

# A cone-beam komputertomográfia alkalmazása a fül-orr-gégészeti képalkotásban

Perényi Ádám dr.<sup>1\*</sup> ■ Bella Zsolt dr.<sup>1\*</sup> ■ Baráth Zoltán dr.<sup>2</sup>  
Magyar Péter dr.<sup>3</sup> ■ Nagy Katalin dr.<sup>2</sup> ■ Rovó László dr.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,  
Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged

<sup>2</sup>Szegedi Tudományegyetem, Fogorvostudományi Kar, Szeged

<sup>3</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Radiológiai és Onkoterápiás Klinika, Budapest

A modern fül-orr-gégészetben a pontos diagnózis és a korrekt műtéti tervezés alapja a részletes vizualizációt eredményező képalkotás. A csontos keretbe zárt struktúrákat gyakran vizsgálják komputertomográfiával. Az ionizáló sugárzás veszélyeit figyelembe véve az ismételt vizsgálatok hatványozottan növelik a sugárérzékeny szövetek károsodásának kockázatát. A szerzők összehasonlítják a hagyományos és a cone-beam komputertomográfiát, és bemutatják a cone-beam komputertomográfia fül-orr-gégészeti képalkotásban betöltött helyét, előnyeit és korlátait. Összefoglalják a nemzetközi szakirodalomból és saját betegek vizsgálatából származó tapasztalataikat. Eredményeik szerint a hagyományos komputertomográfia effektív sugárdózisának töredékével nagy térbeli felbontású vizsgálatok végezhetőek tet-szöleges síkú és térbeli rekonstrukciókkal. A cone-beam komputertomográfia megfelelő indikációban kiváló vizsgálómódszer a fül-orr-gégészeti diagnosztikában. Lényegesen alacsonyabb sugárterhelése miatt a hagyományos komputertomográfia alternatívája, valamint a per- és posztoperatív betegkövetés hatékony eszköze is lehet, különösen az ismételt komputertomográfias vizsgálatot igénylő esetekben. *Orv. Hetil.*, 2016, 157(2), 52–58.

**Kulcsszavak:** fül-orr-gégészet, képalkotás, cone-beam komputertomográfia, sugárterhelés, szürke hályog

## Role of cone-beam computed tomography in diagnostic otorhinolaryngological imaging

Accurate diagnosis and preoperative planning in modern otorhinolaryngology is strongly supported by imaging with enhanced visualization. Computed tomography is often used to examine structures within bone frameworks. Given the hazards of ionizing radiation, repetitive imaging studies exponentially increase the risk of damages to radiosensitive tissues. The authors compare multislice and cone-beam computed tomography and determine the role, advantages and disadvantages of cone-beam computed tomography in otorhinolaryngological imaging. They summarize the knowledge from the international literature and their individual imaging studies. They conclude that cone-beam computed tomography enables high-resolution imaging and reconstruction in any optional plane and in space with considerably lower effective radiation dose. Cone-beam computed tomography with appropriate indications proved to be an excellent diagnostic tool in otorhinolaryngological imaging. It makes an alternative to multislice computed tomography and it is an effective tool in perioperative and postoperative follow-up, especially in those cases which necessitate repetitive imaging with computed tomography.

**Keywords:** otorhinolaryngology, diagnostic imaging, cone-beam computed tomography, radiation exposure, cataract

*Perényi, Á., Bella, Zs., Baráth, Z., Magyar, P., Nagy, K., Rovó L.* [Role of cone-beam computed tomography in diagnostic otorhinolaryngological imaging]. *Orv. Hetil.*, 2016, 157(2), 52–58.

(Beérkezett: 2015. október 13.; elfogadva: 2015. november 5.)

\*Mindkét szerző azonos mértékben vett részt a közlemény elkészítésében.

## Rövidítések

ALARA = (as low as reasonably achievable) észszerűen elérhető legalacsonyabb érték; CBCT = cone-beam komputertomográfia; CT = komputertomográfia; DICOM = (digital imaging and communications in medicine) digitális képkezelés és kommunikáció az orvostudományban; DVT = digitális volumetomográfia; FEES = funkcionális endoszkópos orrmelléküregműtét; HU = Hounsfield-egység; MRI = mágneses rezonanciás képalkotás; MDCT, MSCT = multidetektoros, multislice komputertomográfia (egymás szinonimái)

A modern fül-orr-gégészetben a pontos diagnózis és a korrekt műtéti tervezés alapja a részletes vizualizációt eredményező képalkotás. A csontos keretbe zárt struktúrákat gyakran vizsgáljuk komputertomográfiával. A hagyományos röntgenfelvételek a módszerből adódó alapvető hátrányos tulajdonságok miatt, a részletes anamnézis és klinikai tünetek ismeretében – kevés eset kivételével – ma már nem tarthatók megfelelőnek, mert nem visznek közelebb a diagnózis felállításához és a választandó terápiához.

