

# Kompjuterska analiza okluzije T-Scan II sistemom

SGS YU ISSN 0039-1743-  
COBISS.SR-ID 8417026

## T-Scan II computerized occlusal analysis

### KRATAK SADRŽAJ

*Analiza okluzije primenom okluzalnih indikatora ili kompjutera predstavlja sastavni deo savremene kliničke funkcijske analize. Cilj ovog rada bio je da se prikaže mogućnost kompjuterskog T-Scan sistema u analizi okluzije. Nova generacija T-Scan sistema (T-Scan II, Tekscan, USA) za kompjutersku analizu okluzije pre i posle okluzalne terapije restaurativnim ispunima ili zubnim nadoknadama omogućuje veoma precizno registrovanje broja kontakata, površinu, vreme njihovog trajanja, odnosno ukupno okluzalno opterećenje i raspored sila u odnosu na aproksimativno područje sumiranja rezultanti okluzalnih sila u završnom interkuspalnom položaju (Ikp) mandibule. Kompjuterska analiza pruža podatke o uravnoteženosti ili neuravnoteženosti okluzije odnosno registruje i intenzitet okluzalnih kontakata kao I distribuciju okluzalnih sila što predstavlja važan podatak za pravilan tok i ishod okluzalne terapije.*

**Ključne reči :** okluzija, okluzalna terapija, okluzalni indikatori, T-Scan II.

**Vojkan Lazić<sup>1</sup>, Slavoljub Živković<sup>2</sup>,  
Gorjana Popović<sup>3</sup>**

Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet

<sup>1</sup> Klinika za stomatološku protetiku

<sup>2</sup> Klinika za bolesti zuba

<sup>3</sup> Institut za fiziku

**PRETHODNO SAOPŠTENJE (PS)**  
**Stom Glas S, 2004; 51:24-29**

Okluzalna terapija predstavlja osnovu kompleksne terapije funkcijskih poremećaja orofacijalnog sistema i podrazumeva svaku stomatološku intervenciju koja menja postojeće stanje okluzalnih površina, kontakti odnos zuba ili položaj mandibule u terapijske svrhe.

Analiza okluzalnih kontakata na ispunima (amalgamski, kompozitni) ili zubnim nadoknadama (krunice, mostovi, skeletirane i akrilatne proteze) u interkuspalnom položaju - IKp i ekscentričnim položajima mandibule predstavlja sastavni deo kliničke funkcijske analize okluzije. Ova analiza se može uraditi uz pomoć različitih okluzalnih indikatora ili uz pomoć kompjutera. Najveći broj indikatora (artikulacione hartije, folije, specijalni voskovi) koji se primenjuju u praksi omogućuju pre svega vizuelnu procenu, odnosno kvalitativnu interpretaciju okluzalnih kontakata. Dobijene informacije ukazuju uglavnom na prisustvo okluzalnih kontakata, njihovu lokalizaciju ali ne daju podatke o njihovom intenzitetu.

Tehnološke inovacije na polju analize okluzije uvedene su u stručnu praksu krajem 1986. i tokom 1987. godine. Maness je u saradnji sa korporacijom TEKSCAN (Boston, USA) razvio kompjuterski sistem koji je omogućavao registrovanje okluzalnih kontakata koristeći vreme kao primarnu dijagnostičku varijablu. <sup>1</sup> Sa ovim novim sistemom, koji je nazvan T-Scan (po Maness-u) bilo je moguće registrovati kontakte u interkuspalnom položaju mandibule, odnosno odrediti broj okluzalnih kontakata, površinu, vreme njihovog trajanja kao i relativnu silu. Sistem takođe pruža podatke i o odnosu sila kontakata prema centru "okluzalnih sila" (COF-center of occlusal force). Brojni istraživači kao što su

Maness<sup>1,2</sup>, Moini<sup>4</sup>, Mizui et al.<sup>3</sup>, Lyons et al.<sup>6</sup>, Hsu et al. <sup>7</sup>, i Gonzales<sup>8</sup> su isticali velike potencijale ovog sistema u kliničkoj dijagnostici i terapiji okluzije pre svega zbog velike preciznosti pri registraciji kontakata u položaju maksimalne interkuspacije i centralne relacije.

