

Dentális radiológiai alapfogalmak

ÁLTALÁNOS FOGÁSZATI ISMERETEK

Dr. Demeter Tamás

SEMMELWEIS EGYETEM FOGORVOSTUDOMÁNYI KAR
PROPEDEUTIKAI TANSZÉK



SEMMELWEIS
EGYETEM 1769

Bevezetés; a fogászati radiológia története

- **Wilhelm Conrad Röntgen** (1895) → kísérlet katódsugarakkal – „X”-sugarak felfedezése; első fizikai Nobel-díj (1901)
- Első hazai röntgenfelvételek: Eötvös Loránd és Klupathy Jenő (1896)
- Első fogászati röntgenfelvétel: Otto Walkhoff (1896)
- Fogászati röntgenvizsgálatok jelentősége – „kriptoszkóp” megalkotása: Iszlai (1897)
- Első fogászati röntgenkészülék: Coolidge (1917)



Röntgenfizikai alapok



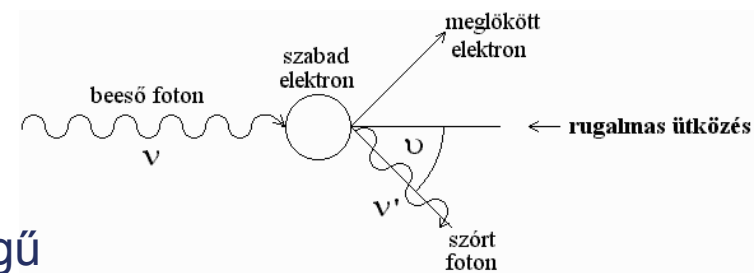
- **Röntgensugárzás keletkezése:** izzított wolframszálból (katód) kilépő szabad elektronok (elektronnyaláb) nagy sebességgel az anódnak (antikatód) ütköznek → röntgenfotonok keletkeznek

- Fékezési röntgensugárzás
- Karakterisztikus röntgensugárzás

- **Röntgensugárzás elnyelődése:**

- Klasszikus (Thompson) szóródás
- **Fotoelektromos abszorpció**
- **Compton-szóródás**
- Párképződés

Diagnosztikában a legnagyobb jelentőségű

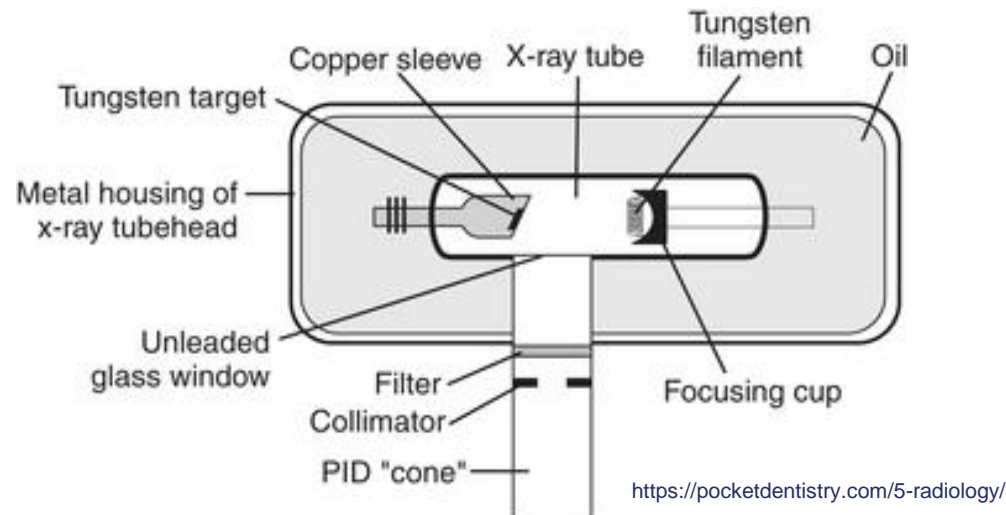


- Geometriai sugárfogyás: sugárintenzitás a távolság négyzetével arányosan csökken

<https://medicalimaginghelp.blog.hu/2020/01/12/compton-szorodas>

Röntgenfizikai alapok

- Röntgensugárzás tulajdonságai, hatásai
 - Ionizáció; vezetőképesség-változtatás
 - Lumineszcenciakeltő hatás → Szcintilláció, fluoreszcencia
 - **Fotográfiai hatás** → fényérzékeny emulzió feketedést vált ki – a diagnosztikai képalkotás alapja
 - Hőtermelés
 - Kémiai hatás
 - Biológiai hatások
- Röntgensugárzás mennyisége → becsapódó elektronok száma – csőáram-erősség (mA)
- Röntgensugárzás minősége (kemény/lágy) → becsapódó elektronok sebessége – csőfeszültség (kV)



- Röntgenkészülék felépítése
 - **Röntgenső** → izzó wolfram katód + wolframötvözet anód légritkítású üvegbúrában
 - **Generátor, transzformátor**, időkapcsoló+ kezelőpanel
 - **Szűrő** (Al) → lágy sugarak elnyelése
 - **Diafragma** (ólom) → sugárnyaláb szűkítése
 - **Tubus** (fém) → fókusztávolság beállítása, célzás könnyítése

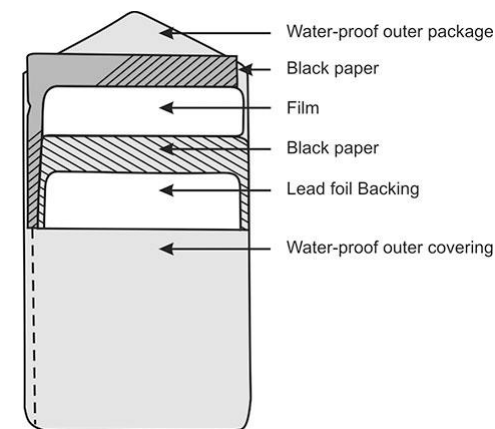
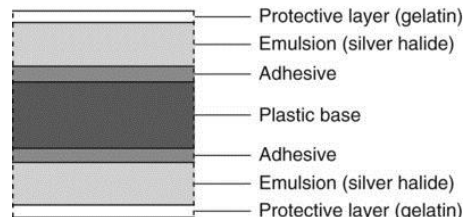
A röntgenkép keletkezése



- Abszorpció mértékét befolyásolja: anyag rendszáma, sűrűsége, rétegvastagsága
→ csontok, fogászati restaurációk anyagai (fémek, kompozitok, kerámiák) több sugarat nyelnek el, mint a lágyszövetek!

