

# Az emberi halántékcsontnak a csecsemő- és kisgyermekkor cochlearis implantáció szempontjából kiemelkedően fontos dimenziói

## *Klinikoradiológiai vizsgálat*

Perényi Ádám dr. ■ Jóri József dr. ■ Csanády Miklós dr.  
Bere Zsófia dr. ■ Rovó László dr.

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,  
Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged

*Bevezetés:* Korai cochlearis implantáció révén a praelingualis (beszéd kialakulása előtti) siketek a halló társadalom teljes értékű tagjaivá válhatnak. A korai diagnosztika széles körben elérhető és megteremti a korai cochlearis implantáció lehetőségét, mégis gyakran a fiatal életkorra hivatkozva későbbre kerül a műtét időpontja.

*Célkitűzés:* Célunk volt, hogy meghatározzuk a gyermek- és a felnőttalántékcsont cochlearis implantáció szempontjából releváns anatómiai paramétereit és különbségeit, valamint ezek hatását a műtét technikára és a műtét időpontjára.

*Módszer:* Irodalmi kutatómunkával és saját beteganyagunkon felmértük a cochlearis implantátum belső elektronikai egységének és aktív elektródájának beültetése során leginkább releváns méreteket: a halántékcsont nagy felbontású komputertomográfiai képein megmértük a halántékcsont squamájának vastagságát, és meghatároztuk a mastoid üregrendszer dimenzióit és a recessus facialis méreteit.

*Eredmények:* Felmérésünk alapján gyermekekénél szignifikánsan vékonyabbnak bizonyult a koponyacsont és a lágyszövet, fejletlen a mastoid üregrendszer, ugyanakkor nincs szignifikáns különbség a recessus facialis méretében.

*Következtetés:* Csecsemő- és gyermekkorai műtétek alkalmával érdemes modern, vékony implantátumot választani, amelyet nem kell csontágyba süllyeszteni. A kerek ablak kiválóan vizualizálható a csecsemők fejletlen mastoid üregrendszerének feltárása által, ami kevesebb csontmunkát igényel, így gyorsabb és kíméletesebb lehet a műtét. Az alacsony életkor sajátosságai óvatosságra intik a fülsebészt, de nem kell a fontos képletek sérülésének nagyobb kockázatától tartania.

Orv Hetil. 2019; 160(24): 936–943.

**Kulcsszavak:** siketség, cochlearis implantátum, bilaterális cochlearis implantáció, minimálisan invazív sebészet, halántékcsont méretei, recessus facialis

## Dimensions of the human temporal bone that are relevant to cochlear implantation surgery in infants and toddlers

### *A clinical-radiological study*

*Introduction:* Early cochlear implantation enables prelingual deaf individuals to become full members of the hearing society. Although early diagnostics are widely accessible and enable early rehabilitation, implant surgery often may be delayed due to a candidate's young age.

*Aim:* The authors' objectives were to determine the anatomical parameters of the pediatric and adult temporal bone that are relevant to cochlear implantation and to ascertain the differences between them in order to assess whether the anatomical differences could influence the surgical technique and the timing of surgery.

*Method:* Along with a survey of the literature, findings from the authors own cochlear implantees were assessed with respect to the most relevant dimensions of the internal electronic package, including the stimulating electrode of the cochlear implant, by measuring the squama of the temporal bone, the mastoid cavity and the facial recess on high resolution computed tomographic images.

**Results:** The skull and the overlying soft tissues proved to be thinner and the mastoid cavity was less developed in children than in adults, while no significant changes were noted in the size of the facial recess.

**Conclusions:** It is recommended to choose modern, thin implants that do not require sinking the implant package into a bone bed. Less bone work in infants and children enables excellent visualization of the round window through the underdeveloped mastoid cavity, which makes the procedure less time-consuming and minimally invasive. Indeed, a young age should alert ear surgeons to be cautious, but no higher risk of injury to important structures is predicted for young subjects than those that might occur in adults.

**Keywords:** deafness, cochlear implant, bilateral cochlear implantation, minimal invasive surgery, measurements on temporal bone, facial recess

Perényi Á, Jóri J, Csanády M, Bere Zs, Rovó L. [Dimensions of the human temporal bone that are relevant to cochlear implantation surgery in infants and toddlers. A clinical-radiological study]. *Orv Hetil.* 2019; 160(24): 936–943.

(Beérkezett: 2018. december 13.; elfogadva: 2019. január 26.)

### Rövidítések

ASSR = (auditory steady-state response) auditoros steady-state válasz; BERA = (brainstem evoked response audiometry) agytörzsi kiváltott válasz audiometria; CT = (computed tomography) számítógépes tomográfia; DPOAE = (distortion product otoacoustic emission) disztorziós kombinációs hangemisszió; SD = standard deviáció; SZTE = Szegedi Tudományegyetem