Istraživanja su potvrdila da je T-Scan II sistem kompjuterske analize okluzije, zbog mogućnosti registrovanja sila kontakata i prikaza njihove distribucije duž zubnog luka, podjednako efikasan i u dijagnostici i u okluzalnoj terapiji<sup>9,10,13,14</sup>.

Cilj ovog rada bio je da predstavi mogućnosti kompjuterskog T-Scan II u analizi okluzije i ukaže na prednosti ovog načina analize okluzije u odnosu na druge okluzalne indikatore.

## Materijal i metod

Analiza okluzije u ovom istraživanju sprovedena je u 26 osoba oba pola, uzrasta 20 - 40 godina, podeljenih u dve grupe. Prvu grupu činilo je 10 osoba sa po najmanje dva restaurativna ispuna po kvadrantu na zubima bočne regije (5 osoba sa kompozitnim i 5 sa amalgamskim ispunima). Drugu grupu činilo je 10 osoba sa zubnim nadoknadama (5 osoba sa fiksnim zubnim nadoknadama u vidu metalokeramičkih krunica i mostova u bočnom regionu zubika i 5 osoba sa mobilnim zubnim nadoknadama u vidu parcijalnih pločastih i skeletiranih proteza). Kontrolnu grupu činilo je 6 osoba sa intaktnim prirodnim zubikom.

Kod svih pacijenata sprovedena je najpre analiza okluzije okluzalnom indikator folijom (Bausch, Arti-foil, 8 $\mu$ , Germany) (sl 1a) koja se pomoću držača - pincete unosi u usta pacijenta. Neophodno je da pacijent lagano tapka zubima u završnom okluzalnom položaju mandibule, kako bi se registrovali kontakti potpornih kvržica i uočili eventualni pre-vremeni kontakti zuba antagonista (sl. 1b). Subjektivni osećaj pacijenta o okluzionom komforu ili diskomforu je u ovom istraživanju osnovni kriterijum u analizi okluzije. Nakon toga izvršena je analiza okluzije i registrovanje pre-vremenih kontakata kompjuterskim T-Scan II sistemom (Tekscan, Boston, USA) (sl. 2a)



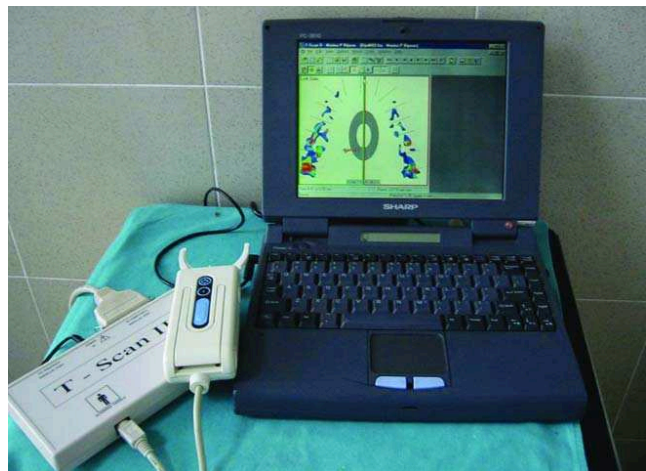
Slika 1a. Okluzalna indikator folija (Bausch, Germany)  
Figure 1a. Occlusal indicator foil (Bausch, Germany)



Slika 1b. Analiza okluzije indikator folijom u Ikp mandibule  
Fig 1b. Occlusal analysis with indicator foil

Kompjuterski T-Scan II sistem se sastoji od sledećih delova :

- paralelnog prijemnog modula;
- paralelnog ručnog konvertora podataka;
- malih i velikih senzora;
- T-Scan II Windows softvera (verzija 2.05);
- neophodnih kablova sa adapterom za struju i
- Personalnim računarom-om ( minimum Pentium I, 125 MB RAM, 1,2 G Hard Drive).



