

## Válasz Dr. Németh Norbert Professor Úr opponensi bírálatára

Tisztelettel köszönöm Professor Úrnak körültekintő, alapos és a munkámat illető pozitív bírálatát. Tekintettel arra, hogy Opponens Úr a kísérletes sebészet és sebészeti műtéttan elismert szaktekintélye, az experimentális munkákkal kapcsolatos elismerő észrevételei és megállapításai számomra különösen értékesek.

**Az impaktált bölcsességfogak előfordulási gyakorisága geográfiai és népcsoportokat érintő különbségeket mutat. Erre vonatkozóan adatokat és gondolatokat olvashatunk a bevezetésben. Van-e átfogó teória ezen előfordulásbeli különbségek kapcsán? Ismert-e elég bizonyíték az antropometriai és táplálkozási okokra vonatkozóan csupán evolúciós szempontból?**

Míg a bölcsességfogak agenezise 20-30% körülire tehető (legalább egyik bf. hiányzik), addig rajtuk kívül minden más fogé olyan 1,6-9,6%, melyek közül leggyakoribb az alsó második premoláris és a felső laterális metsző hiánya, legalábbis Európában (*Vahid-Dastjerdi et al. Non-syndromic hypodontia in an Iranian orthodontic population, J Oral Sci. 2010*). A bölcsességfog hiányát már a *Homo erectus* korai időszakából (1.8 millió- 200 ezer évvel ezelőtt) is leírták. A Bolk-féle terminális redukció magyarázata szerint filogenetikai okokból a fogcsoportok disztális tagja hajlamosabb eltűnni, mint a meziálisabb fogak (*de Beer: Embryos and ancestors. Clarendon Press, Oxford, 1951*). Habár a foghiányok társulhatnak szindrómákhoz (Down-sy., Ehlers-Danlos-sy., ectodermális diszplázia, Rieger-sy., Witkop-sy.) leggyakrabban nem-szindrómához társuló, familiáris jelleget mutatnak. Öröklésmenetet illetően leírtak már autoszómálishan domináns és recesszív, valamint nemhez kötött öröklésmenetet is. A bölcsességfogak öröklésmenete mindenképpen multifaktoriális (*Brook: A unifying aetiological explanation for anomalies of human tooth number and size. Arch Oral Biol. 1984*). A bölcsességfogak agenezise néha szélsőségeket is mutat, így tanzániai leleteknél 0%-ban, magyar leleteknél 49%-ban látták egy 1936-os vizsgálatban (*Hellman: Our third molar teeth; their eruption, presence and absence. Dent Cosmos. 1936*). BANKS szerint leggyakoribb eset, hogy két darab nyolcasunk hiányzik, azt követi az, hogy csak egy hiányzik, és ennél is ritkább, hogy három darab nyolcas fogunk vagy mind a négy hiányzik (*Banks: Incidence of third molar development. Angle Orthod. 1934*). SANCHEZ szerint az alsó bölcsességfog agenezise leginkább a brachicephal fejforma és a redukált alsó arcmagasság esetén fordul elő (*Sanchez et al. Third Molar Agenesis and Craniofacial Morphology. Angle Orthod. 2009*). Érdekes módon több szerző is úgy találta, azon betegek, akiknél a nyolcas fogak teljesen előtörttek, nem mutattak eltérést a mandibulanövekedés mintázatában azokhoz képest, akiknél beékelődtek vagy részlegesen törttek csak elő (*Ades et al. A long-term study of relationship of third molars to changes in the mandibular dental arch. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990; Bishara: Third molars: a dilemma! On the other hand, is it? Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999*). Általánosan elfogadott és ismert, hogy a rágás és főként a metszőfogak közötti leharapások jótékony hatással vannak a retromoláris terület növekedési zónáira, így a civilizációs változások (kevesebb nyers, több pépes és készétel fogyasztása) a beékelődés irányába hatnak. Egy harvardi doktori munkában úgy találtam, hogy az irodalmi evidenciák alapján a *Homo erectus* idején megindult folyamat a mezőgazdaság és növénytermesztés kialakulásával bizonyíthatóan felgyorsult (*Carter: The Evolution of Third Molar Agenesis and Impaction. 2016*). Evolúciós tekintetben két teóriát lehet megemlíteni a

