



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

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

Okostelefon, okostévé, okosóra és még hosszan sorolhatnánk azokat a fejlett funkciókat tartalmazó készülékeket, amelyek átalakítják a bennünket körülvevő világot. A digitális megoldások egyszerűbb, gyorsabb, kiszámíthatóbb és gazdaságosabb alternatívákat kínálnak, mint a hagyományos analóg eljárások, ezen kívül olyan lehetőségeket is magukban rejtenek, amelyeket a megalkotás pillanatában még nem is biztos, hogy tudunk, mi mindenre lehet használni. Mindannyiunk számára tagadhatatlan a tény, hogy a fogászat is átalakul, ugrásszerű fejlődésen megy keresztül. Folyamatosan bővül a rendelő és a laboratórium eszköztára, a számítógépes tervezés és gyártás a mindennapok része. A CAD/CAM technológia digitális munkafolyamatai új kihívások elé állítják a fogorvost és a fogtechnikust. A digitális laboratóriumok mellett megjelennek a digitális rendelők. A CAD/CAM tervezéshez intraorális szkenneléssel vett digitális lenyomatot küldhetünk: okoslenyomatot egy e-mailhez csatoltan, számtalan szoftveres feldolgozási lehetőséggel.

A legtöbb fogorvos olvasó most talán legyintve tenné félre a cikket, ha nem szembesülne nap mint nap azzal a ténnyel, hogy a szakmai tudáson és a kézügyességen túl ma már a digitális technika ismeretére is szükségünk van, mert az új lehetőségek feltartóztathatatlanul törnek be mindennapjainkba.

A különböző gyártóktól származó eszközök és szoftverek használatát, az új megoldási protokollokat tanulni kell.

Az egyre szélesebb körű ismeretanyag oktatása komoly feladat elé állítja az egyetemeket. A továbbra is ötéves kurrikulumban a fogorvostudomány alapjain túl helyet kell kapnia a digitális kor újdonságainak is. A Semmelweis Egyetem Fogpótlástani Klinikáján 2011 óta foglalkozunk intraorális szkennerek alkalmazásával és a hozzájuk kapcsolódó digitális munkafolyamatok feltérképezésével. A klinikai digitális fogászati munkacsoport az elmúlt öt év során rengeteg elméleti és gyakorlati tapasztalatot

latot szerzett a CAD/CAM technológiával kapcsolatban, illetve e témát érintő tudományos vizsgálatokat is elindítottunk, melyek közül többet nemzetközi folyóirat publikált, az eredmények közzéje jelenleg is folyamatban van. Ezt az új tudásanyagot szeretnénk a fogorvostan-hallgatók oktatásában alkalmazni, és tapasztalatainkat a gyakorló fogorvosokkal is megosztani.

A Magyar Fogorvos hasábjain indított új sorozatunk célja a digitális fogászati technológia fejlődésének követése. Olyan cikksorozatot tervezünk, amelyben a digitális technológiai alapfogalmak tisztázása mellett a témát érintő nemzetközi szakirodalom kivonát adjuk a kedves Olvasónak, és esetismertetésekkel saját intraorális szkennelési tapasztalatainkat is szeretnénk bemutatni.

1. Digitális alapfogalmak

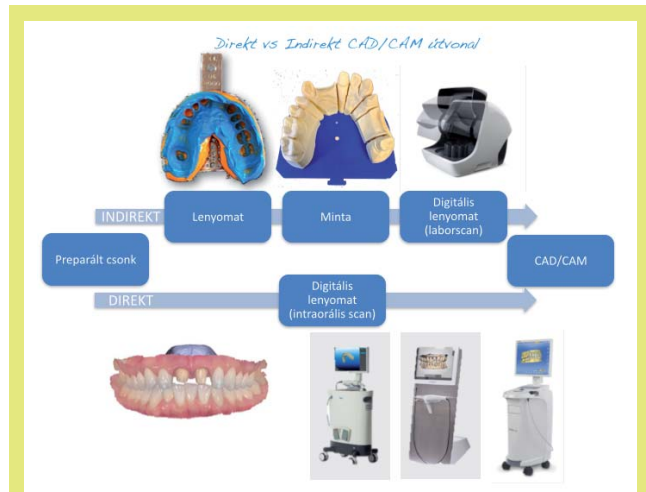
A CAD/CAM rendszerek használatával olyan új fogalmak is bekerülnek a fogorvos és fogtechnikus szótárába, mint például: Digitális munkafolyamat, CAD/CAM rendszerek, indirekt CAD/CAM lenyomatvételi eljárás, valamint direkt CAD/CAM lenyomatvételi technika, Virtuális minta, Digitális lenyomat, Intraorális szkennel, Zárt rendszer, Nyílt rendszer, „Chairside” rendszer, „Labside” rendszer. Ezen fogalmak definícióit dőlt betűvel jelöltük az alábbi szövegben.