Slika 2a. Kompjuterski T-Scan II sistem  
Fig 2a. T-Scan II computerized system



Slika 2b. Ultra tanke senzor folije i ručni konvertor podataka  
Fig 2b. Ultra thin sensors and T-Scan scanning handle

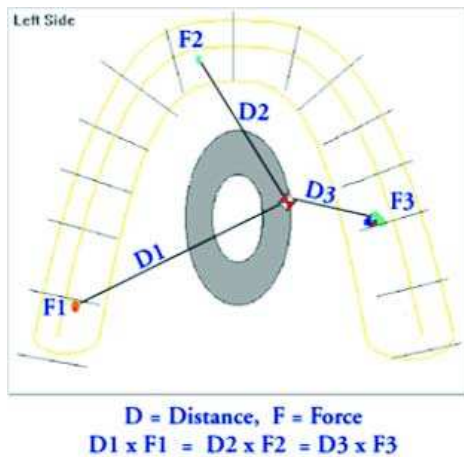
Kompjuterska analiza okluzije T-Scan II sistemom sprovodi se pomoću odgovarajućih senzora (L-large ili S-small) (sl.2b). Ručni konvertor podataka sa držačem folija postavlja se u usta ispitanika tako što se najpre centrirna obeležena sredina folije sa sredinom gornjeg zubnog niza. Potom se aktivira softver za snimanje okluzalnih kontakata i na određen zvučni signal ispitanik je dovodio mandibulu u maksimalan interkuspalni položaj i zadržavao je u tom položaju sve dok traje skeniranje. Komunikacija ispitivača i kompjutera obavlja se putem ručnog konvertora podataka i preglednog glavnog prozora "Main Window" na monitoru personalnog računara, preko koga se inače aktiviraju sve funkcije sistema.

Matematički izračunat centar okluzalnih sila (COF) u završnom okluzalnom položaju mandibule (Ikp) predstavljen je intenzitetom momenata sila koji je proizvod sile (F) i udaljenosti od momentne tačke (D) - ( $M = F \times D$ ) (sl.3)<sup>5,6</sup>.

Da bi se odredio centar okluzalnih sila (COF), treba izračunati zbir momenata sila okluzalnih kontakata u odnosu na medio-sagitalnu liniju (levo-desni moment), kao i "srednju vrednost kraka" koji je ortogonalan na ravan inciziva<sup>2,3,5</sup>.

Formule za izračunavanje ovih veličina, delimično iskazane rečima, glase:

- "levo-desni moment" = zbir (sila desnog kontakta x desna udaljenost kontakta) - zbir (sila levog kontakta x leva udaljenost kontakta);
- "levi krak" = zbir (sila levog kontakta x udaljenost kontakta od ravni inciziva) / zbir sila levih kontakata
- "desni krak" izračunava se analognom formulom;
- "srednja vrednost kraka" = 1 / 2 (levi krak + desni krak);
- "Srednja vrednost kraka" daje antero-posteriornu udaljenost COF-a od ravni inciziva.



Slika 3. Matematički izračunat centar okluzalnih sila (COF) u završnom okluzalnom položaju mandibule (lkp) (intenzitet momenta sile koji je proizvod sile F i udaljenosti od momentne tačke D - ( $M = F \times D$ ))

Figure 3. COF in maximal intercuspal position mathematically calculated F-force, D-distance - ( $M = F \times D$ )

## Rezultati

Dobijeni rezultati pokazali su da je u prvoj grupi sa restaurativnim ispunima i u drugoj sa zubnim nadoknadama okluzija bila nezadovoljavajuća.



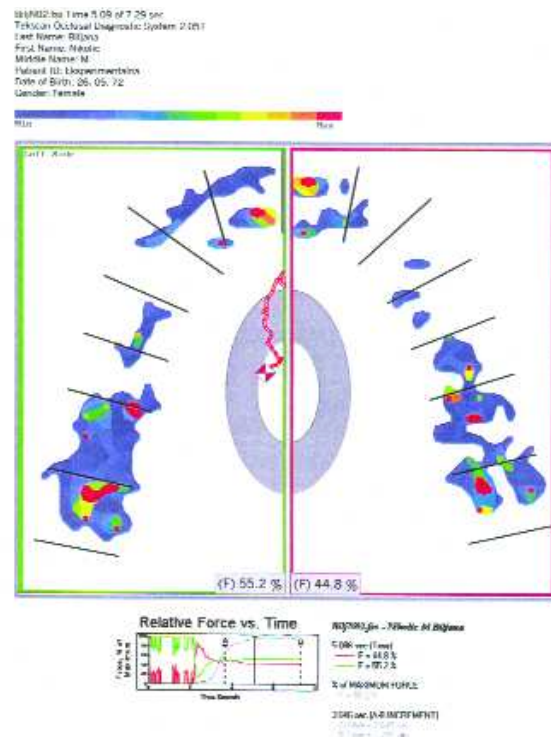
Slika 4. Lokalizacija kontakta u vidu mrlja na amalgamskim ispunima zuba 24,25 i 26