bölcsességfogak esetén. Az egyik, hogy a főzés és a tűz megjelenésével egyre pépesebb ételekhez egyre kevésbé volt szükség a nagy fogsámra, így a bölcsességfog agenezise mint mutáció egyre gyakoribbá válhatott (ún. „valószínű mutációs hatás”). A másik a „pozitív szelekció”, melynél az agykoponya térfogatának növekedésével az arckoponya térfogata csökkent, így a beékelődő bölcsességfog hátrányt jelentett a szövődményi lehetőségeivel. A kétmillió évvel ezelőtti mandibuláris fogív hossz (84,8 mm) mintegy két cm-el rövidült a neolitikus modern emberben (61,6 mm), így az agenezis egyre inkább előny (Vukelic et al. *Extending Genome-Wide Association Study Results to Test Classic Anthropological Hypotheses: Human Third Molar Agenesis and the "Probable Mutation Effect". Hum Biol. 2017*).

**Professzor Úr következő kérdése arra vonatkozott, hogy klinikai vizsgálatunk során találtunk-e temporomandibuláris ízületi elváltozásokat vagy harapási nehezítettséget? Kimutatható-e az összefüggés?**

A klinikai vizsgálataink során kimondottan TM ízületi képpalkotó vagy speciális kérdőíves vizsgálatokat nem végeztünk. Tömésterápiák előtt természetesen felmérésre került minden ízületi rendellenesség (krepitáció, kattogás, fájdalom, szájnítási nehezítettség), illetve parafunkció (bruxizmus), vagy rendellenes fogkopási fazetták, hiszen ezen betegek kizárásra kerültek, hogy a tömések túlélését hátrányosan ne befolyásolják. A bölcsességfogak műtéti eltávolítását korábban esetleg diagnosztizált TM ízületi eltérések esetén is elvégeztük, sőt időnként pont ilyen beutalás okán és indikációval, legtöbbször prematur érintkezés miatt.

A bölcsességfog műtétet követő TM ízületi panaszok fellángolásával összefüggés amúgy gyakran megfigyelhető (*Damasceno: Is the extraction of third molars a risk factor for the temporomandibular disorders? A systematic review. Clin Oral Invest. 2020*). Sőt, maga az eltávolítás nehézségi klasszifikációja is döntő faktor a TM ízületi panasz kialakulásának gyakoriságában. A leggyakrabban megfigyelt panaszok az elhúzódó ízületi fájdalom, a rágóizmok elhúzódó fájdalma, tartós szájnítási korlátozottság és az ízületi hangok megjelenése, felerősödése úgymint a kattogás és krepitáció.

Ha azonos oldalon alsó és felső bölcsességfog is eltávolításra kerül, akkor akár fél-egy óráig is nyitva kell betegünknek tartania száját, időnként a maximális nyitással, sőt az alsó fog fúrásakor, emelőzésekör vagy fogóhasználatkor nagy terhelésnek vannak kitéve az ízületek, még ha az állkapocs fixálásáért próbálunk aktívan is tenni. A maximális szájnítás közelében az ízületi discus központi részén vérellátási zavarok is előfordulhatnak, tekintettel a szélekről diffúzióval történő ellátásra. Továbbá a mandibulatest vongálása az ízületi szalagok megnyújtásával járhat, főként a foggal ipszilaterális oldal laterális és a kontralaterális oldal disztális szalagcsoportjainál (*Okeson: Management of temporomandibular disorders and occlusion. 5th ed. Louis: Mosby 2003*). A szalagok megnyúlása csupán a hosszantartó szájnítás következtében is bekövetkezhet. Habár műtétet követően a szájnítási korlátozottságot rövidtávon a rágóizmok és a sebkörnyék ödémája, hosszútávon inkább már az ízület megerőltetése és diszfunkciója okozza. A szakirodalom a bölcsességfog műtétek és TM ízületi rendellenesség tekintetében nem koherens. Egy 4434 beteget vizsgáló eset-kontroll vizsgálatban nem találtak összefüggést, azonban egy 34491 főből álló 15 éveseket vizsgáló 5 éves utánkövetéses vizsgálatban a TM ízületi rendellenességet mutató fiatalok 23%-ában bölcsességfog műtét után alakultak ki a panaszok (*Pogrel: What are the risks of operative intervention? J Oral Maxillofac Surg. 2012*).

