

CLINICAL APPLICATION OF CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY FOR EVALUATION OF PERI-IMPLANT BONE THICKNESS AND TEMPORO-MANDIBULAR JOINT IMAGING

**A Cone Beam Computed Tomography klinikai alkalmazása
a peri-implantáris csont kiértékelésében és az állkapocs-
ízületi képalkotásban**

Ph. D. Tézis Értekezései

Dr. Raskó Zoltán Gábor

Témavezető: Dr. Baráth Zoltán, Ph.D, Habil.



**Szegedi Tudományegyetem
Fogorvostudományi Kar
2019**

A Tézis alapjául szolgáló közlemények

- I. Z. Rasko, L. Nagy, M. Radnai, J. Piffko, Z. Barath: Assessing of Accuracy of Cone Beam Computed Tomography in Measuring Thinning Oral and Buccal Bone
Journal of Oral Implantology 2016 Jun; 42(3): 311-314.
IF: 1.212, 2016.
- II. Z. Barath, Z. Rasko: A Technique for Achieving a Stable Position of the Condylar Process during Temporo-mandibular Joint
British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: accepted for publication
IF: 1.260, 2019.

További közlemények - MTMT azonosító: 10068393

Bevezetés

Az arc- állcsont és szájszélső, valamint a fogászat és implantológia területén az alapos fizikális vizsgálat mellett a megfelelő képalkotó eljárás alkalmazása nélkülözhetetlen a beteg diagnosztizálása és későbbi korrekt ellátása szempontjából. A hagyományos orthopantomogram (OPT) az elsődleges képalkotó diagnosztika alapelemeként alkalmazható, azonban az alsó és felső állcsont anatómiai struktúráinak pontosabb elemzéséhez a belőle nyerhető információ – kétdimenziós tulajdonságának tekintetbe vételével – nem minden esetben elegendő a páciens biztonságos és sikeres ellátásához bonyolultabb sebészi beavatkozások tervezése során.

A Cone Beam Computed Tomography (CBCT) elsődlegesen az angiográfia területén alkalmazott vizsgálatra fejlesztették ki az 1980-as évek közepén. A cone-beam, azaz kúp alakú sugárforma a hagyományos legyező alakú, illetve a spirális CT sugárformák lehetséges alternatívájaként lett kifejlesztve; a teljes vizsgálati területről sokkal gyorsabb és pontosabb leképezéseket lehet ilyen módon készíteni lényegesen kisebb sugárterhelés mellett.

A CBCT általánosan az implantológia területén preoperatív tervezés céljából alkalmazott képalkotó eljárás; a rendelkezésre álló csontminőség és csontmennyiség megállapítására, a dentális implantátum ideális behelyezési pontjának meghatározására, az implantátumnak az állkapocs anatómiai struktúráihoz való viszonyának megítélésére, emellett a beültetendő implantátum méretének és hosszának definiálására is használható.

A temporo-mandibuláris ízületi (TMI) fájdalom kezelése az egyik legbonyolultabb és legvitatottabb terület. A TMI-hez kapcsolódó fájdalom gyakori jelenség az átlag populációban, de a betegek mindössze 3-7%-a fordul egészségügyi segítségért. A fizikális vizsgálat mellett a temporo-mandibuláris ízületi képalkotás alapvető fontosságú diagnosztikai lépés. Mindazonáltal a TMI fizikális vizsgálata nem meggyőző eredményt is adhat, mivel a belső károsodás tünetei és a myofaciális fájdalom által okozott tünetek egymást átfedhetik.

Néhány bonyolultabb esetben – amikor a csontos állományban lényeges elváltozások alakulhattak ki, és nehezebb azokat észrevenni – fejlettebb képalkotó technikák bevonására lehet szükség, úgymint MRI, CT illetve CBCT.

Az utóbbi években a CBCT egyre nagyobb teret nyert, mivel jelentős előnye van az MRI-vel szemben: a csontos anatómia azonosításában és megítélésében, illetve a szerkezeti analízisben lényegesen érzékenyebb.

A hyaluronsav injekció alkalmazása bizonyítottan hatásos kezelési módszer a panaszok kezelésére. Az injekciót a temporo-mandibuláris ízület felső recesszusába kell fecskendezni a megfelelő terápiás hatás elérése érdekében.

