



# eBook for Undergraduate Education in Radiology

| Kontrasztanyagok



## Előszó

A radiológia alapképzését Európában a nemzeti rendszerek szerint biztosítják, és akadémiai intézményenként jelentősen eltérhet. Néha a radiológia területét "átfogó tudományágnak" tekintik, vagy más klinikai tudományágak, például a belgyógyászat vagy a sebészet összefüggésében tanítják.

Ez az e-könyv azzal a céllal jött létre, hogy Európa-szerte segítse az orvostanhallgatókat és az egyetemi tanárokat a radiológia egészének koherens tudományágként való megértésében és oktatásában. Tartalma az ESR alapfokú Európai Radiológiai Képzési Tantervének alapul, és összefoglalja az alapvető elemeket, amelyeket minden orvostanhallgatónak ismernie kell. Bár a képértelmezéshez szükséges specifikus radiológiai diagnosztikai készségeket nem minden hallgató sajátíthatja el, és inkább az ESR képzési tantervek posztgraduális szintjeinek céljai közé tartozik, ez az e-könyv további betekintést is tartalmaz a modern képalkotással kapcsolatban. Ennek a célja, hogy az érdeklődő egyetemi hallgató megértse a modern radiológiát, tükrözve annak multidiszciplináris jellegét, mint szervalapú specialitást.

Szeretnénk külön köszönetet mondani az ESR Oktatási Bizottsága szerzőinek és tagjainak, akik hozzájárultak ehhez az e-könyvhöz, Carlo Catalanónak, Andrea Laghinak és Palkó Andrásnak, akik kezdeményezték ezt a projektet, valamint az ESR Hivatalnak, különösen Bettina Leimbergernek és Danijel Lepirnek a projekt megvalósításában nyújtott támogatásukért.

Reméljük, hogy ez az e-könyv hasznos eszközként szolgálhat az egyetemi radiológiai egyetemi oktatásban.

Minerva Becker  
ESR Education Committee Chair

Vicky Goh  
ESR Undergraduate Education Subcommittee Chair

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Szerzői jog és felhasználói feltételek

Ez a mű a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 nemzetközi Licenc alatt készült.

Önnek lehetőségében áll:

Megosztás – másolja és terjessze az anyagot bármilyen médiumban vagy formátumban

A következő feltételekkel:

- Forrásmegjelölés – Meg kell adnia a megfelelő forrásmegjelölést, meg kell adnia a licencre mutató hivatkozást, és jeleznie kell, hogy történtek-e módosítások. Ezt bármilyen ésszerű módon megteheti, de nem olyan módon, amely azt sugallja, hogy a licenciaadó támogatja Önt, vagy a módosított formátumot.
- Kereskedelem– Az anyagot nem használhatja kereskedelmi célokra.
- Átalakítás – Ha újramegeríti, átlakítja vagy épít az anyagra, nem terjesztheted a módosított anyagot.

Hogyan kell idézni ezt a munkát:

Európai Radiológiai Társaság, Johannes Fröhlich, Gabriella Hänggi (2022) eBook for Undergraduate Education in Radiology: Contrast Agents. DOI 10.26044/esr-undergraduate-ebook-07

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



**Hyperhivatkozások**



**Alapkészségek**



**További ismeretek**



**Figyelmeztetés**



**Összehasonlítás**



**Kérdések**



**Referenciák**

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



# eBook for Undergraduate Education in Radiology

## Kontrasztanyagok

### Szerzők

Johannes Fröhlich

Gabriella Hänggi

[john.froehlich@akroswiss.ch](mailto:john.froehlich@akroswiss.ch)



KlusLab, Consultant for various pharma companies

### Fordította

Brzózka Ádám

[brzozka.adam@szte.hu](mailto:brzozka.adam@szte.hu)



Szegedi Tudományegyetem Radiológiai Klinika

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Tartalomjegyzék (1)

- **Kontrasztanyagok**

- **Röntgen kontrasztanyagok (RKA)**

- **Csoportosítás**

- Pozitív RKA
    - Negatív RKA

- **Jódos RKA**

- Olajos lipofil jódos RKA
    - Vízoldékony hidrofil RKA
    - Epehólyag-specifikus RKA

- **A jódos RKA fiziokémiai tulajdonságai**

- Jód koncentráció
    - Osmolalitás
    - Viskozitás
    - Hidrofilicitás

- **A jódos RKA farmakokinetikája**

- A két kompartmentes modell
    - Farmakokinetika és képalkotás

- **Ábrázolási módszerek RKA-val**

- Közvetlen lumenális töltés
    - Funkcionális szervi képalkotás
    - Parenhimás halmozás
    - Angiográfia

- **RKA használat indikációi**

- Intravénás RKA injekció
    - Artériás RKA injekció
    - Orális és rektális RKA felhasználás

- **RKA mellékhatásai**

- Akut mellékhatások
    - Késői mellékhatások
    - Tíreotoxikózis
    - Vesekárosító hatás
    - Extravazáció

**Kontrasztanyagok**

**Röntgen kontrasztanyagok (RKA)**

**Mágneses rezonancia kontrasztanyagok**

**Ultrahang kontrasztanyagok**

**Összefoglalás**

**Referenciák**

**Teszteld a tudásod!**



## Tartalomjegyzék (2)

- **Mágneses rezonancia kontrasztanyagok**

- **Paramágneses kontrasztanyagok**

- **Gadolinium-alapú kontrasztanyagok**

- A Gd-komplexek szerkezete
- A Gd-komplexek stabilitása
- Transzmetalláció
- Biodisztribúció

- **Szuperparamágneses kontrasztanyagok**

- **Indikációk**

- Nem specifikus extracelluláris kontrasztanyagok
- Vérpool szerek
- Szervspecifikus Gd-alapú kontrasztanyagok
- Szövetspecifikus retikuloendothelialis és nyirokcsomó-specifikus szerek
- Direct MR artrográfia

- **Mellékhatások**

- **Nefrogén szisztémás fibrózis (NSF)**

- **Gadolinium lerakódás az agyban**

- **Biztonsági ajánlások**

- **Ultrahang kontrasztanyagok**

- **Mikrobuborékok**

- **Ultrahang echo kontrasztfokozás mikrobuborékokkal**

- **Biodisztribúció és elimináció**

- **Ultrahang-kontrasztanyagok beadása**

- **Indikációk**

- Kardiovaszkuláris képalkotás
- Vaszkuláris képalkotás
- Máj elváltozások
- További indikációk

- **Mellékhatások**

- **Összefoglalás**

- **Referenciák**

- **Teszteld a tudásod!**

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

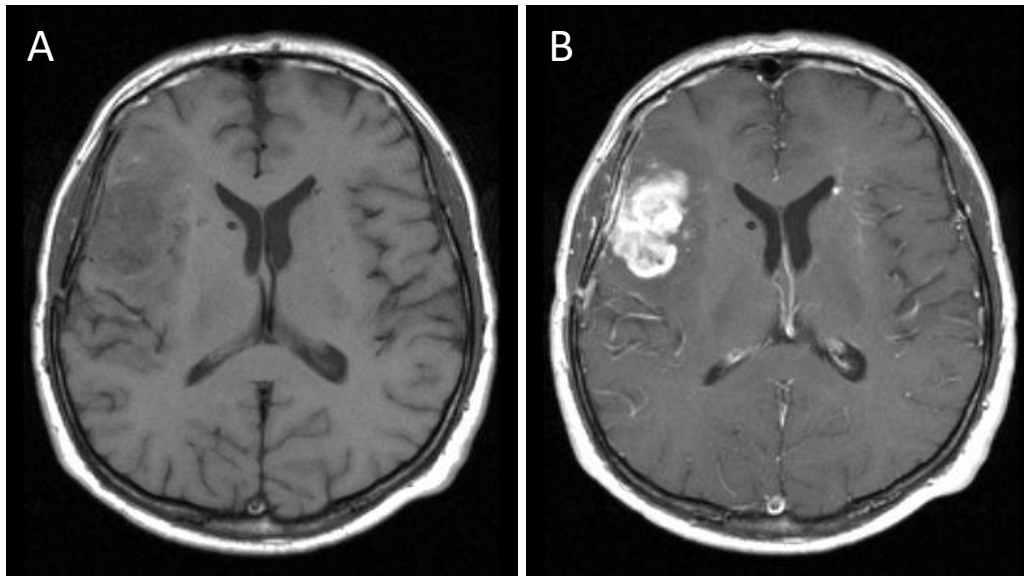
[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Kontrasztanyagok

A kontrasztanyagok a röntgen sugár elnyelődésének megváltoztatásával vagy az elektromomágneses ill. ultrahang energiára adott válasz befolyásolásával javítja a szervek, szövetek és a patológiás elváltozások ábrázolását. Kizárólag diagnosztikus célokat szolgálnak egyéb farmakodinámiás hatás nélkül és általában gyorsan kiválsztódnak metbolizálódás nélkül.