A harapási nehezítettség a bölcsességfog műtétek szoros velejárója, a trizmus és rágási nehézségek a kötelező felvilágosítás részét képezik. Besorolásukat a minor szövödmények közé tesszük és varratszedéskor (a 7. posztoperatív napon jellemzően) általában javuló és a kiindulási állapothoz hasonló szituációt várunk. Természetesen idősebb életkorban (sajnos már 35-40 évnél is, hiszen 25 éves korig ideális kb. a gyógyulás), mélyebb impakcióknál (=több csontelvtétel, hosszabb műtéti időtartam) az ilyen jellegű panaszok is kifejezettebbek tapasztalatom szerint. Állatkísérletekben a maximális közeli kitarított szájnýtás TM diszfunkciót és allodyníát okozott, mely háttérben a ganglion trigeminaleban emelkedett citokinszintek és a trigeminális neuronok fokozott ingerelhetősége is megfigyelhető volt, mintegy az ízületet védő funkció.

Az állkapocstörött betegeknél, főként a fejecstörötteknél is gyakori a törésgyógyulás utáni szájnýtási korlátozottság és az ízületi panaszok megjelenése, továbbá okklúziós eltérések és változások is megjelenhetnek sajnos az oszteoszintézis és a megváltozott új anatómiai, vagy a korábbi traumás szituáció okán.

**Professzor Úr következő kérdése: A betegek státusza, a környező fogak esetleges hiánya, állapota, és az ebből fakadó csontátépülés mennyiben befolyásolhatja a beavatkozásokat és azok eredményeit?**

A bölcsességfogak ellátását főként a hetes, azaz a második őrlőfog megléte vagy hiánya, illetve állapota befolyásolhatja. Olyannyira jó kérdés ez, hogy a műtéti nehézséget kalkuláló klasszifikációk rendre vizsgálendő paraméternek tekintik a nyolcas és hetes fog közötti meziodisztális távolságot, azaz szeparáltságot. Amennyiben a nyolcas fog mezioangulált és horizontális hajlással a hetes fogtól radiológiailag nem szeparálódik, extra nehézséggel nézünk szembe műtétkor. Egyrészt, a meziális irányú csontelvtétel és emelő behelyezés időnként lehetetlen, de mindenesetre nehezített. Másrészt a fekvőbb helyzetű bölcsességfog felállítása emelőzésekor sokkal nehezebb, sokkal nagyobb eséllyel jár tengelyirányú axiális apikális mozdítással. Természetesen fogszekciókkal ezt a lehetőséget irányítanunk kell. Amúgy iatrogén hetes fog disztális felszíni sérüléseket általában ilyen esetekben látok.

Amennyiben a hetes fog fogágya nem egészséges, parodontitissel érintett (szondázható tasak, tapadásvesztés, vérzés és pus ürülés), akkor a nyolcas műtéti sebgyógyulását is hátrányosan befolyásolhatja, nagyobb alveolitis rátával, természetesen függően a tasakflóra aktivitásától is. Ha a disztális gyökernél tapadásvesztést látunk, akkor a bölcsességfog eltávolításával a helyzet romolhat, de legtöbbször nincs akadálya az eredeti csontmagasság kialakulásának.