A CBCT vagy más néven digitális volumetomográfia az Európában 1996-ban történő bevezetése óta jelentős fejlődésen ment keresztül. A készüléket eredetileg fogászati (kifejezetten az implantológiai) képalkotás céljából fejlesztették. A cél az volt, hogy alacsony sugárdózissal készüljenek igen részletgazdag, a hagyományos CT minőségével összevethető – vagy akár annál jobb – minőségű képek az alsó és felső állcsontokról. Előnyös tulajdonságai miatt a fogászati alkalmazás mellett elterjedt a módszer más szakterületeken, így a fül-orr-gégészeti képalkotásban is. Ma Magyarországon egyre több fogászati képi diagnosztikával foglalkozó ellátóhelyen áll rendelkezésre. Habár a modern gépek egy része alkalmas fül-orr-gégészeti struktúrák vizsgálatára, az egészségbiztosítási finanszírozás hiánya eddig nem tette lehetővé a módszer széles körű elterjedését a magyarországi fül-orr-gégészeti képalkotói gyakorlatban, annak ellenére, hogy számos esetben előnyösebb lenne a hagyományos CT-vizsgálatnál.

## Módszer

### *Működési elv*

A CBCT-készülék is – a hagyományos MSCT-hez hasonlóan – egy röntgensugárforrásból és egy vele szemben elhelyezkedő, kényszerkapcsolásban lévő detektorból áll [1, 2]. A sugárforrás és a detektor, a felvétel beállításától függően, 7–40 másodperc alatt végez egy teljes körfordulatot a páciens fejének axiális tengelye körül [1, 2]. Eközben kúp (angolul cone – kúp) alakban széttérő röntgensugárnyalábjába (angolul beam – sugár) úgynevezett flat panel síkdetektoron kétdimenziós szummációs képek sorozatát rögzíti a teljes céltérfogatról. A céltérfogatot a képmező széleinek megjelölésével – lézertény és alacsony sugárdózissal, kétdimenziós röntgen-

felvétel segítségével – állíthatjuk be a beteg fejének megfelelő pozicionálása mellett. Léteznek kis, közepes és nagy képmező (úgynevezett field of view) beállítására alkalmas készülékek. Fül-orr-gégészeti képalkotás céljából a nagy képmezőjű készülékek javasolhatók, hiszen a sugárforrás egy körbefordulásával leképezhető velük a teljes arckoponya. A szummációs képekből készül speciális algoritmus segítségével, rekonstrukció útján a 3D képi adatbázis [1, 2]. Tehát az egyes szeletek között nincs léptetés, így nem keletkezik információvesztés.

### *A készülék*

A hagyományos CT-készülékekhez képest a CBCT-készülékek jóval kisebb helyigényű, kompakt, jóval olcsóbban beszerezhető és olcsóbban fenntartható készülékek. Egy vizsgálat fajlagos költsége lényegesen kisebb. Előnyös tulajdonságai mind segíthetik az elterjedését.

A betegpozicionálás a készülék típusától függ: A betegvizsgálat a modern készülékek többségével ülő helyzetben történik, de léteznek olyan készülékek is, amelyekkel álló, esetleg háton fekvő helyzetben vizsgálhatunk. A vizsgálat ideje alatt a betegnek a fejét mindvégig mozdulatlanul kell tartania, ehhez segítségül szolgál az álltámasz és a felhelyezett homlokpánt. Ha a beteg nem kooperál, megmozdítja a fejét, a felvétel a mozgás eredményezte műtermék miatt életlen, ezáltal értékelhetetlen lesz. A szerzők tapasztalata szerint azonban már 5 éves gyermekek is együttműködők, így alkalmasak lehetnek a vizsgálatra. Léteznek intraoperatív vizsgálatra alkalmas mobil készülékek is.

A CBCT-vel végzett vizsgálatok számos előnnyel rendelkeznek: A képek apró térfogatelemei, az úgynevezett voxelek a korábbi CT-berendezésekkel készült képszeletek hasáb alakú voxeleivel ellentétben egyenlő oldalhosszúságúak (izotropikusak), azaz kocka alakúak. (A voxel [a név a „volume pixel” rövidítéséből származik] egy háromdimenziós kép legkisebb megkülönböztethető egysége, amely mindhárom tengely mentén kiterjedéssel bír.) A voxelek oldalhosszúsága a készülék paramétereitől és a felvétel beállításától függően igen rövid, szubmilliméteres (akár 0,075 mm) lehet, így nagy felbontással, „lépcsőműtermék” nélkül készíthető nemcsak konvencionális axiális, coronalis és sagittalis, hanem bármilyen egyedi síkú rekonstrukció, valamint felszíni és térfogat-rekonstrukció [1]. Legalább olyan jó térbeli felbontás érhető el, mint multislice CT-vel, de a multislice CT sugárdózisának töredékével [3]. Beállítható a képmező nagysága (átmérője és magassága), a felbontás (a voxelek oldalhosszúsága) és a körfordulási idő, valamint az expozíciószám megválasztásával a vizsgálat időtartama is befolyásolható. Mindezek az állítható paraméterek együttesen határozzák meg a képminőséget és a sugárdózist. Emellett a készülékekben sugárdózis-moduláló alkalmazás is megtalálható, amely észszerű keretek között tartja a vizsgálati opciókat. Így például nem készíthetünk nagy képmezővel (például 23 cm magasság, 16

cm átmérő) nagy felbontású (0,1 mm) felvételeket. A maxilla, mandibula és a halántékcsontról nagy felbontással ábrázolható [4]. CBCT-vel a fémek (például fogkorona, fogtömések, cochlearis implantátum, középfül-implantátum, csontöngző fémek) körül kevesebb műtermék keletkezik, mint hagyományos CT-vel [5]. További előnyt jelent, hogy a szolgáltatók a vizsgálatokat rögzítő adathordozón (CD vagy DVD) mellékelnek olyan képnézegető szoftvert, amely segítségével az utólagos rekonstrukciókat rövid elméleti és gyakorlati útmutatást követően bárki könnyen elkészítheti, akár saját személyi számítógépen is. A képi adatbázis elmenthető DICOM formátumban, így más képnézegető szoftverekkel is könnyen kezelhető.