1. ábra: Kontrasztanyag beadás előtti (A) utáni (B) agyi MR vizsgálat

### ▶ [Kontrasztanyagok](#)

#### [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

#### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

#### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

#### [Összefoglalás](#)

#### [Referenciák](#)

#### [Teszteld a tudásod!](#)





## Röntgen kontrasztanyagok (RKA)



### Csoportosítás

A röntgen kontrasztanyagok (RKA), úgy fokozzák a képi kontrasztot, hogy megváltoztatják a röntgensugár elnyelődését. Ez a környező szövet elnyelődéséhez képest lehet fokozottabb (pozitív RKA) vagy csökkentebb (negatív RKA)

### Pozitív RKA.

A magas (radio)denzitású anyagok, melyek nagy atomszámú elemeket tartalmaznak mint pl. barium ( $^{56}\text{Ba}^{2+}$ ), jód ( $^{53}\text{I}^-$ ) vagy gadolinium ( $^{64}\text{Gd}^{3+}$ ) (off-label), fokozzák a röntgensugarak elnyelődését



2. ábra. Csontok okozta pozitív kontraszt.

### Negatív RKA

A kis sűrűségű anyagok, mint pl. a  $\text{CO}_2$ , Xe vagy a levegő, csökkent röntgensugár elnyelődéshez vezetnek



3. ábra. A tüdőben lévő levegő feketének látszik, mivel itt kisebb a röntgensugár elnyelődés: negatív kontraszt

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



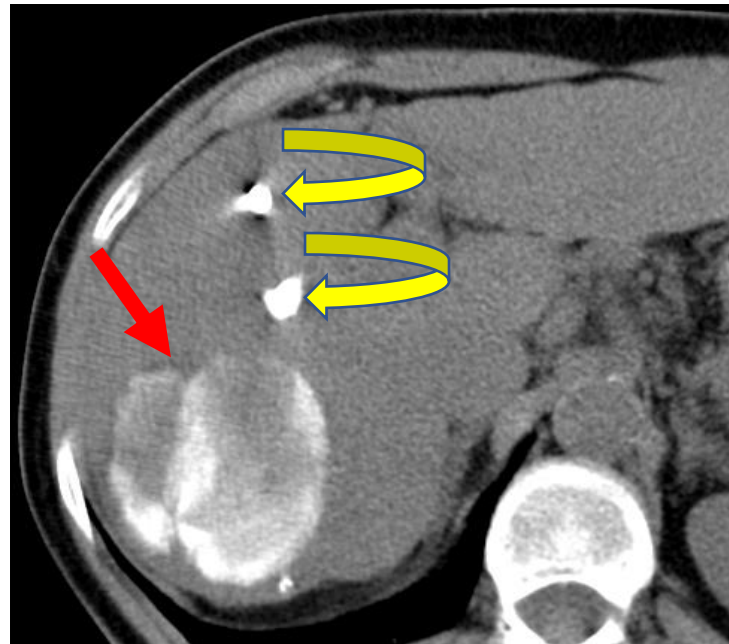
## Jódos RKA

A jódos kontrasztanyagok lehetnek vízdékonyak, hidrofilok vagy olajosak, lipofilek.

## Jódos olajos, lipofil RKA

A lipiodol olyan lipofil RKA, melyet úgy állítanak elő, hogy a mákból kinyert olajban lévő telítetlen zsírsavakat jódra cserélik. Ezt a következő eljárások során használjuk:

- Direkt limfográfia (a nyirokrendszer képalkotó eljárása)
- Transzarteriális hepatocelluláris karcinóma kemoembolizáció (4. ábra)
- Vagy egyes országokban hiszteroszalpignográfia (a tuba uterina átjárhatóságának megítésére)



4. ábra. Kontroll CT vizsgálat hepatocelluláris karcinóma (HCC) Doxorubicinnal/Lipiodollal történt transzarterialis kemoembolizációja és Lipiodollal/bucrilattal történt portális véna vein embolizáció (bal lebenyi hipertrófia indukálására) után. Reziduális Lipiodol a HCC-ben (piros nyíl) és embolizált portális ágak (sárga nyilak). Forrás: dr. Christoph Becker (Genfi Egyetem)

### Kontrasztanyagok

#### ▶ Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

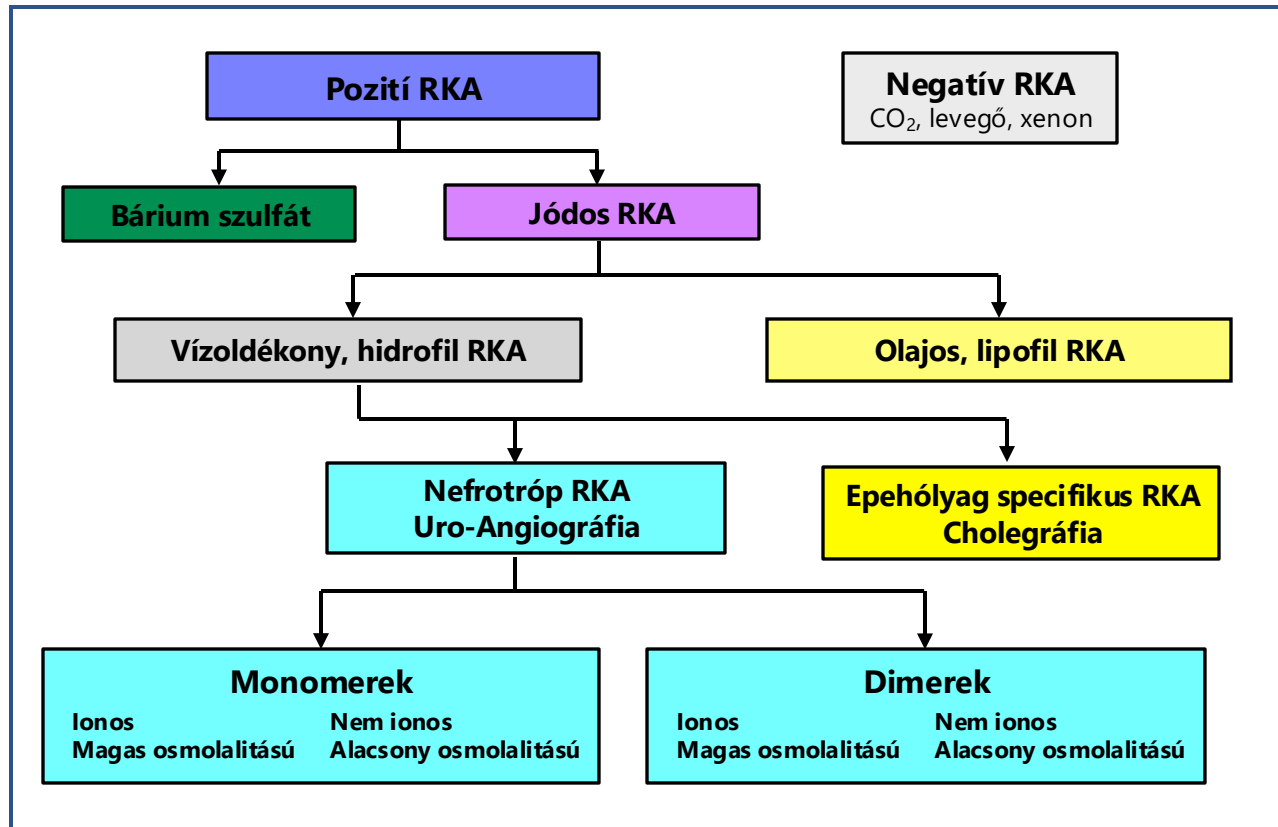
#### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

#### Ultrahang kontrasztanyagok

#### Összefoglalás

#### Referenciák

#### Teszteld a tudásod!



5. ábra. A röntgen kontrasztanyagok csoportosítása

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

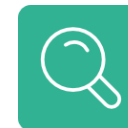
[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



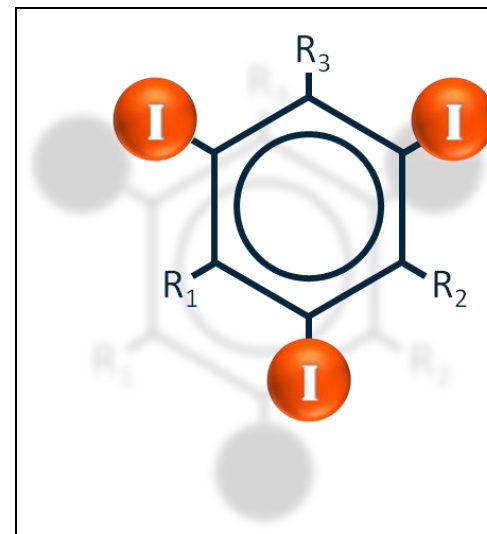
## Vízoldékony, hidrofil jódos RKA

A vízoldékony, hidrofil jódos RKA a nefrotróp RKA-t, melyek uro-angiográfia során alkalmazunk, és az epehólyag specifikus RKA-t, melyet intravénás kolangiográfiához használunk, foglalja magába.

