

# Possible Errors During the Optical Impression Procedure

Aleksandar Todorović<sup>1</sup>, Dejan Lisjak<sup>2</sup>, Vojkan Lazić<sup>1</sup>, Aleksandra Špadijer-Gostović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clinic for Prosthetic Dentistry, School of Dentistry, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Private Dental Practise "Prim. Dr Djura Lisjak", Belgrade, Serbia

## SUMMARY

**Introduction** Modern technologies offer a range of benefits and significantly improve specific therapeutic procedures in dentistry. However, despite gaining experience and training there are still some mistakes in their implementation. The aim of this study was to describe the most common errors during intraoral scanning, "optical impression" procedure, during CAD-CAM technology for production of dental restorations.

**Material and Methods** Cerec® 3D CAD-CAM system for one visit tooth reconstruction by inlays, onlays, endocrowns, half and complete crowns and veneers from the ceramic material was used in the study.

**Results** Analysis included 1564 reconstruction during 5 years. The most common causes of errors performing optical impression were the result of: improper preparation of teeth, the instability of the scanner in the mouth of the patient, incorrect position and angle of the scanner to the object scanning, contrast spray applied in uneven layer, the presence of fluid in the region scan, the presence of artifacts in the region gingival sulcus.

**Conclusion** Optical impression is faster procedure than conventional impression, but technologically sensitive. The most frequent errors are: improper handling of the scanner, inadequate tooth preparation, irregular powder application on the tooth and irregular use in the gingival sulcus.

**Keywords:** optical impression; CAD-CAM intraoral scanner; dental restoration

## INTRODUCTION

Development of computerized technology in dental practice replaces the conventional techniques with new, in order to obtain highly functional and aesthetic dental restorations of prefabricated materials easily and in short term. Although the procedures are significantly improved and simplified, there is no hardware and software or "artificial intelligence" that can automatically fix the error of practitioners.

Dental CAD-CAM system aimed for one visit dental reconstruction usually consists of three parts: a module for scanning, the central module for processing, mathematical calculation and digitalization of the recorded data and module for computer control of the machines for processing the material [1]. The fact is that every action, no matter how sophisticated, has some system errors, therefore the total error of the entire system is the cumulative error of each module. It is expected that if the error occurs earlier in the chain of production, the total error will be larger [2].

"Digital impression" for CAD-CAM dental restorations is the process where hardware modules connected in system record topographic structures, teeth and surrounding soft and hard tissue. There are three possible ways for this: recording intraoral tooth preparation, recording extraoral plaster models or recording the conventional impression [3].

The aim of this study was to present the most common errors of intraoral optical scanning during CAD-CAM technology for production of dental restorations.

## MATERIAL AND METHODS

Cerec® 3D CAD-CAM system for one visit tooth reconstruction was used in the study. 1564 reconstruction were done (712 inlays, 343 onlays, 69 endocrowns, 217 halfcrowns, 180 complete crowns and 43 veneers). It consists of the two components: computer connected with 3D scanner and machine for processing ceramics for dental restorations.

3D intraoral camera has a role to collect all relevant data obtained from prepared tooth and surrounding structures. Cerec® system uses CCD chip (Charge-Coupled Device), which is common part of a video camera. The main purpose of the video chip is to convert the input signal, which is in fact received the amount of light, in certain voltage electricity. CCD chip consists of a large number of light sensitive dots (pixels) arranged in rows and columns. Network density and thus the resolution is given by the composition the number of dots in a single row or column of CCD chips.

## RESULTS AND DISCUSSION

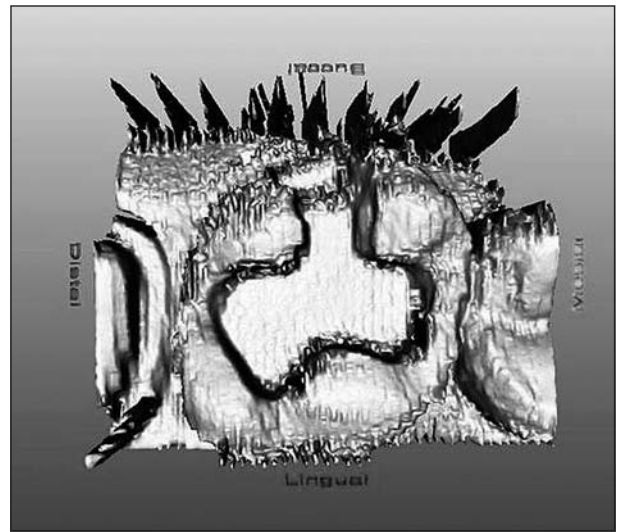
After long time of practical work with Cerec® 3D CAD-CAM system, a whole range of technical or technological failure can happen and lead to errors. All of them could be classified into errors caused by improper handling of a scanner, improper preparation and inadequate tissue preparation for scanning.