Siket, illetve súlyosan hallássérült csecsemők és kisgyermek korai cochlearis implantációval teljesen (re)habilitálhatók: elérhető, hogy elkerüljük a beszédfejlődésükben bekövetkező késést, vagy lehetővé tehetjük az ép halló kortársakhoz való gyors felzárkózást [1, 2]. Megfelelő hallás és beszédmegértés hiányában azonban törvényszerűen súlyos halláscsökkenésük, siketségük miatt beszéddel történő kommunikációra képtelenné válnak. A korai eredményes rehabilitáció alapja az a megfigyelés, hogy a hallással kapcsolatos effektoros szinaptikus kapcsolatok és neuralis projekciók hálózata (ún. *connectoma*) kb. 1,5–2 éves életkorra kialakul [2]. Az újszülöttek általános objektív hallásszűrése – amely hazánkban 2015 szeptemberétől kötelező [3] – felgyorsította a diagnosztikát, így korán kiszűrhetők a hallássérültek. Az ezt követő, nagy specificitású és szenzitivitású objektív audiológiai vizsgálatok (ASSR, DPOAE és BERA) biztosítják a pontos diagnózist. Súlyos fokú halláscsökkenés és anacusis esetén – amikor jól beállított, nagy teljesítményű hallókészülékkel sem érhető el megfelelő beszédfejlődés – cochlearis implantátum beültetése lehet indokolt [4], amit Magyarországon négy egyetemi klinikai központban (Budapesten, Debrecenben, Pécsen és Szegeden) végzünk. Képkötő vizsgálatok (a halántékcsontról nagy felbontású komputertomográfós vizsgálata vagy 'cone-beam' [kúpsugaras] komputertomográfia és az ún. belsőfül-protokoll szerint elvégzett mágneses rezonanciás képkötő vizsgálatok) segítségével állapítjuk meg, hogy az adott páciens anatómiai statusa lehetővé teszi-e a beavatkozás elvégzését [5, 6]. Akár 6 hónapos korra befejeződhet a diagnosztikai sor [7], mégis későbbi időpont-

ra kerülhet a cochlearis implantátum beültetése, aminek oka az alacsony életkor miatt felmerülő általános aneszteziológiai aggályokban (a vérvesztés mértéke, kihűlés, a túlhevülés lehetősége, a hosszú műteti idő, rejtett betegségek) [8], valamint egyes fülbészek abbéli aggodalmában keresendő, hogy a cochlearis implantáció bonyolultabb művelet lehet a gyermekpopulációban a felnőtteken végzett beavatkozáshoz képest. Alig találunk azonban olyan adatot a szakirodalomban, amely ez utóbbi feltevést egyértelműen alátámasztaná [9].

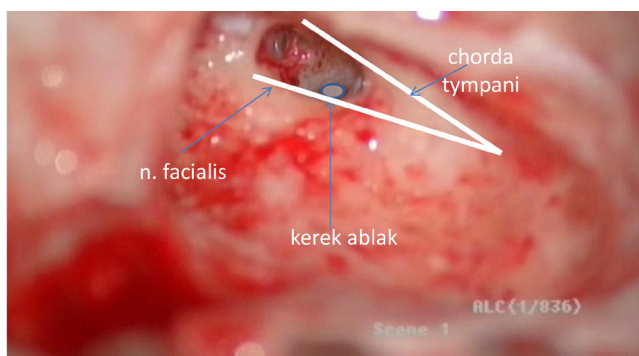
Műtéttechnikailag a cochlearis implantáció három fő szakaszra tagolható:

1. a processzor koponyacsontra illesztése és rögzítése;
2. a stimuláló elektróda eljuttatása a mastoid sejtrendszertől a dobüregbe (mastoidectomia és tympanotomia posterior);
3. a stimuláló elektróda bevezetése a kerek ablak membránján keresztül vagy a cochlea falának megnyitásával (cochleostomán keresztül) a cochlea scala tympani járatába.

Tapasztalatunk szerint az általunk is módosított műteti technikával, a modern, vékony implantátumok alkalmazásával a műtét időtartama lényegesen lerövidíthető [10].

A fenti korcsoportban igen vékony a koponyacsont és az azt borító lágyszövet rész is [11]. A mastoid sejtrendszer még fejletlen, emiatt a sinus sigmoideus és az arcideg felületesebben helyezkedik el. A leginkább elfogadott módszerrel, a fülbészeti fúróval végzett részleges mastoidectomiát követő tympanotomia posterior révén nyitjuk meg a dobüreget [6]. A tympanotomia posterior során a recessus facialisban – az incus rövid nyúlványa, a nervus facialis mastoidalis szakasza és a chorda tympani által határolt háromszögben – járatot készítünk a stimuláló elektródának, és biztosítjuk a rálátást a scala tympani juttatásának helyére, amely a kerek ablak vagy a csiga bazális kanyarulatán készített cochleostoma lehet (1. ábra).

Ez a műteti lépés a struktúrák közelsége miatt az arcideg és a chorda tympani sérülésének veszélyét hordozza



1. ábra

A nervus facialis és a chorda tympani által bezárt szög szárjai által határolt recessus facialis és a benne fúróval készített posterior tympanotomia mikroszkópos műtéti képe. Minimálisan invazív műtét során a kerek ablakon keresztül történik a stimuláló elektróda bevezetése a cochleába

magában. A csecsemők és a kisgyermekek fejkörfogata kisebb a felnőtteknél [12], így logikus arra gondolnunk, hogy a recessus facialis és a dobüreg is kisebb, ezáltal a felnőttkorinál még nagyobb az idegi struktúrák sérülésének veszélye.

Munkánk során megvizsgáltuk, hogy az 1 év körüli korosztály anatómiai sajátosságai – a halántékcsontnak a cochlearis implantáció szempontjából releváns anatómiai méretei – valóban nehezítik-e a műtét elvégzését, és emiatt indokolt-e a műtét későbbi időpontra halasztása.

## Módszer

Áttekintettük a koponyacsont vastagságára és a recessus facialis méreteire vonatkozó irodalmi adatokat.