2. A digitális munkafolyamat

2. a. Az indirekt CAD/CAM lenyomatvételi eljárás

A digitális munkafolyamat kiindulópontja mindig egy, a valós forma leképezésére alkalmas eszköz. Az indirekt CAD/CAM út során az előkészített preparált fogakról hagyományos lenyomatot veszünk. Ekkor a lenyomat vagy a kiöntött minta digitalizálásával létrehozható a virtuális minta laboratóriumi szkennel segítségével (Kóbor és mtsai 2015). A lenyomatvételi körülményei, a lenyomatanyag és a gipsz anyagtani tulajdonságai (lenyomatanyag zsugorodása, gipsz tágulása és zsugorodása), továbbá a szekcionálás technológiája olyan tényezők, amelyek a szájkepletek valós paramétereikhez képest valamilyen mértékű torzító hatással vannak az információra. Tovább módosíthatja a leképezett felszín paramétereit a laboratóriumi szkennel (1. ábra).

A laboratóriumi szkennel a szekciós minta vagy a precíziós-szituációs lenyomat felszínének információiból egy 3 dimenziós pontthalmazt hoz létre, amelyből a számítógép egy grafikus megjelenített virtuális mintát állít össze. A virtuális minta az alapja a CAD/CAM munkafolyamatoknak. A CAD (Computer-Aided Design) folyamat során a fogtechnikai szoftverben a virtuális mintára elkészül a pótlás vázának vagy az egy tömb-



1. ábra: A CAD/CAM munkafolyamatok indirekt és direkt útvonala. Az indirekt útvonal során hagyományos lenyomatvételi és minta készítését követően laboratóriumi szkenneléssel; a direkt útvonalon közvetlenül a szájkepletek intraorális szkennelésével hozzuk létre a CAD tervezéshez használt virtuális modellt



2. ábra: Marással feldolgozható cirkónium-dioxid és kerámia tömbök (földpát porcelán, leucit erősítésű kerámia, lítium-diszilikát, cirkónium erősítésű lítium-szilikát, multilayered-többszínű blokkok). A laboratóriumi CAD/CAM rendszerek alkalmazási lehetőségei kezdetben vázkészítésre korlátozódtak, a székmelletti alkalmazások indikációs területe a molárisok inlay, onlay restaurációi voltak. Az egyre újabb és jobb minőségű anyagoknak és a fréztechnikának köszönhetően a CAD/CAM technológiával készülő fogpótlások indikációs területe kiszélesedett és ma már a monolitikus CAD/CAM restaurációk esztétikája és illeszkedése is megfelelő

ből kifaragható pótlásnak a terve. A CAM (Computer-Aided Manufacturing) munkafolyamatban a számítógép-vezérelt faragóegységben frézeli technikával a tervből anyagi forma születik, amelyet a fogtechnikus kidolgoz (2. ábra).



3. ábra: Digitális lenyomatvétel/intraorális szkennelés során a háromdimenziós virtuális modell készítése a szék mellett folyamatában nyomon követhető



4. ábra: A preparált fogak interkuspidációs helyzetének (IKP) rögzítése során az okkluzális redukció mértéke színekkel ellenőrizhető, az intraorális szkennelő szoftvere a monitoron a készülő pótlás anyagához szükséges helyigény alapján színjelzést használ



5/a-b. ábra: Az intraorális szkennelés által létrehozott virtuális modellre készített cirkonváz és a szkennelés alapján, az IKP pozíciót rögzítő „pinekkel” nyomtatott modell. A modellek artikulátorba rögzíthetők, az artikulátort a hagyományos módon (pozíciós harapásokkal) vagy digitálisan programozhatjuk



6. ábra: A Fogpótlástani Klinika digitális munkacsoportjának tagjai a bécsi ICDE Ivoclar oktatócentrumban a Dental System (3Shape) CAD tervező szoftver használatát gyakorolják

