

Near infra-red imaging tehnologija u stomatologiji

Lara Sviličić¹

prof. dr. sc. Dijana Zdravec, dr.med.²

[1] studentica treće godine, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

[2] Katedra za opću i dentalnu radiologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Near infra-red imaging (NIRI) je tehnologija koja se u stomatologiji može koristiti za snimanje 3D modela zubi i detekciju karijesa na okluzalnim i interproksimalnim površinama zubi. Uređaji bazirani na NIRI tehnologiji predmet su istraživanja u stomatologiji već gotovo 20 godina i nekoliko ih je trenutno komercijalno dostupno (1). Ti uređaji emitiraju valove koji se nalaze unutar near infra-red (NIR) spektra, a koji je dio spektra infracrvenih valova.

Infracrveno zračenje vrsta je elektromagnetskog zračenja i određeno je valnom duljinom i frekvencijom. Valne duljine infracrvenih valova kreću se u rasponu od 0,7 μm do 1000 μm , a frekvencije od 3×10^{11} Hz do $4,3 \times 10^{14}$ Hz. NIR spektar obuhvaća infracrvene zrake valnih duljina od 780 nm do 1300 nm (2). Zbog velike valne duljine i niske frekvencije infracrveni valovi imaju nisku energiju te stoga nemaju štetan učinak na biološko tkivo.

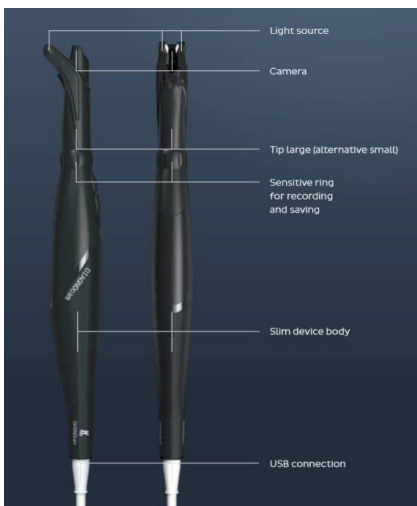
NIRI uređaji u stomatologiji temelje se na dvije metode: Near infra-red transillumination (NIRT) i Near infra-red reflectance (NIRR). Kod obje metode dolazi do raspršivanja infracrvenih valova u kontaktu sa zubnim tkivima (3). Vrijednost koeficijenta raspršivanja ovisi o svojstvima infracrvenih valova i građi tkiva na koje nailaze. Caklina je većinom građena od anorganske tvari kristala hidroksiapatita (97%) te zbog toga ima nizak koeficijent raspršivanja svjetlosti pri NIRI. Dentin ima viši koeficijent raspršivanja od cakline zbog orijentacije dentinskih tubulusa i većeg udjela organskih tvari. Karijesne lezije i područja demineralizacije također imaju viši koeficijent raspršivanja od cakline. NIRR i NIRT metode razlikuju se po optičkim principima na kojima se temelje, izgledu snimke i građi uređaja. NIRR metodom se u senzoru registriraju reflektirani infracrveni valovi. Karijesna lezija se na snimci koja nastaje očituje kao svjetlije područje, odnosno područje pojačanog intenziteta u odnosu na karijesom nezahvaćena tvrda zubna

tkiva (4). Kod NIRT metode senzor registrira infracrvene valove koji su prošli (transiluminirali) kroz tkivo, a karijesna lezija vidljiva je na snimci kao tamnije područje, odnosno područje smanjenog intenziteta (3).

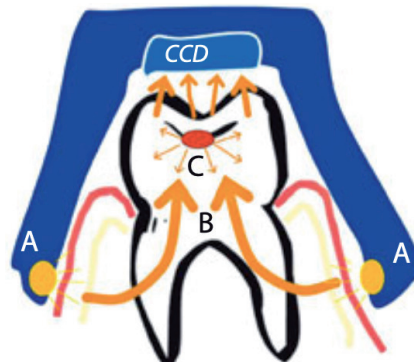
Način funkcioniranja NIRT i NIRR metode u ovom članku bit će objašnjen na primjeru DIAGNOcam i iTero Element 5D uređaja.