Improper handling with the device is one of the least harmful errors in procedure of intraoral “digital impression” because the scanning procedure can be repeated many times without consequence. However, whole procedure should be done in a reasonable time to avoid patient discomfort such as fatigue of muscles that maintain the position of mandible and causing swallowing reflex. Improper handling of the scanner by the therapist includes the scanner instability in the mouth of the patient and improper positioning and angle of the scanner to the scanned object [4].

To get correct and applicable optical impression for further image processing procedure, therapist’s hand holding the camera positioned in the mouth of the patient has to be steady long enough [5]. This type of error (Figure 1) is recognized as blurred, unclear and “corrugated” surface of the object while edges looks cut. In practice, safety is achieved by exercising on the model and with relaxed therapist’s hand. Untrained therapist is advised to keep breathing at the time of scanning. For intraoral scanning Cerec® 3D CAD-CAM system uses a method of parallel beam [6]. This method allows the user to position the camera over the teeth at different heights and it is a great advantage when the camera is hand held. Another advantage of this system is rapid processing of data for calculating and designing 3D models. This is achieved by hardware calculating multiple exposures, where necessary calculations are done within fractions of seconds [7]. Knowing that the human hand can be steady without movement only 0.5 seconds, after which it takes a few seconds to rest, a therapist should have a stable support with the front part of the scanner (preferably on the mesial half on the occlusal surface of the distal agonist) [8]. This type of error is avoided in the new generation of Cerec® AC. A new, so-called “Blue cam” camera, besides using ultraviolet light while scanning, has increased resolution and full automation of collecting digital data. In addition to the shortening time, it accelerates and facilitates the scanning procedure itself and significantly affects the accuracy of virtual model.

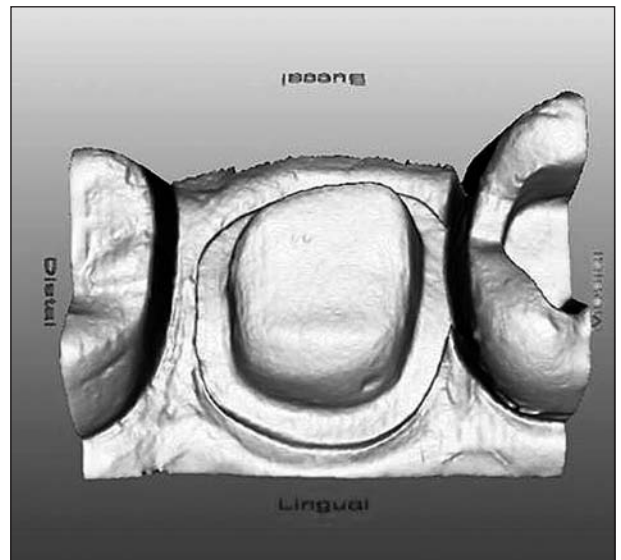
The ideal position of the scanner to the object of scanning is that angle of the scanner in mesio-distal direction is 30 degrees in relation to the distal point. In bucco-oral direction, the optimal angle is 90 degrees to the scanning object, which should be projected in the center of the camera lens. In occluso-gingival direction, the distance of the most gingival point of the scanned object and the scanner lens should not be larger than 15 mm. Larger deviations from these values lead to inappropriate forms of virtual models, irregular areas and incorrect dimensions of dental restorations and therefore the wrong mathematical calculations of the central module (Figure 2). This kind of error is not difficult to recognize because certain parts of the image are in the shadow or covered by surrounding structures. Errors in the vertical position can be seen as blurred and greasy image (Figure 3).

Sometimes is difficult to meet all requirements for the scanner positioning, sometimes it is not simple to do the scanning, especially for distal teeth. The most common obstacle is the dimension of the camera, which is not



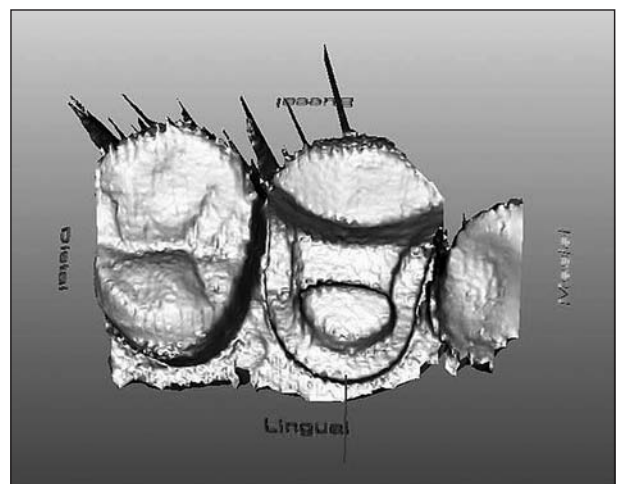
**Figure 1.** Scanned first molar with instabilized scanner.