- Röntgenfilm felépítése:

- hordozó (poliészter)
- emulzió (Ag-halogenid)
- kötőréteg (zselatin)
- védőréteg

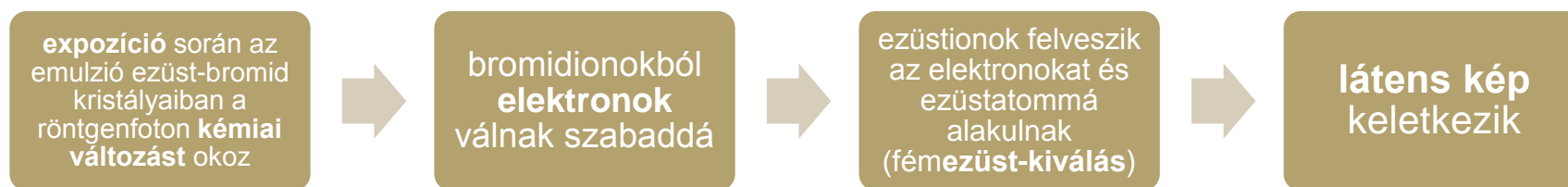


- Expozíció – legfontosabb paramétere az **expozíciós idő** → befolyásolja:
 - Vizsgálandó **testrész** sugárnyelő képessége → szövet típus, sűrűség, rétegvastagság!
 - **Film** érzékenysége
 - **Fókusz-film távolság** → geometriai sugárfogyás – minél messzebb van a
 - **Röntgen készülék** paraméterei: Csőfeszültség (kV), Csőáramerősség (mA)

<https://clinicalgate.com/image-receptors/>
<https://www.jaypeedigital.com/book/9789350250792/chapter/ch4>

A röntgenkép keletkezése

Az analóg röntgenképalkotás elve:



A röntgenfilm kidolgozása → látens kép láthatóvá tétele sötétkamrában – kézi vagy gépi (automatizált) eljárással:

- **Előhívás** → exponálódott ezüstionok fémezüstté redukálása (phenidon + hidrokinon)
- Öblítés
- **Rögzítés** → a nem exponálódott bróm-ezüst szemcsék kioldása (Na/ammónium-tioszulfát)
- Mosás, szárítás



<http://ionsdentalsupply.com/Intra-X-Dental-X-Ray-Film-Developer.html>

A röntgenkép keletkezése

A digitális röntgenképképzés elve:



• Előnyök:

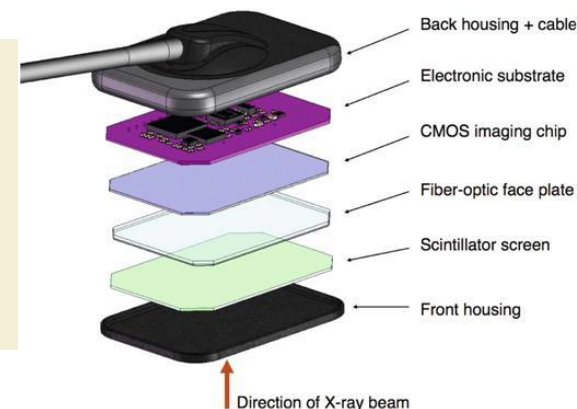
- **Környezetkímélő:** Nincsenek vegyi veszélyes hulladékká váló kemikáliák, film és ólomfólia
- Szoftveres **képkorrektciók** lehetősége
- Digitális **adattovábbítás** és tárolás – minőségváltozás nélkül
- Alacsonyabb **sugárterhelés**

• Hátrányok:

- Bizonyos esetekben alacsonyabb **felbontás**
- Magasabb kezdeti **költség**
- Digitális érzékelő – **elektronikai hulladékok** keletkezése

Digitális érzékelők típusai:

- **CCD** (töltéscsatolt áramkör)
- **PSP** (aktivált foszfor képtároló lemez)
- **CMOS** (fémoxid félvezető)



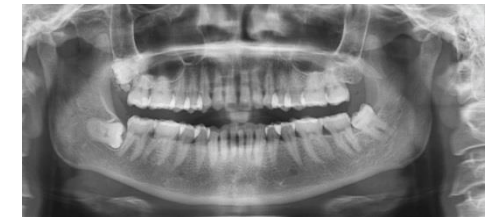
<https://pocketdentistry.com/4-digital-imaging/>

A röntgenképképzés geometriája

- Három dimenziós objektumokat két dimenzióban ábrázolja
- A röntgenkép **árnyékvetület** → vetülés törvényei szerint ad képet
- A vetület függ a fókusztárgy távolságtól és a tárgy-film távolságtól
- Pontszerű fókuszt → Vetülés a **centrális projekció** elvei szerint:
 - **Részarányos nagyítás** → centrális sugár merőleges az egymással párhuzamos tárgyra és filmre
 - **Torzítás** → centrális sugár nem merőleges a filmre, vagy a tárgyra, vagy egyikre sem
 - Nagyítás: a centrális sugár a tárgyra merőleges
 - Kicsinyítés: a centrális sugár a filmre merőleges
 - **Összegzés (szummáció)** → térben egymás mögötti képletek a sugár irányában egymásra vetülnek
 - **Felejtés, rejtve maradás** → Filmtől távoli képletek kevésbé, halványabban látszanak; kis sugárelnyelésű képletek nem rajzolódnak ki

