



## Távoktatás

A Magyar Orvosi Kamara Fogorvosi Tagozat távoktatási rendszerében az on-line továbbképzésben meghirdetett közlemények bibliográfiája és a vonatkozó tesztvizsgakérdések a <http://www.oftex.hu> internetes oldalon olvashatók.

# Okoslenyomat – a szájképletek digitális másolata

Miért jó, ha digitális?

*Dr. Borbély Judit, Dr. Dóró Marianna, Dr. Joós-Kovács Gellért, Dr. Vecsei Bálint, Dr. Hermann Péter*  
Semmelweis Egyetem Fogorvostudományi Kar, Fogpótlástani Klinika

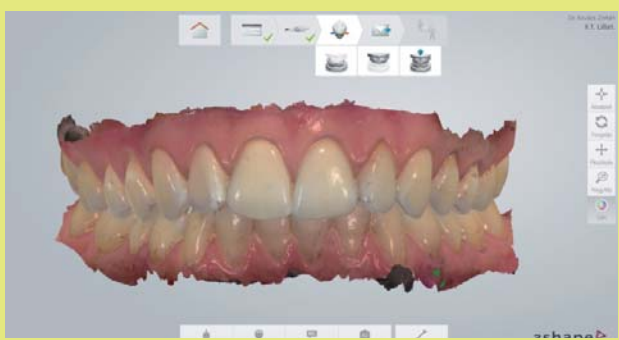
A digitális fogászati technológia fejlődésének nyomonkövetésére indítottuk sorozatunkat. A Magyar Fogorvos előző számában megjelent írásunkban a digitális technológiai alapfogalmakat igyekeztünk ismertetni. Most felhasználók véleményét, tapasztalatait, vizsgálataik eredményét bemutatva szeretnénk a választ megadni arra a kérdésre, miért jó a fogorvosnak, ha a fogpótlás digitális lenyomat alapján készül. Szakirodalmi forrásokat felhasználva kívánjuk ismertetni a digitális lenyomatvételek pontosságának adatait, valamint a módszer előnyeit és hátrányait.

A hhoz, hogy el tudjuk dönteni, az adott esetben – a hagyományost felváltva – alkalmazható-e digitális eljárás, érdemes több befolyásoló tényezőt is megvizsgálni. Némely tényező objektív vizsgálatokkal felderíthető: a módszer pontossága, a szkennelés időparaméterei. Ezeket a digitális lenyomatvételi eljárással foglalkozó nemzetközi munkacsoportok kutatásai, így a Fogpótlástani Klinikán végzett vizsgálatok is széleskörűen kutatják. A digitális intraorális lenyomatvételi eljárás más jellemzői szubjektív paramé-

terekkel írhatók le. Bizonyos kutatások a páciensek komfortérzetét és az orvosok elégedettségét, mint szubjektív változókat is vizsgáltak a digitális technika és a hagyományos eljárás összehasonlítása során (1. ábra).

## A digitális lenyomatvételi eljárást jellemző pontosság

A készítendő fogpótlás megfelelő illeszkedését alapvetően befolyásolja a lenyomat, ezért a szkennerek pontosságának vizsgálata központi jelentőségű. A pon-



**1. ábra:** Ép fogazatról készített intraorális szkenn; alsó és felső állcsont interkuszpídációs pozícióban

tosság két eleme a valódiság és a precizitás. Valódiságnak nevezzük azt, hogy valamely mérés eredménye mennyire közelíti meg a megfigyelt jelenség valódi értékét. Precizitás alatt azt értjük, hogy ezen jelenségről többször elvégzett mérések során mekkora lesz az ismételt mérések egymáshoz viszonyított eltérése (2. ábra).

A digitális technológia pontosságának mérése a direkt CAD/CAM lenyomatok (szájképletek közvetlen digitális lenyomatozása szájszkennerral), a hagyományos lenyomatok digitalizálásával nyert adatok (hagyományos lenyomatok szkennelése), az indirekt CAD/CAM lenyomatok (hagyományos lenyomatok alapján készített minták digitalizálása), és az elkészült fogpót-