A hetes fog disztális szuvasodása időnként azt a döntést is eredményezheti, hogy mindkét fog eltávolításra kerül, sőt a hetes mély nyaki szuvasodásai legtöbbször ilyen döntést indikálnak. Amennyiben a hetes fogban kiterjedt szuvasodás vagy restauráció van, az egyértelműen limitálja a fogon történő emelő megtámasztást (főként a Lecluse és Bein korona emelőjét) és a nyolcas fog felállításánál is nagyon kell figyelni, hogy ne okozunk csücsökvesztést, törést vagy restaurációsérülést a hetes fogban.

Ha a fogatlanság nagyobb területre terjed ki, vagy akár szubtotális, totális anodontia mellett kell az impaktált fogat eltávolítanunk, a processus alveolaris CAWOOD ÉS HOWELL által leírt lebontó folyamataival találkozhatunk. Habár a csontállomány sorvadásával várhatnánk a trajektoriális rendszer átépülését vagy a kortikális állomány kompenzatorikus denzitásnövekedését, ezen

változások nagyon nehezen elkülöníthetőek az életkori folyamatoktól, hiszen a fogatlanság esélye az életkor előrehaladásával sajnálatos korrelációt mutat, főként a hazai körülmények között. Az mindenestre megfigyelt tény, hogy a kivehető fogsorviselés után a kortikális állományban denzitásnövekedés következik be (*Knezović-Ziatarić et al. Mandibular bone mineral density changes in complete and removable partial denture wearers: a 6-month follow-up study. Int J Prosthodont. 2003*). Az életkor emelkedésével az általános megbetegedések, különböző gyógyszeres terápiák esélye szintén nőhet, tovább árnyalva a képet. Tekintettel Professzor Úr legutolsó kérdésére, ezen utóbbi gondolatom annál a pontnál fejteném ki részletesen.

**Következőkben felmerül a kísérletes eredmények extrapolálhatósága az alkalmazott állati eredetű csontok és az ember vonatkozásában. A csontszerkezet, általában a csontalak, geometria, az erőviszonyok, a vérrel teli, keringéssel bíró *in vivo* állapot versus az *ex vivo* vértelen preparátum mennyiben hasonlíthatók össze és mik azok a tényezők, amelyeket kritikusán kell értékelni?**

Teljes mértékig egyetértek Professzor Úrral. A kísérletes eredmények mindig kritikával kezelendők, hiszen nem valós klinikai és élő humán környezetből származnak. Az egyik fő különbség, hogy a klinikai helyzet nagyon sok paramétere dinamikusan -és a beteganyag is-, változékony. A kísérleti modellekben ezzel szemben nagyon jól beállított és fenntartott paraméterek lehetségesek, megadva ezzel a lehetőséget ezen befolyásoló paraméterek izolált és akár kombinációik vizsgálatára. A magas ismétlésszám szintén előny lehet az experimentális vizsgálatokban.

Ugyanakkor élő betegek állcsontjaiban a klinikai beavatkozás közben történő experimentális hőmérsékleti vizsgálatokat extrém ritkán találni. A hőmérő szondák invazív elhelyezését látszólag a non-kontakt hőmérési technikák kiküszöbölhetik, legyen az akár infravörös kamera vagy hőmérőpisztoly, de sajnos a valós, a csont mélyebb részein mérhető hőmérsékletek így rejtve maradnak. Ha arra gondolunk, hogy az axiális nyomásnak milyen fontos szerepe van az intraosseális hőmérsékletek szempontjából, akkor egy klinikai szabadkézi fűrésznél már nem lehetnénk biztosak, hogy valóban csak a fűrókopottság hatását vizsgáljuk és látjuk-e. Számításaim szerint például egy 2 mm-es kortikális pontosan derékszögű fűrészával szemben, egy 60°-os szögű fűrés esetén -ami klinikailag nagyon könnyen előfordulhat a hozzáférés okán- a fűrőnk már 2,2 mm utat tesz meg a kortikálisban, ami 10%-al több anyagfragmentálás.

