reproducira melodiju koja može biti korisna za odvlačenje pozornosti i opuštanje pacijenta u tijeku injekcije. Proizvođač (Septodont, Francuska), osim relaksirajuće melodije koju

reproducira uređaj, ističe nekoliko prednosti Anaject-a pred drugim C-CLAD sustavima koje su prikazane u tablici 5 (27).

Tablica 5. Prednosti Anaject-a.

PREDNOSTI
• Bežični uređaj s punjačem - olakšana manipulacija • Svjetlosna signalizacija ukazuje na stanje baterije u uređaju • Automatsko isključivanje uređaja nakon što 2 ili više minuta nije u uporabi • Uložak za ampulu može se sterilizirati u autoklavu

(* Izvor podataka iz tablice: 28)



Slika 3. Anaeject u pripadajućem punjaču.



Slika 4. Anaeject se u ruci drži poput pištolja.

Jedan od najvećih izazova u radu s djecom je kontrola njihova ponašanja, a doživljena ili pretpostavljena bol je jedan od glavnih razloga za nastanak dentalnog straha i anksioznosti te posljedično i problema s ponašanjem u stomatološkoj ordinaciji. Kontradiktorno je da lokalna anestezija i ubod injekcijskom iglom omogućuju bezbolnost stomatoloških postupaka, a istovremeno su uzrok boli, anksioznosti i straha. Osim u pacijenata, sam postupak aplikacije lokalnih anestetika može izazvati anksioznost i u terapeuta. Istraživanje u Kaliforniji koje su proveli Dower i suradnici govori kako 16% stomatologa smatra da je davanje injekcije djeci postupak koji u njih izaziva najveći stupanj anksioznosti (24).

Kroz povijest, ali i danas, konstantno se traže načini za izbjegavanjem invazivnih, često nelagodnih i bolnih injekcija. Jedna od suvremenih mogućnosti za redukciju boli uzrokovane injekcijom je kompjuterski kontrolirana lokalna anestezija. Prvi izrađeni kompjuterski kontrolirani sustav za primjenu lokalne anestezije (C-CLAD), The Wand (Milestone Scientific, Livingstone, NJ, SAD), datira iz 1997. godine. Nakon Wand-a tržištu je predstavljeno još nekoliko C-CLAD sustava. C-CLAD-ovi kliničarima omogućuju preciznu kontrolu brzine otpuštanja anestetičke otopine uz omjer tlak:volumen koji je konstantan i neovisan o varijacijama u otporu tkiva (24). Modificirane štrcaljke C-CLAD-ova su jednokratne, prozirne, u obliku kemijske olovke i vrlo lagane (manje od 10 g), što kliničaru olakšava rad i omogućuje bolji taktilni osjet i kontrolu pri radu (29).

Prateći razvoj C-CLAD sustava, razvijene su i nove injekcijske tehnike. Najprije su Friedman i Hochman 1997. godine predstavili prednji i srednji gornji alveolarni blok (AMSA blok). AMSA blok postiže anesteziju većeg broja maksilarnih zuba samo jednim ubodom, pritom izbjegavajući neželjenu kolateralnu anesteziju usnice i lica. Isti su autori zatim predstavili palatinalni pristup za prednji gornji alveolarni blok (P-ASA blok) pri kojem se anestezija središnjih i lateralnih inciziva i pripadajućih mekih tkiva ostvaruje jednim palatinalnim ubodom. To je prva injekcija koja omogućuje anesteziju većeg broja zuba obostrano u odnosu na središnju liniju (29).

Dodatna prednost C-CLAD-ova je povećana stopa uspješnosti anestezije donjeg alveolarnog živca (IANB-a). To je omogućeno reduciranom defleksijom injekcijske igle. IANB tehnika Wand-om modificirana je tako što uključuje primjenu takozvane birotacijske insercijske tehnike (BRIT). Klinički je dokazano da BRIT tehnika reducira defleksiju injekcijske igle tijekom prodiranja u tkiva. Aboushala i suradnici prikazali su smanjen broj neuspjelih IANB blokova i

brži početak djelovanja anestezije kao posljedica veće preciznosti BRIT tehnike (29).