lások pontosságának meghatározása alapján lehetséges. Gary L. Henkel és társai kísérletükben hagyományos és digitálisan vett lenyomatok alapján készült koronákat hasonlítottak össze több klinikai paraméter alapján: széli záródás, retenció, kontaktpontok, okklúzió (Henkel 2007). A digitális lenyomattétel alapján készült koronák 85%-a volt klinikailag elfogadható, míg a hagyományos lenyomat alapján csak 74%. Az esetek 68%-ában a digitális lenyomat alapján készült korona bizonyult megfelelőbbnek. Felmerül a kérdés, hogy ez a különbség a hagyományos és digitális lenyomattvételi eljárás pontossága között miből adódik? Választ a tudományos irodalomban találunk. Egy 2015-ben végzett in vivo kutatás alapján a szilikon és a poliéter lenyomatokkal elérhető a fogpótlásoktól elvárt minimális pontosság (0,05 mm, Waerhaug 1979), amelyet az intraorális szkennerekkel vett lenyomatok pontossága is megközelít (Ender és mtsai 2015). A digitális lenyomattétel folyamatában a szájképletek paramétereiről szerzett információ különbözőképpen és különböző mértékben torzul a digitalizáció fázisai során, mint hagyományos lenyomatozás esetében. Güth és kutatócsoportjának eredménye alapján a legpontosabb eljárás a direkt digitalizáció, azaz a szájképletek szkennelése (3. ábra).

Sorban ezt követve a valódit leginkább megközelítő értékeket adja a lenyomat digitalizálásával nyert adat,



Alacsony valódiság  
Alacsony precizitás



Alacsony valódiság  
Magas precizitás



Magas valódiság  
Alacsony precizitás



Magas valódiság  
Magas precizitás

**2. ábra:** A készítendő fogpótlás megfelelő illeszkedését a lenyomat pontossága döntően meghatározza. A pontosság két eleme a valódiság és a precizitás. Valódiságnak nevezzük azt, hogy a mérés eredménye mennyire közelíti meg a valódi értéket. Precizitás alatt azt értjük, hogy az ismételt mérések során, mekkora ezek egymáshoz viszonyított eltérése

és legpontosabban a gipszminták szkennelésével nyert virtuális minta (Güth és mtsai 2013). Egy ezt követő vizsgálatokban is a szájszkennerek hoztak pontosabb eredményt a poliéterrel vett lenyomatok alapján készített minták szkennelésével szemben (Güth és mtsai 2016). A különféle gyártmányú szkennerrel eltérő mértékben képesek valósághű és precíz digitális lenyomat létrehozására. Patzelt és munkatársai által 2015-ben közölt eredmények alapján az alábbi szkennerrel klinikailag elfogadható pontosságot mutatnak a következő sorrendben: 3Shape Trios, 3M True Definition, iTero, CS3500, CEREC Omnicam, Plammeca Planscan (Hack és Patzelt 2015) (4. ábra).

Az intraorális szkennerrel készített virtuális minta pontossága számos tényezőtől függ. E tekintetben objektív változót jelentenek a relatív információszegény területek, így a fogatlan állcsontgerinc és a palatum, melyek az információ torzításához vezethetnek (Patzelt és mtsai 2013, Gan és mtsai 2016). A szkenner működési elvéből kifolyólag a digitalizált információt befolyásolja a leképezendő fogív hossza. Az eszköz felvételeket készít, amelyeket a korábban elkészített képekhez átlapolással illeszt, így képes lépésről lépésre egész fogívet, vagy akár szájpadot is lenyomatozni. Gan és munkatársai kutatásukban arra a kérdésre keresték a választ, hogy befolyásolja-e a pontosságot a fogív hossza Trios intraorális szkennerrel végzett digitális lenyomatozás során. Eredményeik között olvasható, hogy a digitális lenyomatvétel pontosságát befolyásolja a leképezendő fogív mérete: minél szélesebb a fogív (minél nagyobb a moláris fogak közötti távolság), annál jelentősebben különbözött a minták precizitása. Az eltérések a klinikailag elfogadható határértékeken belül voltak, valódiságukban nem volt eltérés.

A Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikájának digitális munkacsoportja a Journal of Prosthodontic Research 2016 júliusi számában megjelent vizsgálatában a direkt és indirekt CAD/CAM lenyomatozási technikák pontosságát hasonlította össze (Vecsei és mtsai 2016). A vizsgálat eredménye rámutat, hogy az intraorális szkennerrel végzett digitális lenyomatvételi eljárással olyan pontos fogpótlás készíthető, mint a régóta bevált, jól működő indirekt módszert, azaz a hagyományos lenyomatvétel alapján készített minták laboratóriumi szkennelését használva. Sőt, az intraorális szkennerrel vett lenyomat alapján készített virtuális modellek pontossága meghaladhatja a hagyományos útvonalon, laboratóriumi szkennerrel nyert virtuális minták pontosságát.

A tudományos forrásokban fellelhető tanulmányok alapján kijelenthető, hogy megfelelő gyakorlati tapasztalat birtokában az intraorális szkennerrel pontos munka végezhető. A teljesen digitális technológiával készített pótlások pontossága felveszi a versenyt hagyományos eljárással készült társaikkal, illetve felül is múlhatják azokat (5. ábra).