A beszúrás helyének, szögének és mélységének pontos meghatározása alapvető fontosságú, főleg azokban az esetekben, ahol az anatómiai viszonyok az ízület belső károsodása, sérülés vagy fejlődési rendellenesség miatt lényegesen eltérnek a normálistól.

Az irodalomban egy folyamatosan visszatérő kérdés a 3 dimenziós, navigált injekciós eljárás szükségessége, amely kiküszöbölheti az esetleges kockázatokat és mellékhatásokat, mint az injekciós oldat kijutása a beavatkozási területen kívülre, facialis és preauricularis ideg sérülése, a temporo-mandibularis ízületi porc traumája, preauricularis haematoma, transauricularis vagy intracranialis perforáció, illetve extraduralis haematoma. A sikertelenség, illetve a tű végének törése 2-10%-ban fordulhat elő.

Célkitűzéseink

1. Kutatásunk során a Cone Beam CT-vel kapcsolatos ellentmondásokat kívántunk megoldani; a Cone Beam CT diagnosztikai lehetőségeinek végleteit kívántuk meghatározni.
2. Először arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a CBCT képalkotó tulajdonságai milyen mértékben pontosak és megbízhatóak az állcsontok a dentális implantátumok körüli csontállomány-mennyiségének megítélésében, azaz mennyi az a csontvastagság, amely mellett a CBCT megfelelő pontosságú.
3. Ezt követően azt kívántuk kimutatni, hogy a CBCT milyen pontossággal képes feltérképezni a temporo-mandibuláris ízületet, és hogyan használható ezáltal fel az ízületi injekció teljes mértékben biztonságossá tételéhez stabilan rögzített ízületi fejecs helyzet mellett.
4. Célunk az volt, hogy létrehozzunk egy könnyen alkalmazható, reprodukálható eljárást a temporomandibuláris ízületi injekció helyének meghatározására CBCT felvételek segítségével az állkapocs fejecsének stabilizálása mellett.

Anyag és módszer

1. A peri-implantáris alveolaris csontmennyiséget határoztuk meg fiatal házi sertés állkapcsában CBCT alkalmazásával. A sertés (6 hónapos, 140 kg súlyú) egészséges csontozattal, izomzattal és nyálkahártyával rendelkezett. A sertés anatómiai felépítésében, csontszerkezetében és csontsűrűségében közel áll az emberéhez, ezért használtuk a corticalis és szivacsos csont viszonyának vizsgálatára. A sertés állkapocs pontosan ábrázolja az alveolaris csont lágyrész borítását és gyengíti a röntgensugarat a lágyrész felé.

Minden egyes implantátum behelyezésekor teljes vastagságú mucoperiostealis lebeny preparálást végeztünk Camlog sebészi eszközökkel. Az implantátumokat a legtöbb esetben csontszintben, néhány helyen kevesebb, mint 0.5mm süllyesztéssel helyeztük be a molaris régióban. Az implantátumok pozícióját a csont adott térfogata határozta meg, mivel a felhasznált CAMLOG®-protokol úgy definiálta a pozíciót, hogy az implantátum nyakának a buccalis és oralis corticalistól kevesebb, mint 2mm-nyire kellett lennie. A molaris régiót választottuk, ahol megfelelőnek tűnő mennyiségű csont állt rendelkezésünkre és nem volt jelen fog. Az implantátumokat óvatos lebenyképzést követően folyamatos belső hűtés mellett helyeztük be, elkerülendő az implantátum és csont közötti interface-terület túlmelegedését, ami a mérések pontosságát befolyásolhatta volna. Az implantátum beültetések területének előkészítése a CAMLOG®-protokol által meghatározott módon történt annak elkerülése érdekében, hogy az implantátumok mennyiségében, méretében és minőségében bármilyen zavaró eltérés adódhasson.

Három különböző méretű Camlog Screwline implantátumot használtunk a vizsgálatok során: egy 4.3mm átmérőjű, 11mm hosszú (A) implantátumot helyeztünk be az állkapocs bal, egy 3.8mm átmérőjű, 11mm hosszú (B) és egy 3.8mm átmérőjű, 13mm hosszú (C) implantátumot pedig a jobb oldalába: tehát a legnagyobb átmérőjű implantátum került a bal oldalra, a valamelyest vékonyabb másik kettő pedig a jobb oldalra.

A jobb oldalon a két implantátumot a sebészi protokolloknak megfelelően több, mint 3mm-es távolságba helyeztük be egymás mellé.