### A vízoldékony, hidrofil jódos RKA felépítése

A vízoldékony, hidrofil jódos RKA alapja egy benzol gyűrű, melyhez szimmetrikusan, 3 kovalensen kötött jód atomot kapcsoltak.

- A molekulán belül lévő három kovalensen kötött jód atom jelenléte fokozott röntgen sugar elnyelődést és magas kontraszt denzitást eredményez.
- A kovalens kötés biztosítja az jód erős kémiai kötését és így a potenciálisan felszabaduló szabad jód toxikus hatása csökken.
- A benzol gyűrű fennmaradó három nem jódozott szénatomját  $R_1$ ,  $R_2$  és  $R_3$  gyökökre cserélték.



6. ábra. A jódos RKA alapszerkezete.

### [Kontrasztanyagok](#)

#### ► [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

#### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

#### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

#### [Összefoglalás](#)

#### [Referenciák](#)

#### [Teszteld a tudásod!](#)



## A nefrotróp RKA csoportosítása

A két-két fő kémiai változat azaz monomer és dimer, valamint ionos és nem ionos 4 csoportra tagolja a RKA-kat:

**Ionos monomer RKA:** Egy trijódózott benzol gyűrű egy karboxilcsoporttal ( $-\text{COO}^-$ ) az egyik szubsztituens csoportban.

**Ionos dimer RKA:** szerves gyökkel összekapcsolt két trijódózott benzol gyűrű melyben legalább egy substituens csoportban karboxilcsoport ( $-\text{COO}^-$ ) van (már nincs forgalomban).

**Nem ionos monomer RKA:** Egy trijódózott benzol gyűrű mely a  $-\text{COO}^-$  csoport helyett pl. amid ( $-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}$ ) csoporttal rendelkezik.

**Nem ionos dimer RKA:** Szerves gyökkel összekapcsol két trijódózott benzol gyűrű mely a  $-\text{COO}^-$  csoport helyett pl. amid ( $-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}$ ) csoporttal rendelkezik.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

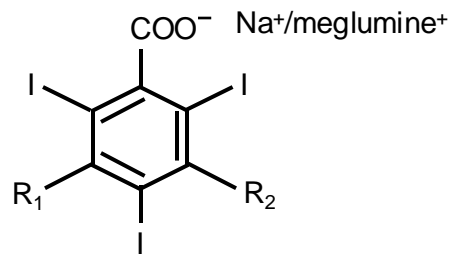
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

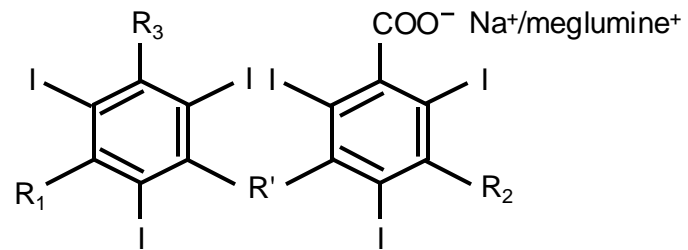
[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

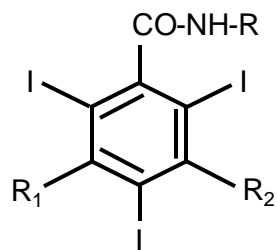
[Teszteld a tudásod!](#)



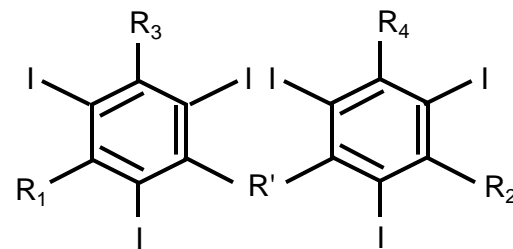
Ionos monomer magas ozmolalítású RKA



Ionos dimer alacsony ozmolalítású RKA



Nem ionos alacsony ozmolalítású monomer RKA



Nem ionos isoosmolális dimer RKA

## Kontrasztanyagok

### ▶ Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

### Ultrahang kontrasztanyagok

### Összefoglalás

### Referenciák

### Teszteld a tudásod!

7. ábra. A nefrotróp RKA 4 csoportjának szerkezete



## Ionos kontrasztanyagok – Vízben való oldás után anionná és kationná disszociál

Az ionos RKA-ban található karboxilcsoport hozzájárul a molekula nettó negatív töltéséhez, amely semleges formában, általában nátrium-, kalcium- vagy metilglukaminsóként válik elérhetővé.

Az ionos RKA negatív és pozitív ionokká való disszociációja biztosítja a vízben való oldódást, míg a nem-ionos RKA esetében a  $R_1$ ,  $R_2$  és  $R_3$  szubsztituensek poláris csoportjai, főként a hidroxil csoportok, felelősek a vízben való oldódásért.

Az egyéb szubsztituensek tovább javíthatják a vízben való oldódást, vagy egyéb farmakokinetikai és biztonsági tulajdonságért felelősek, mint pl. az eliminációs útvonal, fehérjékhez való kötődés vagy a mellékhatások.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

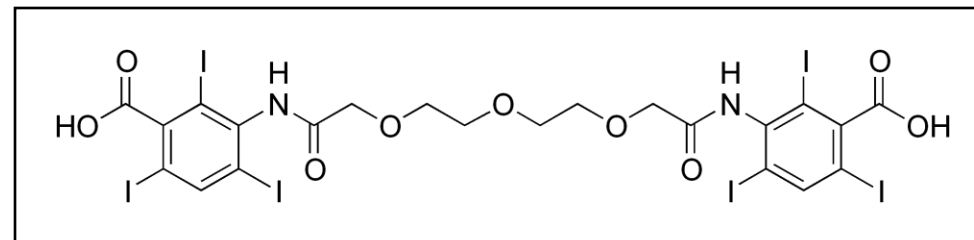


## Epehólyag specifikus RKA

Az intravénás epehólyag specifikus kontrasztanyagok tulajdonképpen olyan dimer szerkezetű meglumin sók melyekben a trijodilált benzol gyűrűket szerves kapocs köti össze.

Ebben a kolegráfias kontrasztanyagban mindegyik benzol gyűrűjében az oldalg nélküli funkcionális csoport egy carboxilát csoport. Minden benzolgyűrű esetében igaz, hogy nem subsztituált pozíció jelenléte elősegíti a vérplazma fehérjéihez való kötődést valamint a késői glomeruláris filtrációt és ezáltal az érdemi kémiai modifikáció nélküli epébe való kiválasztást.

Azonban a kolegráfias kontrasztanyagok esetében gyakrabban találkozhatunk mellékhatásokkal mint a nefrotróp kontrasztanyagoknál. Ez a tény magyarázhatja, hogy ez a fajta kontrasztanyag miért nem elérhető már.



8. ábra. Az epehólyag specifikus RKA szerkezete

[Kontrasztanyagok](#)

► [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)





## A jódos RKA fizikokémiai tulajdonságai

A jód koncentráció, osmolalitás viszkozitás és hidrofilitás a jódos RKA lefontosabb klinikai felhasználást leginkább befolyásoló fizikokémiai tulajdonságai.

### Jód koncentrációi

A kontraszthalmozás közvetlenül összefügg a szöveten belüli lokális jód koncentrációval.

Az intravénás jódos RKA milliliterenként **200-400 mg jód** koncentrációjú oldatok formájában érhető el, melyek közül a gyakorlatban a 300 mg/ml dózisé forma használatos.



9. Ábra. Példa egy jódos kontrasztanyagra: 300 mg/mL = 30%-os jódtartalom

The choice of the appropriate iodine concentration depends on the type of investigation, the disease and the diagnostic device used.