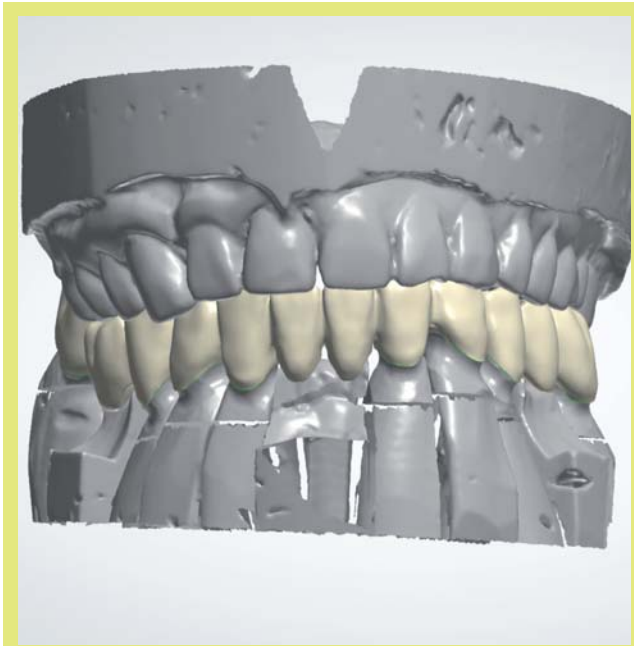
talat birtokában az intraorális szkennerrel pontos munka végezhető. A teljesen digitális technológiával készített pótlások pontossága felveszi a versenyt hagyományos eljárással készült társaikkal, illetve felül is múlhatják azokat (5. ábra).

## A digitális lenyomatvételi eljárás időbeli hatékonysága

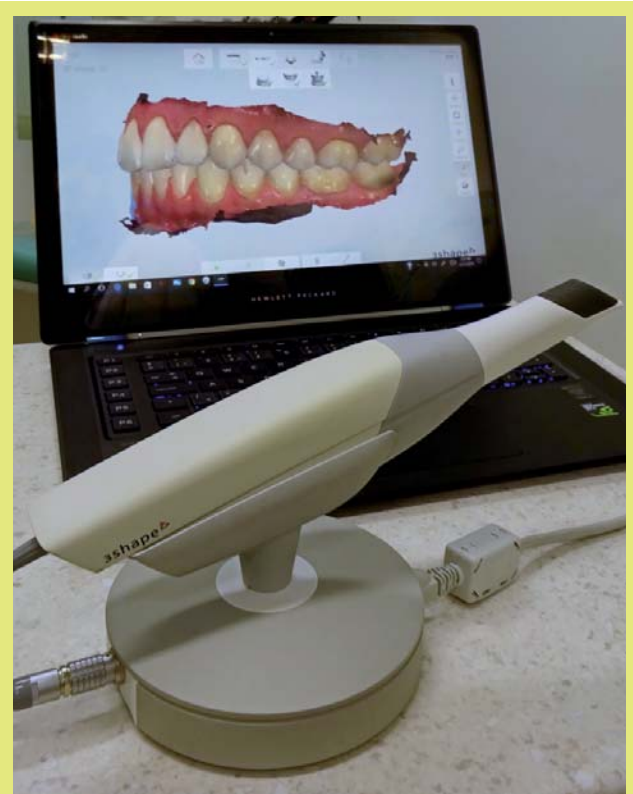
A szakirodalomban kutatva számos cikket találhatunk, amelyek a digitális és a hagyományos lenyomatvételi technikát hasonlítják össze a lenyomatozás időtartamát tekintve. Yuzbasioglu és munkatársai a teljes kezelési időt vizsgálva megállapították, hogy a digitális lenyomatvételhez átlagosan 260 másodperc, a hagyományos lenyomat elkészítéséhez pedig 620 másodperc szükséges (Yuzbasioglu 2014). A harapásrögzítés ötödannyi időt vett igénybe intraorális szkenner használatkor, mint a hagyományos technika esetén. Vizsgálatokban a lenyomatozott fogívek mindegyike ép, zárt fogazattal rendelkezett. Azonban ha a fogívben preparált fogak is találhatóak, a digitális lenyomatvétel ideje változhat. Erre világít rá Patzelt és munkatársainak vizsgálata, miszerint a preparált fogak számának növekedésével a digitális lenyomatozási technika időigénye közelít a hagyományos lenyomatozás időtartamához (Patzelt és mtsai 2014). A fent említett két vizsgálatban a résztvevőknek jelentős tapasztalata volt hagyományos lenyomatvétel terén. Lee és Gallucci vizsgálatában a lenyomatokat fogorvostan-hallgatók készítették, akik egyik technikában sem voltak jártasak (Lee és Galucci 2013). Az intraorális szkenneléshez fele annyi időre volt szükségük, mint a hagyományos lenyomatozás elvégzéséhez. A kutatás arról tanúskodik, hogy gyakorlatlan személy is gyorsabban képes lenyomatot készíteni intraorális szkenner használatával, mint hagyományos lenyomatvétel útján. A digitális technológia alkalmazása tehát potenciálisan csökkentheti a székben eltöltött időt.