Méréseket végeztünk saját beteganyagunkon a mastoid üregrendszer és a recessus facialis méretbeli eltéréseinek felmérésére. Összesen 6 olyan távolságot határoztunk meg, amellyel definiálható a mastoid üregrendszer és a posterior tympanotomia térfogata a halántékcsontról vizsgálataira kidolgozott protokollal készített komputer-tomográfias (CT) felvételeken:

D1: incus rövid nyúlványa–tegmen mastoideum (coronalis metszetben, a dobhártya síkjával párhuzamos síkban az incus rövid nyúlványának végpontja és a tegmen mastoideum távolsága);

D2: planum mastoideum–nervus facialis (coronalis metszetben a planum mastoideum és a nervus facialis dobüregi és mastoidealis határának távolsága);

D3: tegmen mastoideum–mastoid csúcs (sagittalis metszetben a mastoid csúcs és a tegmen tympani távolsága);

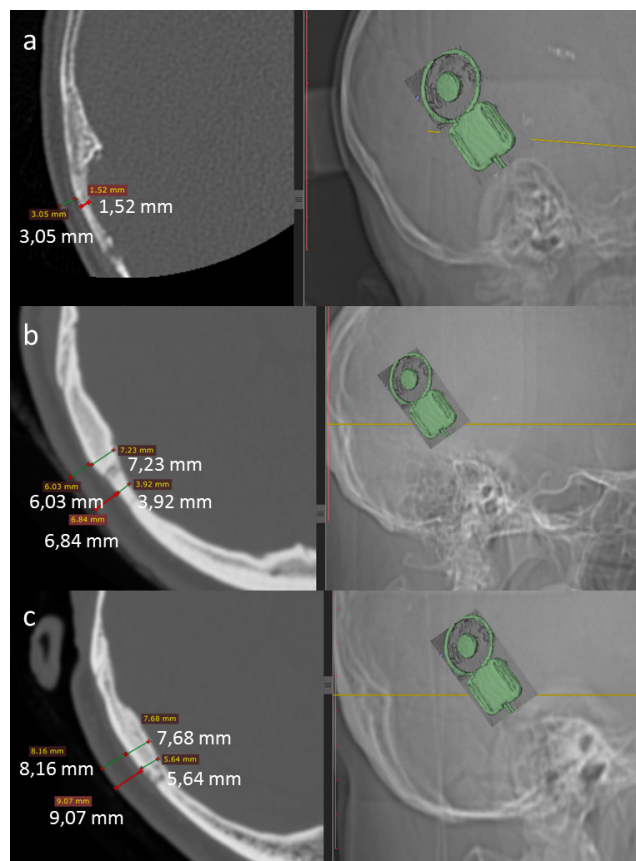
D4: nervus facialis–rostos dobgyűrű;

D5: kerek ablak–rostos dobgyűrű;

D6: kerek ablak–nervus facialis.

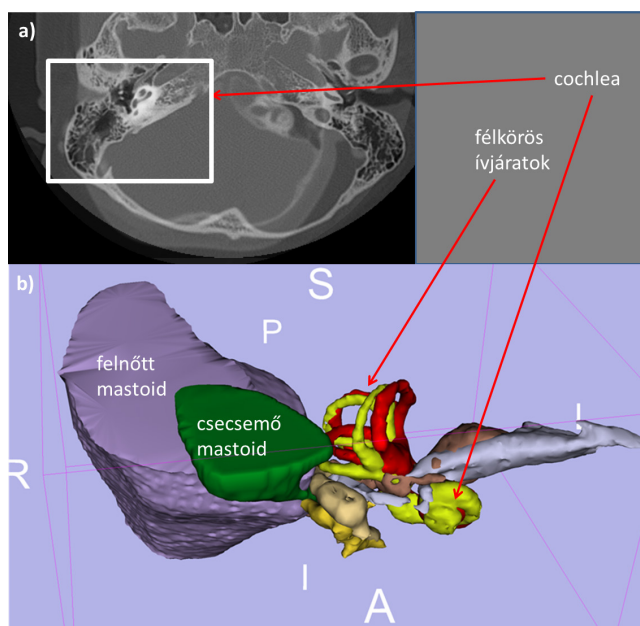
Adatbázisunkból kigyűjtöttük a cochlearis implantációt megelőző rutinkivizsgálás részeként a halántékcsontról 2015. január 1. és 2018. augusztus 31. között a Szent-Györgyi Albert Klinikai Központban készített vé-

kony szeletes CT-vizsgálatokat. Kizártuk a vizsgálatból azokat az eseteket, amelyekben a csontos labirintus fejlődési rendellenességét vagy korábbi műtét jeleit (például mastoidectomia, tympanoplastica) észleltük. A 10 legfiatalabb gyermekről készült vizsgálatokat (átlagéletkor:  $1,25 \pm 0,31$  év) és a randomizált módon 10 felnőttől (átlagéletkor:  $55,82 \pm 16,93$  év) készített sorozatot elemeztük. A méréseket végző személy radiológiai szakképzésben részt vevő fül-orr-gégész szakorvos. A vizsgálatunkba bevont betegek közül 9 beteg esetében Light-Speed 64 típusú (General Electric, Boston, MA, Amerikai Egyesült Államok) és 11 beteg esetében Brilliance iCT 256 (Philips, Amszterdam, Hollandia) típusú készülékekkel történt nagy felbontású CT-vizsgálat (szeletvastagság: 0,625 mm és 0,4 mm). A készülékek különbözősége nem befolyásolja méréseink eredményét a vizsgálati paraméterek jó egyezősége miatt. A távolságméréseket Slicer 4.2 szoftverrel, multiparametrikus nézetben végeztük a vizsgálati alanyok mindkét oldalán. A statisztikai értékelést a Mann-Whitney Sum Rank-próbával végeztük.