[Kontrasztanyagok](#)

► [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

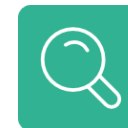
[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

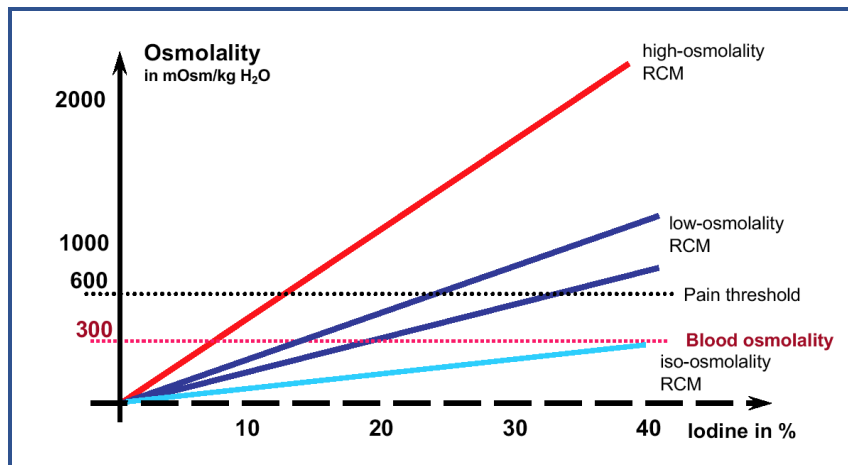


## Osmolalitás

Az osmolalitás megadja, hogy egy kg oldószerben, mint pl. vízben, hány oldott részecske van. Ezt mOsm/kg H<sub>2</sub>O- ként fejezhetjük ki 20°C-on.

Az osmolalitás egy adott RKA esetében a koncentrációval egyenes arányban nő.

A vér osmolalitása 300 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, és a fájdalomküszöb osmolalitása 600 mOsm/kg H<sub>2</sub>O.



10. Ábra. Az osmolalitás és a jódkoncentráció közti összefüggés. Az osmolalitás befolyásolja pl. a beteg fájdalomérzetét



A magas osmolalitású kontrasztanyagokban olyan ionos monomerek találhatóak, melyek 3 jódatomoként két oldott részecskét eredményeznek és így létrejövő osmolalitás a vérenek 5-8 szorososa.

Az alacsony osmolalitású szerek közt ionos dimereket és nem ionos monomereket találhatunk. Ezek 3 jódatomoként 1 oldalt részecskét adnak és így az osmolalitás a vérenek 1-3 szorososa.

Az izo-osmolalis szerek olyan nem ionos dimerek, melyek 6 jódatomoként adnak ki egy oldalt részecskét és az osmolalitásuk a vérevel közel megegyező.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## 1. Táblázat. A jódos kontrasztanyagok osmolalitása és viszkozitása

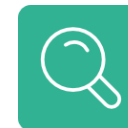
Szerkezet	Osmolalitás	Viszkozitás
Magas osmolalitású ionos monomer	1500 - 2100 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	+
Alacsony osmolalitású nem ionos monomer	500 - 900 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	++
Alacsony osmolalitású ionos dimer	600 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	+
Iso-osmolalis nem ionos dimer	300 mOsm/kg H <sub>2</sub> O	+++



Magas osmolalitású RKA beadása az folyadék beáramláshoz vezet az intersticiális térből a vaszkuláris térbe és így hipervolémiához, vazodilatációhoz, cardio-vascularis megterheléshez, bradikardiához, reflexes vérnyomás eséshez, pulmonális hipertenzióhoz és akár endothél károsodáshoz vezethet.

A magas osmolalitásnak a következő mellékhatásokat tulajdonítjuk: érfájdalom, elpirulás, diszkomfort, émelygés, hányás valamint a fokozot diurézis és dehidráció.

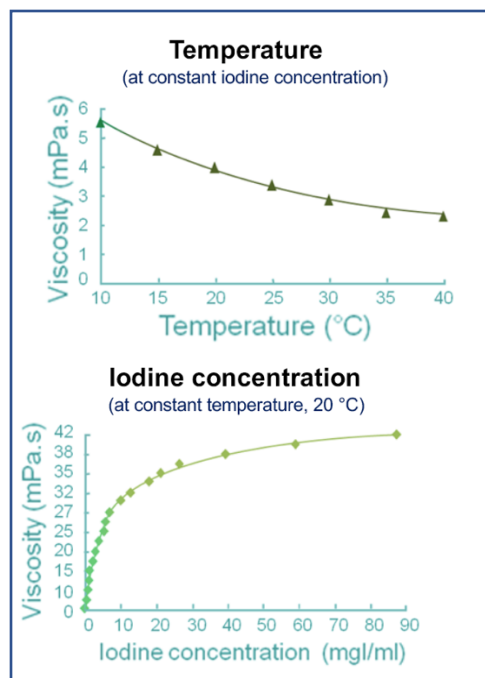
[Kontrasztanyagok](#)[▶ Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)[Ultrahang kontrasztanyagok](#)[Összefoglalás](#)[Referenciák](#)[Teszteld a tudásod!](#)



## Viszkozitás

A viszkozitás a kontrasztanyagok folyékonyságát írja le, mértékegysége: mPa.s.

A viszkozitás a jód koncentráció emelésével aránytalanul megnő és a hőmérséklet emelésével jelentősen csökken.



11. Ábra. A viszkozitás viszonya a hőmérséklethez és a jódkoncentrációhoz.



A kontrasztanyag viszkozitása meghatározza a lehetséges **maximális beadási sebességet** valamint a vérrel való elegyedést.

A kontrasztanyag 37-40°C-os hőmérsékletre való **felmelegítése** lecsökkenti a viszkozitást és ezáltal segíti a kontrasztanyagok gyors és/vagy vékony katéteren keresztüli beadását

A viszkozitásnak fontos szerepe van az RKA **renális tolerálhatóságában** is. A széruméhoz közeli viszkozitás csökkenti a jódos RKA kontraszt indukálta nefrotoxicitását.

### [Kontrasztanyagok](#)

#### ► [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

#### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

#### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

#### [Összefoglalás](#)

#### [Referenciák](#)

#### [Teszteld a tudásod!](#)



## Hidrofilicitás

Hidrofilicitás alatt a vízhez való affinitást, azaz egy anyag **vízben való oldódási** képességét értjük és log P-ben (oktanol-víz disztribúciós koefficiens) fejezzük ki.

A jódos kontrasztanyagok hidrofilicitása az egyébként hidrofób trijodobenzol gyűrű szubsztituens láncában található **hidrofil csoportok**, mint pl. OH és N csoportok számától függ.

A magas hidrofilicitású RKA **megemelt vízben való oldhatósága** csökkenti a vérplazma fehérjéihez való kötődést és így csökkenti az RKA intracelluláris eloszlását, ami felgyósítja vese általi eliminációt valamint csökkenti a vér-agy gáton való átjutást. Ennek megfelelően a magas hidrofilicitás **csökkenti** a neurotoxicitást, immunogenicitást és nefrotoxicitást továbbá csökkenti az allergiás reakciók rizikóját.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

## A jódos RKA farmakokinetikája

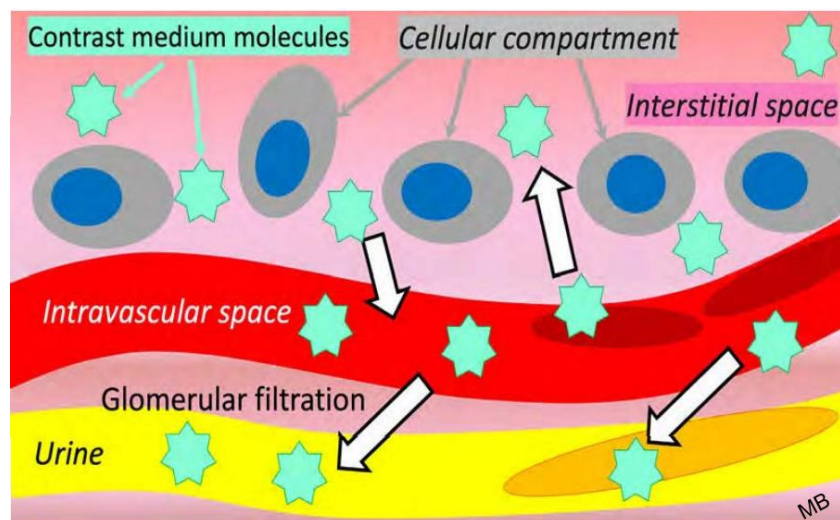
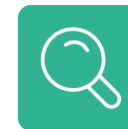
### A két kompartmentes modell

A jódos RKA farmakokinetikáját legjobban a két kompartmentes modell írja le:

Az intravasculáris beadás után a jódos RKA az intravascularis térben gyorsan eloszlik és a vérplazmában a **csúcskoncentrációt** 2 percen belül eléri. Ezt a **interstitialis térbe való vándorlás** követi, melyet a kapilláris fal pórusai tesznek lehetővé.