Iako je većina istraživanja o primjeni C-CLAD sustava provedena u odraslih pacijenata, nekolicina je provedena i u djece. Istraživanja provedena u pedijatrijskih pacijenata većinom se odnose na utjecaj izabrane tehnike lokalne anestezije na ponašanje djeteta. Nedavne publikacije Ashkenazija i suradnika potvrdile su mjerljivu redukciju boli izazvanog nepoželjnog ponašanja u djece koja su se podvrgnula C-CLAD injekciji (29). Ashkenazi i suradnici 2005. godine objavili su istraživanje provedeno u 193 djece u dobi od 2 do 13 godina. Autori su primijenili kompjuterski kontroliranu intrasuklularnu anesteziju na mliječnim molarima. Tretirali su 159 mandibularnih molara i 48 maksilarnih molara. Izvijestili su o 97%-tnoj stopi uspješnosti na mandibularnim molarima i 96%-tnoj uspješnosti na maksilarnim molarima za slučajeve kod kojih je C-CLAD tehnologija bila korištena kao tehnika izbora za injekciju. Ashkenazi je izvijestio da je u tih pacijenata ponašanje bilo relativno bez stresa i nije bilo potrebe za primjenom metoda kontrole i oblikovanja ponašanja. Zaključak istraživanja bio je da primjena C-CLAD uređaja rezultira većom stopom uspješnosti pri anesteziji pojedinačnih zubi, uz dodatnu pogodnost odsustva boli uzrokovanih problemom ponašanja u stomatološkoj ordinaciji (29, 30).

7. ZAKLJUČAK

Danas je razvoj lokalne anestezije u dentalnoj medicini sve manje usredotočen na farmakologiju i farmakokinetiku, a sve više na napredak i razvoj tehnika aplikacije anestetika. Napredak tehnologije omogućio je razvoj kompjuterski kontrolirane anestezije kod koje su centar zanimanja fizikalne promjene i dinamika fluida. Pregled dostupne literature dovodi do zaključka da se posljednjih 10-ak godina postiže konsenzus o primjeni C-CLAD sustava kao sustava izbora za aplikaciju lokalne anestezije kako u pedijatrijskih, tako i u odraslih stomatoloških pacijenata. Većina istraživanja naglašava mjerljivu redukciju negativnog ponašanja uzrokovanog boli u usporedbi sa standardnim štrcaljkama. Sljedeći autori podržavaju takav stav: Versloot i suradnici, Ram i Kassirer, Palm i suradnici, Oztas i suradnici, Gibson i suradnici te Allen i suradnici (29). Broj stomatologa koji se odlučuju za primjenu C-CLAD sustava u svijetu je u porastu (29).

1. Majstorović M, Negovetić Vranić D. Lokalna anestezija. In: Jurić H, editor. Dječja dentalna medicina. Zagreb: Naklada Slap; 2015. p. 123-42.
2. Thamassebi JF, Nikolaou M, Duggal MS. A comparison of pain and anxiety associated with the administration of maxillary local analgesia with Wand and conventional technique. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2009;10(2):77-82.
3. Saxena P, Gupta SK, Newaskar V, Chandra A. Advances in dental local anesthesia techniques and devices: An update. *Natl J Maxillofac Surg*. 2013;4(1):19–24.
4. Malamed SF. *Handbook of Local Anesthesia*. 6th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 2013. Chapter 5, The syringe; p. 78-92.
5. Nicholson JW, Berry TG, Summitt JB, Yuan CH, Witten TM. Pain perception and utility: A comparison of the syringe and computerized local injection techniques. *General dentistry*. 2001;49(2):167-73.
6. Gabrić D. i sur. Lokalna anestezija u dentalnoj medicini. Zagreb: Medicinska naklada; 2015. 112 p.
7. Malamed SF. Anesthetic Agents and Computer-Controlled Local Anesthetic Delivery (CCLAD) in Dentistry [Internet]. [cited 2017 Sept 1]. Available from: https://www.dentalacademyofce.com/courses/1609/pdf/anastheticagents_cclad.pdf.
8. Malamed SF. *Handbook of Local Anesthesia*. 4th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 1997. Chapter 4, Clinical action of specific agents; p. 49-73.
9. American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Guideline on use of local anesthesia for pediatric dental patients. Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD); 2015. Reference Manual 37(6):199-205.
10. Robinson PD, Pitt Ford TR, Mc Donald F. *Local Anaesthesia in Dentistry*. Oxford: Wright; c2000. 88 p.
11. Meechan JG. *Practical Dental Local Anaesthesia*. London: Quintessence Publishing Co. Ltd.; c2002. 140 p.
12. Malamed SF. *Handbook of Local Anesthesia*. 4th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 1997. Chapter 16, Local anesthetic considerations in dental specialties; p. 232-43.
13. Rood JP. Notes on local analgesia for the child patient. *Dent Update*. 1981;8(6):377-81.
14. Malamed SF. *Handbook of Local Anesthesia*. 4th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 1997. Chapter 13, Techniques of maxillary anesthesia; p. 160-192.