Az előnyös tulajdonságok mellett számolnunk kell a vizsgálati technikából adódóan bizonyos hátrányokkal is: Az MSCT-nél lényegesen kisebb sugárterhelés ára a nagyobb szóródás, a rosszabb jel-zaj arány és gyengébb szöveti felbontás is. Tipikus denzitásértékek nem adhatók meg pontosan, így nem alkalmazható a Hounsfield-skála. Helyette a szürke árnyalatok kontrasztja és fényereje határozza meg a képmegjelenést.

A CBCT a kiváló csont–nyálkahártya–levegő kontraszt révén leginkább csontvizsgálatra alkalmas, azonban a gyenge lágy szöveti felbontóképessége miatt lágyrész-elváltozások szöveti differenciálására nem [1, 2, 5].

Fül-orr-gégészeti vonatkozásban az eljárás alkalmas lehet az orrmelléküregek, sziklacsontról, illetve a garat légsáv körüli lágy részei térfogatának és alakjának vizsgálatára, hiszen itt a szükséges kontrasztot a levegő vagy annak hiánya biztosítja [2, 5]. Tumoros, gyulladáshoz vagy hematológiai lágyrész-infiltráció esetén hagyományos CT- vagy MR-vizsgálat végzendő [5]. Kontrasztanyag alkalmazásával egyelőre nem történtek rutinszerű vizsgálatok [6].

## Eredmények

### Sugárterhelés

A többszöri ismételt, sugárterheléssel járó koponyavizsgálatok reális veszélye az irreverzibilis szemkárosodás, genetikai rendellenesség és a sugárérzékeny szövetek – például a szemlencse, a pajzsmirigy, a nyálmirigyek, a csontvelő és a bőr – rosszindulatú daganatának kialakulása.

A szemlencse az egyik legsugárérzékenyebb emberi szövet. A Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság 1990. évi állásfoglalása szerint 0,5–2,0 Sv egyszeri és 5,0 Sv frakcionált sugárdózis már észlelhető szemlencsehomályt, látásvesztést okoz [7]. Összehasonlításképpen egy tengerentúli repülőút 0,05 mSv, egy mellkasröntgen 1 mSv, egy natívan és kontrasztanyaggal végzett koponya CT-vizsgálat 4 mSv sugárterheléssel jár. Ugyanakkor a determinisztikus hatással ellentétben számos epidemiológiai és kísérletes vizsgálat a sztochasztikus hipotézis mellett áll ki, amely értelmében már jóval alacsonyabb sugárdózisok is okozhatnak szürke hályogot, küszöbsugárdózistól függetlenül [8]. Egy közelmúltban megjelent, nagy

betegpopuláción végzett retrospektív vizsgálat szerint minél több fej-nyaki CT-vizsgálaton vesz részt egy beteg, annál nagyobb az esélye a szürke hályog kialakulására, továbbá már 4 koponya CT-vizsgálatot követően a szürke hályog kialakulásának szignifikánsan nagyobb kockázatával kell számolni [9].

A CBCT-technika lehetővé teszi a vizsgált személyt érő sugárdózis csökkentését. A vizsgálat során a sugárnyaláb 360° vagy kisebb szögértékkel körbefordul a beteg körül. Az effektív dózis jelentősen csökkenthető azal, ha a sugárnyaláb csak fél fordulatot (180°) tesz, továbbá ha nem exponál folyamatosan, csak bizonyos szögértékeknél. Minél kisebb felbontással dolgozunk, annál kevesebb szögértéknél történik expozíció, így a sugárterhelés mértéke is csökken. Több szerző is publikált dozimetria eredményeket, amelyeket az alábbiakban részletezünk.

*Kei és mtsai* szerint bár a CBCT képminősége általánosságban gyengébb, de az orrmelléküregek és a csontos struktúrák vizsgálatára megfelelő, és a szemlencsét érő átlagos sugárterhelés 25%-kal alacsonyabb a multislice CT-vel végzett vizsgálatokhoz képest [10]. *Alsbaugh és mtsai* CBCT-vel és 64 szeletes MSCT-vel végzett orrmelléküreg-vizsgálataik során azt találták, hogy izotropikus térbeli felbontás mellett az effektív dózis CBCT-vel 0,17 mSv, míg 64 szeletes CT-vel 0,87 mSv (tehát CBCT-vel az effektív dózis az ötödére csökkent) [11].

*Daly és mtsai* mérései [12] szerint a 16 cm-es képmezővel végzett koponya-CBCT effektív dózisa 0,1–0,35 mSv, attól függően, hogy csont vagy lágy szövetekre optimalizált paraméterekkel végezték a vizsgálatot. Ezzel szemben multislice CT-vel végzett natív koponyavizsgálat effektív dózisa lényegesen nagyobb, 1–2 mSv volt [13]. *Alsbaugh és mtsai* mérései [11] szerint a CBCT-vel végzett orrmelléküregi képalkotó vizsgálat effektív dózisa körülbelül 0,2 mSv.