Az ilyen módon az extracelluláris térbe juttatott jódozott RKA nem képes áthaladni az ép vér-agy gáton, és nem oszlik el a sejtkompartimentben sem. Kis mennyiségben azonban átjുകiválasztódik az anyatejbe a placentáris gáton, és nagyon kis mennyiségben.

A jódozott RKA eliminációja szinte kizárólag **passzív glomeruláris filtrációval** történik. Normális veseműködés esetén az eliminációs felezési idő körülbelül 90 perc, és csaknem a teljes beadott dózis 24 órán belül kiválasztódik. Veseelégtelenség esetén az eliminációs felezési idő jelentősen meghosszabbodhat.



12. ábra. Két kompartmentes modell veseeliminációval

### [Kontrasztanyagok](#)

#### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

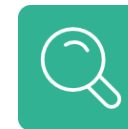
#### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

#### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

#### [Összefoglalás](#)

#### [Referenciák](#)

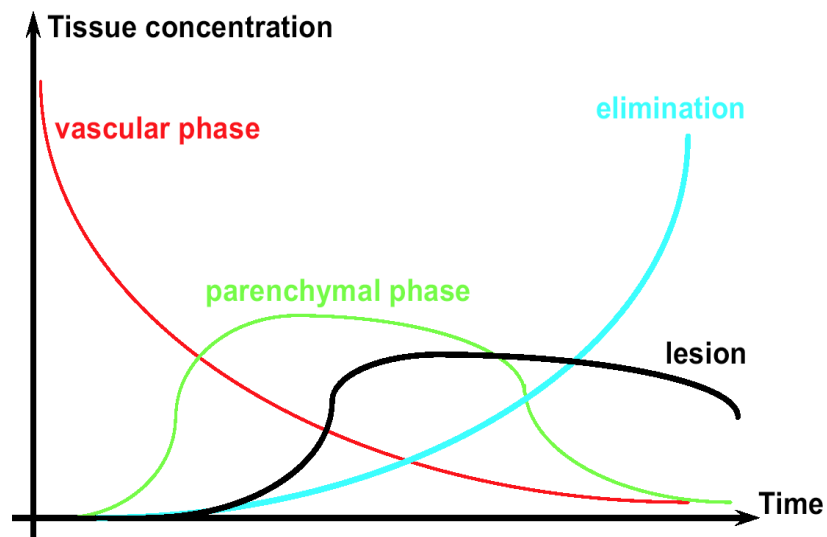
#### [Teszteld a tudásod!](#)



## Farmakokinetika és képalkotás

A jódozott RKA-val történő képalkotás esetén három beadást követő fázisról beszélhetünk:

- Érfázis, amely nagyon rövid ideig, kevesebb mint 1 percig tart, az artériák képalkotására.
- interstitialis fázis, amely rövid ideig, 1,5-10 percig tart, a szervek képalkotására.
- a kiválasztási fázis, amely hosszú, akár 30 percig is eltarthat, a húgyutak képalkotására.



13. ábra. Beadást követő fázis jódozott RKA esetén. Figyeljük meg a különböző terek közötti időbeli kontrasztkülönbségeket.



Általában az intravaszkuláris térből az **erősen perfundált szervekbe**, például az agyba, a májba és a vesébe történő eloszlás **gyors**, míg a **kevésbé perfundált szervekbe** és szövetekbe, például a csontokba és a zsírba történő eloszlás sokkal **lassabb**.

### Kontrasztanyagok

#### ► Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

#### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

#### Ultrahang kontrasztanyagok

#### Összefoglalás

#### Referenciák

#### Teszteld a tudásod!

## Ábrázolási módszerek RKA-val

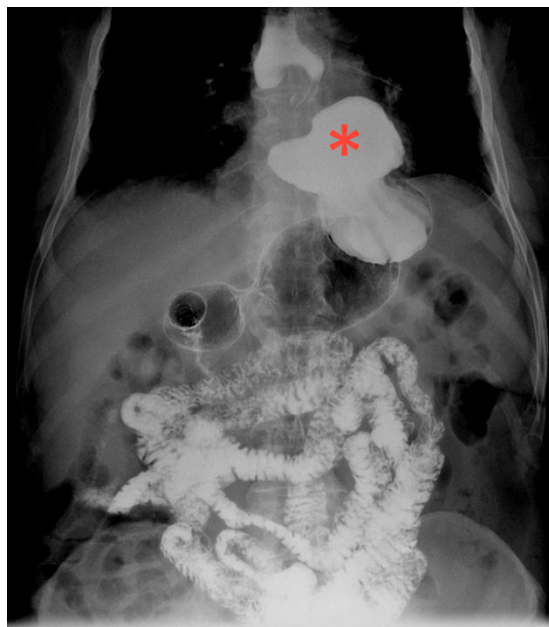
Az RCM-et széles körben használják a szervezet bizonyos struktúráinak vizualizálására és a szervműködésre vonatkozó információk megszerzésére, amit négy különböző ábrázolási módszer alkalmazásával érnek el:

### Közvetlen luminalis töltés

A luminalis feltöltés fő célja a morfológiai struktúrák ábrázolása, amely történhet természetes utak felhasználásával (14. ábra) vagy iatrogén módon létrehozott úton. Az ábrázolásnak ez a módja lehetővé teszi a felszíni vagy murális elváltozások megkülönböztetését, és funkcionális információkat szolgáltat, pl. a tónus vagy a perisztaltika változásairól az üreges szervekben.

### Funkcionális szervi képalkotás

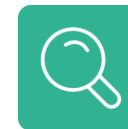
Az urográfiában (15. ábra) és a kolegráfiában alkalmazott funkcionális képalkotás kihasználja azt a tényt, hogy a kontraszt sűrűsége jelentősen függ a vese és a húgyutak vagy a hepatobiliáris rendszer működésétől. Következésképpen e szervek röntgenvizsgálata mind morfológiai, mind funkcionális változásokat feltár.



14. ábra. Báriumröntgenfelvétel (felső gyomor-bélrendszer) hitaus herniával (csillag) rendelkező betegnél. Figyeljük meg a vékonybélkacsok ábrázolódását. Forrás: dr. Georgy Varnay (Genfi Egyetem)



15. ábra. Normál urográfia. Forrás: Dr. MT. Niknejad (Radiopedia.org, rID: 85286)



## [Kontrasztanyagok](#)

### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

### [Összefoglalás](#)

### [Referenciák](#)

### [Teszteld a tudásod!](#)

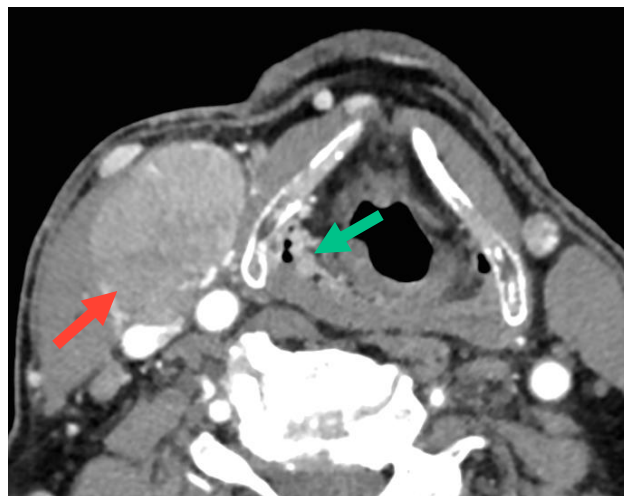


## Parenhimás halmozás

A parenhimás fázis során a szövetek közötti kontraszt fokozása az RKA különböző szervekben vagy szövetekben való átjutásából és szelektív felhalmozódásából ered, ezáltal javítva a morfológiai struktúrák megkülönböztetését, különösen a normális és kóros szövetek között. Ez lehetővé teszi, vagy legalábbis megkönnyíti a kóros folyamatok és etiológiájuk kimutatását is (16. ábra).

## Angiográfia

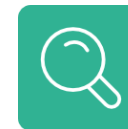
Az angiográfiában (17. ábra) az RKA adott érbe való közvetlen befecskendezésével annak szelektív ábrázolása válik lehetségessé. Ez után a RKA eloszlásának és kitöltési mintázatának értékelése válik lehetővé, beleértve a ábrázolódás hiányosságait is. Ez az értékelés részletes diagnosztikai információt szolgáltat a normális és kóros morfológiára és funkcióra vonatkozóan.



16. ábra. Kontrasztost CT (parenchymás fázis), amelyen egy kis, a hipofarinxból kiinduló tumor (zöld nyíl) és egy jobb oldali nyirokcsomó-metasztázis (piros nyíl) látható. Forrás: dr. Minerva Becker (Genfi Egyetem)



17. ábra. A nyaki verőerek normális angiográfiája. Oldalnézet.