**Slika 1.** Skeniranje prvog molara kao posledica velike nestabilnosti skenera tokom rada.



**Figure 2.** Irregular scanner positioning in bucco-oral and mesio-distal direction.

**Slika 2.** Loše pozicioniranje skenera u bukooralnom i meziodistalnom pravcu.



**Figure 3.** Irregular scanner positioning in occluso-gingival direction.

**Slika 3.** Loše pozicioniranje skenera u okluzogingivalnom smeru.

easy to position in conditions below the average size of anatomical structures. Also, there are difficulties during performing impression of third molars, or when distal agonist is missing. In these cases, there is no firm support for the camera and it is leaned on the soft tissues. When it happens, after tooth preparation, patient should be relaxed and explained the procedure while the therapist should ensure the fixation of the hand holding scanner similarly to work with high speed handpiece. Therapist must follow the image on the monitor, not the position of the camera in the mouth.

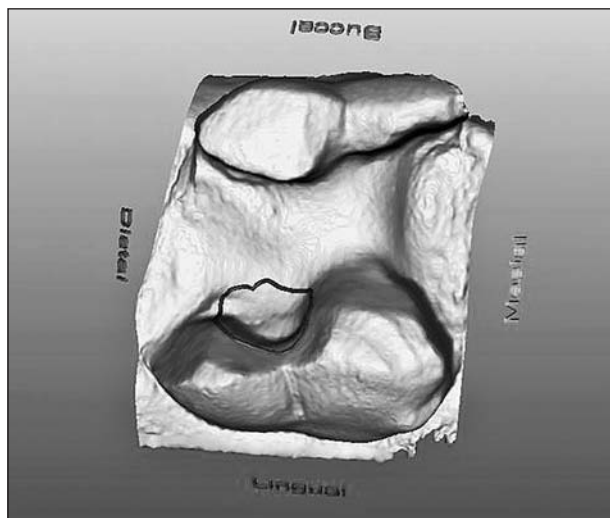
The second group of errors is associated with improper preparation of teeth. Correct tooth preparation for ceramic inlay includes preservation of healthy and mechanically persistent parts of the tooth, absence of subverted areas, smooth transition between the walls, not beveled edges. Demarcation should be in a form of groove or beveled

cascade without subverted surfaces and sharp edges. Demarcation should be gingival or slightly subgingival. Beside these basic requirements, all the surfaces and all edges of the cavity should be visible from one point from which scanning is done.

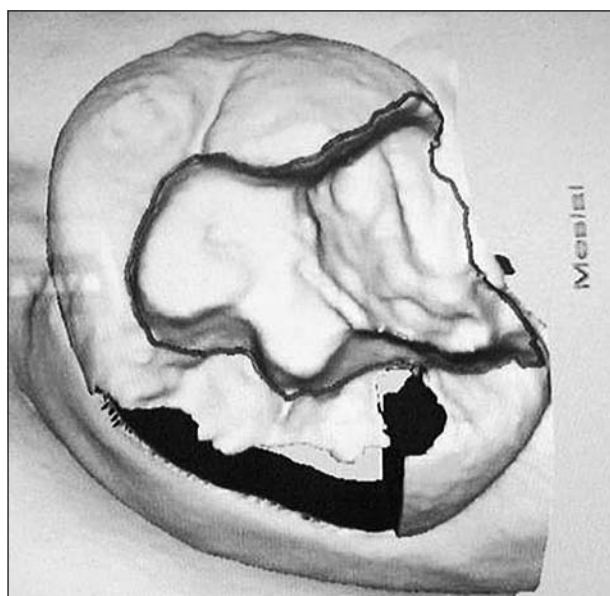
Figure 4 shows almost all irregularities made by inadequate tooth preparation. A bordered box is subverted region. Similar region also exists on the buccodistal surface close to the pulpal wall. Mesial surface of the buccal wall is too thin to endure occlusal forces characteristic for this region. Enamel edges are beveled somewhere. Scanner can not "see" subverted surfaces and in the case of their existence after cementation of dental restoration, "dead" space suitable for the recurrent caries will occur and the possibility for loosening the crown will be higher (cement layer thicker than 10 microns can not keep dental restoration in a place) [9]. For this reasons, recommendation is to prepare walls under 90 degrees. Enamel edges should not be beveled, otherwise there is a high probability for marginal leakage of the onlay (gap greater than 50 microns). Also, with beveled edges it is not possible to determine the margins of the future inlay on a virtual model.

Errors in inadequate area preparation for scanning are linked either with the powder for matting scanned surface, or poor preparation of the gingival sulcus.