A készülékfejlesztés iránya a térbeli felbontás további növelése annak érdekében, hogy még kisebb anatómiai (döntően csontos) struktúrák is jól ábrázolhatók legyenek. Ugyanakkor ahhoz, hogy a nagy felbontás mellett a sugárdózis is alacsony maradjon, érdemes meghatározni a részletgazdag felbontást igénylő céltérfogatot, amely aztán kis képmezővel vizsgálható. Ha szükséges, a céltérfogat meghatározásához végezhetünk előzetes tájékozódó vizsgálatot nagyobb képmezővel és kisebb felbontással, majd ezt követően dönthetünk arról, hogy szükséges-e nagy felbontású vizsgálatot végezni. Minden esetben az ALARA-elvet kell alkalmaznunk, azaz a sugárterhelést az észszerűen elérhető legalacsonyabb szinten kell tartani!

A CBCT részletes fül-orr-gégészeti alkalmazási lehetőségeit saját beteganyagunkon mutatjuk be. Vizsgálatainkat a mindennapi betegellátásban működtetett, Gendex CB-500 típusú készülékkel (amelyet elsősorban fogászati-implantológiai képalkotásra fejlesztettek ki) végeztük. A készülék alapbeállításait a célterületre adaptálva, egyénileg állítottuk be.

## Vizsgálati terület, kórképek

### Orr- és orrmelléküregék

A konzervatív kezelésre (orrmosás, lokális szteroid, antibiotikum) nem javuló idült rhinosinusitis orrpoliposissal vagy orrpoliposis nélkül műtéti kezelést igényelhet. Az orrmelléküregi műtétet az irányelvek szerint natív CT-vizsgálatnak kell megelőznie. Perzisztáló vagy visszatérő panaszok esetén a terápia hatékonyságának megítélésére, újabb státusz rögzítésére vagy ismételt műtétek tervezésére újabb és újabb képalkotó vizsgálatok válhatnak szükségessé. Az ostiomeatális egység hagyományosan legkönnyebben a coronalis síkban készült képi metszeten ítéltető meg. Ilyen metszetsíkok nyerhetők az elsődlegesen coronalis síkú adatgyűjtéssel vagy a konvencionálisan axiális síkban elkészült képanyag coronalis síkú rekonstrukciójával (1. ábra). A műtét előtti tervezésben és műtét közben ideális, ha mindhárom síkot egyszerre láthatjuk. A CBCT előnye itt is szembetűnő: Alacsony sugárdózissal jutunk hozzá nagy felbontású képsorozathoz, amely bármilyen síkban rekonstruálható és egyidejűleg megjeleníthető, és legalább olyan jól vizsgálhatók az orrmelléküregék, mint hagyományos CT-vel. A kiváló csont–nyálkahártya–levegő kontraszt révén értékelhető az üregek anatómiája és légtartalma. Kimutatható (legalább olyan jól, mint multislice CT-vel) váladék jelenléte, a nyálkahártya megvastagodása és az orrmelléküregi szájadékok elzáródása [5] és idegentest jelenléte (2. ábra). Teljes topográfiai értékelés végezhető, azonban nem kü-

löníthető el egymástól – a kontrasztanyag nélkül végzett CT-vizsgálathoz hasonlóan – az egynemű, teljes, hipodenz kitöltöttségen belül a nyálkahártya megvastagodása, a nyálkahártyaciszta, a polip és a váladékretenció.

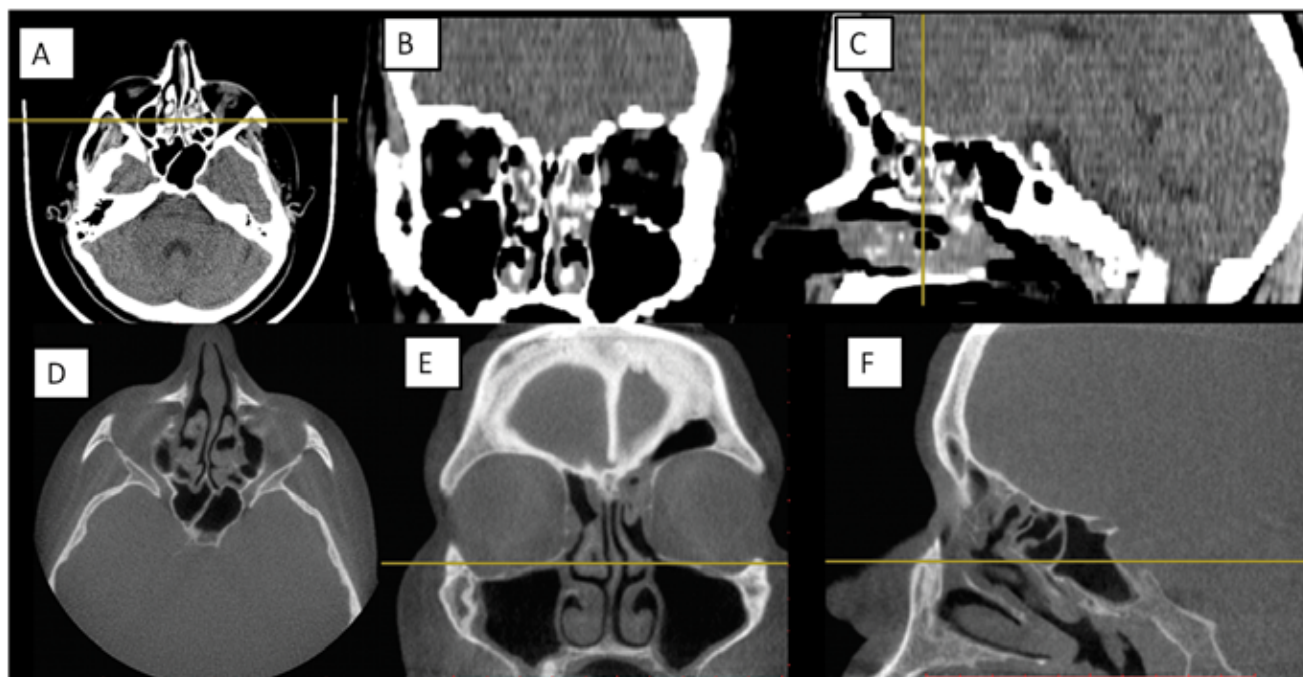
A CBCT az odontogén gyulladásos gócek felfedezésében érzékenyebb az MSCT-nél. A nagy térbeli felbontás, a sugárelnyelő szövetek ideális fényerőkontrasztos megjelenése, valamint a technikából adódóan kevésbé jelentkező sugárfelkeményedési műtermékek révén betekinthetünk a foggyökerekbe, így felfedezhetünk járulékos vagy szárafeletti gyökércsatornákat, elégtelen vagy hiányzó fogtöméseket, foggyökérfisztulákat, eszközös perforációkat, endo- és periodontalis eltéréseket [5].