Az experimentális *ex vivo* csontpreparációs vizsgálatok leggyakrabban megfogalmazott kritikái: i) a fiziológiás vérkeringés hiánya, ii) a valós testhőmérséklet hiánya és közelítő szimulációja és iii) a valós klinikai szituációnak megfelelő humán csont hiánya. A szakirodalom gyakorta választ is ad és tompítja ezen hiányosságok valós jelentőségét. Így olvashatunk olyan vizsgálatot, ahol a vérkeringés hiányát elhanyagolható hőeliminációs faktornak találták (*Matthews LS, Hirsch C. Temperatures measured in human cortical bone when drilling. J Bone Joint Surg Am. 1972; Wootton et al. The clinical measurement of skeletal blood flow. Clin Sci Mol Med. 1976*) különösen a kortikális állományban, mely általában a hőmérsékletek csúcserképeiért felelős. Különböző mélységben elhelyezett hőmérő szondákkal végzett vizsgálatok alapján a maximális értékek általában a kortikális állománytól éppen 0,5 mm-el mélyebb területekről nyerhetők, így a vérkeringés hiánya nagy valószínűséggel tényleg csekély hátrány. Természetesen a modellcsont kortikális vastagságának illik a mandibula kortikális vastagságával harmonizálnia.

Olvashatunk olyan vizsgálatokat is, mely a csontpreparációk során kimutatta, hogy a kiindulási hőmérséklet nem befolyásolta a preparációk valós hőmérsékletváltozásait, tehát a szobahőről testhőre melegítést feleslegesnek ítélték (Lee et al. *Parameters affecting mechanical and thermal responses in bone drilling: A review. J Biomech. 2018*; Lee et al. *An experimental investigation on thermal exposure during bone drilling. Med Eng Phys. 2012*; Lee et al. *A new thermal model for bone drilling with applications to orthopaedic surgery. Med Eng Phys. 2011*). A testhőmérséklet szimulációja tekintetében pedig a 37°C-os vízfürdőbe merítéssel kapcsolatosan van olyan vizsgálat is, mely szerint a csont kevesebb hőleadásra képes, mint az az élőben történne (Augustin et al. *Cortical bone drilling and thermal osteonecrosis. Clin Biomech 2012*; Misic et al. *An in vitro study of temperature changes in type 4 bone during implant placement: bone condensing versus bone drilling. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011*).

A csont emellett anizotropikus tulajdonságú és nem írható le jól egyetlen specifikus fajhő, konduktív hőátadási vagy hőkapacitás értékkel. Ezen értékek természetesen mások a kortikális és mások a spongiosa állományban, és nagymértékben függenek a speciestől és a csont denzitásától is. Ráadásul speciesen belüli individuális eltérések is megfigyelhetők. Így vizsgálaton belül is nagyon fontos, hogy egyazon állat csontjain történjenek a mérések. A szakirodalomnak ezen a területen nagy hiányossága, hogy a sok használt csonttípus és modell nagyon nehéz összehasonlítási lehetőséget ad.

Alapvetően már az is nagyon érdekes, hogy 2018-ban olyan közlemény születik neves kutatóktól, mely a kortikális és spongiózus csont termális konduktivitását vizsgálja és kimondja, hogy jóval pontosabb referenciaadatokra van szükség, mint amivel az elmúlt 60 évben kalkuláltak az intraosseális hőmérsékletek szimulációi kapcsán (Feldmann et al. *The thermal conductivity of cortical and cancellous bone. Eur Cells Mater. 2018*).

Természetesen nagyon fontosnak tartom, hogy az állati csont a lehető legfrissebb legyen az állat leölését követően, ne fagyasszuk, és mindig tároljuk fiziológiás sóoldatban a lehető legjobb hidratálás okán. Csupán ezen tárolási körülmények negligálása nagymértékben fals hőértékekhez vezethet.