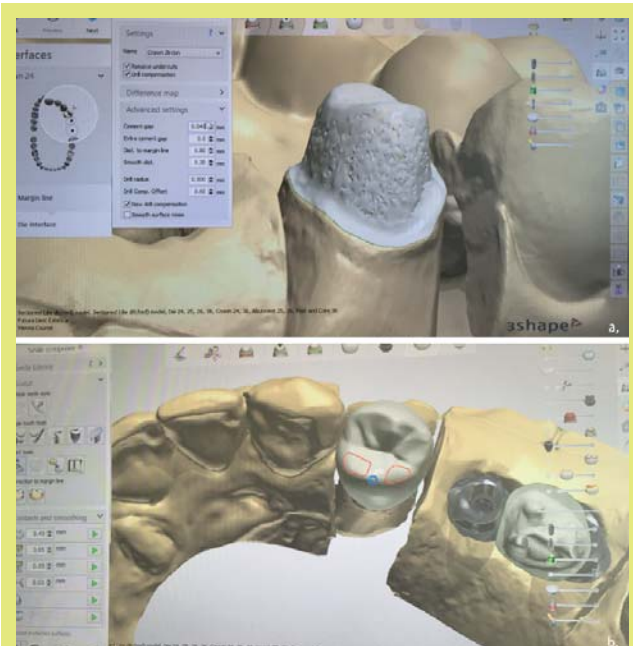
2. b. A direkt CAD/CAM lenyomatvételi technika

A szájképletek adataihoz hozzájuthatunk *intraorális szkennelés* segítségével is, ebben az esetben *direkt CAD/CAM lenyomatvételről* beszélünk, a kapott adatokat pedig az úgynevezett „direkt szkennelési fájl” tartalmazza (Kóbor és mtsai 2015). Az intraorális szkennelés során az adatgyűjtés módszere az egyes szkennertípusoknál eltérő, és elvégzésekor a gyártó utasításait követve kell eljárni. Ez az újabb technológia az indirekt CAD/CAM lenyomatvételi eljárás több lépéséből adódó pontatlanságot is hivatott kiküszöbölni. A lenyomatvétel hagyományos alapelveit azonban mindkét eljárás esetén ugyanolyan gondosan be kell tartanunk, hiszen a megfelelő lágy szöveti kontroll és izolálás nélkül lehetetlen pontos lenyomatot venni vagy direkt szkennelt készíteni a szájképletekről (3. ábra).

A szkennelést követően a fogorvos leellenőrzi a virtuális modell minőségét, rögzíti a harapási pozíciót.

Az okkluzális és axiális redukció mértéke jól megfigyelhető a monitoron, és a széli záródás vonala is felnagyítva, a modellt bármely irányban elforgatva ellenőrizhetővé válik (4. ábra).

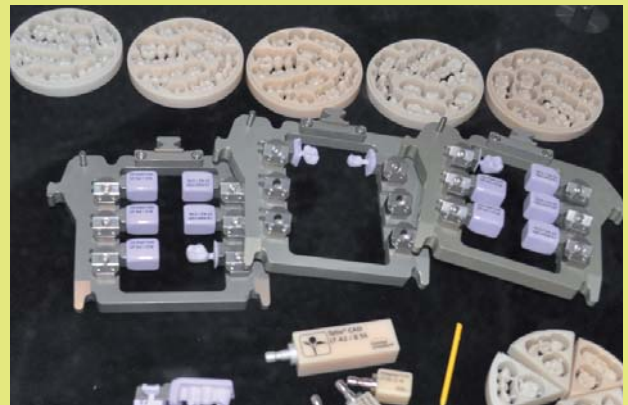
Az eljárás lehetővé teszi, hogy alaposabban tanulmányozzuk a részleteket, és amennyiben a lenyomat korrekcióra szorul, úgy elég csak a hibás területet újra lenyomatoznunk, nincs szükség a teljes állcsont szkennelésének megismétlésére. A leképezés technológiájától függően a direkt út esetében a *virtuális minta* lehet a szájképletek valós színeit is megjelenítő élethű modell. Ma már vásárolható olyan eszköz, amely a színhű megjelenítésen túl képes fogszín-meghatározásra is, ezzel igyekezve egyszerűsíteni a fogorvos munkáját. Amennyiben a virtuális mintákat megfelelően értékeljük, akkor a kitöltött elektronikus munkalappal együtt a *digitális intraorális lenyomatvétel* útján nyert információt a világhálón felhőn keresztül vagy e-mailben elküldjük a fogtechnikus kollégának.