### Nyálmirigyek

CBCT-vel nagy szenzitivitással és specificitással mutathatók ki a sugárelnyelő nyálmirigykövek. A megmért kövek nagysága alig tér el az ultrahangos és a hisztomorfológiai mérések eredményétől. A kockázat-haszon arány magas, mivel jelentős diagnosztikai információt kapunk kis sugárdózissal [14].

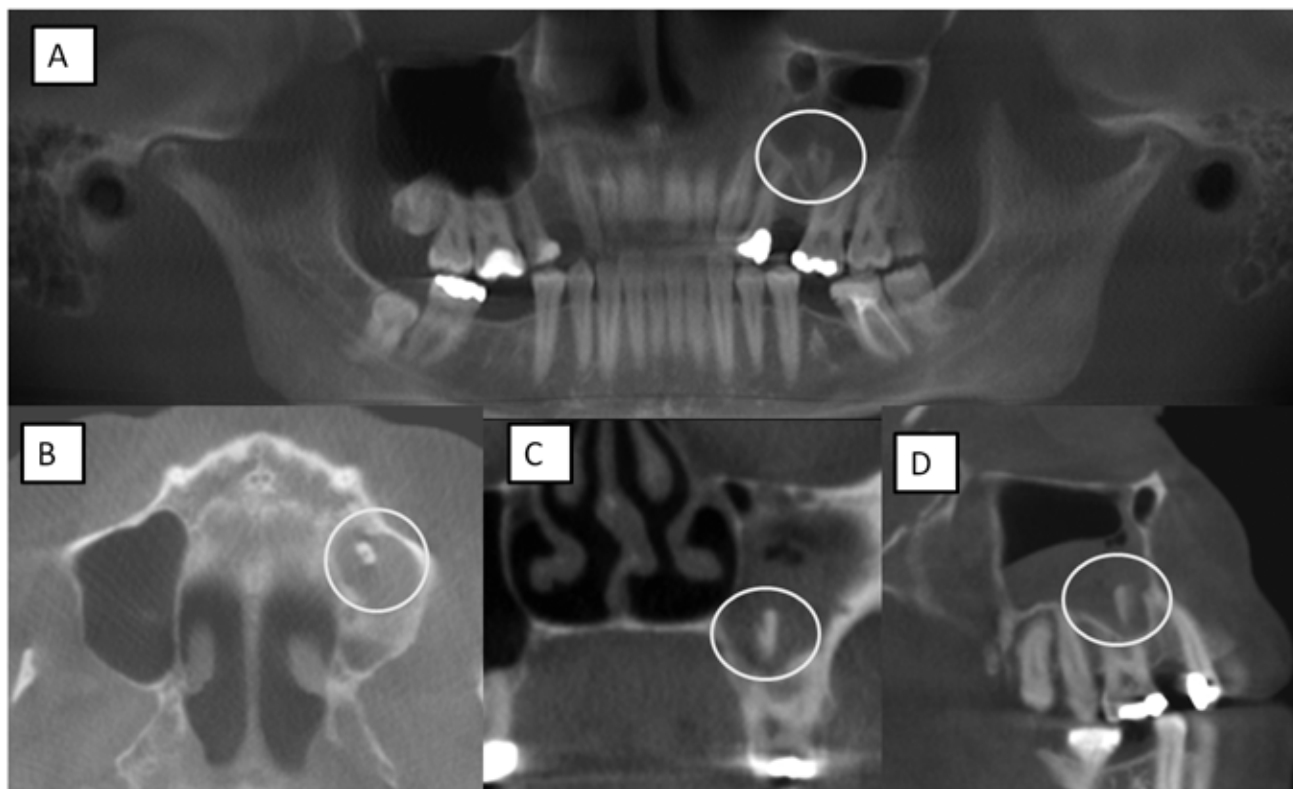
### Halántékcsont: közép- és belsőfül

A CBCT prototípusával 2004-ben végzett klinikai vizsgálat már rámutatott, hogy a halántékcsont finom csontszerkezete jobban vizsgálható CBCT-vel, mint hagyományos CT-készülékekkel [15]. Jól ábrázolható a hallócsontláncolat, a labyrinthus csontos tokja és az arc-