2. ábra

Gyermekek és felnőttek koponyacsontjának és lágyszöveti részének vastagsága a cochlearis implantátum belső egységének helyén [a] 12 hónapos gyermek, b) 7 éves gyermek, c) 75 éves felnőtt]. Bal oldalon csontablakos, axiális síkú CT-szeletek, jobb oldalon topogramokra vetítve egy cochlearis implantátum hozzávetőlegesen méretarányos belső processzora látható. A mérések és a cochlearis implantátum rekonstrukciós képe RadiAnt DICOM Viewer 4.6.5 szoftverrel készült



**3. ábra** | 1 éves csecsemő és 50 éves felnőtt halántécsontjának összehasonlítása szemléltető ábrán. a) A cochlea bazális kanyarulatán áthaladó, axiális síkú CT-szeletek egymásra vetítve. b) 3D Slicer 4.2-vel készített 3D-rekonstrukciók egymásra vetítve. A belső fülek méretei megegyeznek, lényeges különbséget a mastoid rendszer volumenében találunk

Cochlearis implantáltjaink, illetve törvényes képviselőik előzetesen beleegyeztek klinikai adataik tudományos célból, anonim módon történő felhasználásába.

## Eredmények

Nagy esetszámra vonatkozó irodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a gyermekek koponyacsontja szignifikánsan vékonyabb, mint a felnőtteké ( $3,39 \pm 1,05$  SD mm *versus*  $6,33 \pm 0,64$  SD mm) [11]. Ezek az értékek használhatók a cochlearis implantátumok belső procesz-

szorának helyén is, ezért azokat alapul véve a 2. ábrán szemléltetjük a méretbeli eltéréseket.

A szakirodalmi adatok szerint a recessus facialis és a belső fül méretei már a születéskor megegyeznek a felnőttkori méretekkel [13–15].

A halántécsont méreteit illetően a szakirodalmi adatok szerint a hártás labirintus a 16–20. intrauterin hétre eléri a felnőttkori méreteket [16], és annak ellenére, hogy a halántécsont pars squamosája, a dobüreg és a mastoid üreg növekszik, a csontos labirintus mérete nem változik az életkor előrehaladtával [13].

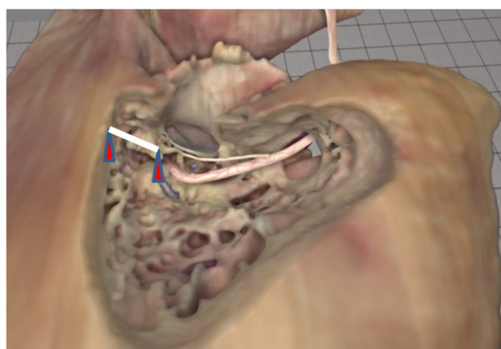
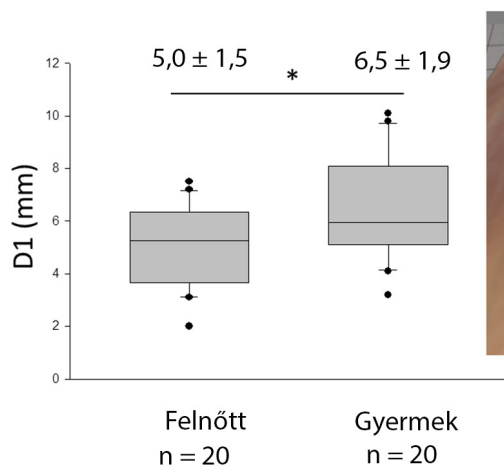
Saját implantáltjaink példáján keresztül is megalapozottan találjuk a fenti állítást, és a 3. ábrán szemléltetjük.

Találtunk olyan irodalmi adatot, mely szerint elképzelhető, hogy statisztikailag szignifikánsan változik a cochlea bazális kanyarulatának sziklacsonton belüli orientációja a korai életszakaszban (2 éves korig), és a 2 éves életkort követően nem változik ez a tényező [17].

A mastoid üregrendszer méretbeli változásának megítélése céljából a saját beteganyagunkon végzett méréseink eredményét a 4/a–c ábrákon mutatjuk be.

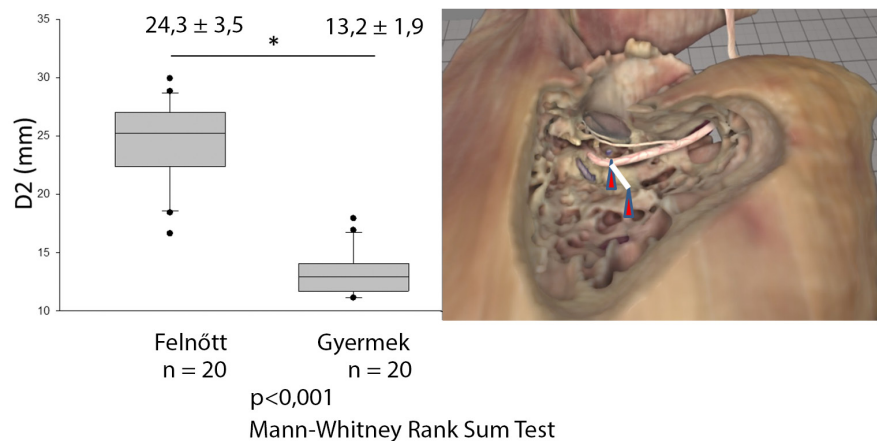
Az incus rövid nyúlványa és a tegmen mastoideum távolsága (D1) felnőtteknél  $5,0 \pm 1,5$  mm, míg gyermekeknél  $6,5 \pm 1,9$  mm ( $p = 0,014$ ), tehát gyermekeknél szignifikánsan nagyobb (4/a ábra). A planum mastoideum és az arcideg távolsága (D2) gyermekeknél  $13,2 \pm 1,9$  mm, míg felnőtteknél  $24,3 \pm 3,5$  mm ( $p < 0,001$ ), tehát felnőtteknél szignifikánsan nagyobb (4/b ábra). A tegmen mastoideum és a mastoid csúcs távolsága (D3) gyermekeknél  $17,8 \pm 2,4$  mm, míg felnőtteknél  $35,9 \pm 5,6$  mm ( $p < 0,001$ ), tehát felnőtteknél szignifikánsan nagyobb (4/c ábra).