7/a-b. ábra: CAD tervezés a kinagyított virtuális modellen a Dental System (3Shape) szoftverrel



8. ábra: Nyomtatásos technikával – Objekt eljárással készített modell; UV fényre polimerizálódó anyagból a számítógép által meghatározott rétegenként felépített teljes fogív modell, kivethető mintacsonkokkal



9. ábra: Cirkónium-dioxid tömbök, váz, lítium-diszilikát tömbök monolitikus restaurációk és PMMA tömbök ideiglenes fogpótlások CAM/számítógép vezérelt frézeléséhez



10. ábra: Roland DG DWX-50 fogászati marógépbe behelyezett PMMA tömb ideiglenes fogpótlás készítéséhez. A CAD/CAM technológiával készített PMMA ideiglenes fogpótlások előnye a hosszabb kihordási idő, hiszen ez a tökéletesen polimerizálódott anyag sokkal ellenállóbb, mint a hagyományos székkelletti ideiglenes anyagok

Lényeges tulajdonsága a szkennereknek, hogy *nyílt vagy zárt digitális munkamenettel* rendelkeznek-e, ugyanis a zárt rendszerek fájlijait kizárólag a gyártó cég CAD szoftvere és CAM faragógységei képesek fogadni és feldolgozni. Bizonyos rendszerek *zárt rendszerek*, ilyen a CEREC AC és az E4D rendszer. Azonban a jelenleg forgalomban lévő húsznál is többféle gyártmányú intraorális szkennerek döntő többsége *nyílt digitális munkamenettel* funkcionál (Zimmermann és mtsai 2015), és számos tervezőszoftverrel és faragógységgel kompatibilis (például 3Shape TRIOS, Planmeca Planscan, CEREC Omnicam, iTero Element, Carestream CS 3500, 3M True Definition, GC AADVA, dwio

Dentalwings, KaVo Lythos, Dentium Rainbow, Zfx Intrascan, MFI Condor IOS, stb) (6. ábra).

3. Intraorális szkennelésre épülő CAD/CAM munkafolyamatok

3. a. Laboratóriumi összeköttetéssel rendelkező „labside” rendszerek

A „labside” folyamatban a laboratóriumba érkező adatokat a fogtechnikus CAD/CAM munkafolyamatban dolgozza fel. A virtuális modellen előkészítő munkákat hajt végre a faragógység CAD szoftverének segítségével: a fogak és az állcsontok egymáshoz való viszonyának számítógépes model-

lezése történik, és megkezdődik a restauráció megtervezése (7/a-b. ábra).

A mintacsonkokon a széli záródás vonalát és a rögzítő-cement rétegvastagságát állítja be, majd a készülő váz vagy teljes restaurátum tervezését végzi el. A rágófelszíni anatómia, a fogak kontúrja, az interproximális kontaktpontok mind-mind egyénileg alakíthatók. A programba a restaurátum színének adatait is betáplálják, így a faragógység annak megfelelő tömböt választ majd. A digitális tervezés nem zárja ki a mintakészítést. A fogívekről készült fájlok adatait felhasználva ugyanis frézelő technikával, 3D nyomtatással vagy sztereolitográfias (SLA) eljárással polimer anyagokból valós mintát is készíthetünk, amin a kifaragott fogpótlást ellenőrizni tudjuk (5/a-b. ábra) (8. ábra).

A fogpótlások számítógép vezérelt kifaragása centralizált módon is történhet. Ekkor a tervezés végbemehet a helyi laboratóriumban, azonban a faragás központi frézcentrumban történik. Ilyen nagy frézcentrummal rendelkezik a Procera, amelynek központjai főképp a nagy ellenállóképességű kerámiák és a titán technikaszenzitív, szakszerű feldolgozására specializálódtak (9-10. ábra).



11. ábra: A képen a színes szkennelésére alkalmas Cerec Omnicam rendszerrel a direkt és indirekt útvonalat összehasonlító vizsgálathoz direkt CAD/CAM lenyomat készül a felső állcsontot mintázó modellről

3. b. Székmelletti „chairside” rendszerek

Fontos kiemelnünk, hogy nem csak laboratóriumi CAD/CAM rendszerek léteznek, hiszen már a legelső intraorális szkenneléstől működő rendszer is úgynevezett „chairside” rendszer volt (CEREC). Ezeknél a székmelletti rendszereknél minden munkafolyamatot a fogorvos végez az intraorális szkenneléstől kezdve a fogpótlás számítógépes megtervezésén át a faragásig, ugyanis ezek a rendszerek azt mutathatják fel előnyként, hogy általuk egyetlen ülésben elkészíthető a végleges fogmű. A CAD szofver és a CAM faragógység is megtalálható a rendelőben, és a fogpótlást még aznap megkaphatja a páciens. Ilyen eljárással kis kiterjedésű monolitikus restaurációk készíthetők, melyek teljes vastagságban egyetlen anyagot tartalmaznak, egyetlen tömbből frézeltetők, és faragást követően csekély utókezelést (szinterezés, festés vagy polírozás) igényelve azonnal becementezhetők. A CAD/CAM munkafolyamatok során a „labside” és „chairside” rendszerek közötti eltérés az elkészíthető restaurátum kiterjedésében és a hozzá felhasználható anyagok minőségében mutatkozik meg. A székmelletti rendszerek ugyanis kizárólag a szóló restaurátumok (héjak, betétek, koronák) és kis kiterjedésű teljes kontúr restaurációk készítését teszik lehetővé, ezen felül az ideiglenes fogművek kifaragására is biztonsággal használhatók. Ezzel szemben laboratóriumi faragógységek vagy frézcentrum által sokkal szélesebb indikációs területre vonatkozó fogművek készíthetők, valamint a jelenleg forgalomban lévő laboratóriumi faragógépek a legpontosabb, legprecízebb 5 tengely mentén megvalósuló frézelésre is képesek.