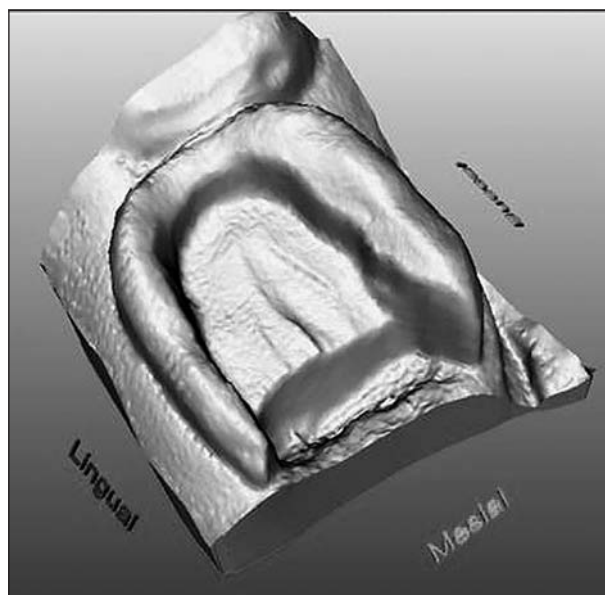
One of the limitations of Cerec camera for intraoral scanning is the necessity for applying powder on all surfaces that will be scanned. CCD chip in scanner head, beside reflected light from the hard tooth substances receives also diffuse light reflection. This is how light-dark contrast of the projected surface is overwhelmed and possibility of precise determination of the third dimension is lost. Matt powder or titanium oxide spray can eliminate this problem. The downside of this solution is that powder is rather scanned than tooth surface, so this layer should be thin and evenly distributed.



**Figure 4.** Irregular MOD cavity preparation on the first molar.  
**Slika 4.** Nepravilno prepariran kavitet tipa MOD na prvom molaru.



**Figure 5.** Incomplete tooth picture as result of missing matting powder in some parts.  
**Slika 5.** Nepotpuna slika zuba nastala usled nedovoljnog nanošenja matirajućeg praha.



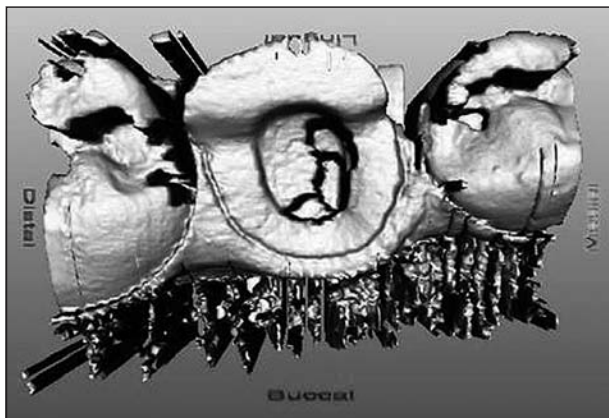
**Figure 6.** Greater amount of powder on the bottom of proximal cavity and demarcation.  
**Slika 6.** Višak praha za matiranje nanesen na dno proksimalnog kaviteta i demarkaciju kaviteta.



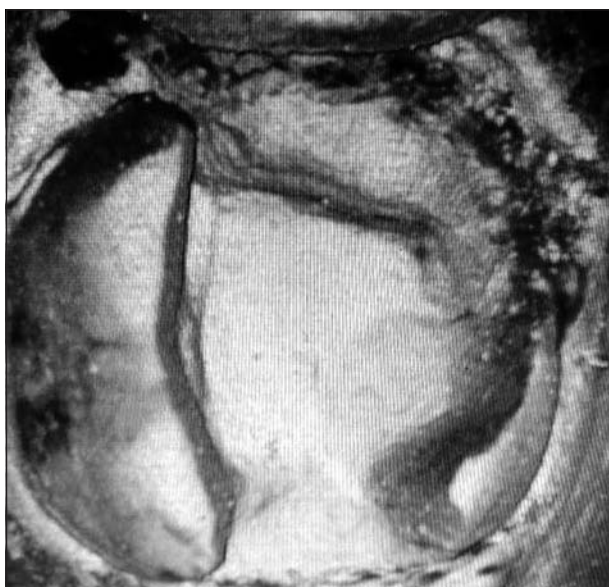
Figure 5 shows the appearance of the area where the scanning powder is not evenly distributed. There are visible defects on the image because the computer can not mathematically process and project the surface on which powder is not applied. Figure 6 shows the error in the infliction of great amounts of powder in the proximal cavity and its edges. Demarcation is unclear and lifted at the end. When gently curved transition between walls at the bottom of of



**Figure 7a.** Irregular powder arrangement.  
**Slika 7a.** Nepravilno nanesen prah za matiranje.



**Figure 7b.** Excessive amount of the powder on the bottom of the cavity.  
**Slika 7b.** Višak praha na dnu kaviteta.



**Figure 8.** The first molar scanning, floss remnants on the mesial part of the tooth and fluid in buccal region.  
**Slika 8.** Skeniranje prvog molara na kojem se mogu uočiti artefakti konca na mezijalnoj strani zuba i tečnost u bukalnoj regiji.

the cavity is seen, then the error is excessive powder coating. In many cases this problem can be overcome by local powder removing and reapplying. In figure 7a and 7b great amount of powder inflicted on the bottom of the cavity, localized and clogged, can be observed. If this happens, there is a problem with the equipment for powder coating. It is important to shake the bottle with the powder gently and to repeat the procedure. If the problem persists then it is possible that moisture entered the container with the powder and it should be changed. American company D4D with E4D model, based on the camera with the conical laser beam tried to avoid this inconvenience. The advantage of this system is that titanium oxide powder coating is unnecessary, but because of divergent beam, a minimum of three scans for one preparation, combined by the computer later is needed [10].