### [Kontrasztanyagok](#)

#### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

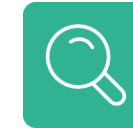
#### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

#### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

#### [Összefoglalás](#)

#### [Referenciák](#)

#### [Teszteld a tudásod!](#)



## RKA használat indikációi

### Intravénás RKA injekció

A CT-vizsgálat céljából történő intravénás RKA beadás a jódozott RKA leggyakoribb felhasználási módja, és az indikációk széles skálája állhat mögötte. Az intravénás beadás először artériás festést eredményez, amelyet a parenhimás kontraszthalmozás követ.

Az artériás festődés esetében a **jód beadásának sebessége** kulcsszerepet játszik.

Egy szolid szerv értékelésénél, mint például a máj vagy a hasnyálmirigy a parenhimás halmozás elsősorban a **beadott jód mennyiségétől** függ, mivel az elváltozás feltűnősége nagyobb mennyiségű kontrasztanyag befecskendezését igényelheti.

#### Az intravénás RKA beadásának felhasználási területei

CT

Digital subtraction angiography

Digitális szubtrakciós angiográfia

Intravénás urográfia

Venográfia (flebográfia)

Alsó vena cava és mellékágai

Felső vena cava és mellékágai

Végtagok

Egyéb vénás helyek

Epidurális venográfia

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



A **képalkotás** a kontrasztanyag beadásának időpontjához való **időzítése** befolyásolja, hogy a beadott RKA mely anatómiai struktúrákban halmozódik fel a legnagyobb koncentrációja, és így azok vizualizálhatóvá válnak.

A kontrasztanyag halmozás öt fázisa a CT képalkotás esetén:

**Natív fázis:** az RKA beadása előtt történő képalkotás: az anatómiai alapállapot meghatározására és a meszes struktúrák (pl. meszesedés, érelmeszesedés és egyes daganatokban a dystrophiás meszesedés) kimutatására.

**Korai artériás fázis:** képalkotás néhány másodperccel az intravénás RKA bólus beadása után: artériás rendellenességek (pl. artériás disszekciók) kimutatására.

**Késői artériás fázis:** képalkotás 15-20 másodperccel a korai artériás fázis után: erősen erezett anatómiai struktúrák (pl. máj, lép, vese) vizsgálata, különösen a daganatok azonosítása céljából.

**Portalis vénás fázis:** képalkotás egy későbbi fázisban, amikor a RKA a mesenterialis vénás struktúrákban koncentrálódik: a máj perfúziójának értékelése, portális hipertónia vizsgálata cirrotikus betegek esetén.

**Késői fázis vagy kimosási fázis vagy az egyensúlyi fázis:** a RKA-t megtartó elváltozások (pl. daganatok) vizualizálása.

## [Kontrasztanyagok](#)

### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

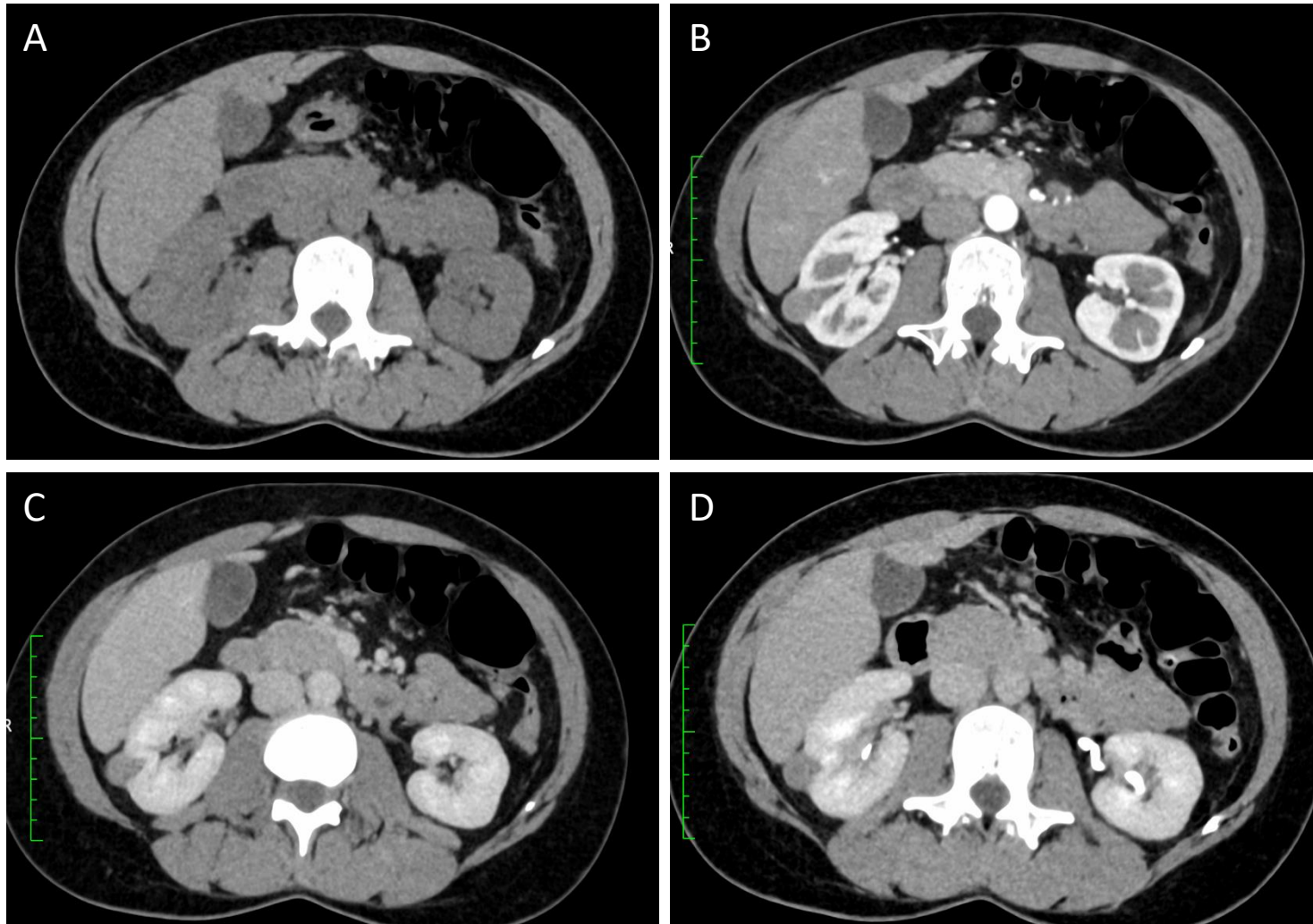
## [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

## [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

## [Összefoglalás](#)

## [Referenciák](#)

## [Teszteld a tudásod!](#)



18. ábra. Példa a hasi CT-re a kontrasztanyag halmozás különböző fázisaiban. A. natív- B. artériás- C. portális vénás- D. késői fázis. Forrás: dr. Thomas de Perrot (Genfi Egyetem)

## Kontrasztanyagok

### ▶ Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

### Ultrahang kontrasztanyagok

### Összefoglalás

### Referenciák

### Teszteld a tudásod!



## Artériás RKA injekció

Az intraartériás injekció a jódozott RCM beadás a **diagnosztikus katéteres angiográfia és katéteres artériás beavatkozások** elsődleges módszere, amelyet például a perkután angioplasztikában és a stent implantáció során alkalmaznak.

A céterek ábrázolásához a nagy artériás áramlási sebesség miatt **nagy mennyiségű** RKA beadása szükséges.

### **Az intraartériás RKA beadásának alkalmazási területei:**

Angiokardiográfia  
CT angiográfia  
Koronária angiográfia  
Tüdőangiográfia  
Aortográfia  
Viszcerális és perifériás arteriográfia  
Digitális szubtrakciós angiográfia  
Központi idegrendszer  
Agyi, gerincvelői és gerincvelői angiográfia

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Orális és rektális RKA felhasználás

Az orális vagy rektális kontrasztanyagokat sokféleképpen használhatjuk a gyomor-bél traktus képalkotására. Ezt túlnyomórészt bárium-szulfát szuszpenzióval és - egyes esetekben - jódozott kontrasztanyagokkal érhetünk el.

### Bárium szulfát

A gyomor-bél traktus röntgen képalkotásához a bárium-szulfát szuszpenziót szájon át, végbélbe vagy enterosztómába esetleg katéterbe juttatják, és a gyomor-bél traktus lumenének kitöltésére vagy a nyálkahártya felületének bevonására használjuk.

A gasztrointesztinális traktus lumenének és nyálkahártyájának jobb ábrázolására kettős kontrasztvizsgálatot végezhetünk, melyet a lumen gázzal történő feltöltésével és a fal bárium-szulfáttal történő bevonásával érhetünk el (**19. ábra, lásd a következő oldalon**). E célból a bárium-szulfátot szén-dioxiddal vagy egyéb gázképző anyaggal keverjük.