Ugyanazon beteganyagunkon a recessus facialis méreteinek és a kerek ablak mélységi viszonyainak változására vonatkozó méréseink eredményét az 5/a–c ábrákon ábrázoljuk.

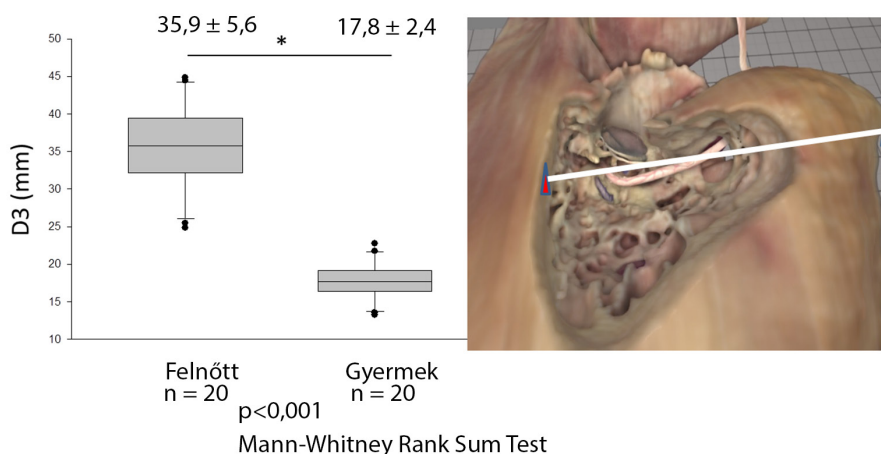


$p = 0,014$

**4/a ábra** | Az incus rövid nyúlványa és a tegmen mastoideum távolsága gyermekeknél nagyobb, mint felnőtteknél. Bal oldalon a diagramon a mérések átlagát tüntettük fel, jobb oldalon virtuális háromdimenziós ábrán (3D Slicer 4.2, Virtual Ear Simulator) a vizsgált távolságot (D1) fehér vonallal jelöltük



**4/b ábra** | A planum mastoideum és az arcideg közötti távolság gyermekeknél szignifikánsan rövidebb, mint felnőtteknél. Bal oldalon a diagramon a mérések átlagát tüntették fel, jobb oldalon virtuális háromdimenziós ábrán (3D Slicer 4.2, Virtual Ear Simulator) a vizsgált távolságot (D2) fehér vonallal jelöltük



**4/c ábra** | A tegmen mastoideum és a mastoid csúcs közötti távolság gyermekeknél szignifikánsan rövidebb, mint felnőtteknél. Bal oldalon a mérések átlagát tüntették fel, jobb oldalon virtuális háromdimenziós ábrán (3D Slicer 4.2, Virtual Ear Simulator) a vizsgált távolságot (D3) fehér vonallal jelöltük

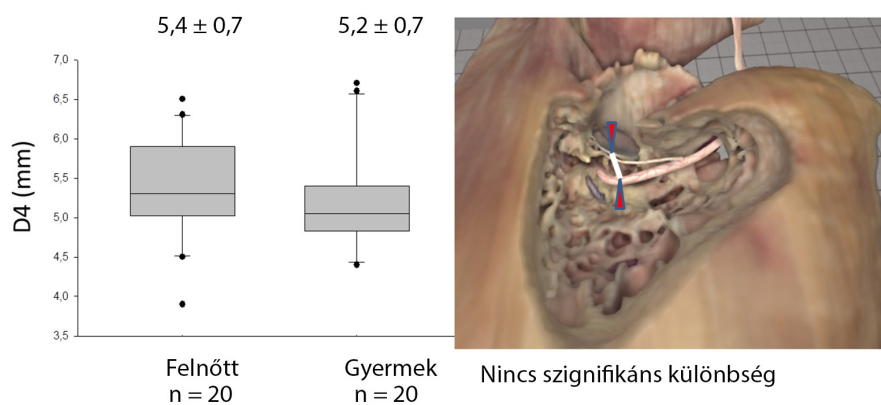
A nervus facialis és a rostos dobgyűrű távolsága (D4) felnőttekben  $5,4 \pm 0,7$  mm és gyermekekben  $5,2 \pm 0,7$  mm (5/a ábra). A kerek ablak és a rostos dobgyűrű távolsága (D5) felnőttekben  $6,7 \pm 0,6$  mm és gyermekekben  $6,9 \pm 0,8$  mm (5/b ábra). A kerek ablak és a nervus facialis távolsága (D6) felnőttekben  $5,2 \pm 0,1$  mm és gyermekekben  $6,6 \pm 0,7$  mm (5/c ábra). Nem tapasztalunk szignifikáns különbséget a D4–D6 távolságokban a felnőttek és a gyermekek között.