Considering that the base for optical impression is visibility of the demarcation, preparation of the gingival sulcus is a very sensitive stage. When demarcation of the cavity is supragingival, just rinsing with water and drying is sufficient. Gingival or subgingival demarcation should be prepared to be visible. Figure 4 shows the demarcation of the preparation on the proximal cavities unclear or completely invisible. Use of liquids and threads for gingival retraction is therefore acceptable procedure during optical impression. The thread artifacts that remain in the sulcus can make image blurred and their removal is mandatory prior to impression. In Figure 8, the thread masks demarcation on the mesial part of tooth. In buccal region of the sulcus, the fluid is present in the scanned region (absence of dry working field).

It is possible to use other methods for gingival sulcus impression instead of thread. Application of chemical, mechanical or combined devices such as Expasyl® (Pierre Rolland) and Magic® Foam (Colten) give good results. After their careful removal, there are no side effects in the region of gingival sulcus (the scanning artifacts or false images). When is not possible to ensure the complete visibility of subgingival demarcation, soft laser or electrical cutter can be used.

## CONCLUSION

Optical impression is faster, simpler and more comfortable procedure than conventional impression. The most common errors are mostly due to human inaccuracy in the process of preparation for the scanning or handling with the scanner. Software "repairs" are possible, however, recommended only when error is minimal and not on the important parts of the tooth. Due to the simplicity of the process it is better to repeat the scanning.

## REFERENCES

1. Roulet JF, Janda R. Future ceramic systems. *Oper Dent.* 2001; 26:211-28.
2. Mörmann WH, Brandestini M. The fundamental inventive principles of CEREC CAD/CAM. In: Mörmann WH, editor. *State of the Art of CAD/CAM Restorations: 20 Years of CEREC.* London: Quintessence Pub Co; 2006. p.1-8.

3. Moermann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137:75-135.
4. Su XY, Zhang QC. Dynamic 3-D shape measurement method: a review. *Optics and Lasers in Engineering.* 2010; 48:191-204.
5. Rudolph H, Luthardt RG, Walter MH. Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/CAM technology. *Comput Biol Med.* 2007; 37:579-87.
6. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137:225-315.
7. Dirksen D, Thomas C, Delere H, Borocz Z, Runte C, Bollmann F, et al. Optical 3D acquisition of facial surface structures for computer aided design and rapid prototyping of facial prostheses. *International Symposium on Photonics in Measurement.* Takaya, Japan, 2002. p.161-6.
8. Dirksen D, Runte C, Delere H, Thomas C, Borocz Z, Bollmann F, et al. Computer-aided design in the modelling of facial prostheses from optical impressions of facial defects. *Biomed Technik.* 2002; 47:85-90.
9. Luthardt RG, Bornemann G, Lemelson S, Walter MH, Huls A. An innovative method for evaluation of the 3-D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing. *Int J Prosthodont.* 2004; 17:680-5.
10. Christensen GJ. In-office CAD/CAM milling of restorations – the future? *J Am Dent Assoc.* 2008; 139:83-5.

---

Received: 11/01/2010 • Accepted: 26/01/2010

# Moguće greške prilikom intraoralnog optičkog otiskivanja

Aleksandar Todorović<sup>1</sup>, Dejan Lisjak<sup>2</sup>, Vojkan Lazić<sup>1</sup>, Aleksandra Špadijer-Gostović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika za stomatološku protetiku, Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

<sup>2</sup>Privatna stomatološka ordinacija „Prim. dr Đura Lisjak“, Beograd, Srbija

## KRATAK SADRŽAJ

**Uvod** Savremene tehnologije u stomatologiji imaju niz prednosti i značajno unapređuju pojedine terapijske postupke. Međutim, i pored sticanja i usavršavanja određenih iskustava, javljaju se greške u njihovoj primeni. Cilj rada je bio da se prikažu najčešće greške prilikom postupka optičkog intraoralnog skeniranja (tzv. otiskivanja) kod CAD-CAM tehnologije izrade zubnih nadoknada.

**Materijal i metode rada** U radu je korišćen Cerec® 3D CAD-CAM sistem za jednoseansnu rekonstrukciju zuba izradom inleja, onleja, endokruna, delimičnih i celih kruna, venira, najčešće izrađenih od keramičkih materijala.

**Rezultati** Analiza je obuhvatila 1.564 restauracije tokom petogodišnjeg rada. Najčešći uzroci grešaka kod optičkog otiskivanja bili su posledica nepravilne preparacije zuba, nestabilnosti skenera u ustima pacijenta, nepravilna pozicija i ugao skenera u odnosu na objekat snimanja, kontrastni sprej nanosen u neravnomernom sloju, zastupljenost tečnosti u regionu skeniranja i artefakta u regionu gingivalnog sulkusa.

**Zaključak** Optičko intraoralno skeniranje je jednostavniji i brži princip otiskivanja od konvencionalnog postupka, ali je tehnološki osjetljiviji. Najčešće greške prilikom optičkog otiskivanja su: nepravilno rukovanje skenerom, neadekvatna priprema zuba, nepravilno nanošenje praha za matiranje površina i nepravilna priprema regiona gingivalnog sulkusa.