NIRT

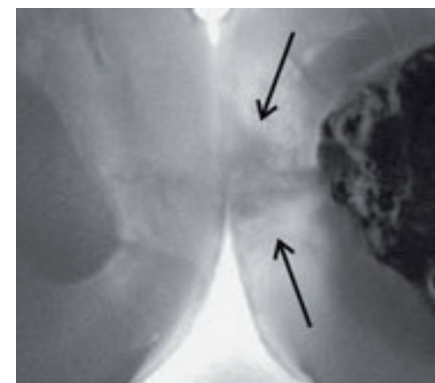
Jedan od najzastupljenijih uređaja u komercijalnoj upotrebi koji radi na principu NIR transiluminacije je DIAGNOcam. Sustav koji koristi sastoji od: NIR izvora svjetlosti, USB konekcije sa zaslonom, posebnog softvera, kablova koji sadrže optička vlakna i kamere sa CCD (charge-coupled device) senzorom. (Slika 1). Infracrveni izvor emitira svjetlost i usmjeren je prema alveolarnom nastavku, svjetlost se prenosi kroz gingivu, alveolarnu kost i korijen sve do krune zuba (Slika 2). Receptor je CCD senzor koji prikuplja digitalne podatke i stvara



Slika 1. Građa sonde DIAGNOcam uređaja



Slika 2. Shematski prikaz prolaska infracrvenih valova kroz tkiva zuba i potpornih struktura kod NIRT metode



Slika 3. Interproksimalna karijesna lezija cakline na NIRT snimci

sliku koja prikazuje okluzalnu površinu zuba (2). Karijesna lezija vidljiva je kao tamnije područje unutar cakline (Slika 3) jer demineralizirano područje ima visok koeficijent raspršivanja infracrvenih valova pa manji dio njih prolazi kroz tkivo i pada na CCD senzor.

NIRR

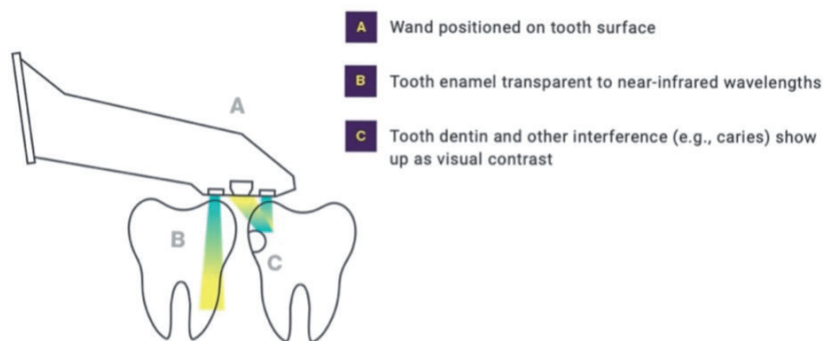
Prvi intraoralni skener na tržištu koji koristi NIRR tehnologiju je iTero Element 5D. On se može koristiti i kao alternativna metoda u dijagnostici interproksimalnih karijesnih lezija lokaliziranih iznad gingive te za praćenje

napredovanja takvih karijesnih lezija. Takav integrirani intraoralni sustav za snimanje zuba omogućuje istovremeno stvaranje: 3D digitalnog modela zuba u boji i popratnih intraoralnih struktura, 2D slika u boji i NIR reflektiranih snimki koje su mapirane na 3D model (5).

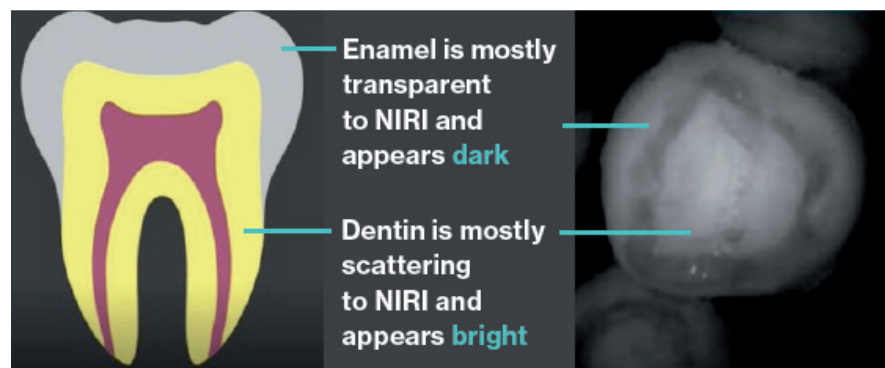
iTero Element 5D koristi sustav koji se sastoji od: upravljačke jedinice sa zaslonom, posebnog softvera, kabla za napajanje i sonde s kamerom i senzorom. Sonda koja emitira infra-crvene valove se pozicionira iznad interproksimalnog područja stražnjih zubi (Slika 4). Zbog