4. A CAD/CAM technológia fogászati története

„Az előadóterem telve volt izgalommal és feszültséggel amint a fények lassan elhalványultak a nézőtérén. Az elkövetkező két órában bepillantást nyertünk a fogászat jövőjébe. A téma mintha egy sci-fi regényből lett volna kiragadva, a hallgatóságot egyszerre töltötte el ámulattal, csodálattal és egy cseppnyi félelemmel. Abogy felkapcsolták a fényeket, mindenki döbbsen ült és mérlegelte magában az előadó kínálta lehetőséget: a digitalizált fogászat jövőjét” (McLaren és mtsai 2008).

Így emlékszik vissza az esztétikai fogászat napjaink egyik legmeghatározóbb alakja, Edward McLaren arra a közel harminc évvel ezelőtti előadásra, amit a digitális fogászat úttörője, Francois Duret tartott a CAD/CAM technológia akkor kezdődő forradalmáról. Bár az eljárás integrálódása a mindennapi gyakorlatba kissé elhúzódott, úgy tűnik az új évezred meghozta a várt változást és napjainkra már szá-

mát sem tudjuk a különféle intraorális szkennereknek és CAD/CAM rendszereknek. Az űrkatásból, autógyártásból és órákészítésből átvett technológia mára már a fogászatban is elfogadott olyan előnyei- nek köszönhetően, mint a gyorsaság, a pontosság és a hatékonyság a minőség rovására történő kompromisszumok nélkül. A CAD/CAM eljárással készített restaurációk erősebbek, tökéletesebb széli záródással rendelkeznek és esztétikusabbak lehetnek a hagyományos módon készült társaiknál (11. ábra).

Az első nagy áttörés dr. Francois Duret nevéhez köthető. Egy saját fejlesztésű CAD/CAM eszközzel funkcionálisan is megfelelő koronákat gyártott. A munkafolyamat első lépése egy optikai lenyomat készítése volt a páciens szájában, ezt a korona számítógépes tervezése követte, majd a kifaragása egy numerikus vezérlésű gép segítségével. 1984-ben szabadalmaztatta a rendszert, mint Sopha System, 1989-ben pedig érdeklődők előtt négy óra alatt el is készített egy koronát. A fogászati gyakorlatban azonban nem terjedt el bonyolultsága és magas ára miatt (11. ábra).

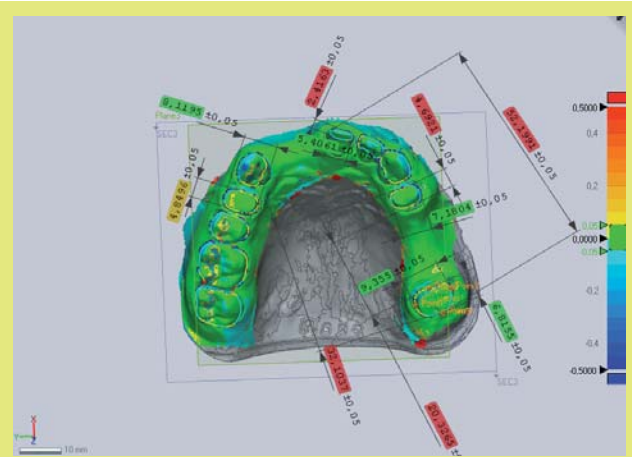
Az első, kereskedelmi forgalomban is sikeres chairside CAD/CAM rendszer a CEREC volt. Ennek működési elvét, a triangulációt 1980-ban dr. Werner Mörmann és Marco Brandestini elektromérnök fejlesztette ki. Mörmann a fogorvosi rendelőben szerette volna használni ezt az új technológiát. A preparált kavitást egy intraorális kamerával rögzítette, amit tervezés és faragás követett, így közvetlenül a szék mellett készült el az inlay páciense számára. Ez lehetővé tette az egy ülésben átadható kerámia fogpótlások készítését. A CEREC (Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics / Szék mellett gazdaságosan elkészíthető kerámia restaurációk) 1987-es piacra kerülése után gyorsan elterjedt a CAD/CAM kifejezés a fogorvosok körében is. A rendszer alapelve volt, hogy elektronikusan rögzítse a preparáció képét, majd a szoftver interpolálja az információkat, és létrehozza a digitális modellt. A későbbi hardver- és szoftverfrissítések során bevezették a CEREC 2, 3, 3D rendszereket, melyekben fejlesztették a pontosságot, a faragási lehetőségeket és a programot, felhasználóbaráttá tették a munkafolyamatot. Szintén jelentős kutatásokat folytatott a témában dr. Andersson, a Procera rendszer megalkotója. Az 1980-as években komoly problémát jelentettek az arany áremelkedése következtében előtérbe kerülő nikkel-króm ötvözetek a fémallergia miatt. Ezt szerették volna kiküszöbölni a titán fogászatba történő bevezetésével. Azonban öntése igen körülményes volt, így Andersson titánvázakat készített CAD/CAM rendszerekkel, sziklaeróziós módszerrel. A Procera rendszer később frézcentrummá fej-