Fogászati röntgentechnika – Extraoralis röntgentechnika

- Szájüregen kívüli, kazettában lévő filmre készül
- Magasabb csőfeszültség, fókuszfilm távolság nagyobb
- Erősítő ernyő a film mindkét oldalán → film érzékenység fokozása
- **Koponyafelvételek** (postero-anterior, oldalirányú, axiális, orrmelléküreg, állkapocsízületi) → fej-nyak sebészet, traumatológia, daganatterápia
- **Teleröntgen** (távfelvétel) → filmközeleli és filmtávoli részek egyaránt izometrikusak – elsősorban fogszabályozásban használják: agy- és arckoponya arányok, fogak elhelyezkedése, occlusio vizsgálata
- **Orthopantomogram** (panoráma) felvétel → fej körül 240°-os körívben elfordul a röntgencső, vele szemben ellenkező irányban a kazettában lévő film



<https://www.planmeca.com/es/noticias-y-eventos/sala-de-noticias/planmeca-proceph-is-a-new-one-shot-cephalostat/>
<https://www1.racgp.org.au/ajgp/2020/september/interpreting-an-orthopantomogram>
<http://medconnexus.hu/radiologia/telerontgen>
https://kepalkotas.blog.hu/2008/05/27/koponyafelvetel_ap_pa_31100

Fogászati röntgentechnika – Intraoralis röntgentechnika



- Intraoralis felvételek típusai:

- **Periapicalis**

- célja a gyökércsúcs és a körülötte lévő csont ábrázolása
- készülhet szögfelezős vagy párhuzamos technikával
- a film a fogak szájüreg felőli oldalán van

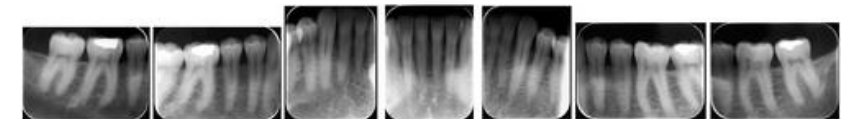
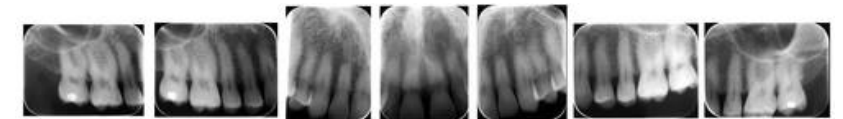
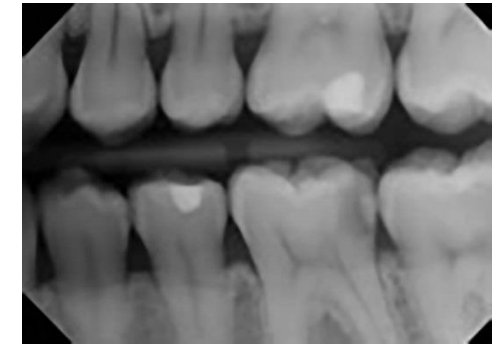
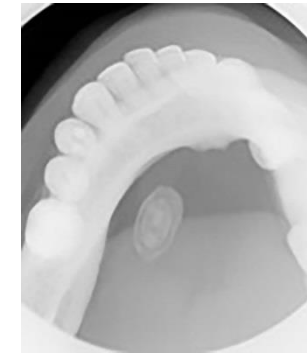
- **Korona** (interproximalis, bitewing)

- célja az interproximalis cariesek diagnózisa, restaurációk széli záródásának vizsgálata, a marginalis parodontium ábrázolása
- szárnyas film használata

- **Ráharapásos** (occlusalis)

- célja nyálkövek, patológiás elváltozások, idegentestek vizsgálata az állcsontokban
- film a fogsorok között van, a beteg ráharap

- **Röntgenstatus** → fogakról intraoralis felvételek sorozata standard beállításokban (10-18 felvétel) – dentalis / parodontalis status



<https://www.dent.umich.edu/patient-care/dental-x-rays>
<https://www.birpublications.org/doi/10.1259/bjr.20151052>
<https://www.planmeca.com/imaging/intraoral-imaging/intraoral-x-ray-unit/>

Fogászati röntgentechnika – Intraoralis röntgentechnika

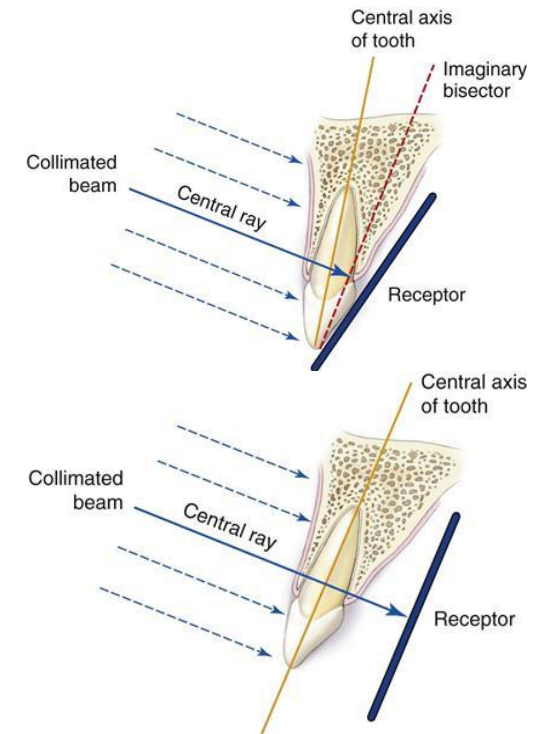
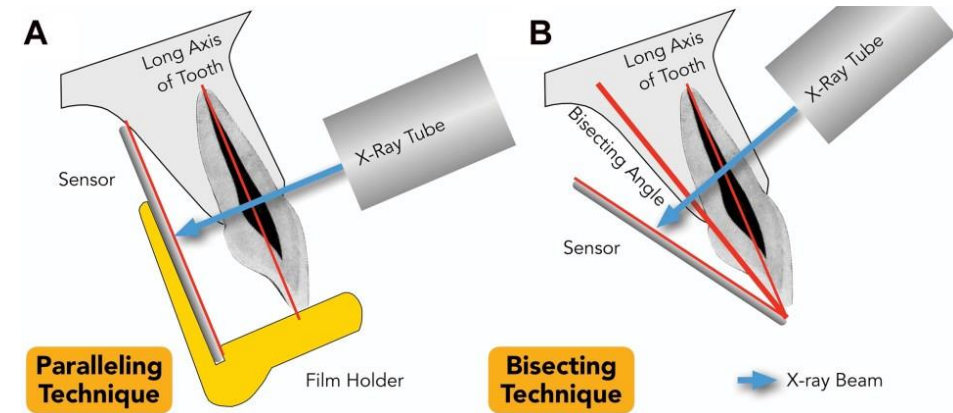
- Intraoralis felvételkészítési technikák:

- **Szögfelezős technika**

- Izometriás (ugyanakkora méretű), de **torzított kép** keletkezik
→ gyökér hosszabb, korona rövidebb; periapicalis tér torzításmentes
- Egyre kevésbé alkalmazzák; a **rövidebb tubus** miatt nagyobb a bőrt érő sugárterhelés

- **Párhuzamos technika**

- A film a fog hossz tengelyével párhuzamos
- Nagy fókusztárgytávolság, **hosszú tubus** és **filmtartó** szükséges hozzá
- Beteg fejtartása nem befolyásolja a felvételt
- **Torzításmentes**, könnyen reprodukálható felvétel készítése

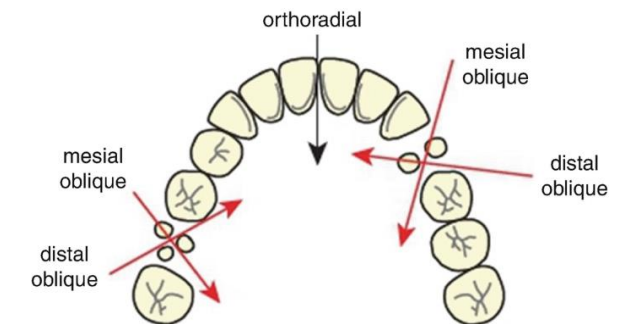
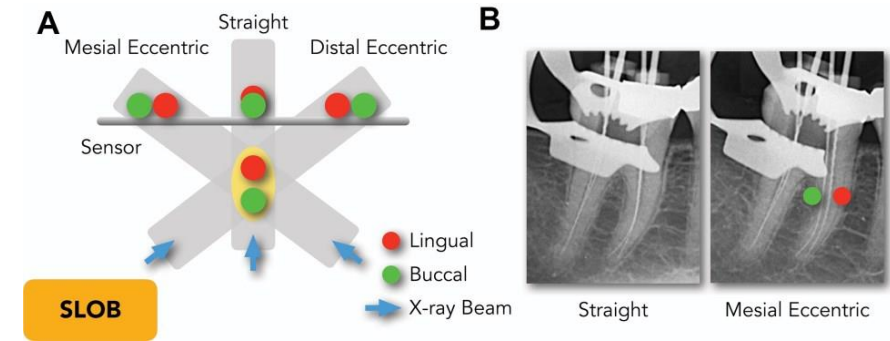


<https://pocketdentistry.com/radiology-in-endodontics/>
<https://pocketdentistry.com/7-intraoral-projections/>
Rozylo-Kalinowska, I. (2020). Intraoral Radiography in Dentistry. In: Imaging Techniques in Dental Radiology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41372-9_3

Fogászati röntgentechnika – Intraoralis röntgentechnika

- **Orthoradialis felvétel** → a vízszintes síkban a centralis sugár a fogív érintőjére merőleges; a fogak approximalis felszíneivel párhuzamos
- **Excentrikus felvételek:** mesioexcentrikus, distoexcentrikus

- Parallaxis jelenség: A vizsgált tárgy képe eltolódik, ha a látószög megváltozik
- Egymásra vetülő képletek elkülönítésére (pl. többgyökerű fogak gyökerei)
- „SLOB” szabály: Same Lingual Opposite Buccal

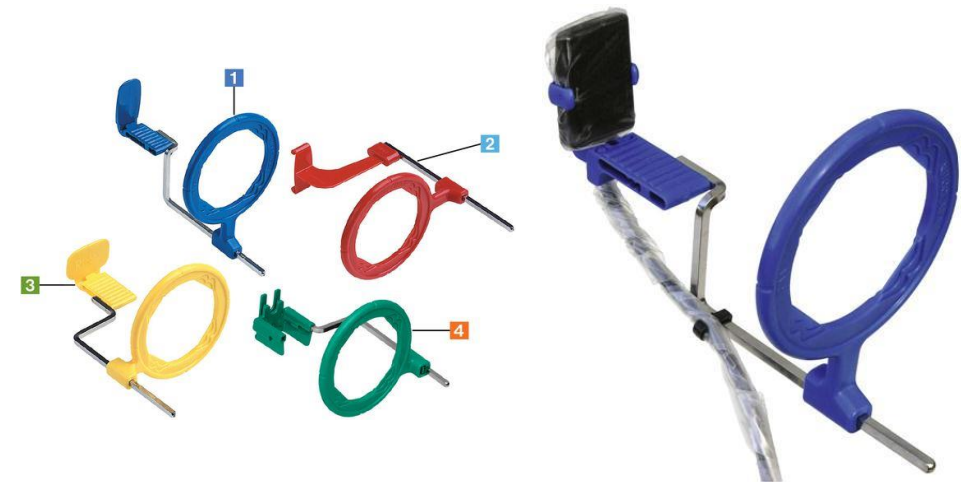


<https://pocketdentistry.com/radiology-in-endodontics/>
<https://orawellness.com/are-dental-x-rays-safe/>
Rozylo-Kalinowska, I. (2020). Intraoral Radiography in Dentistry. In: Imaging Techniques in Dental Radiology. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-41372-9_3

