

Válasz Dr. Hegedűs Csaba egyetemi tanár bírálói véleményére

Szeretném megköszönni, hogy Professzor úr részletesen foglalkozott a disszertációmmal, köszönöm a bírálói véleményt, valamint a dolgozatommal kapcsolatban feltett kérdéseket.

Mielőtt a feltett kérdéseket megválaszolnám, engedje meg Professzor Úr, hogy egy gondolatot kifejthessek, aminek nincs közvetlenül köze a kérdésekhez, de úgy gondolom, a hagyományos kontra digitális technológia összehasonlításának filozófiai alapját jelenti. Amiért bátorodom a kérdésekhez nem szorosan illeszkedő kitérőt megtenni, annak alapja az, hogy tulajdonképpen mind a két, Professzor Úr által feltett kérdés is a hagyományos és a digitális utak összevetését feszegeti.

Általánosan elmondható, ha egy új eljárás kerül bevezetésre bármilyen szakterületen, akkor a kezdeti lelkesedés azt mondhatja, a régi eljárást úgy ahogy van ki kell dobni, hiszen az új mindenben felülmúlja a régit. Tulajdonképpen ez történt a digitális fogászat megjelenésekor, sorra jelentek meg közlemények, milyen fogtechnikai lépéseket tud leváltani a digitális útvonal. Kezdetben a piaci penetrációja az ára miatt csak kismértékű volt, így azok a problémák nem is jöhettek felszínre, amelyek az alapvető szakmai kérdéseket felvetették. Manapság viszont, amikor már ténylegesen elmondhatjuk, hogy nagyszámban képezi a mindennapok részét a digitális eljárás, és nemcsak egyetemi központok foglalkoznak a témával, több és több kérdés vár megválaszolásra.

Az ADA No. 19-es szabvány alkalmazásával – ugyan más megközelítésből – a '90-es évek első felében találkoztunk, amikor az egybeöntött technológia pontatlanságát vizsgáltuk, hogy a horgonyok mennyire nem illeszkednek a pillérekre pontosan, különösen nagy kiterjedésű hídpótlások esetén. Az ADA által leírt fém próbatesteket használtuk mi is, és hasonlítottuk össze az egybeöntött, illetve az öntött sapkákat forrasztás útján történő egyesítése utáni pontosságot. A digitális technológia – ugyan teljesen más okból, mint az egybeöntött technológia esetén – teljes fogív leképezése során kihívás elé állítja a fogorvosokat, amire Nagy Katalin Professzor Asszony kérdéseire adott válasz során részletesen kitértem. Fontos tehát kiemelni, hogy a digitális technológia valóban teljesen megváltoztatta a fogászatot, de ugyanúgy át kell eszen azon az evolúciós folyamaton, amelyen minden új eljárásnak át kell esnie.

A kérdésekre a következőket kívánom válaszolni:

1. A digitális tolómérős vizsgálat milyen pontosságú eredményt biztosíthat?

A digitális tolómérős vizsgálat kétdimenziós távolságmérés, melynek limitációja, hogy csak egyetlen síkban mérhetünk vele távolságokat. Ez a sík, egy általunk kijelölt sík, a fogak protetikai ekvátorának síkja. Vizsgálatainkban ezért a távolságmérés mellett 3 dimenziós összehasonlítást, szuperimpozíciót és az annak során tapasztalható eltéréseket, „whole deviation” is néztünk. A digitális tolómérős távolságmérés (az előre kijelölt referencia pontok közötti távolságok mérésének lehetősége) és a szuperimpozíció lehetősége (a direkt/indirekt szkennelés illesztése a referencia szkennelésre) a Geomagic verify összehasonlító szoftver beépített eszközei közé tartozik. A szuperimpozíciós összehasonlításhoz a szoftver az ún. „Best-fit

Alignment”-et használja ahhoz, hogy a vizsgált digitális lenyomatot összevesse egy referencia adathalmazzal. A módszer alapja, hogy a modelleket a számítógép úgy illeszti össze, hogy a felszínek a lehető legnagyobb felületen illeszkedjenek egymással. A „Best fit” algoritmus illesztési hibái a kvadráns szkenek összehasonlítását nem befolyásolja jelentősen, a nagyobb állcsontrészek illesztése során azonban felléphetnek hibák, pontatlanságok. A teljes fogív torzulásának mértékét a legjobban a távolságméréssel lehet nyomon követni. A távolságméréshez a 3D szken adatokból referencia pontokat jelöltünk ki egy, a fogakat metsző síkban és három különböző távolságot (rövid, közepes, legnagyobb) mértünk.

Az ISO 20896-1:2019(E) standard az intraorális szkennerek pontosságának méréséhez teljes fogíven szintén távolságmérést ajánl, mert ez alkalmas leginkább a teljes fogív szkennelése során az összeillesztés (stitching) mechanizmusból adódó hibák kimutatására.