**Ključne reči:** optičko otiskivanje; CAD-CAM intraoralni skener; zubna nadoknada

## UVOD

Razvoj kompjuterizovanih tehnologija u stomatološkoj praksi konvencionalne faze rada zamenjuje novim radi dobijanja funkcionalnih visokoestetskih zubnih nadoknada od prefabrikovanih materijala što jednostavnije i u što kraćem roku. Iako su procedure značajno unapređene i pojednostavljene, ne postoji hardver ili softver bez sistemskih grešaka, niti „veštačka inteligencija“ može sama popraviti grešku praktičara.

Stomatološki sistem CAD-CAM namenjen jednoseansnoj rekonstrukciji zuba najčešće se sastoji od tri dela: modula za skeniranje, centralnog modula za procesuiranje snimljenih podataka, njihovo matematičko proračunavanje i prevođenje u digitalni zapis i modula za izradu nadoknade, odnosno kompjuterom kontrolisane mašine za obradu prefabrikovanog materijala [1]. Činjenica je da svaki postupak, ma koliko bio sofisticiran, obično ima i poneku sistemsku grešku, pa stoga ukupna greška celokupnog sistema predstavlja zbirnu grešku svakog pojedinačnog modula. Može se očekivati da je, što se greška ranije javi u lancu izrade, ukupna greška veća [2].

„Digitalni otisak“ za CAD-CAM zubne nadoknade predstavlja postupak kojim se pomoću hardverskih modula povezanih u jedan sistem „snimaju“ topografske strukture zuba i okolnih mekih i tvrdih tkiva. To se obavlja na tri načina: intraoralnim snimanjem preparacije zuba, ekstraoralnim snimanjem gipsanog modela ili konvencionalnog otiska [3].

Cilj rada je bio da se prikažu najčešće greške prilikom intraoralnog optičkog skeniranja kod CAD-CAM tehnologije izrade zubnih nadoknada.

## MATERIJAL I METODE RADA

U radu je korišćen Cerec® 3D CAD-CAM sistem koji je prvenstveno namenjen jednoseansnoj rekonstrukciji zuba. Korišćen je za izradu 1.564 restauracija od keramičkih materijala (712 inleja, 343 onleja, 217 delimičnih kruna, 180 celih kruna, 69

endokruna i 43 fasete). Sastoji se od kompjutera sa 3D skenerom i mašine za frezovanje keramike (Slika 1).

3D intraoralna kamera ima ulogu da prikupi sve relevantne podatke merenja prepariranog zuba i okolnih struktura. Praktično rešenje optičke digitalizacije kod Cerec® predstavlja snimak preparacije pomoću tzv. CCD čipa (engl. *charge-coupled device*), koji je obično sastavni deo svih video-kamera. Osnovna namena ovog video-čipa je da konvertuje ulazni signal, koji je u stvari primljena količina svetlosti, u električnu struju određene voltaže. CCD čip se sastoji iz velikog broja svetlosno osetljivih tačaka na slici (piksela) raspoređenih u redovima i kolonama. Gustina mreže, a time i rezolucija, dobija se slaganjem broja tačaka slike u jednom redu ili koloni CCD čipa.

## REZULTATI I DISKUSIJA

U višegodišnjem praktičnom radu sa Cerec® 3D CAD-CAM sistemom može doći do čitavog niza tehničkih ili tehnoloških propusta koji mogu biti uzrok neke greške. Sve one bi se mogle grupisati u greške nastale usled nepravilnog rukovanja skenerom, nepravilne preparacije zuba i neadekvatne pripreme polja za skeniranje.

Nepravilno rukovanje aparatom jedna je od najblažih grešaka u postupku intraoralnog digitalnog otiskivanja, jer se postupak skeniranja može ponoviti nebrojeno puta bez posledica. Ipak, celokupan postupak treba obaviti u razumnom vremenu, kako bi se izbegle nelagodnosti kod pacijenta, kao što je zamor mišića koji održavaju poziciju mandibule, odnosno izazivanje refleksa gutanja. Pod nepravilnim rukovanjem skenerom od strane terapeuta podrazumeva se nestabilnost skenera u ustima pacijenta i nepravilno pozicioniranje ugla skenera u odnosu na objekat snimanja [4].