## A digitális lenyomatvételi eljárás értékelése az orvosok szubjektív véleménye és a páciensek komfortérzete alapján

Joda és munkatársai 2016-ban az implantátumokról vett digitális és hagyományos lenyomatvételt tanulmányozták. A szkennelés bonyolultsági fokát, használhatóságát és munkahatékonyságát mind a hallgatók (88%), mind az orvosok (64%) kedvezőbbnek ítélték a hagyományos technikával szemben. Összességében a hallgatók 76%-a, az orvosok 52%-a ítélte jobbnak az intraorális szkennelést (Joda és mtsai 2016). A szakirodalmi adatok szerint a páciensek többsége



**3. ábra:** Direkt lenyomatozás esetén az eredeti formához viszonyítva kevesebb mint 50, indirekt lenyomatozás esetén kevesebb mint 100 mikrométer torzítású virtuális minta felhasználásával készülhet a fogpótlás terve



**4. ábra:** 3Shape Trios3 laphoz csatlakoztatható intraorális szkener, a háttérben az elkészített digitális lenyomat; alsó és felső állcsont interkuspidációs pozícióban rögzítve

szintén előnyben részesíti a digitális lenyomatvételt. A hagyományos technika során fokozott légzési nehézségről és kiszolgáltatottságérzetről szá-

3shape

**TRIOS®**  
intraorális szkener

Dental-trade



**ÖT ÉRV A TRIOS® MELLETT:**



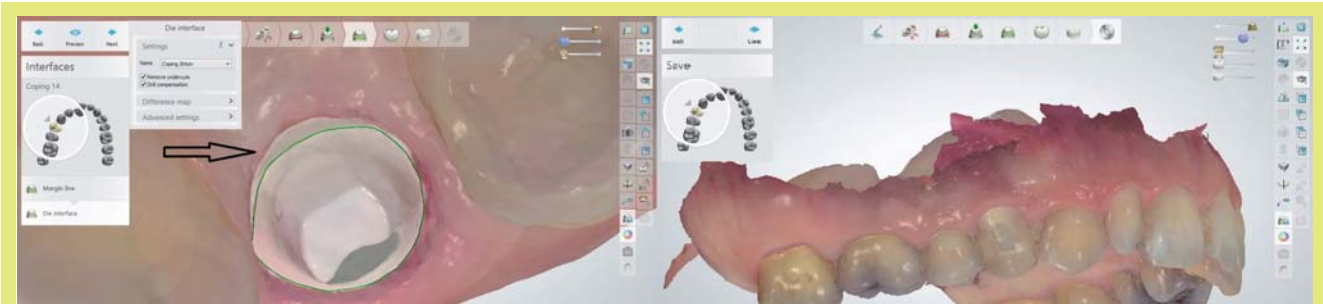
Kiváló szkennelési technológia

Rugalmas hardver konfiguráció

Széleskörű indikáció

Nyitott rendszer

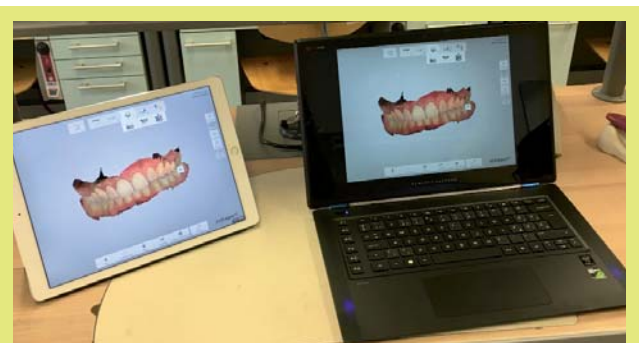
Intraorális kamera & fogsín meghatározás