Figure 4. Occlusal contacts on restorations in region 24,25 and 26 marked by indicator foil



Slika 5. Lokalizacija kontakta u vidu širokih mrlja na članovima 41 i 43 fiksne zubne nadoknade

Figure 5. Occlusal contacts on fixed prosthesis in region 41 and 43 marked by indicator foil

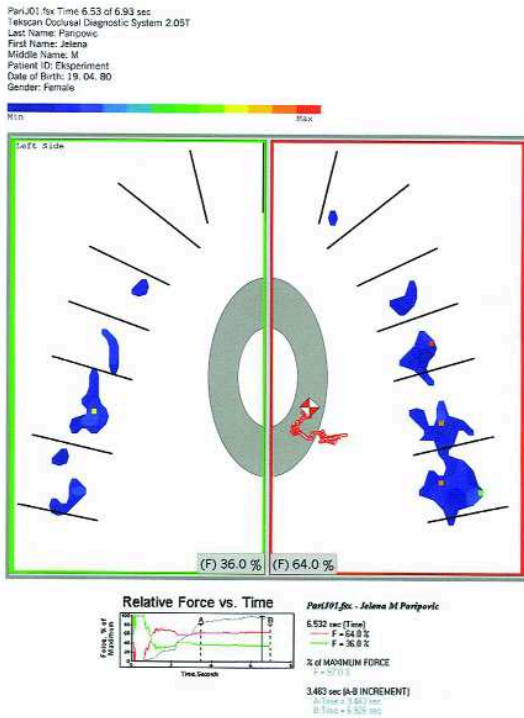


Slika 6. T-Scan okluzogram osoba sa amalgamskim ispunima

Figure 6. T-Scan occlusal Force-plot of restorations

U prvoj grupi u 7 osoba je lokalizacija okluzalnih kontakata dobijena indikator folijom (sl. 4 i 5) i T-Scanom bila podudarna međutim, bez obzira na subjektivni osećaj okluzalnog komfora pacijenata kompjuterskom analizom okluzije registrovana je neuravnotežena okluzija s obzirom da se centar okluzalnih sila (COF) nalazio isključivo u sivom polju (sem kod jedne osobe gde je bio na granici sa belim poljem). Na neuravnoteženost okluzije u ovih ispitanika ukazivala je i razlika u procentualnom iznosu trenutnog opterećenja za levu i desnu stranu zubika prikazana na 2D okluzogramu (sl.6). U preostale tri osobe je kompjuterskom analizom okluzije registrovano mnogo više kontakata, jačeg

intenziteta u lkp mandibule nego indikator folijom što se i poklapalo sa subjektivnim osećajem okluzalnog diskomforta ovih ispitanika. Na T-Scan okluzogramu kontakti u predelu molara bili su veće površine i jačeg intenziteta našta su ukazivala slivena polja plave boje sa crvenim zonama. Centar okluzalnih sila u ovih osoba nalazio se u sivom polju dok je u jednom slučaju bio čak i izvan sivog polja usmeren ka molarima sa širokim kontaktima jačeg intenziteta (sl.7).

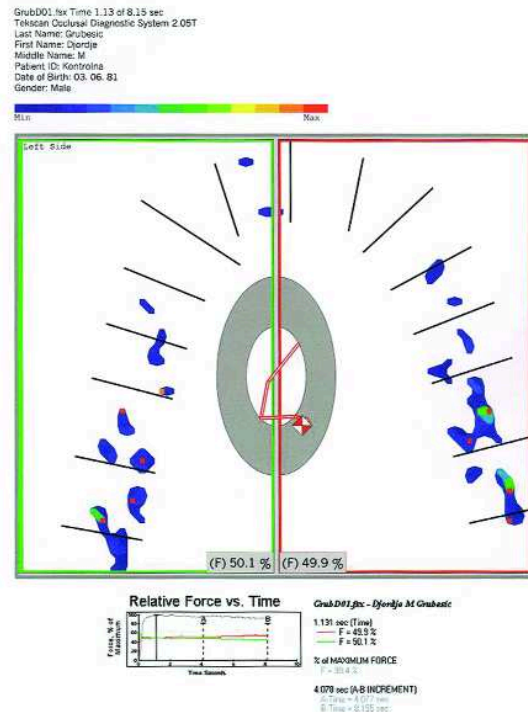


Slika 7. T-Scan okluzogram osoba sa jakim kontaktima na amalgamskim ispunima  
Figure 7. T-Scan occlusal Force-plot of restorations with unbalanced occlusion