## Megbeszélés

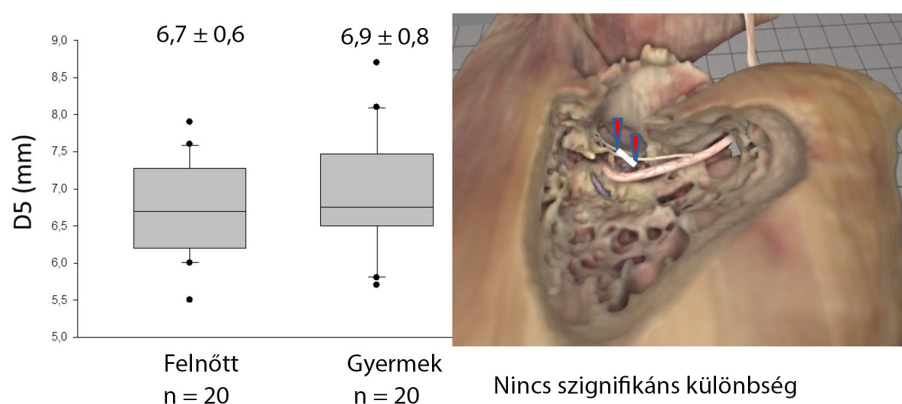
A gyermekek koponyacsontja és az azt borító lágyszövetek lényegesen vékonyabbak a felnőttekéknél [11]. A korábbi típusú implantátumok belső elektronikai egysége jelentősen vastagabb volt a modern, vékony elektronikai kapszulával rendelkező implantátumokénál [10], ezért mindenképpen be kellett sülyeszteni őket a koponyacsontba, ami a koponya integritását károsítva meggyengítette azt. A klasszikus, széles körben alkalmazott műtéti technika [6, 18] számos, akár súlyos szövődemény (agyininfarktus

[19], epiduralis vérzés [20], a halántéklebény infarktusa és a sinus sigmoideus trombóza [21], subduralis vérzés, agygerincvelői folyadék szivárgása [22], lágyszövetek elhalálása) veszélyét is hordozza. A vékony profilú implantátumok megjelenése megteremtette a „subperiostealis pocket” [23] és a „szoros subperiostealis pocket” [24] technika lehetőségét – mely utóbbit a SZTE Fül-Orr-Gégészeti Klinikáján a legtöbb esetben alkalmazunk. Nemzetközi multicentrikus tanulmányunk eredményéből arra következtettünk, hogy a vékony implantátumokat rövid bőrmetszést követően kis feltárásból, akár csontágy készítése nélkül, a lágyszövetek integritásának megbontása, ezáltal meggyengítése nélkül ültethetjük be, és nincs szükség rögzítő varratokra [10]. Ezzel a technikával – amellyel, hogy a beavatkozás minimálisan invazív válik – a műtéti időtartam is jelentősen lerövidíthető.

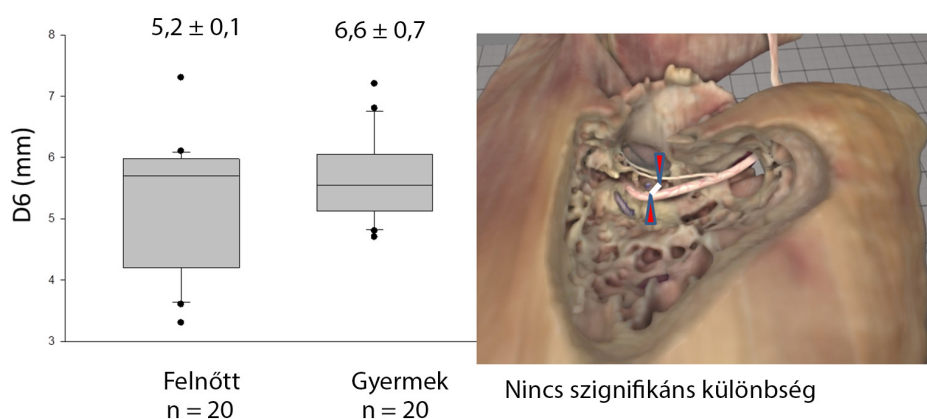
Az antrum craniocaudalis méretét jellemezhetjük az incus rövid nyúlványa és a tegmen mastoideum távolságával (D1). A mastoid üregrendszer laterolaterális méretét (mélységét) a planum mastoideum és az arcideg tá-



5/a ábra | Az arcideg és a rostos dobgyűrű távolságát vizsgálva nincs szignifikáns különbség gyermekek és felnőttek között. Bal oldalon a diagramon a mérések átlagát tüntettük fel, jobb oldalon virtuális háromdimenziós ábrán (3D Slicer 4.2, Virtual Ear Simulator) a vizsgált távolságot (D4) fehér vonallal jelöltük



5/b ábra | A kerek ablak és a rostos dobgyűrű távolságát vizsgálva nincs szignifikáns különbség gyermekek és felnőttek között. Bal oldalon a mérések átlagát tüntettük fel, jobb oldalon virtuális háromdimenziós ábrán (3D Slicer 4.2, Virtual Ear Simulator) a vizsgált távolságot (D5) fehér vonallal jelöltük