Az *ex vivo* modellek egyik legfontosabb limitációja véleményem szerint az, hogy a pontos élettani hatás nem monitorozható. A hőmérsékleti értékek mellett ugyanis fontos hatással bíró jelenség a csontra ható „ütögetés” a preparáció során (a fűrő vágóélei által kiváltva), mely mikropedésekhez és vérellátási zavarokhoz vezethet. Természetesen az *in vivo*, különböző species összehasonlító munkákból láthatjuk, hogy például micro-rheológiai szempontból is milyen jelentős különbségek mutatkoznak humán, kutya, sertés és patkány fajok között, például a vörösvértestek hőmérsékletemelkedésre bekövetkező deformálódásánál (Matrai et al. *In vitro effects of temperature on red blood cell deformability and membrane stability in human and various vertebrate species. Clin Hemorheol Microcirc 2021*).

**Hasonló vizsgálatokra a szerző leírása szerint is marha, sertés, kutya eredetű mandibulát, bordát és más csontokat is használtak. Vizsgálataikban sertésborda került alkalmazásra. Mennyire standardizálható ez a modell?**

Sajnos egyetlen állati modell sem képes teljes mértékben a humán csontszövetet reprodukálni. Ezért találunk a szakirodalomban az *ex vivo* csontpreparációs vizsgálatokban számos állati modellt (juh, sertés, kutya, marha) és a csont is nagyon változatos, lehet tibia, femur, borda,

scapula, mandibula, csigolyatest. Ezért az *ex vivo* modelleken végzett vizsgálatoknál már az is probléma, hogy a különböző modellekből származó eredmények nagyon nehezen vethetők össze. Az értekezésben szereplő egyoldalú táblázat azt az irodalmi tallózást mutatja, amit azért készítettem, hogy ebből a nagyfokú variabilitásból tudjak ízelítőt adni.

Válaszadáskor a Pubmed adatbázisba beírt humán csont, fúrás, hőmérséklet ['human bone', 'drilling', 'temperature'] együttes keresőszavakra 147 találatot kaptam. Az első 100 irodalmat részletesen átvizsgálva azt találtam, hogy 24-ben szerepelt valóban humán csont. Ebből 14-ben tibia, femur vagy csigolya, 2-ben mastoid csont, 1-1 közleményben pedig metatarsus, metacarpus, scapula, kálvária és az elülső koponyagödör szerepelt. Mindössze három vizsgálatban szerepelt mandibula. Kettőben *in vivo* vizsgálat zajlott infravörös hőmérséklettel és csak egy *in vitro* modell használt mandibulát, habár a tallózott vizsgálatok közel fele implantológiai jellegű volt.

MÖHLHENRICH 2015-ös, azóta számos idézetet gyűjtő irodalomelemző közleményében kimondta, hogy az általa elemzett több tucat vizsgálat egyik legfontosabb következtetése az, hogy be kéne vezetni a jövő vizsgálataihoz egy uniform szintetikus modellt, mely a későbbi összehasonlításokat szolgálhatná (Möhlhenrich et al. *Heat generation and drill wear during dental implant site preparation: Systematic review. Br J Oral Maxillofac Surg. 2015*). FERNANDES megállapította, hogy nagyon kevés azon irodalom, mely a csontmodellekből származó eredményeket humán csontszövetből származókkal igazolja (Fernandes et al. *Thermal analysis in drilling of ex vivo bovine bones. J Mech Med Biol. 2017*). Ezért volt számomra fontos, hogy friss humán bordát, friss sertés és marhabordával és a szintetikus poliuretán és poliakrilát modellekkel összevessem. Ezen vizsgálat megmutatta, hogy a keletkező hőmérsékletek tekintetében a sertésborda nagyon jó vizsgálati modell, humán bordához azonos hőmérsékletekkel, ugyanakkor a marhabordában mintegy 2,5-szer magasabb hőmérsékleteket kaptunk. Ezen eredményeket humán tibia és marha femur viszonylatában más szerző is igazolta (Fernandes et al. *Effect of drill speed on the strain distribution during drilling of bovine and human bones. J Mech Eng Biomech. 2018*). Ezek alapján azt mondhatom, hogy a sertésbordából származó csontfúrás hőmérsékletek hasonlóak a humán bordáéhoz, mely csont a kortikális vastagságok és a spongióza szerkezeti hasonlóságai miatt, véleményem szerint és a fúrások tapasztalatai alapján is, a mandibula egyik legoptimálisabb analógja lehet.