lődött, és ezt a hálózatos termelést számos cég vette át. Az E4D Dentist System-et (D4D Technologies) 2008-ban vezették be. Ez volt az első, amely pontos, valós 3D virtuális modellt hozott létre, figyelembe vette az okklúziót, az antagonista viszonyokat, és CAD szoftvere képes volt egyszerre több fogmű tervezésére is. Lehetővé tette, hogy minden fogászati szakember, aki rendelkezik alapismeretekkel a foganatómiáról és okklúzióról, módosítsa a tervezést és a tervet elküldje faragásra. A rendszer hatékonyan automatizált néhány mechanikus és munkaigényes laboratóriumi eljárást. Általa valósult meg funkcionális restaurációk következetes, precíz létrehozása. A 1980-as évek második felétől Japánban is számos kutatás és fejlesztés kezdődött a CAD/CAM rendszerekkel kapcsolatban. A japán fogorvosi szolgáltatást nagyrészt az egészségbiztosítói rendszer finanszírozza, amely azonban ellenáll a CAD/CAM rendszerek klinikai gyakorlatba történő bevezetésének. Mindazonáltal ezen fejlesztések is ígéretesek, és számíthatunk elterjedésükre a közeljövőben.

5. A Digitális lenyomatvételi technika oktatása a Fogpótlástani Klinikán

A Fogpótlástani Klinika az Interdental Stúdió Fogtechnikai Laboratóriummal együttműködve, évek óta egy közös vizsgálat keretein belül monitorozza a CAD/CAM rendszerek és a digitális lenyomatvételi technika adta lehetőségeket. A digitális lenyomatvételhez elengedhetetlen a fogorvos és a fogtechnikus azonos szintű technikai felkészültsége, a szkenneléssel nyert adatokat csak a megfelelő laboratóriumi CAD/CAM háttérrel együtt lehet értelmezni. Egy új technológia bevezetése során számos nehézség merül fel, melyek leküzdésében a fogorvos és fogtechnikus csapatmunkája kiemelt hangsúlyt kap. A sikeres fogpótlások záloga digitálisan is a fogorvos és fogtechnikus tökéletesen összehangolt munkája. A digitális csapatmunka során egy új, nélkülözhetetlen elemre, a háttértámogatás tevékenységre is szükség van, melyet az elmúlt öt év során a Dental Trade Kft. folyamatosan biztosított számunkra.

Az *intraorális szkennelésre* épülő digitális munkafolyamatokat az egyetemi elvárásoknak megfelelően az oktatás, a kutatás és a betegellátás szintjén is integráltuk a mindennapokba. A klinika digitális technológia iránt elhivatott orvosaiból összeállt egy kutatócsoport, melyhez az egyetem hallgatói közül több diák is csatlakozott a Tudományos Diákköri munka keretein belül. A munkacsoport kutatómunkáját a hagyományos és a digitális lenyomatvételi eljárások in-vitro összehasonlító vizsgálatával kezdtük. Szeretnénk volna megbizonyosodni arról, vajon a szkenne-



12. ábra: Klinikai vizsgálatunkban felső állcsontot mintázó modelltől vett hagyományos szilikon és szkennelt digitális lenyomatok összehasonlítását végeztük. A szkenegek egymásra illesztése szuperimpozíció segítségével történt, a pontosságot színskála jelzi. A szájképletek direkt digitális lenyomatozásával pontosabb lenyomatot vehetünk a CAD/CAM-fogpótlások készítéséhez, mint az indirekt technikával (Vecsei és mtsai 2016)



13/a-b. ábra: Fogorvostan-hallgatók gyakorolják az intraorális lenyomatvétel technikáját. Az elméleti oktatást követően gipszminták szkennelésével sajátítják el a szkennerek használatát, majd ezt követi a hallgatótársaikon végzett intraorális szkennelés

rek technológiája alkalmas-e arra, hogy pácienseinknél a gyakorlatban is használjuk az eljárást.