Fogászati röntgentechnika – Intraoralis röntgentechnika

- **Filmtartók használata**

- Előnye: a páciens pozíciójától független filmpozicionálás
- A páciens ráharapással tartja rögzítve a beállított pozíciót
- Kétoldali és front periapikális és bitewing felvételekhez

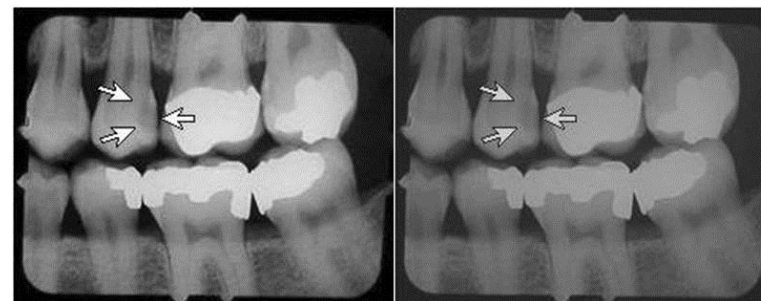


<https://pocketdentistry.com/7-intraoral-projections/>
<https://pocketdentistry.com/dental-radiography-equipment/>
<https://orawellness.com/are-dental-x-rays-safe/>

Rozyló-Kalinowska, I. (2020). Intraoral Radiography in Dentistry. In: Imaging Techniques in Dental Radiology. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-41372-9_3

A röntgenkép jellegzetességei

- **Kontraszt: Radiolucens** (sötét, fekete) \leftrightarrow **Radioopak** (világos, fehér)
 - Filmkontraszt \rightarrow Függ: a film típusától (filmre jellemző kontrasztgörbe)
 - Tárgykontraszt \rightarrow Függ: szövettípus, szövetek rétegvastagsága, csőfeszültség (kV)
- **Denzitás** \rightarrow Függ: sugárzás mennyisége (mA) és minősége (kV), fókusztárgytávolság
- **Képélesség** \rightarrow Függ: fókuszmérete; filmkontraszt
- **Életlenség** \rightarrow geometriai vagy mozgási eredetű; kiküszöbölése: fókusztárgytávolság növelése, párhuzamos technika
- **Torzulás** \rightarrow szögbeállítás hibáiból fakad

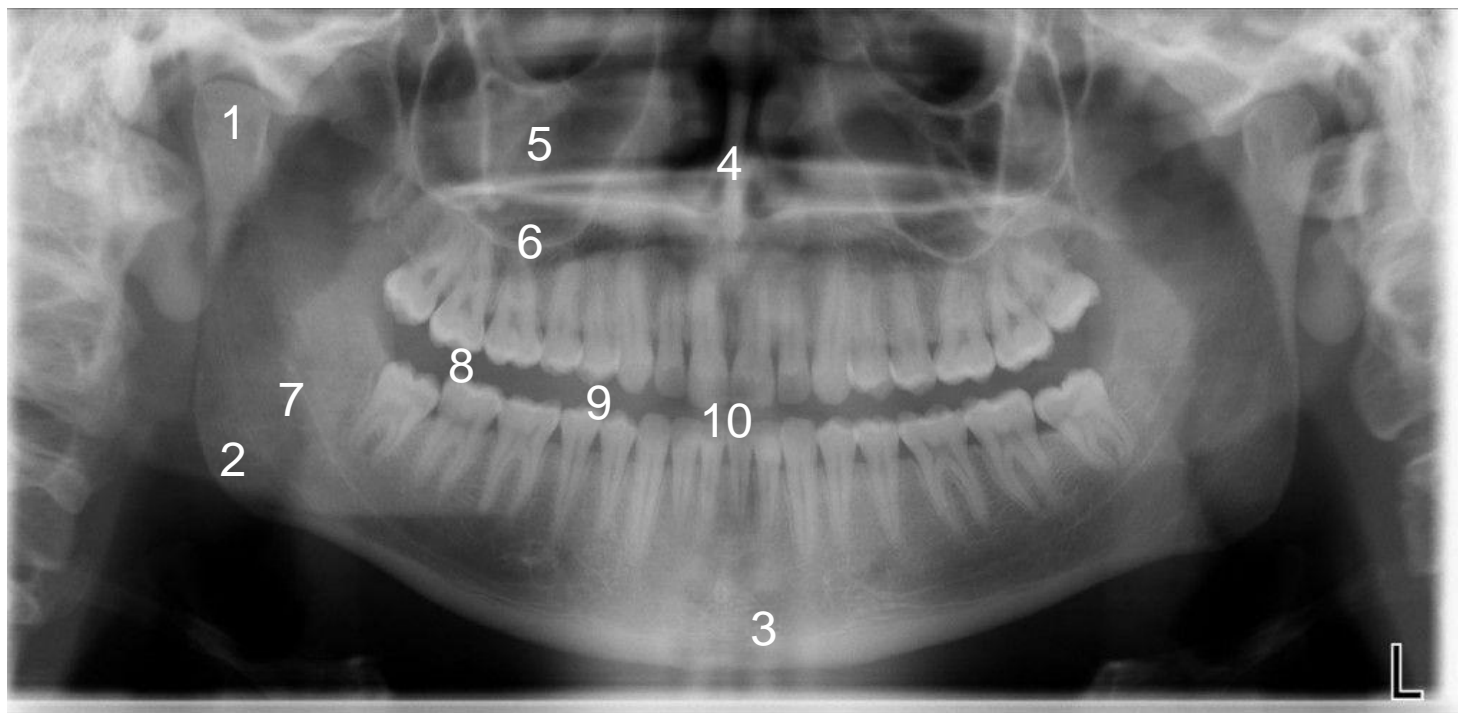


<http://www.diquad.com/FAQs.html>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

- Mit látunk egy orthopantomogram (OP) felvételen?