A processus alveolaris buccalis és oralis corticalis lemezeit az implantátumok behelyezését megelőzően Lindeman fúróval elsímítettük. Ez a művelet egységesítette a csontfelszínt, és biztosította a mérések pontosságát.

Ezt követően behelyeztük az implantátumokat, CBCT vizsgálatot és méréseket végeztünk. Ezután az implantátumokat eltávolítottuk, és ismételten CBCT elemzést végeztünk.

A csont fokozatos elvételét öt fázisban hajtottuk végre. Mind az öt fázisban implantátumokkal és azok nélkül is CBCT elemzést végeztünk.

Az implantátumok ismételt behelyezése ugyanabba a pozícióba könnyű volt a Screwline implantátum sajátságainak megfelelően. A primer stabilitás elérése nem volt célunk.

2. Kidolgoztunk egy retrospektív tanulmányt 12 TMI kezelésen átesett páciens radiológiai adatainak elemzésére a Szegedi Tudományegyetem Etikai Bizottságának hozzájárulásával (Etikai Engedély száma: 156/2018). Személyesen végeztük el a beavatkozásokat azért, hogy biztossá tegyük, hogy az adatelemzés, a célzási mérések és a beavatkozás egy és azonos kézben összpontosul.

Minden páciens fogazatáról anatómiai lenyomatot vettünk, majd ennek alapján technikus készített alsó és felső wax sínt. A sín szájüregben való stabil elhelyezése után a preauricularis területen kloroformban feloldott Gutta-Perchaval megjelöltük a Guarda-Nardini pont helyét.

A három síkú CBCT felvételeken elemeztük a fejecs és az ízületi felszín anatómia felépítését, mértük azok dimenzióit és egymáshoz való viszonyukat. Az axiális és MPR felvételek segítségével a szúrás tényleges pozícióját, mélységét és szögét nagy pontossággal és biztonsággal meg tudtuk határozni.

A betegtől részletes anamnézis felvételét követően beleegyező nyilatkozatot kértünk. Ülő helyzetű betegnél steril körülmények között a tűt a CBCT felvételeken előzőleg pontosan meghatározott mélységben és szögben vezettük be a wax sínnel a szájüregben.

Összegzés

Az implantáció sikeressége a befogadó csont térfogatának és minőségének függvénye, amit leggyakrabban 3 dimenziós képalkotás használatával értékelnek. Emellett lényeges tisztában lenni a vizuális műtermékek okozta eltérésekkel.

A csont vékonyítása befolyásolta a CBCT diagnosztikai pontosságát; vékonyabb csont esetén az implantáció helye egy légtartó területté válik, ami a buccalis és oralis corticalis túlsugarazásához vezet. Ez a többlet sugárzás a felvételt sötétebbé, a méréseket kisebbé teszi.

Adataink azt mutatják, hogy a vékonyabb csont nagyobb eltérést eredményez az implantátumokkal illetve azok nélkül elvégzett mérések között: ezek a különbségek a radiológiai műtermékek miatt jönnek létre, amik mind buccalisan, mind oralisan szürke-szint mérséklődést okoznak. A legvékonyabb csontszint mutatott csak lényeges különbségeket, mivel az iCAT szoftver nem tudta kezelni az apró anatómiai részleteket. Ilyen módon voltak pontatlanságok a vékony csontfal szélének meghatározásában.

Két szomszédos implantátum jelenléte szintén negatív hatással volt a peri-implantáris csontminőség radiológiai elemzésében a „beam-hardening” műtermék megjelenése miatt a két implantátum között. Az implantátumok átmérője nem befolyásolta a csontmennyiség értékelését.

A csont vékonyításával az volt a célunk, hogy meghatározzuk, hogy az implantátumok jelenléte okozta „beam hardening” műtermékek hogyan befolyásolják a csontvastagság értékelését. Megállapítottuk, hogy az implantációs terület körüli alveolaris csont vékonyítása csökkenti a CBCT diagnosztikus pontosságát.

A dentális implantátum körül levő vastagabb alveolaris csont (0.72 – 1.6mm) esetén a CBCT körülbelül 10%-kal értékeli alul a csont térfogatot.

Vékonyabb alveolaris csont (kevesebb, mint 0.72mm) esetén az alulértékelés mértéke körülbelül 70%. Ez jelentős eredmény, figyelembevéve, hogy a körülbelül 0.9 mm-es csontvastagság-eltérés mintegy 60%-os mérési pontatlanságot eredményez.

