

Tézisfüzet

Dr. Schmalzl Judit

Semmelweis Egyetem Doktori Iskola
Fogorvostudományi Tagozat



Témavezető: Dr. med.habil. Borbély Judit, Ph.D., egyetemi docens
Dr. Vecsei Bálint, Ph.D., egyetemi adjunktus

Hivatalos bírálók: Dr. Orsós Mercédesz, Ph.D., egyetemi
adjunktus
Dr. Marada Gyula, Ph.D., egyetemi
adjunktus

Komplex vizsga szakmai bizottság:

Elnök: Prof. Dr. Gera István, Professor Emeritus

Tagok: Dr. med.habil Kerémi Beáta, Ph.D., egyetemi docens
Dr. Sándor Balázs Attila, Ph.D., egyetemi
adjunktus

Budapest
2025

1. Bevezetés

A digitális lenyomatok pontossága kritikus a megfelelő minőségű és hosszú élet idejű fogpótlások készítéséhez, ugyanis a készülő fogpótlás csak annyira lehet pontos, amennyire a lenyomatunk volt. A nem megfelelő illeszkedés biológiai és mechanikai komplikációkhoz vezet, amely idővel akár a fog vagy az implantátum elvesztésével is járhat. Ezek miatt az intraorális szkennerek pontosságának és annak befolyásoló tényezőinek vizsgálata kiemelten fontos. A klinikailag elfogadható pontosság határértékére a szakirodalom egy 1971-es vizsgálat óta $120\text{ }\mu\text{m}$ -t használ mai napig. Az intraorális szkennerek biztonsággal használhatóak kisebb kiterjedésű fogpótlások készítésére, azonban még mindig limitációnak tekinthető a teljes állcsontra kiterjedő nagy pontosságot igénylő fogpótlások készítése, kifejezetten implantátumok esetében, valamint negatívan befolyásolja a pontosságot a fogatlan állcsontgerinc jelenléte.

2. Célkitűzés

A disszertáció hármas célkitűzést határoz meg. Az első vizsgálat célja a szoftverfrissítések pontosságra gyakorolt hatásának vizsgálata volt a különböző szoftververziókkal rendelkező intraorális szkennerek esetében. A nullhipotézis szerint nincs összefüggés a szkennerek szoftververziója és a digitális lenyomatok pontossága között. A második kutatás célja a generációváltás pontosságra gyakorolt hatásának értékelése volt, valamint az, hogy mennyire függ a szkennelő személyétől a pontosság. Nullhipotézisünk szerint nincs szignifikáns különbség a régi és az új generációs szkennerek pontossága között. A harmadik vizsgálat célja annak felmérése volt, hogy a digitális lenyomatok esetében a szájpaddás szkennelése milyen hatással van a teljes íven készült felvételek pontosságára. A nullhipotézisünk alapján a teljes állcsonton végzett szkennelések pontosságát nem befolyásolja a szájpaddás területének szkennelése.

3. Módszerek

- *A szoftverfrissítés hatása a digitális lenyomatok pontosságára*

Az első vizsgálatban négy különböző szoftverfrissítést vizsgáltunk, két 3Shape Trios 3 és két Trios 4 esetében. A legújabb szoftververzió egy Trios 3-as szkenneren futott. A vizsgálatban egy szkennelésben tapasztalt fogorvos végezte a lenyomatozást. 8-8 lenyomat készült minden szoftververzióval. A referencia modell egy PMMA maxilla modell volt, melyen a jobb felső 1-es, a jobb felső első kisörlő és a második nagyörlő koronához volt preparálva, a jobb felső második kisörlő és első nagyörlő hiányzott, így ott fogatlan állcsontgerinc található. A szkennelési stratégia a gyártói utasításnak megfelelően az occlusalis felszínnel kezdődött, amit a buccalis majd palatinális felszínek követtek. A kész STL fájlokat exportálás után a Geomagic Control X programban vetettük össze egy ipari szkennerral készült referencia adathalmazsal. Az összes fájl elsőként egy adattisztításon ment keresztül, ahol minden a vizsgálat szempontjából lényegtelen rész el lett távolítva. A méréseink során vizsgáltuk egy szülő korona, egy hídszegmens és a teljes állcsont átlagos eltérését.

- *A generációváltás hatása a digitális lenyomatok pontosságára*

A második kutatásban három szkennerpár között vizsgáltuk a generációváltás hatását a pontosságra. A vizsgált párok a 3Shape Trios 3 és Trios 4, a Medit i500 és i700, valamint a Planmeca Emerald és Emerald S volt. Az első vizsgálatban leírt mintát használtuk referencia modellként a második vizsgálatban is. 18 hallgató vett részt a szkennelésben, így minden szkennerral 3-3 hallgató készített 10-10 lenyomatot. Ennek köszönhetően tudtuk vizsgálni azt is, hogy mennyire függ a pontosság a szkennelő személyétől. Az STL fájlok ebben az esetben is a Geomagic Control X programba lettek importálva, ahol az adattisztítást követően egy referencia adathalmazhoz lettek hasonlítva. Ebben az esetben két kritikus paramétert vizsgáltunk, a teljes állcsont átlagos eltérését valamint a fogív torzulását.

