



**Vélemény Dr. Hermann Péter „Digitális lenyomatvétel: új perspektívák a fogpótlásban” c. MTA doktori értekezéséről**

A szerző munkáját irodalmi hivatkozások nélkül 123 oldalban foglalja össze. Az irodalmi hivatkozások száma 219, a dolgozat 58 ábrát és 12 táblázatot tartalmaz.

A dolgozat 8 angol nyelvű 2 magyar nyelvű közlemény, ill. két könyvfejezet alapján készült el. Az MTA adatbázis szerint a szerző 125 közleménnyel rendelkezik, melyeknek összes idézettsége (önidézettség nélkül) 1128. Ebből 11 első szerzős és 36 utolsó szerzős közlemény.

A szerző Hirsch-indexe: 18.

A dolgozat szerzője az orvoslás rendkívül aktuális, korszerű területével, a digitális fogászattal foglalkozik. Ezen területen belül is a digitális lenyomatvétel témakörét elemzi, foglalkozik a direkt és indirekt CAD/CAM digitalizációs rendszerek pontosságának összehasonlításával. Az extraorális laboratóriumi szkennerek pontosságával, ill. a digitális lenyomatvétel tanulási folyamatával. Mindezek figyelembevételével egy, az intraorális szkennerek értékelésére alkalmas szempontrendszert kívánnak megfogalmazni. Az elvégzett munkák alapján 4 fő pontban, ezen belül 17 alpontban foglalja össze megállapításait.

Részletes bírálóat:

**Bevezetés:**

A bevezetésben a szerző elsőnek a digitális lenyomatvétel történetével foglalkozik, melyben, olvasmányos módon írja le 1970-es évektől kezdődően ezen technika kialakulását és fejlődését. A szerző bemutatja Duret, munkáját, Mörmann/Brandestini és a Siemens cég ún. chairside rendszerének fejlesztését mely a CEREC nevet viselte. A kezdeti lépések előtt célszerű lett volna megemlíteni, hogy ezen rendszerek kifejlesztését az 1800-as évek végétől térképészetben és a fotózásban több tucat szabadalom előzte meg melyek eredményeképpen az iparban is megteremtődött a CAD/CAM technológia alapja.



A továbbiakban a szerző a digitális lenyomatvétel, számítógépes tervezés és számítógép vezérelt gyártás folyamatát, majd digitális lenyomatvételen alapuló CAD/CAM eljárásokat mutatja be kellő részletességgel.

Ezen fejezetekben elkerülhetetlenül a szerző olyan határterületeket is bemutat, amelyek alaposabb ismeretéhez időnként magasabb szintű fizikai, matematikai és informatikai ismeretek is szükségesek. Kiemelendő a digitális lenyomatvétel pontosságának vizsgálati módszereit és befolyásoló tényezőit bemutató fejezet, ahol pontosság két meghatározója, a valódiság és a precizitás kerül megtárgyalásra.

A következőkben a digitális lenyomatvétel klinikai alkalmazásához szükséges tanulási folyamatról ír a szerző, mely egy rendkívül fontos és kiemelkedően értékes része a dolgozatnak.

### **Célkitűzés:**

A szerző négy pontban foglalja össze munkájának célkitűzéseit, melyek:

1. Direkt és indirekt CAD/CAM rendszerek pontosságának (valódiság, precizitás) értékelése intraorális szkenneléssel (iTero, Trios, Cerec Omnicam intraorális szkennerek) és laboratóriumi szkenneléssel (Straumann CARES Scan CS2 laboratóriumi szkennel) létrehozott virtuális modellek összehasonlításával.
2. Laboratóriumi szkenneléssel létrehozott virtuális modellek valódiságának értékelése.
3. Az intraorális szkennelés tanulási görbéjének leírása, a szkennelés idejének és képszámának (a szkennelés során létrejövő képek száma) segítségével.
4. Intraorális szkennerek objektív összehasonlítása a felállított egységes és átfogó szempontrendszer alapján, amely tartalmazza a szkennel pontosságát, a speciális tulajdonságok összefoglalását, ergonómiai paramétereket (intraorális szkennel kézikarab súlya és fejátmérője), a szkennelési időt és a folytonosság megszakadást modell szkennelés esetén.