- Mandibula fejecs 1
- Mandibulaszöglet (ramus) 2
- Állcsúcs (mentum) 3
- Orrüreg, septum nasi 4
- Arcüreg 5
- Arcüreg fala 6
- Idegcsatorna (canalis mandibulae) 7
- Nagyőrlők (Molarisok) 8
- Kisőrlők (Premolarisok) 9
- Metszőfogak (Frontfogak) 10



- Az OP felvételek mindig **áttekintő, összefoglaló kétdimenziós, kivetített kép**et adnak az arc-állcsont régió csontos képleteiről
- Fogakkal kapcsolatos radiológiai diagnózis felállítására csak korlátozottan alkalmas!
- **Jelentősége:** bölcsességfogak helyzete, fogfejlődés, állcsontokban lévő elváltozások, fogpótlások vizsgálata

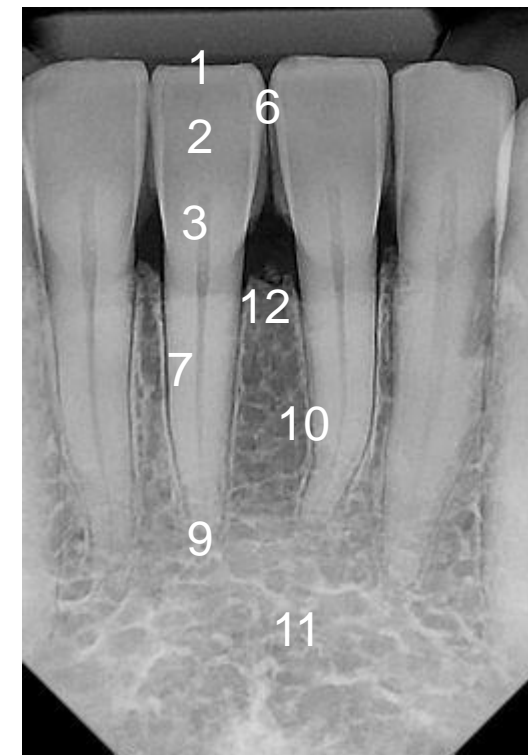
<https://dfimagingnw.com/dental-radiography/panoramic/>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

- Mit látunk egy alsó intraorális röntgenfelvételen?

→ A fogak és tartószerkezetük (a fogágy) fiziológias állapotának röntgenárnyéka

- Fogzománc 1
- Dentin 2
- Pulpakamra 3
- Csücskök 4
- Barázdák 5
- Kontaktpont 6
- Foggyökerek 7
- Gyökércsatornák 8
- Gyökércsúcs 9
- Gyökérhártyarés 10
- Alveolaris csont 11
- Alveolaris csontszél 12



<https://www.ftgimaging.com/>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

- Mit látunk egy felső intraorális röntgenfelvételen?

→ A fogak és tartószerkezetük (a fogágy) fiziológiás állapotának röntgenárnyéka

- Sinus maxillaris (arcüreg) 1
- Arcüreg oldalsó-alsó fala 2
- Orrüreg 3



<http://www.oppelfamilydentistry.com/phone/digital-x-ray.html>
<https://pocketdentistry.com/7-intraoral-projections/>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

- Tejfogazat, fogváltás röntgenképe
 - Tágasabb pulpakamra
 - Széttérőbb gyökerek
 - Maradófogak csírája



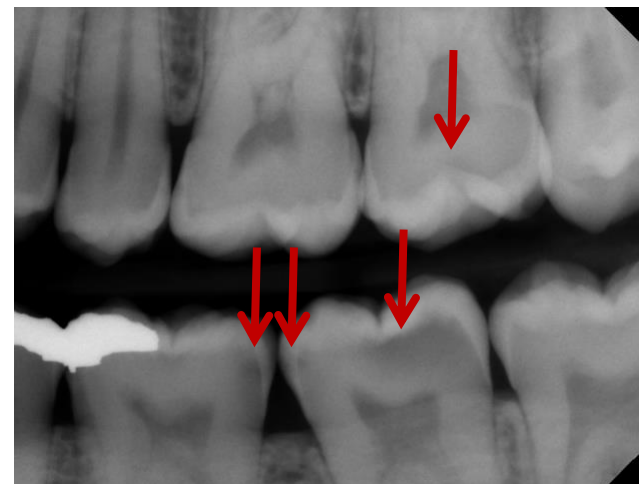
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323608268000225>
<https://radiopaedia.org/cases/normal-orthopantomography-primary-dentition>
<https://www.facialart.com/2012/03/nothing-baby-about-extracting-baby-teeth/x-ray/>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

- Legfőbb patológiás elváltozások röntgenképe

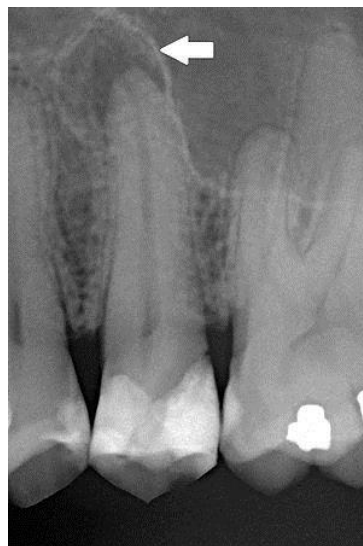
- **Caries**

- occlusalis, approximalis
- superficialis, media, profunda, penetrans



- **Periodontitis apicalis**

- **Krónikus parodontitis**



Bone loss due to periodontitis

Normal bone level

https://en.wikipedia.org/wiki/Periapical_periodontitis
<https://www.speareducation.com/spear-review/2018/05/predictably-managing-deep-carious-lesions>
<https://www.nhakhoan1.com/negative-effects-of-periodontal-disease/>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