niskog koeficijenta raspršivanja, koji je posljedica kristalne građe cakline, infra-crveni valovi prolaze kroz cijelu debljinu cakline. Na snimci koja nastaje zdrava caklina se prikazuje kao tamnije područje ili područje smanjenog intenziteta. (Slika 5). Dentin i karijesna lezija imaju viši koeficijent raspršivanja te će uzrokovati refleksiju i raspršivanje infra-crvenih valova (4) zbog čega će biti vidljivi kao područja povećanog intenziteta (6) (Slika 6).

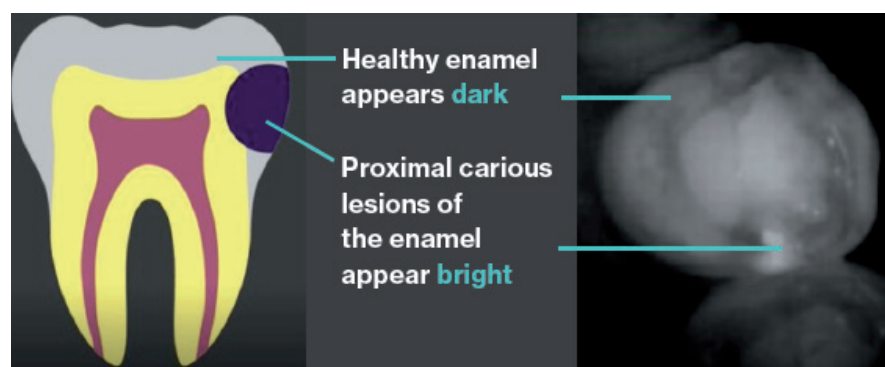
Za razliku od drugih NIRR uređaja na kojima je potrebno mijenjati „nastavke“ (VistaCAM iX), kod ovih uređaja jednim skeniranjem područja od interesa generiraju se NIRR snimke vizualizirane na svojoj skali, 2D snimke u boji i 3D model. Snimke su na zaslonu vidljive u realnom vremenu, a moguće ih je uvećavati, mijenjati kontrast i pohraniti (5). 3D model moguće je rotirati na monitoru računala i procijeniti ga iz različitih kutova uz istovremenu evaluaciju NIRR snimke, čime se dobiva sveobuhvatan uvid u situaciju bez gledanja pacijenta. Zbog mogućnosti stvaranja 3D digitalnog modela zubi iTero Element 5D daje značajan doprinos u području ortodontije. Snimanje digitalnog 3D modela zubi osigurava ugodnije iskustvo pacijenta tijekom pregleda u odnosu na konvencionalne metode uzimanja otiska koje mogu uzrokovati nelagodu kod pacijenta zbog otežanog disanja, pritiska na jezik i određenih mirisa i okusa tijekom uzimanja otiska. Osim u ortodontiji, 3D digitalni otisci sve se više primjenjuju i u drugim specijalističkim granama stomatologije kao što su implantologija i protetika (7).



Slika 4. Građa i pozicioniranje sonde iTero Element 5D uređaja



Slika 5. Prikaz zdravog zuba na NIRR snimci



Slika 6. Interproksimalna karijesna lezija cakline na NIRR snimci

NIRI VS. KONVENCIONALNE METODE U DIJAGNOSTICI KARIJESA

Za razliku od radiografskih metoda koje omogućuju dijagnostiku karijesnih lezija lokaliziranih na područjima cakline, dentina, cementa i pulpe, ali i dijagnostiku parodontnih promjena i periapikalnih procesa, uređaji koji

koriste NIRI tehnologiju nemaju te mogućnosti. Primjerice, pomoću iTero element 5D uređaja može se analizirati samo interproksimalna karijesna lezija lokalizirana u caklini, iznad gingive, odnosno karijesna lezija koja ne prodire dublje od caklinsko-dentinskog spojišta (6). U detekciji ranih interproksimalnih karijesnih lezija neki NIRI uređaji su se pokazali i efikasnijim od bite-wing radiograma jer imaju mogućnost detekcije karijesne lezije prije nego što je ona vidljiva na RTG snimci (4). Pouzdanost ovih uređaja u otkrivanju ranih interproksimalnih karijesnih lezija potvrdilo je i istraživanje pri kojem je korišten iTero Element 5D usporedno sa bite-wing radiogramom i mikrotomografijom (μ CT) kao referentnim standardom (8).