Első vizsgálatunk során felső állcsontot mintázó modelltől vett hagyományos szilikon és szkennelt digitális lenyomatok összehasonlítását végeztük. Arra az eredményre jutottunk, hogy a szájképletek direkt digitális lenyomatozásával pontosabb lenyomatot vehetünk a CAD/CAM fogpótlások készítéséhez, mint a hétköznapokban még gyakrabban alkalmazott indirekt technikával. Eredményünk a szakirodalomban fellelhető eredményekkel párhuzamba állítható (12. ábra).

Digitális munkacsoportunk ezt követő vizsgálatából az is kiderült, hogy az indirekt technológia pontatlansága a soklépéses munkafolyamatból adódik. Amíg a

digitális lenyomatvételi technológia esetében a tervezés közvetlenül a preparált fogak szkennelésével nyert virtuális mintán történik, addig az indirekt technológia esetén a lenyomatanyag és gipsz anyagfajta tulajdonságai, a mintakészítés technikája, a szekcionálás, továbbá a laboratóriumi szkennerek torzító hatásai is befolyással lehetnek a készülő fogpótlás pontosságára. Munkacsoportunk következő célja a hatékony intraorális szkennelés technikájának kidolgozása volt. Ezt az a felismerés is generálta, miszerint a digitális technológia sikeressége a rendszerek minél pontosabb ismeretében és a szkennelés módszerének begyakorlásában rejlik. A digitális technológia újításai iránt hihetetlenül fogékony hallgatóink tökéletes célcsoportja lettek a szkennelés oktatására kidolgozott folyamat kipróbálásának (13/a.b. ábra).

Szakirodalmi publikációk között is számos információt találhatunk arra vonatkozóan, hogy a külföldi egyetemeken milyen módon vizsgálják a digitális szkennerek használatát, illetve a hallgatóknak mi a benyomása az új rendszerekkel kapcsolatban. A University of Louisville School of Dentistry kutatásában (Marti és mtsai 2016) a hallgatók 96%-a szerint pályájuk során a digitális lenyomatvétel lesz a domináns eljárás. Mindezt annak ellenére mondták, hogy a tanulás során (saját elmondásuk alapján) nehézségekkel szembesültek. A Harvard School of Dental Medicine (Lee és mtsai 2013) orvosainak vizsgálata arról számol be, hogy a hallgatók 60%-a előnyben részesítette a digitális lenyomatvételt a hagyományos szemben. Ezen kívül a vizsgálatban résztvevő diákok 70%-a a digitális technológiát hatékonyabbnak találta, a hagyományos lenyomatvétel bonyolultabbnak bizonyult számukra. Azonban a hallgatók többsége a két különböző típusú lenyomatvételi technika nehézségi fokát azonosnak ítélte meg. Ugyanennek a munkacsoportnak egy másik vizsgálata megmutatta (Lee és Gallucci 2013), hogy a digitális lenyomatvétel fele annyi időt vesz igénybe, mint a hagyományos eljárás. A másodéves hallgatók ebben az esetben is a digitális útvonalat részesítették előnyben. A digitális lenyomatvételi technika szerintük is hatékonyabb eljárás a fogorvosi gyakorlatban. Mindhárom vizsgálatban a lenyomatvételt a hallgatók elméleti oktatása előzte meg.