Da bi optički otisak bio ispravan i primenljiv za dalji postupak obrade slike, potrebno je da ruka terapeuta koja drži kameru pozicioniranu u ustima pacijenta bude dovoljno dugo mirna [5]. Ova vrsta greške (Slika 1) je tipična po nejasnoj,

neoštroj i „naboranoj“ površini objekta, dok su iverice karakteristično nareckane. U praktičnom radu sigurnost se postiže dovoljnom vežbom na modelu i odmorom terapeuta. Nedovoljno utreniranom terapeutu se nekada savetuje i zadržavanje disanja u trenutku skeniranja. Kod intraoralnog skeniranja Cerec® 3D CAD-CAM sistem koristi metodu paralelnog zraka [6]. Ona omogućava korisniku da pozicionira kameru iznad zuba na različitim visinama, što je velika prednost kad se kamera drži rukom. Još jedna prednost ovog sistema je brza obrada podataka za izračunavanje i projektovanje 3D modela. To se postiže hardverskim obračunavanjem višestruke ekspozicije, što neophodne proračune vremenski svodi na delove sekunde [7]. Znajući da ljudska ruka može da miruje bez pokreta samo 0,5 sekundi, nakon čega je potrebno nekoliko sekundi odmora, terapeut treba da ima stabilan oslonac prednjim delom skenera (poželjno na mezijalnoj polovini okluzalne površine distalnog agonista) [8]. Ova vrsta grešaka je u novoj generaciji Cerec® AC znatno ređa. Nova tzv. *blue cam* kamera, osim što koristi ultraljubičasto svetlo prilikom skeniranja, ima i povećanu rezoluciju i potpunu automatizaciju prikupljanja digitalnih podataka. Osim što se time ubrzava i olakšava sam postupak skeniranja, značajno se utiče i na preciznost reproduktivnog virtuelnog modela.

Idealna pozicija skenera u odnosu na objekat snimanja je takva da ugao skenera u meziodistalnom pravcu bude 30 stepeni u odnosu na distalnu tačku oslonca. U bukooralnom smeru optimalan je ugao od 90 stepeni u odnosu na objekat, koji treba da je projektovan u centru sočiva kamere. U okluzogingivalnom pravcu rastojanje od najgingivalnije tačke objekta koji se snima i sočiva skenera ne bi trebalo da bude veće od 15 mm. Veća odstupanja od ovih vrednosti dovode do neodgovarajućih formi virtuelnog modela, iskrivljenih površina i netačnih krajnjih dimenzija nadoknade i samim tim pogrešnim matematičkim proračunima centralnog modula (Slika 2). Ovu vrstu grešaka najčešće nije teško prepoznati, jer su određeni delovi slike u senci ili su maskirani okolnim strukturama. Greške u vertikalnom pozicioniranju se ogledaju u zamućenosti i deformisanosti slike (Slika 3).

Navedene zahteve vezane za pozicioniranje skenera nekada nije jednostavno sprovesti u delo, pogotovo kod otiskivanja distalnih zuba. Najčešća prepreka je dimenzija kamere, koju nije lako pozicionirati u uslovima ispod prosečnih dimenzija anatomskih struktura orofacijalnog sistema. Poteškoće u radu postoje i kod otiskivanja trećih molara ili kada nedostaje distalni agonist, pa nema čvrstog oslonca kamere, već se kamera oslanja na meka tkiva distalno od zuba. U ovakvim slučajevima potrebno je da se pacijent odmori nakon preparacije zuba, da mu se objasni postupak rada i obezbedi fiksacija ruke sa skenerom na zubnom nizu slično radu s visokoturažnom mašinom. Terapeut mora pogledom da prati sliku na monitoru, a ne da posmatra položaj kamere u ustima pacijenta.

Druga grupa grešaka je povezana s nepravilnom preparacijom zuba. Korektna priprema zuba za keramički inlej podrazumeva očuvanje svih zdravih i mehanički postojećih delova zubne mase, odsustvo podminiranih površina, zaobljenih prelaza između zidova kaviteta i nezakošene gledne prizme. Kod pripreme zuba za krunicu bitno je da demarkacija bude u obliku polužleba ili zaobljenog stepenika i da nema podminiranih površina i oštih ivica. Nivo demarkacije preparacije je u nivou gingive ili blago subgingivalno. Uz ove osnovne zahteve

neophodno je poštovati i pravilo da sve površine i sve iverice kaviteta moraju biti vidljive iz jedne zajedničke tačke iz koje će se skeniranje i obaviti.

Na slici 4 su prikazane skoro sve nepravilnosti koje se mogu napraviti neadekvatnom preparacijom. Ovičeno polje je podminirana regija. Podminiranost postoji i na bukodistalnoj površini prema pulparnom zidu. Mezijalna površina bukalnog zida je isuviše tanka da bi izdržala buduće okluzalne sile tipične za tu regiju. Rubovi gleđi su na pojedinim mestima zakošeni. Podminirane površine skener “ne vidi”, pa bi u slučaju njihovog postojanja po fiksiranju nadoknade ostao “mrtav” prostor pogodan za pojavu sekundarnog karijesa, odnosno mogućnost da se ovakva nadoknada rascementira (zbog neadekvatne debljine sloja cementa koji ne bi smeo biti deblji od 10 mikrona) [9]. Zbog toga se preporučuje da ugao između zidova preparacije bude 90 stepeni. Rubove gleđi ne treba zakošavati, jer u suprotnom postoji velika verovatnoća da rubno zaptivanje inleja bude nezadovoljavajuće (zazor veći od 50 mikrona). Takođe, kod zaobljenih rubova kaviteta nije moguće precizno odrediti granice budućeg inleja na virtuelnom modelu.