Nagyon fontos hangsúlyozni, hogy az állat életkora, neme, súlya mind meghatározók, így a közlemények felelőssége ezen adatok közlése is. A sertésbordánál az 5 cm-es szekciók során azért láttuk, hogy egyazon állat csontjait is gondosan szelektálni kellett a standard kortikálisvastagságok érdekében.

AERSSENS kimagasló idézettségű gerincesek csontját összehasonlító vizsgálatai alapján például megállapítja, hogy a csontdensitás és törési stressz erők szempontjából a humán csonthoz leginkább hasonló a kutya és a sertés, és legkevésbé hasonló a juh és a marha (Aerrensens et al. *Interspecies differences in bone composition, density, and quality: potential implications for in vivo bone research. Endocrinology. 1998*). Továbbá, ha minden vizsgálati eredményt összevetünk, akkor a kutya csontja a legalkalmasabb, a patkányé a legkevésbé. Ugyanakkor az is érdekes, hogy beagle kutyában ugyanazon implantátumcsavarok fele annyi idő alatt osseointegrálódnak, mint önkéntes fogorvoshallgatókban, rámutatva a legjobb csontmodell *in vivo* élettani különbségeire is (Lang et al. *Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. Clin Oral Impl Res. 2011*).

**Professzor Úr utolsó kérdése így hangzik: A csontszerkezetbeli változások, a resorptio, esetleges korábbi beavatkozások nyoma miként befolyásolhatják a fúrás során létrejövő hőtermelést és hőterjedést? Lehet-e egyáltalán standardizált körülményekről beszélni? A különböző szövetek hőérzékenységeiben mutatkoznak-e különbségek?**

Professzor Úr kérdésére az alapvető válasz, hogy egyazon szájüregben is nagyon változatos csontadottságokkal találkozhatunk, tehát standardizált környezetről nem beszélhetünk. Rögtön a mandibula és maxilla különbsége mind denzitásban, mind kortikális vastagságban (2-3,5 mm vs. 0,5-1 mm) szembeötlő. Ezekután a mandibulán belül is leggyakrabban az interforaminális területen LEKHOLM ÉS ZARB klasszifikációja szerinti 1-es vagy 2-es típusú csontot találunk, míg a moláris, retromoláris területen 2-es és 3-as denzitásokat. Hounsfield skála szerint a D1 1250 HU vagy magasabb, a kettes 850-1250 HU közötti, és a hármas típus 350-850 HU egység közötti értékeket mutat. Kétoldali moláris területen dolgozva, például implantációkor a két oldal eltérő denzitásával is találkozni szoktam, mely az előfúrásokból, csavarozási nyomatékokból egyértelműen kitűnik. Ezen csontminőségi eltéréseket még a domináns oldali rágás is befolyásolni tudja a szakirodalom szerint. A denzitás hatása a hőterhelésre bizonyított.