Meghatároztuk a CBCT pontossági korlátait a peri-implantáris csontvékonyítás kapcsán. A kapott eredményeink új fényt vethetnek az implantációt megelőző tervezési folyamatra, mivel ki tudtuk mutatni, hogy a CBCT alulértékelési szintje vékonyabb buccalis csont esetén jelentősen megemelkedhet, így véleményünk szerint az implantációt végző szakemberek még gondosabb csontvastagság-meghatározást követően kell, hogy megválasszák a megfelelő implantációs területet.

Kijelenthetjük ily módon, hogy a buccalis és orális oldalon biztonságos csontvastagság legalább 1.5mm kell legyen a kiválasztott implantációs területen, így az CBCT által végzett csontmennyiség-alulértékelés esélye 10%-os szint alá mérsékelhető.

Miután kimutattuk a CBCT mérési pontosságát 0.5 – 1.5mm közötti csontvastagság esetén, hangsúlyozni kívántuk annak nagy megbízhatóságát a TMI analízis területén és jövőben helyét a temporo-mandibuláris ízületi rendellenességek diagnosztikájában és terápiájában, mivel az ízület felső recesszusának mérete nagyobb, mint 1.5mm. A CBCT felvétel és analízis alkalmazása vezetett minket arra, hogy közöljünk egy nagyon biztonságos TMI injekciós módszert, tekintettel arra, hogy a TMI rendellenességek mindig is kihívás elé állították az orvosokat; a technikák és a betegek tüneteire alkalmazott készítmények továbbra is vita tárgyát képezik. A módszer használata segíthet a hyaluronsav- vagy más injekciók akár súlyosan károsodott temporo-mandibuláris ízületbe juttatását irányítás alatt tartani.

A kifejlesztett eljárásnak számos előnye van:

- i) Az eljárás minimális traumát okoz az ízület számára, mivel az intraartikuláris sérülés veszélye nagyon alacsony szintre van mérsékelve
- ii) A posztoperatív diszkomfort tolerálható, mert az intrartikuláris extra mennyiségű folyadék rövid időn belül eloszlik.
- iii) Nincs szükség kiegészítő helyi érzéstelenítő adására, mivel egy tű beszúrása történik rövid idő alatt.

A megvalósított célkitűzéseink összefoglalása

1. Ki tudtuk mutatni és bizonyítani tudtuk a CBCT limitált pontosságát az állkapocs csontvastagságának megítélésében. Ez egy fontos eredmény, mivel meg tudtuk határozni azt a csontvastagságot, amely mellett a CBCT eléri azt a pontot, ahol jelentősen alulértékeli a csontmennyiséget. Kimutattuk, hogy a dentális implantátum jelenléte hatással van a csontvastagság meghatározására, főként abban az esetben, ha egynél több implantátum van behelyezve egymás közelébe. Ezek a tények biztos alapot adhatnak a fogorvosok, dentoalveoláris és maxillofaciális sebészek számára az implantáció helyének biztonságos kijelölésekor. Mivel a megfelelő mennyiségű egészséges csont megléte elengedhetetlen a sikeres implantációhoz, meg vagyunk győződve arról, hogy az ismertett új kutatási eredmények mind az ellátó orvosok, mind a betegek számára hasznosak lesznek.
2. Miután bemutattuk a CBCT pontosságának korlátait, és tisztában voltunk a csontvastagsági szinttel, ahol az alulértékelés jelentős, megbizonyosodtunk arról, hogy a Cone Beam CT nagy pontossággal képes feltérképezni a temporomandibuláris ízületet, mivel annak dimenziói meghaladják azt a korábban általunk bizonyított korlátot, amelynél a pontatlansági tényező jelentősen növekedne. Analizálni tudtuk a temporo-mandibuláris ízület anatómiai struktúráit a CBCT segítségével.
3. Kidolgoztunk egy könnyen kivitelezhető, biztonságos, reprodukálható módszert az egy tűvel végzett temporomandibuláris injekcióra az állkapocs ízületi fejec stabil pozíciója mellett, mely során a szúrás helyét, mélységét és szögét nagy pontossággal meghatároztuk CBCT segítségével. Az általunk kidolgozott a módszer egyedi, a nemzetközi irodalomban eddig nem közöltek hasonlót.