Greške u neadekvatnoj pripremi polja za skeniranje povezuju se ili s prahom za matiranje površine koja se skenira, ili s lošom pripremom regiona gingivalnog sulkusa.

Kod intraoralnog skeniranja Cerec® kamerom sistemsko ograničenje predstavlja neophodnost nanošenja praha za matiranje na sve površine koje će se skenirati. CCD čip u glavi skenera, osim reflektujuće svetlosti sa tvrde zubne supstance, prima i difuzni svetlosni odsjaj. Time se ovaj svetlo-tamni kontrast projektovane linijski šrafirane površine preopterećuje i gubi mogućnost preciznog određivanja treće dimenzije. Matirajući prah ili sprej titanijum-oksida može eliminisati ovaj problem. Loša strana ovakvog rešenja je to što se zapravo ne skenira zub, već površina nanetog sloja praha, pa zato taj sloj treba da bude što tanji i ravnomernije raspoređen.

Na slici 5 je prikazan izgled skeniranja površine na kojoj nije nanoseno dovoljno praha. Uočljiva su oštećenja slike jer kompjuter ne može matematički da obradi i projektuje površinu na koju prah nije nanet. Na slici 6 je prikazana greška u nanošenju veće količine praha na aproksimalni kavitet i na njegov rub. Demarkacija je nejasna i s uzdignutim krajem. Kada je uočljiv blag i zaobljen prelaz zidova na dno kaviteta, onda je greška u predugom nanošenju praha na tom mestu. U velikom broju slučajeva ovaj problem se može prevazići lokalnim čišćenjem praha i ponovnim matiranjem. Na slikama 7a i 7b se takođe može uočiti prevelika količina praha nanesenog na dno kaviteta, ali je nanos praha grudvast i lokalizovan. Ovakva slika se dobija kada postoji problem s aparaturom za nanošenje praha. Potrebno je zato lagano protresti bočicu s prahom i ponoviti postupak matiranja. Ako se problem ponovi, onda je na neki način došlo do unošenja vlage u kontejner s prahom za matiranje, pa ga treba promeniti. Ovaj nedostatak je pokušala da prevaziđe Američka firma D4D sa svojim modelom E4D, koji je baziran na kameri sa konusnim laserskim zrakom. Prednost ovakvog sistema je u tome što je nanošenje praha titanijum-oksida nepotrebno, ali je zbog divergentnog smera prostiranja zraka neophodno sačinjavati najmanje tri slike za jednu preparaciju, koju kompjuter matematičkim proračunavanjem spaja u jednu [10].

S obzirom na to da je osnovni aksiom intraoralnog digitalnog otiskivanja optička vidljivost demarkacije preparacije, priprema regiona gingivalnog sulkusa je veoma osetljiva faza. Kada

je demarkacija kaviteta ili preparacije za krunicu supragingivalna, onda je dovoljno samo ispiranje mlazom vode i sušenje. Kod gingivalne ili subgingivalne lokalizacije potrebno je demarkaciju preparacije učiniti vidljivom. Na slici 4 može se videti da je demarkacija preparacije na aproksimalnim kavitetima nejasna ili potpuno nevidljiva. Upotreba retrakcione tečnosti i konca je zato prihvatljiv postupak i kod optičkog otiskivanja. Međutim, artefakti konca koji zaostanu u sulkusu mogu učiniti skeniranu sliku nejasnom, pa ih treba obavezno ukloniti pre otiskivanja. Na slici 8 se na mezijalnoj strani zuba može uočiti da konac maskira demarkaciju. U bukalnom regionu sulkusa se vidi tipična slika zastupljenosti tečnosti u regionu skeniranja (odustvo suvog radnog polja).

Moguće je umesto konca koristiti i druge metode pripreme gingivalnog sulkusa. Primena hemijskih, mehaničkih ili kombinovanih sredstava, kao što su *Expasyl*<sup>®</sup> (*Pierre Rolland*) ili *Magic Foam*<sup>®</sup> (*Coltene*), daje dobre rezultate. Nakon njihovog pažljivog uklanjanja izostaju neželjeni propratni efekti pripreme

regiona gingivalnog sulkusa koncem (artefakti na skeningu ili lažne slike). Kada se ne može potpuno obezbediti optička vidljivost subgingivalne demarkacije, može se primeniti meki laser ili elektrokauter.

## ZAKLJUČAK

Intraoralno optičko otiskivanje je jednostavniji, brži i komforniji princip od konvencionalnog otiskivanja. Najčešće greške koje se javljaju posledica su ljudske nepreciznosti tokom postupka pripreme za skeniranje ili pri rukovanju skenerom. Softverske „popravke” optičkog otiska su moguće, ali su preporučljive samo ako su vrlo male i ne nalaze se na vitalnim delovima prepariranog zuba. S obzirom na to da je postupak rada jednostavan, brz i bezbolan za pacijenta, mnogo je bolje ponoviti postupak skeniranja.