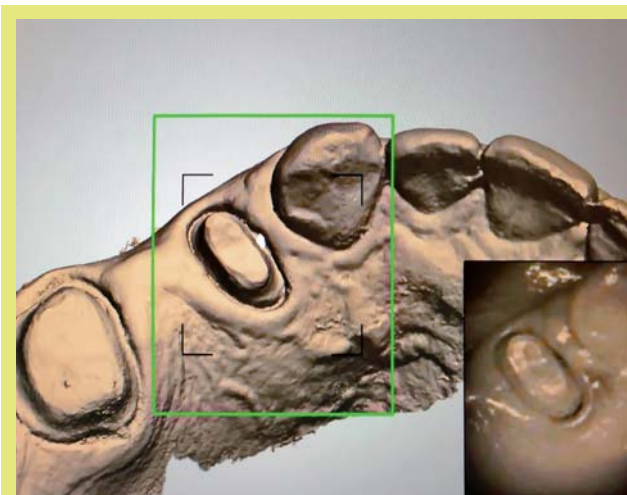
**5/a–b. ábra:** Implantátum fejről készült digitális lenyomat. Az ideiglenes korona beszkenelt felvétele és az implantátumfej digitális lenyomata egymásra helyezhető, a végleges forma tervezéséhez felhasználható



**6. ábra:** Az implantátumokról scan body-k segítségével vehetünk digitális lenyomatot a szájbán. A scan body-k szolgáltatják a tervezéshez szükséges információt



**8. ábra:** A szkennelt kép számítógépen, iPaden, rendelésben vagy a laboratóriumban párhuzamosan több eszközön megjeleníthető, ezzel is megkönnyítve az esetekkel kapcsolatos konzultációt



**7. ábra:** A lenyomatozás során a kijelzőn folyamatosan követhető a virtuális minta megjelenése. Újabb képek hozzáadásával a hiányos (fehér) területek eltüntethetők

moltak be, különösen a maxillárol vett lenyomatok esetén. A hagyományos lenyomatvételel megismétlésétől is jobban tartottak, mint a digitális technika újbóli alkalmazásától (Schepke és mtsai 2015). Összegezve, mind az orvosok, mind a páciensek számára kevésbé megterhelő a lenyomatvételel a digitális technika segítségével.

## Az intraorális szkennerek nyújtotta lehetőségek; előnyök és leküzdendő nehézségek

A következő részben szeretnénk megismertetni az új technológia jellegzetességeit, melyek előnyökként, vagy kezdeti nehézségekként jelentkezhetnek az intraorális szkennerek alkalmazásakor. Az intraorális szkennerekkel történő lenyomatozásnak számos olyan szokatlanul ható összetevője van ugyanis, amelyekről érdemes előzetesen tájékozódni, ezáltal jobban megismerve a technológiát a gyakorlati alkalmazás előtt ([www.zdigitaldentistry.com](http://www.zdigitaldentistry.com)).

### *Az intraorális szkennelés nehézségei*

A digitális intraorális lenyomatvételel tanulási folyamata nem egyszerű, fontos betartanunk az egyes gyártók által leírt utasításokat. Az új technológia során elvégzendő lépések a hagyományos lenyomatvételel megszokott eszközökhöz képest egészen más eszközpalettával rendelkeznek.

A lenyomatvételel a szkennerefelel fogak felettelel történő egyenes tempójú mozgatásával megy végbe, amely során a szoftver a már elkészítettelel képekhöz fűzi hozzá az új adatokat. A nem megfelelő használat hiányos, vagy akár hibás virtuális mintát is eredményezhet.

Az intraorális szkenneléskor szembesülünk azzal, hogy az egyes lenyomatozási és harapásrögzítési eljárásokat is új metódus szerint kell végeznünk. Bizonyos szkennerek rendszerek csak az interkuszpídációs pozíció rögzítésére képesek, és ha nincsenek érintkező antagonista fogpárok, akkor a harapásrögzítés nem lehetséges. Ilyen esetekben a digitális harapásrögzítést a harapási magasság vertikális és horizontális viszonyainak meghatározását követően készült felharaptató tükével tudjuk elvégezni. Implantációs lenyomatvétel során a hagyományos lenyomatvételtől eltérő, úgynevezett digitális lenyomatvételi fejet (scan body) kell használnunk, melyeket az implantátum gyártói biztosítanak (6. ábra). E fejeknek kompatibilisnek kell lenniük a CAD szoftverrel, más különben nem készíthető el az implantációs fogpótlás digitális terve. Ennek kiküszöbölésére a gyártóknál már felmerült az igény hibrid lenyomati fejek gyártásának megkezdésére.