4. Meg tudtuk határozni az injekció beszúrási pontját a korábban megadott Guardia-Nardini ponthoz viszonyítva, ezzel együtt meg tudtuk adni az szúrás pontos mélységét és szögét is. A leírt módszer az egy-tűs injekciós beavatkozást könnyebben kivitelezhetővé teszi, mivel az eltérő anatómiai viszonyok okozta nehézségeket kiküszöböli, és az injekcióhoz egyéni, személyre szabott értékeket képes meghatározni.
5. Az eljárás ismételhető, mivel az összes felvétel és adat tárolható, újraértékelhető és későbbi állapotokkal összehasonlítható. Az egyedileg készített wax sín szintén tárolható, így ugyanazon beteg szájába ismételten behelyezve a fejecsek pontosan ugyanabban a pozícióban kerülhetnek rögzítésre egy esetleges ismételt CBCT vizsgálat vagy injekciós beavatkozás során, mint legelső alkalommal. Így az érintett TMI felülvizsgálata könnyebb, mivel a CBCT nem igényel nagy sugárterhelést. A temporomandibuláris ízületi diszfunkciókkal foglalkozó, ízületi injekciókat alkalmazó orvosok és nem utolsósorban a páciensek számára ez az eljárás nagy mértékben segítheti a kezelés sikerességét. Szándékunkban áll további fejlesztések és finomítások elvégzése a jövőben például egy kifinomultabb célzó rendszer megalkotásával és hozzáadásával. Módszerünk alapot teremthet a háromdimenziós, navigált injekciós eljárás számára, amelyre folyamatosan igény van a TMI rendellenességekkel foglalkozó orvosok körében.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretném hálámat kifejezni témavezetőmnek, **Dr. Baráth Zoltán** Dékán Úrnak, aki töretlen hittel állt mellettem, és segített ezen az úton. Kapcsolatunk túlmutat a szakmai határokon; hasonló életutunk és az élet alapvető és lényeges dolgaihoz való rokonlelkű hozzáállásunk megalapozta barátságunkat jóval ezen munka kezdete előtt.

Különleges köszönet **Radnai Márta** Professor Asszonynak a dolgozat alapos lektorálásáért, kommentjeiért és hasznos tanácsaiért.

Meg szeretném köszönni **Kovács Ádám** Professor Úrnak, aki meghívott az Arc- Állcsont és Szájsebészeti szakmába, és elkezdte kiképzésemet ebben a gyönyörű hivatásban, mutatva apró trükköket, ahogy azt egy jó mentor teszi. Máig tartó barátsága sokat jelent.

Hálás vagyok **Nagy Katalin** Professor Asszonynak, mert egyengette az utamat, amikor traumatológusként ebbe a furcsa új világba kerültem, és a mai napig tisztelettel jó barátként tekinthetem.

Szeretném kifejezni nagyrabecsülésemet **Piffkó József** Professor Úrnak, aki fáradhatatlan munkával lehetővé tette az Arc- Állcsont és Szájsebészeti szakma számára, hogy túléljen, tovább éljen és virágozzon Magyarországon. Köszönet azért, hogy lehetővé tette, hogy azzá a sebésszé váljak, aki vagyok.

Köszönet minden **Kollégámnak**, **Orvosoknak**, **Nővéreknek**, **Asszisztenseknek**, **Műtősnőknek**, **Beteghordóknak**, **Betegeimnek** és **Barátaimnak**, hogy mellettem álltak és elfogadtak...néha ez nem lehetett könnyű.

Meg szeretném köszönni **Szüleimnek**, hogy felneveltek. Ti mindig mellettem álltatok és álltok. Ezt a munkát **Édespámnak** ajánlom, aki felvértezett bölcs tanácsaival és mindig derülátó volt a szakmai előmenetelemmel kapcsolatban. Mindig hálás leszek **Édesanyámnak** a természetéért, gondolkodásmódjáért és erős személyiségéért, ami azzá az emberré formált, aki vagyok.

Végül, de nem utolsó sorban hagy fejezzem ki legmélyebb hálámat a legjobb barátomnak, életem szerelmének, a **Feleségemnek**, aki mindig mellettem áll jóban-rosszban, és támogat, amikor úgy érzi, szükségem lehet rá. Hálás vagyok **Gyermekeimnek**, hogy megélhettem az érzést, milyen Apának lenni.