U 5 ispitanika sa kombinovanim fiksnim i mobilnim zubnim nadoknadama rezultati analize okluzalnih kontakata indikator folijom i T-Scanom se nisu poklapali. Kompjuterskom analizom registrovano je mnogo više okluzalnih kontakata i bez obzira na subjektivni osećaj okluzalnog komforta registrovano je pomeranje centra okluzalnih sila (COF) u pravcu neuravnotežene okluzije. Trenutno ukupno opterećenje na levoj i desnoj strani zubika (izraženo u procentima) se razlikovalo. U 4 osobe sa fiksnim nadoknadama u vidu mostova lokalizacija i broj okluzalnih kontakata registrovanih indikator folijom i T-Scanom se poklapao sem u jednom slučaju gde je T-Scanom dobijen veći broj kontakata. Takođe se i u ovih ispitanika centar okluzalnih sila (COF) nalazio u sivom polju, međutim trenutno ukupno opterećenje leve i desne strane zubika u procentima bilo je znatno ravnomernije (sl.8).

U kontrolnoj grupi kod osoba sa intaktnim zubikom nisu uočene znatne razlike u broju i lokalizaciji okluzalnih kontakata. U dve osobe je kompjuterskom analizom uočena blaga neuravnoteženost okluzije bez obzira na osećaj okluzalnog

komforta. Centar okluzalnih sila (COF) nalazio se na granici belog ka sivom polju i razlika trenutnog ukupnog opterećenja leve i desne strane u procentima bila je minimalna.



Slika 8. T-Scan okluzogram osoba sa metalokeramičkim mostovima  
Figure 8. T-Scan occlusal Force- plot of fixed prosthesis

## Diskusija

Iako se okluzalni markeri (indikator na podlozi od hartije ili folije) najčešće koriste u analizi okluzalnih kontakata u okluzalnoj terapiji, oni imaju brojne nedostatke. Tako okluzalne indikator trake proizvode širok stepen tragova, od malih, oštro definisanih tačaka do širokih, loše otisnutih mrlja kako na amalgamskim ispunima tako i na metalokeramičkim mostovima što ponekad može predstavljati problem u tumačenju okluzalnih odnosa<sup>7,8,15</sup>. Osim toga okluzalni markeri često dovode do promena vertikalne dimenzije okluzije (okluzalne trake i voskovi) i dobijanje rezultata koji ne odgovaraju stvarnom stanju. Zbog nepostojanosti boje i lakog cepanja u ustima, okluzalne trake sa podlogom od papira takođe ne zadovoljavaju. Dobijene informacije sa okluzalnim markerima na podlozi od folije ukazuju uglavnom na prisustvo okluzalnih kontakata, njihovu lokalizaciju, a daju i relativne podatke o njihovom intenzitetu.<sup>15,16</sup>

Za razliku od subjektivnih informacija pacijenata o okluzalnom komfortu ili diskomfortu i relativno skromnih informacija dobijenih na osnovu analize okluzije indikator trakama ili voskovima, kompjuterskom analizom okluzije T-Scan II sistemom dobijaju se precizni podaci o broju, položaju i jačini kontakata u toku maksimalne interkuspacije

u dvodimenzionalnom - 2D ili trodimenzionalnom - 3D prikazu<sup>7-10</sup>.

Jačina i površina okluzalnih kontakata na okluzogramu T-Scan II sistema prikazane su putem jednostavnih kontura u boji (od crvene koja ukazuje na najintenzivnije kontakte do plave koja ukazuje na postojanje slabijih kontakata). Trenutno ukupno opterećenje leve odnosno desne strane zubnog niza (izraženo u procentima i u odnosu na ukupno opterećenje celog zubnog niza) može se videti na dnu dvodimenzionalnog okluzograma (Force plot). Dodatni kvalitet T-Scan II sistema je u tome što može u toku registracije kontakata da prikaže jačinu i centar okluzalnih sila (COF), kao i njegovu putanju i vreme zahvaljujući unapređenom programu (softver verzije 2.05) i poboljšanim ultra tankim senzor zagrižajnim folijama<sup>1-5</sup>.