Ha a szkennerek vásárlását megelőzően nem tájékozódunk megfelelően annak tulajdonságairól, kellemetlen meglepetésként érhet minket, hogy bizonyos cégek adatkezelési díjat számítanak fel. Ilyenkor a szkennelést követően a cég által üzemeltetett felhőbe kerül az adat, ahonnan csak a díj befizetését követően küldhető el a laboratóriumba. Ez komplikálhatná a munkavégzést, azonban a legtöbb gyártó nyitott rendszerként működő szkennert biztosít, ami a STL fájlok exportálását szabadon lehetővé teszi.

Végezetül az intraorális szkennerek hazai elterjedésének legnagyobb korlátja lehet, hogy még elég költséges a beszerzésük. Vásárlásuk előtt költség/haszon elemzést érdemes elvégeznünk, azonban a technológia fejlődésével és az előállítás költségeinek mérséklődésével az eszközök ára várhatóan csökkenő tendenciát fog mutatni jövőben.

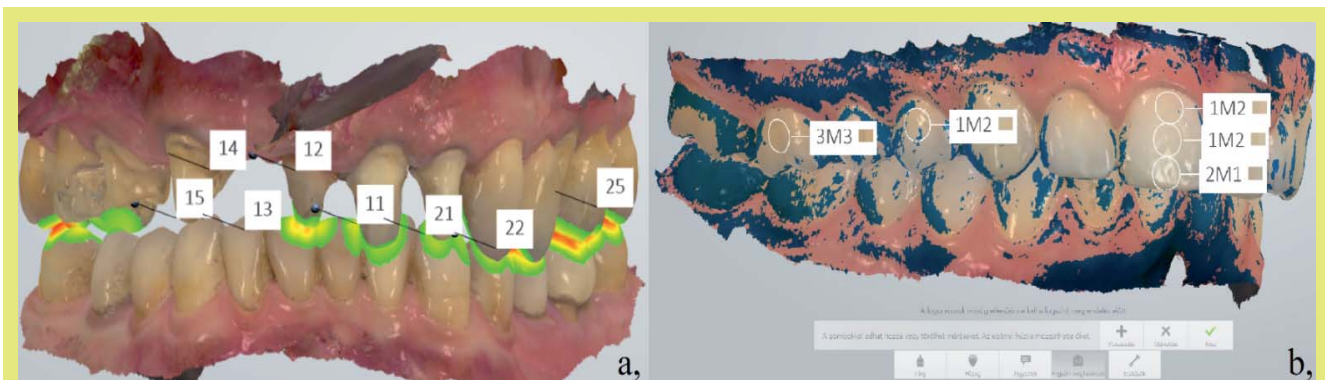
#### *Az intraorális szkennelés előnyei*

Az intraorális szkennerekkel készített virtuális minta azonnal kiértékelhető a monitoron, így a preparációnk felnagyítva elemezhető (7. ábra).

A szoftver egyes funkciói segítenek nekünk az esetlegesen hiányosan lenyomatozott felszínnek megtalálásában, a nehezebben szkennelhető approximális területek megfelelő lenyomatozásában, illetve a készítenő fogpótlás típusának megfelelő anyagvastagság biztosításában. Korrekciók esetén a digitális lenyomat gyorsan és könnyedén javítható, ehhez nem kell a teljes állcsontot újraszkenelnünk. Az eljárás ezáltal is időben sokkal hatékonyabb a hagyományos lenyomatvételnél. Nem kell számolnunk a lenyomatanyag megkeverésének és kötésének idejével, a dezinfekciós idővel, a lenyomat kiöntésének és a minta elkészítésének idejével sem. Ezen túlmenően a digitális lenyomatvétel környezettudatos eljárás, hiszen kiküszöböli a fogorvosi gyakorlatban a hagyományos lenyomatvételi eljárásból származó nagymennyiségű veszélyes hulladékot, így egyértelműen környezetbarát megoldást kínál.

Digitális modellünk soha nem fog elkopni, eltörni, elhasználandni, bármikor könnyedén előkereshető és újra felhasználható. Nincs szükség továbbá külön tárolóhelyiségeket fenntartanunk gipszmintáink kötelező megőrzése céljából, a páciens dokumentáció digitális formában egy merevlemezen, vagy felhőalkalmazásban megőrizhető és bármikor visszahívható (8. ábra).

A valós színeket is rögzíteni képes intraorális szkennerek intraorális kameraként is funkcionálnak, ami a páciens számára is jól láthatóvá teszi a szájképleteket és elváltozásokat. A szkennelés nagyban hozzájárulhat ilyen módon az alaposabb tájékoztatáshoz, a páciens szélesebb körű és meggyőző erővel ható informálásához.