### **Anyag és módszer:**

Az anyag és módszer fejezetben a szerző elsőnek a direkt és indirekt CAD/CAM digitalizációs rendszerek pontosságának összehasonlítása in vitro vizsgálat metodikáját mutatja be, melyben részint bemutatja a referencia mintát és a referencia adathalmazok létrehozását, referencia



szkennereket, indirekt, direkt CAD/CAM útvonalakat, valamint a virtuális tolómérős vizsgálatokat, melyek után a statisztikai analízis módszere van leírva. A következőkben az extraorális laboratóriumi szkennerekkel végzett digitalizálás pontossága, ennek a módszernek a leírása következik, szintén a referencia minta szkennerek leírásával folytatódik ez a fejezet, ahol is a hagyományos lenyomatvétel mesterminták készítésének lépéseit, szekciós minták készítésének lépéseit, szekciós minták fogtechnikai digitalizációját, távolságmérések bemutatása következik. A következőkben a digitális lenyomatvétel tanulási görbéje és ennek a metodikája van kellő pontossággal leírva, ahol ismertetésre kerülnek a kutatás részvevői, ezeknek oktatása, a vizsgálat során használt szkennerek, digitális lenyomatvétel adatok, a tanulási görbe is természetesen a statisztikai analízis zárja ennek a szakasznak a bemutatását. Legvégül az egységes pontrendszer, az intraorális szkennerek egységes pontrendszerének kialakítása, ennek az anyag és módszere kerül megfelelően bemutatásra, ahol szintén bemutatásra kerülnek a vizsgált intraorális szkennerek.

### **Eredmények:**

Az eredmények fejezetben elsőként szintén a direkt és indirekt rendszerek pontosságának összehasonlítása történik, elsőnek ún. rövid távolságokon történtek mérések, majd közepes és legnagyobb távolságon mért eltérések eredményei kerülnek bemutatásra. Az extraorális laboratóriumi szkennerekkel végzett digitalizálás pontosságának vizsgálatánál a preparált fogak átmérőjének változásait, a fogív méretének eltéréseit vizsgálják szintén rövid, közepes és legnagyobb távolságú eltérések esetén is. Rendkívül érdekes része a dolgozatnak az intraorális szkennerek tanulásának bemutatása, mely két grafikonon kerül ismertetésre. Elsőnek az idő függvényében a próbálkozások száma kerül bemutatásra, mely folyamatosan javuló eredményt mutat, tehát egyre rövidebb idő alatt történik a szkennelés, azonban látszik az is, hogy ez a végtelenségig nem csökkenthető. Rendkívül érdekes eredményt mutatott a tanulási görbe a képszám függvényében, ahol a hatodik mérés magasságáig egy javulás figyelhető meg, majd utána a görbe újra elkezd emelkedni, a vizsgálatok eredményeként. Az intraorális szkennerek egységes szempontrendszerének eredményében 12 szkennerek bemutatása történik, ill. bizonyos esetekben ezeknek az egyes szkennereknek az újabb típusai kerülnek bemutatásra és az egyes paraméterek bemutatása után egy összesített pontszám kerül kialakításra, amely vélhetően nagy



segítséget nyújt a gyakorló fogorvosok részére. A szkennerek kiértékelésénél és a vizsgálat idején a 3Shape TRIOS® 4 pad érte el a legmagasabb összesített pontszámot.

### **Megbeszélés:**

A megbeszélésben a digitális lenyomatvételi technológia pontosságának vizsgálatánál a szerzők megállapítják, hogy a digitális lenyomatvételi rendszerek időtakarékosak és a hagyományos lenyomatvétel alternatívái lehetnek, de teljes állcsont távolságon a szkennerek nagyobb eltéréseket mutatnak, melynek okai lehetnek pl.: az eltérő adatfeldolgozás, eltérő algoritmusok, eltérő felbontás.

Az extraorális laboratóriumi szkennelést végzett digitalizálás pontosságával kapcsolatban a szerzők az irodalomban találtaknál eltérő eredményeket kaptak, melyet vélhetően a vizsgált minták különbözősége okozhatott. A digitális lenyomatvétel tanulási görbéjének vizsgálatánál a szerző bemutatja, hogy egyre több közlemény mutatja be a szkennerek időhatékonyosságát, paciensek, fogorvosok, valamint asszisztensek elégedettségét. A vizsgálatok korlátai közé tartozik, hogy csak a szkennelést végző személy jártasságát határozták meg és nem vizsgálták pl. a fogpótlás pontosságát, valamint, hogy csak egy intraorális szkennert alkalmaztak, mely a konfokális lézermikroszkóp elvén működik. További korlát volt pl. a szkennelések alacsony száma is. Az egységes pontrendszer mutatóival kapcsolatban számos közlemény foglalkozik pl. a pontossággal, generációk közötti különbséggel és vélhetően gyakorló fogorvosok munkáját nagymértékben segítheti egy egységes pontrendszer. Természetesen ennek a munkának is voltak limitációi, pl. az intraorális szkennelések alacsony száma, a szkennelést végző hallgatók ügyessége.