Centar okluzalnih sila (COF) je "ravnotežna tačka" okluzalnih sila, u odnosu na koju su momenti sila okluzalnih kontakata u ravnoteži. Na monitoru marker u vidu crveno - bele ikonice pokazuje položaj COF-a<sup>10,12</sup>.

Zahvaljujući softverskom paketu T-Scan II sistema, na okluzogramu se mogu uočiti dva eliptična polja u centru zubnog luka, dobijena na osnovu statističke obrade rezultata određivanja COF-a, pri maksimalnoj interkuspaciji, u populaciji osoba sa "normalnom" okluzijom. Manja elipsa, bele boje, ograničava polje unutar koga će se, sa verovatnoćom 68%, naći, pri maksimalnoj interkuspaciji, COF osobe sa "normalnom" okluzijom. Veća elipsa ograničava polje kome odgovara verovatnoća 95%. Posmatrajući položaj COF-a, osobe čija se okluzija skenira u vidu crveno - bele ikonice u odnosu na centar elipsi, stiže se uvid u izbalansiranost okluzalnih sila tokom okluzije<sup>10</sup>.

Mannes je 1989. godine analizirajući okluziju na velikom broju ispitanika došao na ideju da se u programski paket unesu vrednosti momenata sila kontakata zuba u završnom položaju mandibule i u dvodimenzionalni prikaz unesu eliptična polja kako bi se rezultati kompjuterskog skeniranja okluzalnih sila mogli automatski porediti sa tim referentnim vrednostima<sup>1-3</sup>. Mizui 1994. godine je sa svojim timom uspeo da kvantifikuje vrednosti momenata sila u Ikp mandibule<sup>5</sup>.

Mannes i Mizui su takođe razmatrali medio-lateralni balans okluzalnih kontakata u odnosu na medio-sagitalnu liniju, a za centar okluzalnih sila konstatovali da se nalazi na

medio-sagitalnoj liniji u predelu mezijalnih aspekata prvog molara<sup>2,3,5</sup>. Mannes je pozicionirao u antero-posteriornom pravcu centar okluzalnih sila 28mm distalno od od ravnih inciziva. Mizui i saradnici su došli do vrednosti od 34 mm. Stoga je u T-Scan II sistemu centar elipsi postavljen na medio-sagitalnu liniju, 31 mm distalno od ravnih inciziva. Veličine eliptičnih polja utvrđene su, kao što je sugerisao Mannes, na osnovu podataka dobijenih na populaciji sa "normalnom" okluzijom (standardna devijacija određuje manju a dvostruka standardna devijacija veću elipsu). Za manju elipsu, prečnik u antero-posteriornom pravcu iznosi 7,65 mm, a u medio-lateralnom pravcu - 6,48 mm (za veću elipsu odgovarajući prečnici su dva puta veći)<sup>2,3,5</sup>.

Dislokacija markera COF-a u odnosu na centar eliptičnih polja ukazuje na nesimetričnost raspodele okluzalnih sila (u odnosu na medio-sagitalnu liniju i / ili liniju paralelnu ravnih inciziva a koja prolazi kroz centar elipsi). Dislokacija markera COF-a takođe ukazuje na veće opterećenje pojedinih ili grupe zuba sa jedne odnosno sa obe strane zubnog niza.

## Zaključak

Kompjuterska T-Scan II analiza predstavlja vrlo kvalitetnu i pouzdanu tehniku u analizi habitualne okluzije ili okluzije posle ireverzibilne okluzalne terapije ispunima ili zubnim nadoknadama. Ova tehnika isključuje greške u vizuelnoj proceni distribucije okluzalnih kontakata registrovanih okluzalnim indikatorima kao i subjektivnu procenu ispitanika o okluzalnom komforu ili diskomforu nakon analize.