1. ábra

Az orrmelléküregék CT-vizsgálata. Az ostiomeatális egység a coronalis síkban vizsgálható a legjobban. Az MSCT axiális szeletei 2,5 mm-es szeletvastagsággal (40 szelet), míg a CBCT 0,3 mm-es szeletvastagsággal (368 szelet) készültek. A szeletszámok, valamint az MSCT és a CBCT voxeleinek eltérő tulajdonságai alapján érthető, hogy a primeren axiális szeletekből készített coronalis síkú MSCT-rekonstrukció miatt „lépcsős” vagy „pixeles” a CBCT-vel ellentétben. A) Axiális síkú MSCT. B) Coronalis síkú MSCT-rekonstrukció. C) Sagittalis síkú MSCT-rekonstrukció. D) Axiális síkú CBCT. E) Coronalis síkú CBCT. F) Sagittalis síkú CBCT



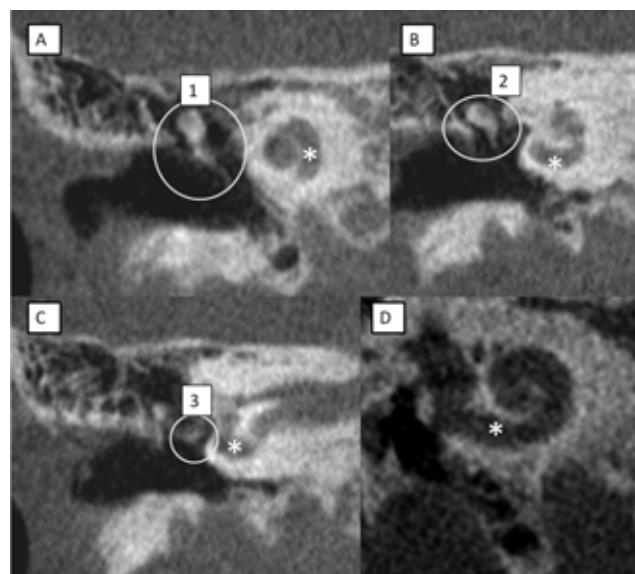
2. ábra | Letört foggyökér és gyulladáso jelek a bal arcüregben. CBCT, 0,3 mm oldalhosszúságú voxellel, panorámarekonstrukcióval. A panorámarekonstrukción (A) látható a bal arcüreg részleges fedettsége és benne a hiányzó 25. fog arcüregi folytatásának megfelelő vetületben egy foggyökérdarab. A három síkban ábrázolt cone-beam CT-félvételen megadható a bal arcüregben lévő foggyökérdarab pontos helyzete is. B) Axiális sík. C) Coronalis sík. D) Sagittalis sík

ideg csontos csatornája [4] (3. ábra). Cochlearis implantáció esetén kevesebb fém műtermék képződése mellett meghatározható az elektróda és a belső egység pontos helyzete [4].

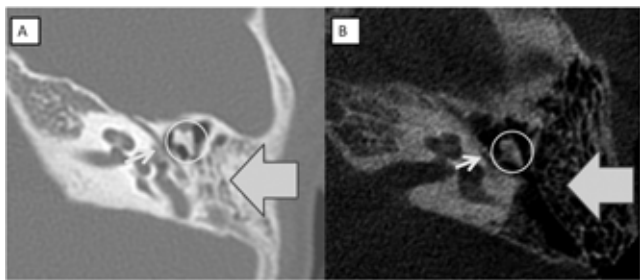
A pars petrosa jól pneumatizált középfül esetén legalább olyan jól vizsgálható, mint nagy felbontású CT-vel. CBCT-vel akár 0,075 mm-es szeletek rekonstruálhatók, ami a hallócsontláncolat még pontosabb képét mutatja. (Ez fontos hallócsont-láncolati/stapes fixáció, megszakadás vagy otoscleroticus góccok esetén.) A CBCT elég információt nyújt ahhoz, hogy diagnosztizálhassuk a belsőfül malformatióit, dysplasiáját, traumás sérüléseit és a csontos labirintus vékony falának erózióját vagy hiányát [5]. A sebészeti szempontból kiemelt struktúrák legalább olyan jól láthatók, mint multislice CT-vel [16, 17]. Szövettanilag aktív otoscleroticus góccok 100%-os szenzitivitással kimutathatók CBCT-vel [18, 19].

A CBCT jól használható tympanoplasticát és a hallócsontláncolat helyreállítását követő kontrollra, residualis csont-légköz okának megállapítására [5].