- *A palatum szkennelésének hatása a digitális lenyomatok pontosságára – in vitro vizsgálat*

A harmadik vizsgálatban egy megtartott fogazattal rendelkező maxilla modellen folyt a vizsgálat. A lenyomatokat egy szkennelésben tapasztalt fogorvos végezte a 3Shape Trios 5-tel. 20 lenyomat készült a palatum bevonásával és 20 lenyomat a palatum nélkül.

Ebben az esetben is a Geomagic Control X programban történtek a mérések. Jobb és bal oldali távolságot, valamint a fogív torzulását vizsgáltuk. A referencia szkennert a 3Shape E3 laboratóriumi szkennert volt.

4. Eredmények

- *A szoftverfrissítés hatása a digitális lenyomatok pontosságára*

Az első vizsgálat esetében a teljes állcsont vizsgálatánál fontos megjegyezni, hogy minden érték 120 mikron alatt volt. Szignifikáns javulást hozott mindkét szkennert esetében a szoftverfrissítés. A legújabb szoftververziójú Trios 3 pontosabb volt a Trios 4-nél a régebbi szoftverrel. A legpontosabb az új szoftverrel futó Trios 4 volt. Mivel a generációk között is volt szignifikáns eltérés, azt feltételezzük, hogy a hardware-nek is van szerepe a pontosság befolyásolásában. A hídszegmens esetében szintén szignifikáns javulás volt megfigyelhető a szoftverfrissített verziók között. A csontpálást esetében negatív hatást figyelhattunk meg, azonban ez klinikailag nem releváns.

- *A generációváltás hatása a digitális lenyomatok pontosságra*

A második vizsgálat esetében szintén minden érték 120 mikrométer alatt volt teljes állcsont tekintetében. Az összes szkennerek közül a Trios 4 teljesített a legjobban. A Triosok és a Meditek esetében mértünk szignifikánsan jobb eredményeket az újabb generációs szkennerekkel, a Planmeca esetében nem befolyásolta a hardware a pontosságot. A fogív torzulás tekintetében csak a Trios 4 és a Medit i700 teljesített a klinikailag elfogadható határ alatt. Szignifikáns különbséget csak a Triosok között mértünk, a másik két pár között nem volt szignifikáns javulás. Azon hallgatók között, akik ugyanazzal a szkennelővel szkenneltek nem volt szignifikáns különbség, így ezen vizsgálat alapján azt mondhatjuk, hogy a pontosságot nem befolyásolta a szkennelő személye.

- *A palatum szkennelésének hatása a digitális lenyomatok pontosságára – in vitro vizsgálat*

A harmadik vizsgálat esetében a jobb és a bal oldal esetében a pontosság szempontjából nem volt befolyásoló tényező a palatum beszkenneleése, azonban a két oldal között szignifikáns eltérés adódott. A magasabb képszám nem rontott a pontosságon. A szkennelést a jobb oldalon indítottuk, így a bal oldal szignifikánsan

pontatlanabbnak adódott. A fogívtorzulás tekintetében jelentős javulást figyelhetünk meg, abban az esetben amikor beszkenneztük a palatumot.

5. Következtetések

1. Az intraorális szkennerek szoftverek fejlődése jelentősen javíthatja a pontosságot, különösen a teljes ívű szkennelésnél.
2. Az intraorális szkennerek hardware-ének fejlődése befolyásolja a pontosságot. A Trios szkennerek esetében az újabb generációk egyértelmű javulást mutatnak a digitális lenyomat pontosságában a korábbi változatokhoz képest.
3. A digitális lenyomattétel szkennelőtől függetlennek bizonyult.
4. A szájpaddás hozzájárulhat a térbeli háló bezárásához, ezáltal jelentősen javítva a digitális lenyomatok pontosságát.
5. A kis távolságok esetében nem járt szignifikánsan pontatlanabb lenyomatozással a palatum bevonása a lenyomatba, következtethetünk, hogy a képszám

ilyen mennyiségű növelése nem befolyásolja negatívan a lenyomatozást.

6. Saját publikációk jegyzéke

1. Schmalzl, J., Róth, I., Borbély, J. *et al.* The impact of software updates on accuracy of intraoral scanners. *BMC Oral Health* **23**, 219 (2023).
<https://doi.org/10.1186/s12903-023-02926-y>
2. Schmalzl J, Róth I, Borbély J, Hermann P, Vecsei B. The impact of software updates on trueness of intraoral scanners *Semmelweis Symposium 2022*, Budapest, Hungary, 2022.11.07-09.
3. Schmalzl, J., Róth, I., Borbély, J. *et al.* The effect of generation change on the accuracy of full arch digital impressions. *BMC Oral Health* **23**, 766 (2023).
<https://doi.org/10.1186/s12903-023-03476-z>
4. Schmalzl J, Keskeny GÁ, Hermann P, Pál A, Géczi Z, Borbély J, Róth I. Evaluating the influence of palate scanning on the accuracy of complete-arch digital impressions-An in vitro

study. J Dent. 2024 Apr 20;145:105014. doi:
10.1016/j.jdent.2024.105014. Epub ahead of
print. PMID: 38648874.