### **Tézisek:**

A dolgozat alábbi új megállapításait fogadom el:

1.

- Az indirekt és a direkt digitális lenyomatvétel pontosságát befolyásolta a leképezendő fogív hossza.



- A direkt digitalizáció (intraorális szkennelés) precizitása jobb eredményeket adott, mint az indirekt útvonal.
- A leghosszabb távolság esetén mindkét digitalizációs módszer pontatlanabb volt, mint a belső és külső távolságon.

2.

- Az indirekt digitalizációval létrehozott virtuális modell pontosságát a hagyományos lenyomatvételhez, a szekciós minta készítéséhez és a fogtechnikai szkennelést végzett digitalizációhoz tartozó torzító hatások is befolyásolták.
- A fogtechnikai szkennelést történő digitalizáció során létrehozott virtuális modellek és a szekciós minták valódisága eltért.
- Az intraorális szkenneléssel létrehozott virtuális modellek pontosabbak lehetnek, mint a hagyományos lenyomatok kiöntésével nyert minták laboratóriumi digitalizációval nyert virtuális modellek.

3.

- Az intraorális digitális lenyomatvétel tanulási görbéjét a szkennelési idő és a képszám segítségével jellemezve, összefüggés volt a gyakorlás és a változók között. A szkennelési idő csökkent, mert gyakorlással a hallgatók gyorsabban mozgatták a szkennelést. Ahogyan a szkennelés gyorsult, a rövidebb szkennelési időhöz hiányos lenyomatok társultak, amit további szkennelések hozzáadásával kellett korrigálni. A képszám kezdetben csökkenő tendenciát mutatott, majd a hatodik szkennelést követően emelkedett.
- A képszám értékekről elmondhatjuk, hogy a szkennelési sebesség nem növelhető annyira, hogy a képszám bizonyos érték alá csökkenjen, ugyanis bizonyos számú képre szükség van a pontos lenyomathoz. A képszám többlet azonban ronthatja a lenyomat pontosságát (túl sok illesztés), így törekedni kell a lenyomat maradéktalan, de minél kevesebb képből való elkészítésére.



4.

- Az intraorális szkennerek az általunk felállított szempontrendszer paramétereinek alapján (speciális tulajdonságokat összefoglaló táblázat, ergonómiai paraméterek (kézidarab súly és szkennerej-átmérő), modell szkennelési idő/folytonosság megszakadás és pontosság) objektíven értékelhetők.
- Az általunk vizsgált objektív paraméterek meghatározzák az intraorális szkennerek fő indikációs körét (lennyomati eszköz, orthodoncia, navigált implantáció, chairside vagy laborkapcsolatos munkamenet), és ezen tulajdonságok ismerete segíti a klinikusokat a legmegfelelőbb intraorális szkennerek kiválasztásában.
- Az új generációs IOS rendszerek jobb tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a korábbi verziók. Az újabb generációk több speciális tulajdonsággal bírnak (fogszín-meghatározás, mosolytervezés, caries detektálás), és pontosabbak. A szoftverfrissítések a rendszerek vizsgált paramétereit pozitívan változtatták: rövidebb szkennelési idő és kevesebb folytonosság megszakadás és jobb pontosság.

A dolgozat a fogászat egy rendkívül gyorsan fejlődő területének igen fontos részével foglalkozik. Ezen témakörben elengedhetetlen a fogpótlástani, fogpótlástechnológiai, fizikai és informatikai szakterületek együttes ismerete.

A szerző a munkát megalapozó közlemények alapján kellő részletességgel mutatja be a mérésekben vizsgált területeket, a vizsgálati módszereket, melyek alapján kerülnek megfogalmazásra a levonható következtetések. Az értekezés a formai követelményeknek megfelel, a szakterület bonyolultsága ellenére is jól érthető, néhol kifejezetten olvasmányos.

A dolgozatot a nyilvános vitára bocsájtásra, majd a megfelelő válaszok esetén elfogadásra javaslom.



## Kérdéseim:

1. A digitális tolómérős vizsgálat milyen pontosságú eredményt biztosíthat?
2. A lenyomatanyagok pontosság és részletvisszaadó képességéhez használatos ADA No. 19 alapján a szabvány próbatest paramétereinek vizsgálatai milyen eredményt nyújthatnak a digitális lenyomatvételi technikáknál?

Debrecen, 2024. 04. 11.

Tisztelettel:

Dr. Hegedűs Csaba  
tanszékvezető egyetemi tanár  
DE Fogorvostudományi Kar