A csontszerkezetbeli elváltozásokat melyek befolyással lehetnek a denzitásokra, három csoportba tudnám osztani. Az első csoportba a szisztémás hatások, úgymint anyagcsere-betegségek, gyógyszeres terápiák hatásai sorolhatók. A második csoportba a csontot érintő lokális elváltozásokat és hatásokat sorolnám, úgy, mint a benignus (exostoizisok, cementoma, odontoma stb.) és nagyon ritkán malignus denzitásnövekedéssel járó terimék. A harmadik csoportba pedig a iatrogén faktorokat sorolnám. Ezek között kell megemlíteni az alveolus prezervációs eljárásokat és egyéb processus alveolaris augmentációs eljárásokat. Saját tapasztalatként bizonyos szintetikus csontpótló típusok esetén pl: béta trikálcium-foszfát szervülése után a fúrások egyértelműen fokozottan denzebb anyagban és nehezebben történnek, míg xenograftoknál ezt ritkábban tapasztalom.

Általános betegségek közül meg kell említeni a fibrosus dysplasiát, a Paget-kórt, az osteopetrosist és a szklerotizáló csont dysplasiákat (*Poór et al. Epidemiology of Paget's disease in Europe: the prevalence is decreasing. J Bone Miner Res. 2006; Van de Voorde et al. Fibrous Dysplasia, Paget's Disease of Bone, and Other Uncommon Sclerotic Bone Lesions of the Craniofacial Bones. Semin Musculoskelet Radiol. 2020*). Gyakorló szájsebész szempontjából pedig kritikus és számolnunk kell az antireszorptív terápiák (biszfoszfonát, denosumab, sunitinib) hatására növekvő csontdenzitással és az irradiációt követő, csökkenő csontdenzitás értékekkel (*Seeman et al. Microarchitectural deterioration of cortical and trabecular bone: differing effects of denosumab and alendronate. J Bone Miner Res 2010; Howland et al. Post-irradiation atrophic changes of bones and related complications. Radiology 1975; Poort et al. Does a change in bone mineral density occur in the mandible of Göttingen minipigs after irradiation in correlation with radiation dose and implant surgery? J Oral Maxillofac Surg. 2014*).

A különböző szövettípusok hőérzékenységeire vonatkozó kérdés azért nagyon releváns, mert például a retromoláris területen, az alsó bölcsességfogaknál 5-6 mm-en (vagy még pontosabban 0,5 cm<sup>3</sup>-en) belül találkozhatunk az alveoláris csonttal, a pulpával, a periodontiummal és perifériás idegekkel is (akár a n. lingualis, akár a n. alv.inf. idegekkel). Ezért nagyon fontos, hogy amennyiben koronektómia történik, a pulpa hőmérsékleti küszöbértéket ne haladjuk meg, ami ZACH ÉS COHEN alapján 5,5°C. Ezen hőmérsékletemelkedés után a pulpák 15%-a nekrotizál, ~17°C-os hőmérsékletemelkedés után pedig 100%-a (*Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1965*). A bölcsességfogak ortodonciai

erővel történő lassú extrakcióit megelőző feltárásoknál nagyon fontos, hogy a parodontális ligamentum sejtjei ne kapjanak 6°C-nál magasabb hőemelkedés értékeket, mert akkor a fog ankilózisra esélyesebb, meghiúsítva az eljárást. A gyökércsúcsi vagy a lingvális kortikálist érintő csontelvételeknél a két érintett ideg szempontjából pedig kritikus, hogy 5-7°C emelkedést ne haladjuk meg, melynél már a mielinizált rostoknál is átmeneti vezetési blokádjöhet létre. A csontszövetnél pedig 10°C-os emelkedés 1 perc alatt, 18°C emelkedés 30 másodperc alatt, 33°C emelkedés pedig pár másodperc alatt már nekrozishoz vezethet.

Végezetül szeretném megköszönni Professzor Úr alapos bírálatát és hogy kérdéseivel lehetővé tette a téma még precízebb és szélesebb látószögéből történő kifejtését, valamint szeretném még egyszer megköszönni, hogy észleléseimet elfogadta új eredményként.

Tisztelettel kérem válaszaim szíves elfogadását.

Pécs, 2021.05.25.

dr. Szalma József