Idült középfülgulladásban, a pars petrosa és a középfül kitöltöttsége esetén cholesteatomát vagy szövődeményeket fedezhetünk fel – a multislice CT-vizsgálathoz hasonlóan –, amelynek diagnosztikus alapját a környező csontos struktúrák destrukciója – tipikusan a scutum tompává válása – jelenti, nem pedig az elváltozások mérhető denzitáserkétekei [5]. Tapasztalatunk szerint a külső



3. ábra | A közép- és belsőfül CBCT-rekonstrukciói, 0,2 mm-es szeletvastagság. Cochlearis implantációt megelőző kivizsgálási protokoll része a közép- és belsőfül nagy felbontású CT-vizsgálata. A CBCT jobb térbeli felbontása miatt az MSCT-hez képest több szeletben képezhetjük le a belsőfül struktúráit, így az apró elváltozásokat is könnyebben észlelhetjük, valamint az utólagos térbeli rekonstrukciók is pontosabban készíthetők el. A)–C) Coronalis síkú rekonstrukció. D) A cochlea basalis síkjának speciális rekonstrukciója. Megállapítható, hogy a cochlea lumene szabad (\*), valamint részletgazdagon ábrázolhatók a hallócsontok (1. kalapács, 2. üllő, 3. kengyel)



4. ábra | Bal oldali auralis atresia. A csontos atresialemez (vastag nyílak), a malleus-incus komplexum (bekarikázva), a belsőfül és a nervus facialis (vékony nyílak) megjelenítése sebészeti diagnosztikai szempontból gyakorlatilag egyenértékű az MSCT- és CBCT-képeken. A) Axiális síkú MSCT. B) Axiális síkú CBCT

hallójárat atresiája esetében, amikor a megfelelő hallásrehabilitációt a hallójárat műtéti kialakítása vagy csontvezetési hallókészülék implantációja jelentheti, a pre- és posztoperatív CBCT-vizsgálatok információtartalma a sebész számára egyenértékű a hagyományos MSCT-vel (4. ábra).

### Fülészeti implantátumok

Cochlearis implantáció előtti kivizsgálás részeként a CBCT kiválóan alkalmas a csontos struktúrák leképezésére (a csiga lumene átjárhatóságának, a processus mastoideus légtartóságának, fejlettségének és a csontos labyrinthus méreteinek meghatározására) (3. ábra).

Posztoperatív utánkövetés is alacsony sugárdózissal biztosítható CBCT-vel. Középfül-implantátum beültetését követő vizsgálatok során a CBCT jobbnak bizonyult a multislice CT-vel összehasonlítva a képminőség tekintetében, mivel kevesebb műtermék keletkezik [20]. Cochlearis implantáció a csökkent fém műtermék miatt

megbízhatóbban kontrollálható CBCT-vel [5]. Segítségével megállapítható, hogy a behelyezett elektróda a csigának mely kanyarulatában végződik, van-e megtöretés rajta, valamint a scala tympanica vagy a scala vestibula került-e. Intraoperatív vizsgálatra is van lehetőség mobil készülékekkel, ami a rendellenes és bonyolult anatómiájú esetekben (például Mondini-deformitás) nagy segítséget jelenthet. Traumát követően az implantátum esetleges elmozdulása kiválóan kontrollálható ezzel a módszerrel.

### Koponyatrauma

Akut koponyatraumát [5] követően hagyományos CT-vizsgálat javasolt, mivel a CBCT rossz kontrasztfelbontása miatt rejtve maradhatnak a csonttörés szövődményei: koponyaúri, orbitalis, illetve melléküregi vérzések vagy az arc lágy részeinek bevérzések.

Ugyanakkor olyan esetekben, amikor röntgenvizsgálatot (például orrcsontfelvétel, anteroposterior koponyafelvétel) végeznénk, vagy nem akut esetet vizsgálunk, végezhető CBCT, mivel a jó térbeli felbontás és a térbeli ábrázolás segítségével egészen kis dentoalveolaris, illetve maxillofacialis törés, esetleg a mandibula vagy a nasoorbitoethmoidalis egység törése is jól vizualizálható. Gázképződés vagy szabad levegő szembetűnő lehet az orbitalis vagy a sinusok körüli sejtterben.

### Intraoperatív navigáció

Alkalmunk nyílt kipróbálni és sikerrel alkalmazni az elektromágneses intraoperatív navigációt, amely során CBCT-vel készült orrmelléküregi vizsgálat segítségével sikeresen végeztük el az orrmelléküregi beavatkozást (5. ábra).



5. ábra | Homloküregi osteoma műtéti eltávolítása CBCT alapján, navigáció segítségével. Fix referenciapontok kijelölése. A középvonalban kissé balra elhelyezkedő homloküregi osteoma mindhárom konvencionális síkban egyidejűleg, egyformán jó térbeli felbontásban megjeleníthető

## Megbeszélés

A CBCT kiválóan alkalmas vizsgálómódszer egy jól behatárolt indikációs körben, a fül-orr-gégészeti diagnosztikában, főként az orrmelléküregek és a halántékcson (külső hallójárat, közép- és belfül) vizsgálatára. A hagyományos MSCT effektív sugárdózisának töredékével nagy térbeli felbontású vizsgálatok végezhetők, tetszőleges síkú és térbeli rekonstrukciók készíthetők. A sugárdózis minimálisra csökkenthető, ha megalapozott indikációban, megfelelő típusú készülékekkel, a meghatározott céltérre szorítkozva, jó beállításokkal, a kockázathaszon arányt alacsonyan tartva tervezzük meg vizsgálatainkat. CBCT-vel sok esetben kiváltható a nagyobb sugárterheléssel járó, így ismételt vizsgálatok esetén jelentős egészségkockázatot jelentő hagyományos MSCT-vizsgálat. A CBCT az alacsonyabb beszerzési ára, kisebb infrastrukturális igénye és áramfogyasztása miatt az MSCT-nél költséghatékonyabban működtethető. Mivel bizonyos vizsgálatok jó minőségben és olcsóbban elvégezhetők vele, az egyébként sokoldalúan alkalmazható MSCT-készülékek kapacitása felszabadul és más indikációkra fordítható. A fentiekkel összhangban javasoljuk a CBCT egészségbiztosítási finanszírozását a hazai rutinellátásban. Mindezen előnyök mellett onkológiai kivizsgálásra, gyulladáshoz vezető folyamatok diagnosztikájában továbbra is a vénás kontrasztú CT- és MR-vizsgálatok elvégzése szükséges.