A Fogpótlástani Klinika is oktatja a hallgatókat a digitális lenyomatvételi technika és a CAD/CAM munkafolyamatok alkalmazására. Az oktatás elméleti és gyakorlati részre bontva történik, a szkennelésben jártas orvosok segítségével. Az elméleti rész nem csak a szkennelés történelmi hátterét, a rendszerek megismerését foglalja magába, hanem egyúttal tájékoztatás

is történik a technológia fizikai háttéréről, a digitális munkafolyamat felépítéséről, sőt a fogtechnikai tervezés alapjait is megismerhetik az érdeklődő hallgatók. Ezzel igyekeznek a Semmelweis Egyetemen egy átfogó képet adni a jövő fogorvosainak a digitális technológia eszközeiről. A még alaposabb ismertetés érdekében a klinikán oktató videó is készült, ezzel is segítve a digitális lenyomatvétel elsajátítását. A gyakorlati oktatás során extraorálisan gipszmintát szkennelnek és intraorális digitális lenyomatot vesznek a hallgatók, melynek során a diákok társaikat szkennelik, így mind az orvos, mind a páciens helyzetéből is megtapasztalhatják a szkennelési folyamatot. A fentebb említett cikkekkel egybehangzó véleményeket kaptunk a Semmelweis Egyetemen a szkennelést gyakorlatban is kipróbáló 4. és 5. éves hallgatóinktól, akiket arra kértünk, hogy pár sorban írják le tapasztalataikat:

„Nagyon tetszik, hogy azonnal látom a digitális mintát, a munkám eredményét rögtön vissza tudom ellenőrizni.”

„Gyorsabban tanulható a lenyomatvétel folyamata, mint a hagyományos technika esetén, de itt is nagyon fontos bizonyos szabályok betartása. A technológia részletes ismerete nélkül nem végezhető precíz munka az intraorális szkenerekkel sem.”

„Hallgatóként fontosnak tartom az új technológiákkal való megismerkedést, hiszen ezek alkotják a jelenünket és még inkább a jövőnket. Örömmel tölt el, hogy a Semmelweis Egyetemen ezen új eljárásokat is elsajátíthatjuk.”

„Véleményem szerint a projekt jövőbe mutató, az itt szerzett gyakorlati ismeretek későbbi pályafutásunk során is jelentőséggel bírhatnak.”

Ezek a rövid vélemények is hűen tükrözik, hogyan gondolkodnak a hallgatók a digitális szkennerek használatáról, számukra ez már nem a jövő, hanem jelenük része.

A digitális lenyomatvétel oktatásával azt a célt szeretnénk elérni, hogy az új eljárást hozzáértéssel integráljuk a mindennapos gyakorlatba. A fogászat hagyományos alapelveit szem előtt tartva, jól megtanult és begyakorolt alapokra építkezve alkalmazzuk a technológiai újításokat. A digitális lehetőségeket kihasználva sokszínűbbé és változatosabbá válik a mindennapos munka, miközben pácienseinket a legmagasabb színvonalú ellátásban tudjuk részesíteni.

Az intraorális szkennerek alkalmazásával és a hozzájuk kapcsolódó digitális munkafolyamatok feltérképezésével foglalkozó folyamatosan bővülő 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. Körmendi Szandra, Dr. Kovács Zoltán, 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, Palaszko Dénes, Répási Márk, Róth Yvett, Sümegei Kristóf, Varga Viktória, Végyvári Fanni

Irodalom

1. Ender A, Mehl A: Full arch scans: conventional versus digital impressions – an in vitro study. *Int J Comput Dent.* 2011;14(1):11-21.
2. Fasbinder DJ.: Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31 spec.no.:4:2-12.
3. Fasbinder DJ: Using Digital Technology to Enhance Restorative Dentistry. *Compend Contin Educ Dent.* 2012 Oct;33(9):666-8, 670, 672 passim.
4. Fasbinder DJ: Using Digital Technology to Enhance Restorative Dentistry. *Compend Contin Educ Dent.* 2012 Oct;33(9):666-8, 670, 672 passim.
5. Garg AK: Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? *Dent Implant Update.* 2008;19(1):1-4.
6. 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.
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.
8. Kóbor A, Kivovics P, Hermann P.: Fogpótlástani anyagtan és odontotechnológia Semmelweis kiadó, Budapest, 2015
9. Lee SJ, Gallucci GO: Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):111-5.
10. Levine N: To the sky and beyond. *Dental Products Report.* 2009;Oct:116.
11. McLaren EA, Culp L, White S: The Evolution of Digital Dentistry and the Digital Dental Team Dentistry Today 2008 Sep. 112-117.
12. McMaster D, Cohen B, Spitz SD: Digital workflow. *Dental Economics.* 2008;98(8):30-36.
13. 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.
14. 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
15. Mörmann WH: The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006;137 suppl:7S-13S.
16. Rodgers C: A worldwide leader in digital dentistry. *Inside Dentistry.* 2012;8(7):68. *Clin Oral Investig.* 2016 Sep;20(7):1495-504.
17. 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
18. 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.
19. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH: Reich S Intraoral Scanning Systems – a current overview. *International Journal of Computerized Dentistry* 2015;18(2): 101–129