A bárium-szulfát a gyomor-bélrendszerből egészséges személyek esetén nem szívódik fel és nem is metabolizálódik, a széklettel metbolizálatlanul ürül.

A bárium-szulfát röntgen képalkotásban való alkalmazásának **indikációi** közé tartozik a morfológiai struktúrák megkülönböztetése, különösen a normális és a kóros szövetek között, valamint a funkcionális változások kimutatása a teljes gyomor-bél traktus területén.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

## Mellékhatások

A bárium-szulfát leggyakoribb mellékhatásai közé a hányinger, hányás, hasi görcsök vagy a vizsgálat alatti és utáni diszkomfort, valamint enyhe allergiás reakciók tartoznak. A szuszpenzió hipozmolalitása a tápcsatornából vizet von el, ami vastagbélzáródáshoz vezethet.

A bárium-szulfát a GI-traktus területi felhasználásakor a legsúlyosabb szövődmény a mediastinumba vagy a peritoneumba való szivárgás, amely peritonitishoz vagy mediastinitishoz vezet.

## Kontraindikációk



A bárium-szulfát ellenjavallatai közé tartozik a perforáció gyanúja és a posztoperatív varratelégtelenség, valamint a bárium tartalmú termékre adott korábbi allergiás reakció.

A bárium-szulfát nem alkalmazható olyan személyeknél, akiknél gyanítható vagy ismert necrotizáló enterokólitisz, ileusz és nyelési nehézségek (az aspiráció veszélye miatt) állnak fenn. Különös figyelem szükséges újszülöttek, idősek és súlyosan beteg személyek esetében.



19. ábra. Vastagbél bárium-szulfáttal, majd géllal feltöltve: kettős kontrasztos kép

### [Kontrasztanyagok](#)

#### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

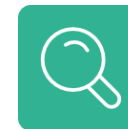
### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

### [Összefoglalás](#)

### [Referenciák](#)

### [Teszteld a tudásod!](#)



## Orális jódos RKA

Az orális jódos RKA-t a GI-traktus vizualizálására (20. ábra) csak akkor használunk, amennyiben a bárium-szulfát ellenjavallt.

Orális használatra a hígított, vízben oldódó, ionos, nagy ozmolalitású RKA-kat részesítjük előnyben, azonban hígított, nem ionos kontrasztanyagok is alkalmazhatók.

A vízben oldódó kontrasztanyagok gyorsan felszívódnak az interstitialis terekből és a peritoneális térből, így az üreges zsigeri perforációra gyanús betegek vizsgálatában kiemelten hasznosnak bizonyulnak. Jelenlegi tudásunk alapján a vízben oldódó kontrasztanyagok mediastinumba, mellűrbe vagy a mesenterialis térbe való kijutásának nincs maradandó károsos következménye.

A szájon át beadott jódos RKA kiválasztása főként a széklettel történik, és függ a GI tranzitidőtől. A kontrasztanyag kis mennyisége felszívódik a GI traktusból, és a vizelettel ürül.



20. ábra. orális jódos RKA-val készült CT. Figyeljük meg a vékonybél heterogén kontrasztját. Az aborális részen a felszívódás sebessége nagyobb (piros nyilak).

### Kontrasztanyagok

#### ▶ Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

#### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

#### Ultrahang kontrasztanyagok

#### Összefoglalás

#### Referenciák

#### Teszteld a tudásod!





## Kontraindikációk

A hiperozmolális RKA nyelési nehézségekhez vezethet, és így per os alkalmazása ellenjavallt **aspiráció kockázatának** kitett betegek esetén. Ilyen betegeknél nem ionos, alacsony ozmolalitású vagy izo-ozmolalis jódos RKA-t kell alkalmazni per os, mivel ezek még aspiráció esetén is csak minimális bronchogén toxicitással járnak.

Az **enterális hiperozmolális** RKA-t szintén kerülni kell **folyadék- és elektrolit-egyensúlyhiányos** betegeknél, különösen a nagyon fiatal vagy idős, hipovolémiás vagy dehidratált betegeknél.

A szájon át beadott RKA **enyhe szisztémás felszívódása** miatt terhesség, veseelégtelenség és alapbetegséggént fennálló pajzsmirigyzavar esetén körültekintően járjunk el.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## RKA mellékhatásai

A jódos RKA intravaszkuláris beadásával összefüggésbe hozható mellékhatások előfordulása napjainkban már alacsony. Ez az ionos, nagy ozmolalitású RKA-król a nem ionos, alacsony ozmolalitású vagy izo-ozmolalitású RKA-kra való áttéréssel **jelentősen lecsökkent**.

## Akut mellékhatások

Az RKA akut mellékhatásai az alkalmazást követő **1 órán belül** jelentkeznek, és az ilyen reakciók súlyossága az enyhétől a súlyosig terjedhet, akár életveszélyes lehet. Az akut reakciókat a túlérzékenységi és allergia-szerű reakciók, vagy kemotoxikus reakciók csoportjába sorolhatjuk.

A túlérzékenységi és allergiaszerű reakciók vélhetően az RKA **dózisától és koncentrációjától függetlenek**, és gyakran **kiszámíthatatlanok**.

A túlérzékenységi és allergiaszerű reakciók tünetei közé a csalánkiütés, viszketés, bőrödéma, viszketés és diffúz erythema tartozik. A súlyos akut reakciók jellemzően arc- és gégeödéma, hipotenzió, hörgőgörcs és nehézlégzés formájában jelentkeznek, de akár hipotenzív sokkig és légzés- vagy szívmegállásig is vezethetnek.

[Kontrasztanyagok](#)

► [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



A kemotoxikus mellékhatások az RKA egy adott **molekuláris tulajdonságához**, például az ozmolalitáshoz, viszkozitáshoz és ionosságához kapcsolódnak, és általában dózis- és koncentrációfüggők.

A gyakori kemotoxikus mellékhatások közé a hányinger és hányás, kipirulás, melegség, hidegrázás, fejfájás, szédülés, szorongás, ízlelésváltozás és magas vérnyomás tartozik. Előfordulhatnak vasovagális reakciók, amelyek hypotenzióhoz és bradikardiához vezetnek.

A súlyos kemotoxikus mellékhatások szívritmuszavarok, csökkent szívizom összehúzódnási képesség, kardiogén tüdőödéma, görcsök és rohamok formájában jelentkezhetnek. Ezek **szívbeteg** esetében gyakoribbak és súlyosabbak lehetnek.

A RKA betegekkel kapcsolatos **kockázati tényezői** a jódalapú kontrasztanyaggal szembeni korábbi allergiaszerű reakció, valamint az asztma és az atópia, míg a kontrasztanyaggal kapcsolatos kockázati tényezők a nagy ozmolalitású ionos kontrasztanyagok.

## [Kontrasztanyagok](#)

### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

### [Összefoglalás](#)

### [Referenciák](#)

### [Teszteld a tudásod!](#)



## Késői mellékhatások

A késői mellékhatások az RKA beadását követően 60 perctől akár egy hétig is kialakulhatnak. Ezek leggyakrabban bőrreakciókként jelentkeznek.

A tipikus késleltetett bőrreakciók közé kiütések, viszketés, erythema és duzzanat tartozik, míg a késői, nem bőrreakcióval járó tünetek közé a hányinger, hányás, fejfájás, mozgásszervi fájdalom, hasmenés és esetenként hipotenzió tartozik.

A késői RKA reakciójának kockázati tényezői a korábbi késői kontrasztanyag-reakció és az interleukin-2-vel történő kezelés, valamint a nem ionos dimerek használata.

### Terhesség és szoptatás

Terhes nőknél, ha a röntgenvizsgálat elengedhetetlen, jódalapú kontrasztanyag adható. Az ilyen adagolást követően az újszülött pajzsmirigyműködését az első héten ellenőrizni kell.

Amennyiben az anya jódalapú kontrasztanyagot kapott a szoptatás normálisan folytatható.