2. A lenyomatanyagok pontosság és részletvisztaadó képességéhez használatos ADA No. 19 alapján a szabvány próbatest paramétereinek vizsgálatai milyen eredményt nyújthatnak a digitális lenyomatvételi technikáknál?

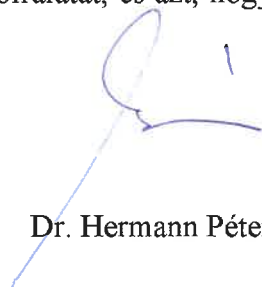
Az ADA No. 19 szabvány szerint a rugalmas lenyomatanyag akkor nevezhető pontosnak, ha részletvisztaadó képessége a 25 μm -es határ alatt van. Az ADA 19 a lenyomatanyag 2 kijelölt pontja közti lineáris dimenzióváltozást méri kétdimenziós távolságméréssel.

A távolságmérésekhez egy fém próbatestről kell lenyomatot venni. Az acél próbatesten két egymástól 25mm távolságban lévő vertikális és 3 horizontális (20, 50, and 75 μm mélységű) „V” alakú bevágás van. A próbatest távolságait a lenyomaton mért távolságokhoz hasonlítjuk. Ha ugyanezt a próbatestet vizsgálnánk az intraorális szkennerral, az acél próbatest csillogása valószínűleg gondot okozna a szkennerek számára, amit szken spray használatával lehetne kiküszöbölni. Ne feledjük az intraorális szkennerek megjelenésekor porokat kellett használni, hiszen akár a fogfelszín csillogása, vagy a nyál tükröződése megzavarta a folyamatot. A szkennerek amúgy nagyon jól teljesítenének, mert a próbatest gyakorlatilag egy preparált fog átmérőjét szimulálja. Az ANSI/ADA No. 132 szabvány már ennek megfelelően tartalmaz módosításokat az intraorális szkennerek pontosságának méréséhez, és 3 próbatestet ajánlanak, amelyek koronát, inlay üreget és teljes fogívet szimulálnak. A próbatestek itt is acélból készülnek, de 80 μm -es homokkal fel van a felszín érdesítve. Fontos azt is megjegyezni, hogy itt már a fém próbatest mellett megjelenik rezin vagy cirkon is, és a vizsgálat során mi is rezint használtunk. A pontosság méréséhez a korona és inlay üreg esetén a szupeimpozíciós 3 dimenziós eltérés vizsgálatokat tartalmazza az ajánlás, míg a teljes fogív modell kijelölt pontjain lévő gömbök között távolságméréseket javasol a protokoll. Az ANSI/ADA No. 132 ajánlás gyakorlatilag azonos az első válaszban már említett ISO 20896-1:2019(E) szabvánnyal, amit munkacsoportunk kiindulási pontként használt a pontosság mérés felállításához. Az ISO szabvány 30 mérést javasol sablonos acél kúppal, kavitással és a teljes fogívre felhelyezett gömbökkel, de azt is hangsúlyozni kell, ez a javaslat a szkennert gyártó cégek számára készült. Ezt a modellt alakítottuk át kicsit valóságosabbá (bár még mindig in vitro modell vizsgálat) úgy, hogy a referencia modellünkön preparált csont, inlay üreg és kijelölt pontokat vizsgálunk szuperimpozíciós és távolságmérés módszerrel. A vizsgálat során készített 30-30 digitális lenyomatból hallgatónként 5-5 STL-fájl került random módon kiválasztásra és további feldolgozásra. A pontosságra pontokat adtunk: pl. korona és inlay üreg esetében a legjobb az 5

pont=12 μm esetén járt, és már csak 0 pontot adtunk=54 μm pontosságnál, ezzel is követve az irodalomban elvárt pontossági kritériumot.

Az elfogadható tűréshatár $54 \mu\text{m} \pm 11 \mu\text{m}$ (valódiság \pm precizitás) volt a szóló restaurációk (korona és inlay/onlay) esetében, $162 \mu\text{m} \pm 33 \mu\text{m}$ a négytagú restaurációk (kis híd) esetében és $234 \mu\text{m} \pm 154 \mu\text{m}$ a teljes fogív szkennelés esetén. A nulla és a tűréshatár közötti tartományt öt – egyre növekvő - tartományra osztottuk fel. Minden egymást követő tartomány az előző tartomány másfélszerese volt. A hídra vonatkozóan elfogadható tartomány érték háromszor nagyobb volt, mint a szóló restaurációra vonatkozó érték. Létrehoztunk egy skálát a pontosságon alapuló pontszámok kiosztására. Minél kisebb volt az eltérés, annál nagyobb pontszámot kapott a szkennerek. Azok az IOS-ek, amelyek közelebb voltak a klinikailag elfogadhatatlan tartományhoz, kevesebb pontot kaptak.

Szeretném megköszönni Professzor Úr értékes bírálatát, és azt, hogy dolgozatomat nyilvános vitára alkalmasnak találta.



Dr. Hermann Péter