15. Gračan B. Oralno kirurški zahvati kod djece [master's thesis]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2015. 45 p.
16. Malamed SF. Handbook of Local Anesthesia. 4th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 1997. Chapter 15, Supplemental injection techniques; p. 220-31.
17. Torabinejad M, Walton RE. Endodoncija: Načela i praksa. 4. izd. Anić I, urednik hrvatskog izdanja. Zagreb: Naklada Slap; 2009. 475 p.
18. Idris M, Sakkir N, Naik KG, Jayaram NK. Intraosseous injection as an adjunct to conventional local anesthetic techniques: A clinical study. J Conserv Dent. 2014;7(5):432–35.
19. Kee YL, Neelakantan P. Local Anesthetics in Dentistry – Newer Methods of Delivery. International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 2014;6(1):4-6.
20. Milestone Scientific Inc. 1999. The Wand™ - Computer Controlled Anaesthetic Delivery System: Operating Manual. Livingston, NJ, SAD: Milestone Scientific Inc.
21. Yenisey M. Comparison of the pain levels of computer-controlled and conventional anesthesia techniques in prosthodontic treatment. J Appl Oral Sci. 2009;17(5):414-20.
22. WandDental Inc. The Wand. [Internet]. Livingston, NJ, USA: WandDental Inc. [updated 2017; cited 2017 September 1]. Available from: <http://www.thewand.com/>.
23. Perković V. Gabrić D. Nove tehnike provodnih anesezija u gornjoj čeljusti. Sonda. 2008/09;9(17):34-9.
24. Ram D, Peretz B. Administering local anaesthesia to paediatric dental patients -- current status and prospects for the future. Int J Paediatr Dent. 2002;12(2):80-9.
25. Malamed SF. Handbook of Local Anesthesia. 6th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 2013. Chapter 15, Supplemental injection techniques; p. 253-76.
26. Oral Health Group [Internet]. Toronto, ON, Canada: Oral Health Group; 2017. PAIN CONTROL PATIENT MANAGEMENT: A Review of Computer Controlled Injection Devices [cited 2017 September 1]. Available from: <https://www.oralhealthgroup.com/features/pain-control-patient-management-a-review-of-computer-controlled-injection-devices/>.
27. Septodont [Internet]. Woodpecker Technologies Pvt. Ltd.; c2010. Products & MSDS»Anaesthetics»Anaject; c2010 [cited 2017 Sept 1]. Available from: <http://www.septodontindia.com/html/productdetail.php?ProID=92#92>.

28. Santhosh Kumar MP. Newer Delivery Systems for Local Anesthesia in Dentistry. J Pharm Sci & Res. 2015;7(5):252-55.
29. Malamed SF. Handbook of Local Anesthesia. 6th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 2013. Chapter 20, Future Trends in Pain Control; p. 356-79.
30. Ashkenazi M, Blumer S, Eli I. Effectiveness of computerized delivery of intrasulcular anesthetic in primary molars. J Am Dent Assoc. 2005;136(10):1418-25.

Anika Černeka rođena je 16. rujna 1992. u Puli. 2007. godine završava osnovnu školu i upisuje prirodoslovno-matematički smjer u Gimnaziji Pula.

2009. godine izabrana je stipendistica Foruma za slobodu odgoja i ASSIT-a (*American Secondary Schools for International Students & Teachers*) te treći razred srednje škole provodi u Wasatch Academy, UT, SAD.

Srednju školu završava u Puli, 2011. godine nakon čega iste godine upisuje studij dentalne medicine na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Deveti semestar u sklopu Erasmus+ programa provodi na Ernst Moritz Arndt Sveučilištu u Greifswaldu, u Njemačkoj.

Aktivno se služi engleskim i talijanskim jezikom, a pasivno španjolskim i njemačkim.

Apsolvirala je u srpnju 2017.