Tradicionalne metode intraoralnog kliničkog pregleda i RTG snimke imaju određene nedostatke. Primjerice, pri izvođenju kliničkog pregleda stomatolog

može previdjeti veličinu i dubinu karijesne lezije. Kod djece ponekad nije moguće napraviti kvalitetnu bite-wing snimku, a otežavajući faktor u detekciji karijesa mogu biti i fiksni ortodontski aparatići. Nadalje, opetovane RTG snimke nisu preporučljive zbog potencijalno štetnog biološkog učinka ionizirajućeg zračenja (3). Štetan učinak posljedica je svojstva valova ionizirajućeg zračenja – male valne duljine, visoke frekvencije i velike energije koja omogućuje rendgenskim zrakama da izbiju elektron iz atoma, što uzrokuje promjenu fizikalnih i kemijskih svojstava atoma.

Alternativne metode u dijagnostici karijesa, kao što su NIRI uređaji, nemaju navedene nedostatke, neinvazivne su metode i karakterizira ih jednostavnost upotrebe te ih se stoga može koristiti u svakodnevnoj stomatološkoj praksi. U istraživanju provedenom među stomatolozima koji su implementirali iTero Element 5D u svakodnevni

dijagnostički proces potvrđen je porast od 57% u broju tretiranih interproksimalnih karijesnih lezija (7) što dokazuje pozitivan učinak upotrebe ovih uređaja na povećanje kvalitete zdravstvene zaštite.

ZAKLJUČAK

U vremenu sve većeg tehnološkog napretka i sve veće educiranosti pacijenata, nužna je primjena novih i inovativnih metoda u stomatologiji. NIRI uređaji omogućuju trenutnu evaluaciju i jednostavnu vizualizaciju stanja oralnog zdravlja pacijenta. To utječe na poboljšanje komunikacije između stomatologa i pacijenta, uključivanje pacijenta u terapijski proces i prihvaćanje preporučenog načina liječenja. Svakodnevna primjena novih metoda u dijagnostici karijesa može utjecati na podizanje svijesti o važnosti brige o oralnom zdravlju što je preduvjet unaprjeđenja kvalitete oralnog zdravlja populacije. 

LITERATURA

1. Zhu Y, Abdelaziz M, Simon J, Le O, Fried D. Dual short wavelength infrared transillumination/reflectance mode imaging for caries detection. *J Biomed Opt.* 2021 Jan;26(4):043004.
2. Söchtig F, Hickel R, Kühnisch J. Caries detection and diagnostics with near-infrared light transillumination: clinical experiences. *Quintessence Int.* 2014 Jun;45(6):531-8.
3. Heck K, Litzenburger F, Geitl T, Kunzelmann KH. Near-infrared reflection at 780 nm for

detection of early proximal caries in posterior permanent teeth in vitro. *Dentomaxillofac Radiol.* 2021 Sep 1;50(6):20210005.

4. Metzger Z, Colson DG, Bown P, Weihard T, Baresel I, Nolting T. Reflected near-infrared light versus bite-wing radiography for the detection of proximal caries: A multicenter prospective clinical study conducted in private practices. *J Dent.* 2022 Jan;116:103861.
5. iTero Element 5D Clinical Guide [Internet]. iTero global education. [cited 2021 Nov 18]. Available from: <https://global.itero.com/en/training/literature>
6. iTero Element 5D User Manual [Inter-

net]. [cited 2021 Nov 18]. Available from: <https://global.itero.com/en/training/literature>

7. Nolting T, Porier F, Giblin T. A fully integrated diagnostic process through advances in scanning technology. *Dental learning* [Internet]. 2020 Mar [cited 2021 Nov 18]. Available from: <https://global.itero.com/en/training/literature>
8. N Litzenburger F, Heck K, Kaisarly D, Kunzelmann KH. Diagnostic validity of early proximal caries detection using near-infrared imaging technology on 3D range data of posterior teeth. *Clin Oral Investig.* 2021 Oct 12