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

**Szerzői munkamegosztás:** P. Á., B. Zs.: Irodalmi áttekintés, a képkalkáló vizsgálat megtervezése és elvégzése, a kézirat megszövegezése. B. Z.: A képkalkáló vizsgálat megtervezése, elvégzése, a kézirat megszövegezése. M. P.: Szakértői konzultáció, a kézirat megszövegezése. N. K., R. L.: A vizsgálatok szakmai felügyelete, a kézirat megszövegezése. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

**Érdekltségek:** A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

## Irodalom

- [1] *Miracle, A. C., Mukherji, S. K.*: Conebeam CT of the head and the neck, Part 1: Physical principles. *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, 2009, 30(6), 1088–1095.
- [2] *Plachtovics, M.*: Digital volume tomography – the use of cone beam CT in dentistry, oral and maxillofacial surgery. [A digitális volumetomográfia. Cone beam CT-k a fogászatban, az arc-, állcsont- és szájszövetben.] *Magyar Radiológia*, 2009, 83(4), 254–262. [Hungarian]
- [3] *Scarfe, W. C., Farman, A. G., Sukovic, P.*: Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J. Can. Dent. Assoc.*, 2006, 72(1), 75–80.
- [4] *Järnstedt, J., Dastidar, P., Linnosaari, M.*: ENT diagnostic imaging using cone beam CT. *Medical Imaging*, 2012, 24–25.
- [5] *Hodez, C., Griffaton-Taillandier, C., Bensimon, L.*: Cone-beam imaging: applications in ENT. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.*, 2011, 128(2), 65–78.
- [6] *Rodal, J., Søvik, S., Skogmo, H. K., et al.*: Feasibility of contrast-enhanced cone-beam CT for target localization and treatment monitoring. *Radiother. Oncol.*, 2010, 97(3), 521–524.
- [7] 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann. ICRP*, 1991, 21(1–3), 1–201.
- [8] *Michel, M., Jacob, S., Roger, G., et al.*: Eye lens radiation exposure and repeated head CT scans: a problem to keep in mind. *Eur. J. Radiol.*, 2012, 81(8), 1896–1900.
- [9] *Yuan, M. K., Tsai, D. C., Chang, S. C., et al.*: The risk of cataract associated with repeated head and neck CT studies: a nationwide population-based study. *AJR Am. J. Roentgenol.*, 2013, 201(3), 626–630.
- [10] *Kei, P. L., Tan, J. S., Leong, J. L., et al.*: Cone-beam computed tomography of the paranasal sinuses: comparison study with multidetector computed tomography. *Hong Kong J. Radiol.*, 2013, 16, 110–116.
- [11] *Alsbaugh, J., Christodoulou, E., Goodsitt, M., et al.*: Dose and image quality of flat-panel detector volume computed tomography for sinus imaging. *Med. Phys.*, 2007, 34, 26–34.
- [12] *Daly, M. J., Siewerdsen, J. H., Moseley, D. J., et al.*: Intraoperative cone-beam CT for guidance of head and neck surgery: assessment of dose and image quality using a C-arm prototype. *Med. Phys.*, 2006, 33(10), 3767–3780.
- [13] *Baub, J. A., Vrieze, T. J., Primak, A. N., et al.*: CT dosimetry: comparison of measurement techniques and devices. *RadioGraphics*, 2008, 28(1), 245–253.
- [14] *Dreiseidler, T., Ritter, L., Rothamel, D., et al.*: Salivary calculus diagnosis with 3-dimensional cone-beam computed tomography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2010, 110(1), 94–100.
- [15] *Gupta, R., Bartling, S. H., Basu, S. K., et al.*: Experimental flat-panel high-spatial-resolution volume CT of the temporal bone. *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, 2004, 25(8), 1417–1424.
- [16] *Peltonen, L. I., Aarnisalo, A. A., Kortensniemi, M. K., et al.*: Limited cone-beam computed tomography imaging of the middle ear: a comparison with multislice helical computed tomography. *Acta Radiol.*, 2007, 48(2), 207–212.
- [17] *Miracle, A. C., Mukherji, S. K.*: Conebeam CT of the head and neck, Part 2: Clinical applications. *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, 2009, 30(7), 1285–1292.
- [18] *Liktor, B., Révész, P., Csomor, P., et al.*: Diagnostic value of cone-beam CT in histologically confirmed otosclerosis. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, 2014, 271(8), 2131–2138.
- [19] *Révész, P., Liktor, B., Liktor, B., et al.*: Comparative analysis of preoperative diagnostic values of HRCT and CBCT in patients with histologically diagnosed otosclerotic stapes footplates. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, 2015 Jan 6. [Epub ahead of print]
- [20] *Güldner, C., Heinrichs, J., Weiß, R., et al.*: Visualisation of the Bonebridge by means of CT and CBCT. *Eur. J. Med. Res.*, 2013, 18, 30.

(Perényi Ádám dr.,  
Szeged, Tisza Lajos krt. 111., 6725  
e-mail: adam.perenyi@gmail.com)