5/c ábra | A kerek ablak és az arcideg távolságát vizsgálva nincs szignifikáns különbség gyermekek és felnőttek között. Bal oldalon a mérések átlagát tüntettük fel, jobb oldalon virtuális háromdimenziós ábrán (3D Slicer 4.2, Virtual Ear Simulator) a vizsgált távolságot (D6) fehér vonallal jelöltük

volsága (D2), craniocaudalis kiterjedését a tegmen mastoideum és a mastoid csúcs távolsága (D3) adja meg. A D1 : D3 arány – amely az antrum és a mastoid üreg arányát adja meg – a felnőtteknél 0,14, a gyermekeknél 0,37, miközben a D1 a gyermekeknél a felnőttekhez képest nagyobb és a D3 a gyermekeknél a felnőttekhez ké-

pest szignifikánsan kisebb volt. Megjegyezzük, hogy az újszülötteknek még nincs pneumatizált mastoidalis sejtszisztémájuk, csak az antrum mastoideum van jelen, mely légtartó vagy embrionális kötőszövetrel van kitöltve, és belőle kiindulva fejlődnek és 1 éves kor körül jelennek meg a légtartó mastoid sejtek [25].

Sebészi könnyebbséget jelent és gyorsítja a műtétet, hogy gyermekek esetében kevesebb csontot kell eltávolítani, ugyanakkor – mivel az arcideg kevésbé mélyen fut – óvatosabb munkával kell kialakítani a sekélyebb mastoidectomiás üreget. Óvatosságra int az az eredményünk is, hogy az antrum mérete a teljes mastoid üreg craniocaudalis kiterjedéséhez viszonyítva relatíve nagy, ami miatt könnyen „eltévedhet” és okozhatja az arcideg sérülését a gyermekfülműtétekben tapasztalatlan sebész. Megjegyezzük, hogy a gyermekkori fülműtétek száma jelentősen csökkent, és a fülsebészeti és cochlearis implantációs kurzusokon is felnőtt specimeneken gyakorolnak a résztvevők. Biztonságos megoldást kínál, ha a tegmen mastoideum mentén haladva keressük fel az antrumot, és így hozzuk látótérbe az incus rövid nyúlványát, amely rámutat az arcidegre. Ezt követően biztonságosan előkészíthetjük a területet a dobüreg megnyitására. Arcidegmonitor rutinszerű alkalmazásával tovább fokozhatjuk a biztonságot.

A nemzetközi szakirodalomban fellelt kadáver- és képalkotó vizsgálatok eredménye – melyek szerint míg a koponya méretei nőnek a születéstől kezdve gyermekkorban, addig a belső fül és a recessus facialis méretei már a születéskor megegyeznek a felnőttkori méretekkel [13–15] – megfelel klinikai tapasztalatainknak és saját beteganyagunkon végzett méréseink eredményének (4. és 5. ábra). Ez azt jelenti, hogy a dobüreg legelfogadottabb megnyitási módszerében, az ún. tympanotomia posteriorban nincs érdemi különbség. További klinikai tapasztalatunk, hogy gyermekek kevésbé scleroticus a tympanotomia posterior során elfűrandó csontállomány, ami megkönnyíti a fűrást és az idegi struktúrák csontállományon belüli elkülönítését.

## Következtetés

A cochlearis implantáció műtéti technikája nem jelent szükségzerűen nagyobb kockázatot az alacsony életkor anatómiai sajátosságai miatt. A mastoid üreg fejletlensége csecsemő- és kisgyermekkorban megkönnyíti a kerek ablak vizualizálását, és a koponyacsonton végzett kevesebb csontmunka által még kisebb traumával végezhető el a műtét. Vizsgálatunkból arra következtetünk, hogy az 1 év körüli korosztály anatómiai sajátosságai – a halántékcsontnak a cochlearis implantáció szempontjából releváns anatómiai méretei – nem nehezítik meg a műtét elvégzését, és nem indokolják a hallásrehabilitációs műtét halogatását.

*Anyagi támogatás:* A közlemény megírása, illetve a kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

*Szerzői munkamegosztás:* P. Á.: A CT-felvételeken végzett mérések, a protokoll kidolgozása, a vizsgálat lefolytatása, a kézirat megszüvegezése, a CT-felvételek 3D-re-

konstrukciójának elkészítése. J. J., R. L.: A protokoll kidolgozása, műtétek végzése, a kézirat megszüvegezése. Cs. M.: A kézirat megszüvegezése. B. Zs.: Az eredmények statisztikai elemzése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

*Érdekeltségek:* A szerzőknek nincsenek érdekeltségeik.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Szegei Tudományegyetem Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ Radiológiai Klinikájának és az Affidea Diagnosztika Kft.-nek a kiváló minőségű komputertomográfus vizsgálatok elvégzéséért. Köszönet illeti dr. Nagy Attilát a Slicer 4.2 szoftver kezelésének elsajátításában, Szamosközi Alicét és Perényi-Csáthi Évát a kézirat tartalmi és nyelvhelyességi ellenőrzésében nyújtott segítségért.