**9/a–b. ábra:** Az intraorális szkennerek számos beépített szoftveres funkciója (például okklúzió-analízis) megkönnyíti az orvos munkáját.

A szkennerek fogszín-meghatározásra is alkalmasak és intraorális kameraként is funkcionálnak, ezzel is tovább bővítve a rendelő és a laboratórium közötti kommunikációs lehetőségeket



**10. ábra:** Intraorális szkenneléssel rögzíthető a páciens fogainak eredeti alakja, színe és harapási formája. Ezen adatok évekig tárolhatók, így a később esetlegesen szükségessé váló fogpótlások készítése során az információk segíthetnek a végleges fogpótlás megtervezésében.



**11. ábra:** A Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikán fogorvos-tan-hallgatók gyakorolják a intraorális szkennelést

Némelyik rendszer fogszín-meghatározásra is alkalmas, így segítve a részletek továbbítását a fogtechnikai laboratórium felé. A fényképek révén az információküldés a rendelő és labor között nagyon gyorsan valósul meg, ráadásul az adatok könnyen másolhatók, újraküldhetők, így nem kell tartanunk a hagyományos technikánál esetlegesen előforduló sérült gipszmintákon bekövetkező információvesztéstől sem (9/ a-b. ábra).

Az intraorális szkennerekkel nyert adathalmaz a fogazati státusz és a kezelések nyomon követésének is kiváló eszköze. Dr. Moritz Zimmermann és munkatársai a Zürichi Egyetemen létrehoztak egy digitális adatbázist, amelyben rögzítik a páciensről érkezőkor készült intraorális szkennet, és az egyes vizitek, illetve kezelések között is történik újraszkenelés. Ezáltal hosszú távon is vizsgálhatók az egyes fogazati változások, a fogazati státusz alakulása időben, úgy mint a fogvándorlás, rotáció, ínycsúszás, abrúziós folyamatok, stb. (10. ábra). Az intraorális szkenneléssel szerzett adatokat más háromdimenziós eljárással nyert adatokkal fuzionálthatjuk, ami a CT és CBCT felvételek és a szkennelések egymásra vetítését jelenti. Ez a lehetőség pedig teljesen új távlatokat nyit meg a diagnosztikában, kezelési terv készítésében és az implantációs műtéti beavatkozások eszközeinek (például implantációs fúrósablonok) megtervezésében. Az orthodontia és az implantáció területén már elkezdődött az intraorális szkennelés adatainak és az állcsontok CBCT felvételeinek összeillesztésével nyert virtuális modellezés lehetőségeinek kiaknázása. Ez a modellezés és a négydimenziós digitális szimuláció olyan magas szintű fogászati ellátást képes megvalósítani, amely ma még fantasztikumnak tűnhet, de biztosak lehetünk abban, hogy fogorvosi hivatásunkban ez a fejlődés irányába mutató út és érdemes lesz ezen járjunk.

A digitális fogászat nem csak egy ügyes reklámfogás. Ha hozzáértéssel integráljuk a mindennapos gyakorlatba, ha a fogászat hagyományos alapelveit szem előtt tartva, a jól megtanult és begyakorolt alapokra építkezve alkalmazzuk a technológiai újításokat, a befektetés bőségesen megtérül. A digitális lehetőségeket kihasználva még sokszínűbbé és változatosabbá válik a mindennapos munkánk, miközben pácienseinket a legmagasabb színvonalú ellátásban tudjuk részesíteni (11. ábra).

*Az intraorális szkennerek alkalmazásával és a hozzájuk kapcsolódó digitális munkafolyamatok feltérképezésével foglalkozó klinikai digitális fogászati munkacsoport tagjai:*

Dr. Ábrám Emese, Dr. Borbély Judit, Dr. Czigola Alexandra, Dr. Dóró Marianna, Dr. Hermann Péter, Dr. Jász Máté, Dr. Joós-Kovács Gellért, Dr. Körömdi Szandra, Dr. Kovács Zoltán, Dr. Molnár Bálint, Dr. Orbán Kristóf, Dr. Vecsei Bálint

*Fogtechnikai és háttértámogatás:*

Róth Lajos fogtechnikus mester és Interdental Studio Kft., Dental Trade Kft.