T-Scan II analiza okluzije ukazuje ne samo na distribuciju kontakata u Ikp (kao kod okluzalnih indikatora) već i na ukupno okluzalno opterećenje i raspored sila u odnosu na aproksimativno područje sumiranja rezultanti okluzalnih sila u završnom Ikp mandibule. Primena T-Scan II sistema je značajan doprinos u okluzalnoj dijagnostici i terapiji jer može sprečiti nastanak traumatske okluzije i konsekvativne posledice na parodontijum, odnosno preduprediti pojavu kranio-mandibularnih disfunkcija -CMD.

## Literatura

1. Mannes WL, Benjamin M, Podoloff R, et al.: Computerized occlusal analysis: a new technology, *Quintessence Int.* 1986, 15 (4):287-292
2. Mannes WL, Podoloff R : Distribution of occlusal contacts in maximum intercuspation. *J Prosthet Dent.*, 1989, (62) 238-242
3. Maness WL: Maximum Intercuspation A Computerized Diagnosis, *Restorative Dentistry*, 1990, 80(1):39-41
4. Moini MR, Neff PA : Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument, *Quintessence Int* 1991,22 (5) :357-360
5. Mizui M, Nabeshima F, Tosa J et al : Quantitative Analysis of Occlusal Balance in the Intercuspal Position using the T-Scan System, *Int J Prosthodontics*, 1994, (7) : 62-71
6. Lyons, Sharkey, Lamey : An Evaluation of the T-Scan Computerized Occlusal Analysis System, *Int J Prosthodontics*, 1992, (5):166-172
7. Hsu ML, Palla S, Gallo LM : Sensitivity and Reliability of the T-Scan System for Occlusal Analysis, *J Craniomandib Disorders : Facial and Oral Pain*, 1992, (6) :17-23
8. Gonzales Sequeros O, Garrido Garcia VC, Garcia Cartagena A : Study of occlusal contact variability within individuals in a position of maximum intercuspation using T-Scan system, *J Oral Rehabil*, 1997, (24) : 287-290

9. Kerstein RB : Is patient Confirmation an Adequate Indicator of Occlusal Adjustment Completion?, *Dentistry Today, Occlusion*, 1997, (16) : 10
10. Kerstein R : Understanding and using the "Center of Force", *Dentistry Today*, 1998, 17, (4) : 116-119
11. Olivieri F, Kang K, Hirayama H, Maness W : New method for analyzing complete denture occlusion using the center of force concept : A clinical report, *J Prosthet Dent*, 1998 : 519-523
12. Maness WL : Force movie, A time and force view of occlusion. *Compendum*, 1989, (10) : 404-408
13. Dawson PE: *Diagnosis and Treatment of Occlusal problems*, 2<sup>nd</sup>., St Louis, CV Mosby Co., 1989 : 41-47
14. Dario LD : How occlusal forces change in implant patients : A Clinical Research Report, *JADA*, 1995, (126) : 1130-1132
15. Halperin GC, Halperin AR, Noriling BK : Thickness, strength and plastic deformation of occlusal registration strips, *J Prosthet Dent* 1982, 48 (5) : 575-578
16. Schelb E, Kaiser DA, Brukl ChE : Thickness and marking characteristics of occlusal registrations strips, *J Prosthet Dent* 1985, 54 (1) : 122-126

#### T-SCAN II COMPUTERIZED OCCLUSAL ANALYSIS

##### SUMMARY

*Occlusal analysis using computerized technology has become a part of modern information technology. The aim of this study was to show the possibilities of T-Scan II computerized occlusal analyzer in prosthetic and restorative postinsertion occlusal problems.*

*The T-Scan II computerized occlusal analysis (Tekscan, Boston, USA) is an integral part of clinical functional analyses in prosthetic and restorative insertions. The T-Scan II computerized system can quickly determine prematurities, high points, regions of excessive force and nonuniform force concentration. It can also calculate disocclusion time accurately. Occlusal foil indicators can determine only the position, number and relative force of occlusal contacts.*

**Key words:** occlusion, occlusal therapy, occlusal indicators, T-Scan II

**Vojkan Lazić, Slavoljub Živković,  
Gorjana Popović**

##### **Address for correspondence**

Vojkan Lazić  
Faculty of Stomatology  
Clinic for Prosthetic Dentistry  
Rankeova 4  
11000 Belgrade, Serbia