## Irodalom

- [1] Hehar SS, Nikolopoulos TP, Gibbin KP, et al. Surgery and functional outcomes in deaf children receiving cochlear implants before age 2 years. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002; 128: 11–14.
- [2] Kral A, Kronenberger WG, Pisoni DB, et al. Neurocognitive factors in sensory restoration of early deafness: a connectome model. *Lancet Neurol.* 2016; 15: 610–621.
- [3] Guidelines of the Ministry of Human Resources for full age-related hearing screening of children aged 0–18 years and for the care and rehabilitation of filtered children. [Az Emberi Erőforrások Minisztériuma szakmai irányelve a 0–18 éves korú gyermekek teljes körű, életkorhoz kötött hallásszűréséről és a kiszűrt gyermekek gondozásba, rehabilitációba vételéről. 2015. *EüK 9. szám EMMI szakmai irányelv hatályos: 2015. 05. 27-től.*] Emberi Erőforrások Minisztériuma – Egészségügyért Felelős Államtitkárság, Budapest, 2015. Available from: [http://www.hbcs.hu/uploads/jogszabaly/2203/fajlok/0\\_18\\_eves\\_koru\\_gyermekek.pdf](http://www.hbcs.hu/uploads/jogszabaly/2203/fajlok/0_18_eves_koru_gyermekek.pdf) [accessed: December 12, 2018]. [Hungarian]
- [4] Deggouj N, Gersdorff M, Garin P, et al. Today's indications for cochlear implantation. *B-ENT* 2007; 3: 9–14.
- [5] Perényi Á, Bella Zs, Baráth Z, et al. Role of cone-beam computed tomography in diagnostic otorhinolaryngological imaging. [A cone-beam komputertomográfia alkalmazása a fül-orr-gégészeti képalkotásban.] *Orv Hetil.* 2016; 157: 52–58. [Hungarian]
- [6] Lenarz T. Cochlear implant – state of the art. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2017; 16: Doc04. doi: 10.3205/cto000143.
- [7] Cunningham RF. Cochlear implants. In: A resource guide for early detection and intervention. NCHAM eBook, Chapter 13, 1–12. National Center for Hearing Assessment and Management, Utah State University, Logan, UT, 2015. Available from: [http://www.infantheating.org/ehdi-ebook/2015\\_ebook/13-Chapter13CochlearImpants2015.pdf](http://www.infantheating.org/ehdi-ebook/2015_ebook/13-Chapter13CochlearImpants2015.pdf) [accessed: December 12, 2018].
- [8] Basura GJ, Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications, and results. *Laryngoscope* 2009; 119: 2395–2401.
- [9] McRackan TR, Reda FA, Rivas A, et al. Comparison of cochlear implant relevant anatomy in children versus adults. *Otol Neurotol.* 2012; 33: 328–334.
- [10] Perényi A, Toth F, Nagy AA, et al. Early experience on a modern, thin cochlear implant family. A retrospective, international multicenter study. *J Med Life* 2018; 11: 146–152.
- [11] Posta B, Jarabin JA, Perényi Á, et al. Pediatric hearing rehabilitation with the Baha® Attract implant system. [Fiatalkori hallásre-

- habilitáció Baha® Attract implantátumrendszerrel] Orv Hetil. 2017; 158: 304–310. [Hungarian]
- [12] Nellhaus G. Head circumference from birth to eighteen years: practical composite international and interracial graphs. *Pediatrics* 1968; 41: 106–114.
- [13] Eby TL, Nadol JB Jr. Postnatal growth of the human temporal bone. Implications for cochlear implants in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1986; 95: 356–364.
- [14] O’Donoghue GM, Jackler RK, Jenkins WM, et al. Cochlear implantation in children: the problem of head growth. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1986; 94: 78–81.
- [15] Dahm MC, Shepherd RK, Clark GM. The postnatal growth of the temporal bone and its implications for cochlear implantation in children. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1993; 505: 1–39.
- [16] Bast TH. XXXII Development of the otic capsule: VI. Histological changes and variations in the growing bony capsule of the vestibule and cochlea. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1942; 51: 343–357.
- [17] Kiran AS, Varghese AM, Irodi A, et al. Radiological evaluation of cochlear orientation and its implications in cochlear implantation. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2018; 70: 1–9.
- [18] Clark GM, Pyman BC, Balley QR. The surgery for multiple electrode cochlear implantations. *J Laryngol Otol.* 1979; 93: 215–223.
- [19] Proops DW, Stoddart RL, Donaldson I. Medical, surgical and audiological complications of the first 100 adult cochlear implant patients in Birmingham. *J Laryngol Otol Suppl.* 1999; 24: 14–17.
- [20] Gosepath J, Maurer J, Mann WJ. Epidural hematoma after cochlear implantation in a 2.5-year-old boy. *Otol Neurotol.* 2005; 26: 202–204.
- [21] Staecker H, Chow H, Nadol JB Jr. Osteomyelitis, lateral sinus thrombosis and temporal lobe infarction caused by infection of a percutaneous cochlear implant. *Am J Otol.* 1999; 20: 726–728.
- [22] Dodson K, Maiberger P, Sismanis A. Intracranial complications of cochlear implantation. *Otol Neurotol.* 2007; 28: 459–462.
- [23] Balkany TJ, Whitley M, Shapira Y, et al. The temporalis pocket technique for cochlear implantation: an anatomic and clinical study. *Otol Neurotol.* 2009; 30: 903–907.
- [24] Jethanamest D, Channer GA, Moss WJ, et al. Cochlear implant fixation using a subperiosteal tight pocket without either suture or bone-recess technique. *Laryngoscope* 2014; 124: 1674–1677.
- [25] Cheatle AH. The infantile types of mastoid with ninety-six specimens. *J Laryngol.* 1907; 22: 256.

(Perényi Ádám dr.,  
Szeged, Tisza Lajos krt. 111., 6725  
e-mail: perenyi.adam@med.u-szeged.hu)

„*Natura artis magistra.*”  
(A természet a művészet tanítómestere.)