*A vizsgálatokban résztvevő hallgatók:*

Bakucz Márton, Dalos Magdolna, Dankó Mariann, Egyed Petra, Fazekas Tamás, Győri Gabriella, Jász

Bálint, Kapás Dániel, Palaszkó Dénes, Répási Márk, Róth Yvett, Sümegi Kristóf, Varga Viktória, Végvári Fanni

**Irodalom**

- Ender A, Mehl A: Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121-8.
- Ender A, Mehl A: Full arch scans: conventional versus digital impressions—an in vitro study. *Int J Comput Dent.* 2011;14(1):11-21.
- Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A: In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig.* 2016 Sep;20(7):1495-504. Epub 2015 Nov 7.
- Fasbinder DJ.: Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31 spec.no.:4:2-12.
- FasbinderDJ: Using Digital Technology to Enhance Restorative Dentistry. *CompendContinEduc Dent.* 2012 Oct;33(9):666-8, 670, 672 passim.
- FasbinderDJ: Using Digital Technology to Enhance Restorative Dentistry. *CompendContinEduc Dent.* 2012 Oct;33(9):666-8, 670, 672 passim.
- Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K: Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. *Int J Prosthodont.* 2016 May-Jun;29(3):277-83.
- Flügge TA, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzgere MC : Germany Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner , Freiburg and Berlin
- Gan N,Xiong Y,Jiao T: Accuracyof Intraoral Digital Impressions for Whole Upper Jaws, Including Full Dentitionsand Palatal Soft Tissues. *PLoS One.* 2016 Jul 6;11(7):e0158800.
- Garg AK: Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? *Dent Implant Update.* 2008;19(1):1-4.
- Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D.: Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig.* 2013;17(4):1201-8.
- Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C.: Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig.* 2016 Jul 12.
- Hack GD, Patzelt SBM: Evaluation of the Accuracy of Six Intraoral Scanning Devices: An in-vitro Investigation. *ADA Professional Product Overview 2015;10(4):1-5.*
- Henkel GL: Acomparison offixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent.*2007 Aug;28(8):422-4,426-8,430-1.
- <http://zdigitaldentistry.com/en/knowledgebase/limitations-intraoral-scanning/>
- <http://zdigitaldentistry.com/en/knowledgebase/15-advantages/>
- Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU: Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016 Sep 5.
- Keul C, Stawarczyk B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Güth JF.: Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization--a laboratory study. *Dent Mater.*2014 Apr;30(4):400-7.
- Kim SY, Kim MJ, Han JS, Yeo IS, Lim YJ, Kwon HB: Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging. *Int J Prosthodont.* 2013;26(2):161-3.
- Kóbor A, Kivovics P, Hermann P.: Fogpótlástani anyagtan és odontotechnológia. Semmelweis Kiadó, Budapest, 2015
- Lee SJ, GallucciGO: Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):111-5.
- Lee SJ, Macarthur RX., GallucciGO: An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *J Prosthet Dent.* 2013 Nov;110(5):420-3.Epub 2013 Aug 30.
- Levine N: To the sky and beyond. *Dental Products Report.* 2009;Oct:116.
- Marti AM, Harris BT, Metz MJ, Morton D, Scarfe WC, Metz CJ, Lin WSC: Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxaneimpressionstechniques by dental students: instructional efficiency and attitudes towards technology. *Eur J Dent Educ.* 2016 Mar 9.
- McLaren EA, Culp L, White S: The Evolution of Digital Dentistry and the Digital Dental Team Dentistry Today 2008 Sep. 112-117.
- McMaster D, Cohen B, Spitz SD: Digital workflow. *Dental Economics.* 2008;98(8):30-36.
- Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T: Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent.* 2009;12(1):11-28.
- Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y: Review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience *Dental Materials Journal,* 2009, 28(1):44-56
- Mörmann WH: The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006;137 suppl:7S-13S.
- Park HR, Park JM, Chun YS, Lee1 KN, Kim M: Changes in views on digital intraoral scanners among dental hygienists after training in digital impression taking. *BMC Oral Health* 2015 15:151
- Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W.: Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014;18(6):1687-94.
- Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W.: Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc.* 2013 Aug;144(8):914-20.
- Rodgers C: A worldwide leader in digital dentistry. *Inside Dentistry.* 2012;8(7):68.*Clin Oral Investig.* 2016 Sep;20(7):1495-504. Epub 2015 Nov 7.
- Sanjna N, Rushil, Aruna U, Venkateshwaran R, Sivakumar M: Cad Cam in Prosthodontics: A Review *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* March-April, 2014
- Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, Cune MS.: Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *J Prosthet Dent.* 2015;114(3):403-406.e1.
- Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P.: Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems - An in vitro study. *J Prosthodont Res.* 2016 Jul 22. pii: S1883-1958(16)30062-7.
- Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, BilirH: Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014;14:10.
- Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH: Reich S Intraoral Scanning Systems – a current overview. *International Journal of Computerized Dentistry* 2015;18(2): 101–129.