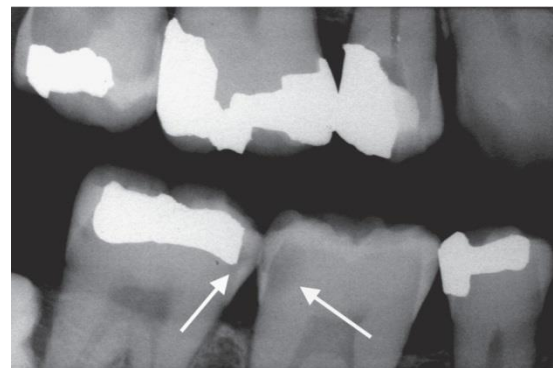
- Fogászati restaurációk röntgenképe

- Amagám restauráció

- Kompozit direkt restauráció

- Kompozit indirekt restauráció (onlay)

- Gyökértömés



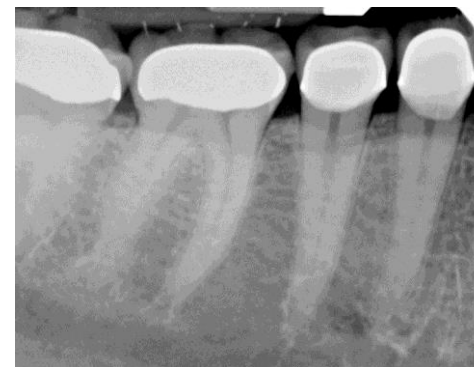
<https://pocketdentistry.com/radiographic-appearance-of-dental-tissues-and-materials/>
<https://www.dentistrytoday.com/efficient-direct-posterior-composite-restorations/>
<https://www.drkezian.com/recementing-dental-crown/>
<https://www.deardocor.com/articles/id-rather-have-a-root-canal/>

Fogászati röntgenanatómia alapjai

- Fogászati restaurációk röntgenképe

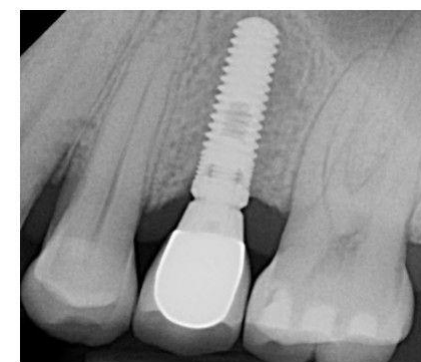
- Teljes borító korona

- Fém
- Kerámiával leplezett fém
- Kerámia



- Híd pótlás

- Implantátum



<https://www.dentalimplantcenter.com/smile-gallery/front-implant-crown-left-central-incisor-fractured-tooth-female/>
<https://www.for.org/en/learn/patient-cases/restoration-eroded-and-or-abraded-posterior-teeth>
<https://quizlet.com/179334808/ch32-identification-of-restorations-dental-materials-foreign-objects-flash-cards/>
<https://dentevita.com/revision-of-a-failed-posterior-dental-bridge-fixed-partial-denture/>
<https://dentistryfortheentirefamily.com/tooth-replacement/>

Egyéb fogászati radiológiai képalkotó módszerek

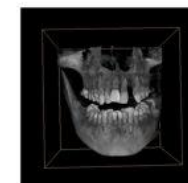
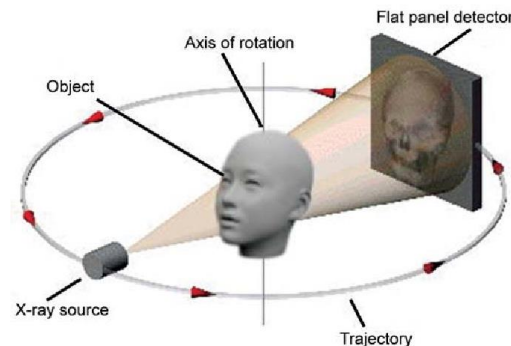
- Cone-Beam CT

- Működési elve:

- Kúp alakú röntgensugár általi rétegfelvételek készítése a vizsgált testrész körül 360°-ban → 3 dimenziós, pontos leképezés
- Alacsonyabb sugárterhelés, nagyobb részletgazdagság a hagyományos CT-hez képest

- Alkalmazási területei:

- **Dentoalveolaris sebészeti** beavatkozások tervezése (implantáció, bölcsességfog-eltávolítás, cisztaeltávolítás, stb.) – nagy térfogatú (teljes állcsont) CBCT felvétel
- **Gyökérkezelések** tervezése, endodonciai diagnosztika – kis térfogatú, nagy felbontású (3 fogas) CBCT felvétel



<https://m.made-in-china.com/product/Dental-Panoramic-Imaging-Cbct-Scanner-WP3000A-830622675.html>

<https://www.semanticscholar.org/paper/Comparison-of-Spiral-Computed-Tomography-and-Luke-Shetty/2a35f3fa51c06d6c4d87989e06a7ee8b80fd126>

Egyéb fogászati radiológiai képalkotó módszerek

- **Mágneses rezonancia (MR) vizsgálat**

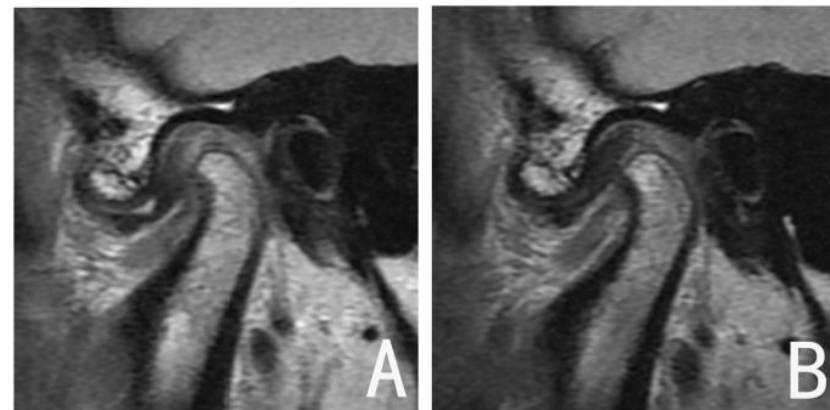
- Működési elve:

Erős **mágneses térbe** helyezik a vizsgált testrészt → szervezet H-atomjaiban **rezonanciát** kelt – **energiafelszabadulással** jár → A készülék detektálja

- **Szövetek eltérő víztartalma, sűrűsége** különböző jelintenzitású képrészletekként jelentkezik
- Nem ionizáló sugárzás
- **Tomográfiás**, több dimenziós felvétel

- Alkalmazása:

lágyszövetek, ízületek megjelenítésére és vizsgálatára alkalmas → **állkapocsízületi** vizsgálatok



<https://mrimaster.com/PLAN%20TMJ.html>
<https://www.nature.com/articles/s41598-018-36988-8>

Sugárvédelmi alapok



- Röntgenvizsgálatok → ionizáló sugárzások → **biológiai hatás!**
Csak az elnyelődött sugárzás fejt ki biológiai hatást!
 - **Szomatikus** károsodás: carcinoma (leukémia, pajzsmirigyrák, csontrák)
 - **Genetikus** károsodás: mutációk (ivarsejtek)
→ ivarszervek szórt sugárzást kaphatnak – sugárterhelés csökkentése, sugárvédelem!
- **Sugárdózis:** egyenérték-dózis / effektív dózis → a sugárzás által kiváltott szomatikus és genetikus kockázat
Mértékegysége: sievert (Sv) = Joule/kg
Egy db panoráma (OP) felvétel: 26 μ Sv; háttérsugárzás: 3 mSv/év

Sugárvédelmi alapok



- Sugárterhelés csökkentése → **ALARA-elv** („As Low As Reasonably Acceptable”)
 - Érzékeny film/szenzor használata
 - Fókusz-tárgy távolság növelése (hosszú tubus)
 - Erősítőernyő (extraoralis felvételeknél)
 - Digitális röntgentechnika!
- A betegek sugárvédelme
 - Ólomköpeny, pajzsmirigyvédő gallér
 - Ivarszervek védelme!
- A személyzet sugárvédelme
 - Geometrikus sugárfogyás → távolság!
Min. 2-3 m-ről exponáljunk; a sugárforrástól mért 1,5 m sugarú körben csak a beteg tartózkodhat!
 - Röntgenezés külön helyiségben → sugárvédett fülke (tégla + ólom falazat, ólomüveg ablak)



<https://www.dreamstime.com/photos-images/lead-apron.html>
<https://hu.pinterest.com/boliver1835/imaging/>

A fogászati radiológiai vizsgálatok céljai

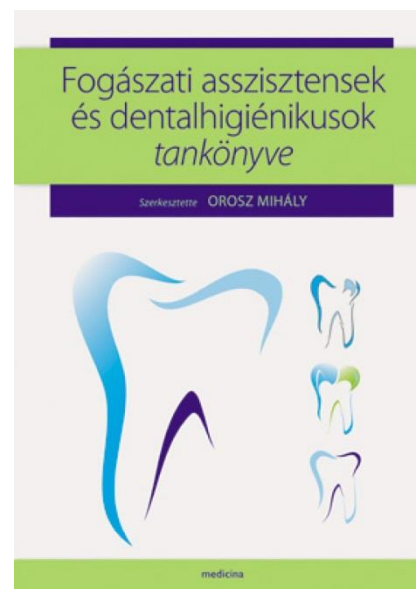
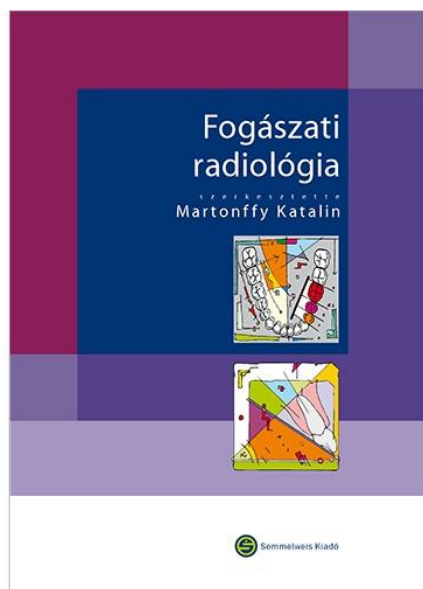
- **Radiológiai diagnózis** → Klinikai vizsgálattal együtt a végleges (definitív) diagnózis felállításának segítése
- Kórfolyamat **megállapítása**
(pl. rejtett caries korai diagnosztizálása)
- Kórfolyamatok **differenciál-diagnózisa**
- Kórfolyamatok **lokalizálása**
(pl. sipoly eredete)
- Kórfolyamatok **prognózisára** következtetés
(pl. parodontalis csontpusztulás)
- Fogorvosi kezelések eredményeinek **ellenőrzése**
(pl. gyökértömés kontroll röntgen)
- Fogászati beavatkozások, kezelések **tervezése**
(pl. gyökérkezelés, bölcsességfog-eltávolítás, implantáció)



<https://drrathoresdental.in/product.php?id=4262>

Ajánlott irodalom

- Martonffy K. Fogászati radiológia. Budapest: Semmelweis, 2006.
- Orosz M. Fogászati asszisztensek és dentalhigiénikusok tankönyve. Budapest: Medicina, 2013.



Köszönöm a figyelmet!

Dr. Demeter Tamás



SEMMELWEIS
EGYETEM 1769