### [Kontrasztanyagok](#)

#### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

### [Összefoglalás](#)

### [Referenciák](#)

### [Teszteld a tudásod!](#)

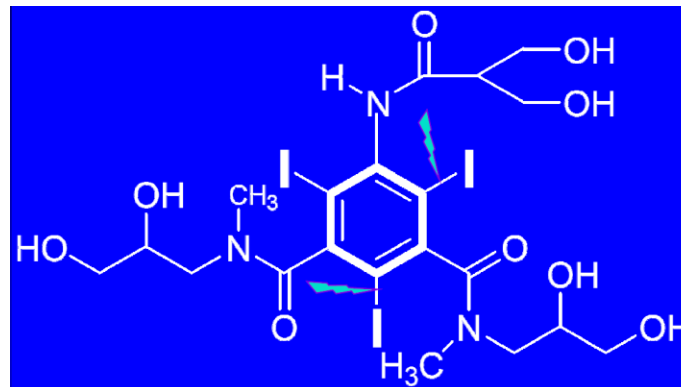


## Tireotoxikózis

A mellékhatások kialakulásához hozzájárul a **dejodálási folyamat és az oldatokban lévő jódt szennyeződés**, ami az ajánlott napi bevitt meghaladó mennyiségű szabad jódt szervezetbe való bejutásához vezet.

Normális pajzsmirigyműködésű személyeknél a túlzott jódt-expozíciót a pajzsmirigyhormon-szintézis átmeneti csökkenése, az úgynevezett Wolff-Chaikoff hatás kompenzálhatja.

Ez a belső szabályozási mechanizmus a pajzsmirigybetegek körében károsodik, így a jódtartalmú kontrasztanyagok alkalmazása tireotoxikózishoz vezethet.



21. ábra. Fény hatására jódt felszabadulással járó dejodálódás jön létre.

### Kontrasztanyagok

#### ▶ Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

#### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

#### Ultrahang kontrasztanyagok

#### Összefoglalás

#### Referenciák

#### Teszteld a tudásod!



A **tirotoxikózis** kialakulásának **kockázati tényezői** a Basedow-kór és a pajzsmirigy autonómiával járó multinoduláris strúma, különösen időssekben és/vagy a jóddhiányos területeken.

Magas tireotoxikózis kockázattal rendelkező egyének esetében a jódos RKA beadása előtt fontos a pajzsmirigyműködés vizsgálata, a beadást követően pedig szoros ellenőrzés javasolt. Bizonyos nagy kockázatú betegeknél előnyös lehet a profilaktikus tireosztatikus kezelés is.

Manifeszt **hipertireózisban** szenvedő betegeknél a jódozott kontrasztanyag beadása ellenjavallt.

Terhes nők esetén a jódtartalmú kontrasztanyag beadás esetén az újszülött pajzsmirigyműködését az első éltehéten ellenőrizni kell.

A **koraszülött csecsemők** és **újszülöttek** különösen hajlamosak lehetnek a klinikalag nem elhanyagolható **hipotireózis** kialakulására, mivel az éretlen pajzsmirigy nem képes teljesen visszafordítani az Wolff-Chaikoff-hatást. A pajzsmirigyműködést 3 éves korig követni kell.

## [Kontrasztanyagok](#)

### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

### [Összefoglalás](#)

### [Referenciák](#)

### [Teszteld a tudásod!](#)

## Vesekárosító hatás



A kontrasztanyag intravaszkuláris beadása a vesefunkció romlásához, sőt akár akut veseelégtelenséghez is vezethet.

A kontrasztanyag beadása utáni akut vesekárosodás (PC-AKI) **standard diagnosztikai kritériuma** a következő: a kontrasztanyag beadását követő 48-72 órán belül a szérumkreatinin  $> 0,3$  mg/dl-el (vagy  $> 26,5$   $\mu$ mol/l-el) növekszik, vagy a kiindulási érték  $> 1,5$ -szeresére emelkedik.

A PC-AKI kialakulásának legnagyobb kockázati tényezője a **már meglévő veseelégtelenség**, és a kockázat a kiindulási csökkent vesefunkció romlásával egyre nagyobb lesz.

A kontrasztanyag beadása előtt a vesefunkció becslésére a szérumkreatininből számított becsült glomeruláris filtrációs ráta (eGFR) az ajánlott. Az **Európai Urogenitális Radiológiai Társaság (ESUR)** jelenlegi iránymutatásai a következő küszöbértékeket határozzák meg a PC-AKI kialakulásának kockázatára vonatkozóan:

eGFR  $< 45$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>

intraarteriális kontrasztanyag beadása előtt, első veseexpozícióval vagy intenzív osztályon kezelt betegeknél

eGFR  $< 30$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>

intravénás kontrasztanyag vagy a veséken másodlagos módon áthaladó (ún. second pass vese expozíció) intraarteriális kontrasztanyag alkalmazása esetén.

### [Kontrasztanyagok](#)

#### ▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

#### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

#### [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

#### [Összefoglalás](#)

#### [Referenciák](#)

#### [Teszteld a tudásod!](#)



Az Amerikai Radiológiai Társaság Gyógyszerek és Kontrasztanyagok nevű bizottsága a 2021-es Manual on Contrast Media című kézikönyvében az alábbi küszöbértéket említi a PC-AKI kialakulásának kockázatára vonatkozóan:

eGFR < 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>



A PC-AKI kialakulásának további kockázati tényezői közé tartozik a cukorbetegség, a szív- és érrendszeri betegségek, a magas vérnyomás, a hiperurikémia, a proteinuria, a diuretikumok alkalmazása, a dehidráció, az előrehaladott életkor és a rövid időn belül több alkalommal beadott jódtartalmú kontrasztanyag.

A megelőző stratégiák közé tartozik az 1-12 órás prehidratáció intravénás sóoldattal vagy nátrium-bikarbonáttal, majd 4-12 órás poszthidratáció és a minimális dózisu, alacsony vagy izo-oszmolális RKA alkalmazása.

## Kontrasztanyagok

### ▶ Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

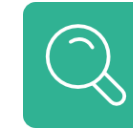
### Ultrahang kontrasztanyagok

### Összefoglalás

### Referenciák

### Teszteld a tudásod!





## Extravazáció

A jódos RKA véletlen extravaszkuláris injekciója **csak nagyon ritka** esetekben fordul elő, és általában spontán múló tünetekkel, például fájdalommal, eritémával és duzzanattal jár, de súlyos esetekben akár bőrfekélyt és bőrelhalást is okozhat. Az extravazációt követő leggyakoribb súlyos szövődmény a kompartment szindróma.

Súlyos extravazációs sérülés nagyobb valószínűséggel alakul ki olyan betegeknél, akiknél az érintett végtagban artériás keringési elégtelenség, illetve a vénás rendszer vagy a nyirokvezetés károsodása áll fenn.

Nagyobb valószínűséggel lesz súlyos szöveti sérülést, ha nagy mennyiségű RKA extravazálódik, különösen ha az magas ozmolalitású és nagy viszkozitású szer, vagy injektort használatunk, illetve ha az extravazáció problémás vénás kapuk helyein, mint a kéz, a lábfej vagy a boka hátsó részén jelentkezik.

A folyamatos monitorozás és a megfelelő konzervatív kezelés segít elkerülni a súlyos következményeket. A kezelés az érintett végtag megemeléséből, jegeléséből, ezüst-szulfadiazin lokális alkalmazásából és szélsőséges esetekben sebészeti beavatkozásból áll.

[Kontrasztanyagok](#)

▶ [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

## Mágneses rezonancia kontrasztanyagok



A mágneses rezonancia képalkotásban (MRI) használt kontrasztanyagok olyan diagnosztikai célú gyógyszervegyületek, amelyek befolyásolják a környező szövetekben található vízmolekulák  $^1\text{H}$ -hidrogénmagjainak (protonjainak) mágneses magrezonanciáját.

Az MR-kép kontrasztja különböző tényezők összetett kölcsönhatásából adódik mint például a protonok sűrűsége, a  $T_1$  longitudinális (spin-lattice) relaxációs idő és a  $T_2$  transzverzális (spin-spin) relaxációs idő, valamint az alkalmazott MR szekvenciák.

Az MR-ben használt kontrasztanyagok (KA-k) vagy paramágneses fémionokból, vagy szuperparamágneses részecskékből állnak, és a szövetekben lévő víz protonjainak  $T_1$  és  $T_2$  relaxációs idejét módosítják.

22. ábra. A spinek (jelen esetben elektronok) az MR-ben mágneseződnek és kölcsönhatásba lépnek a protonokkal, így megváltoztatva a szöveti jelet.

$\text{Ti}^{2+}$	↑	↑	—	—	—	2/2	
$\text{Cr}^{3+}$	↑	↑	↑	—	—	3/2	
$\text{Mn}^{2+}$	↑	↑	↑	↑	↑	5/2	
$\text{Fe}^{3+}$	↑	↑	↑	↑	↑	5/2	
$\text{Fe}^{2+}$	↑↓	↑	↑	↑	↑	4/2	
$\text{Co}^{2+}$	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	3/2	
$\text{Cu}^{2+}$	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	1/2	
$\text{Gd}^{3+}$	↑	↑	↑	↑	↑	↑	7/2
	Paramagnetic Ions					Spins	

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

► [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



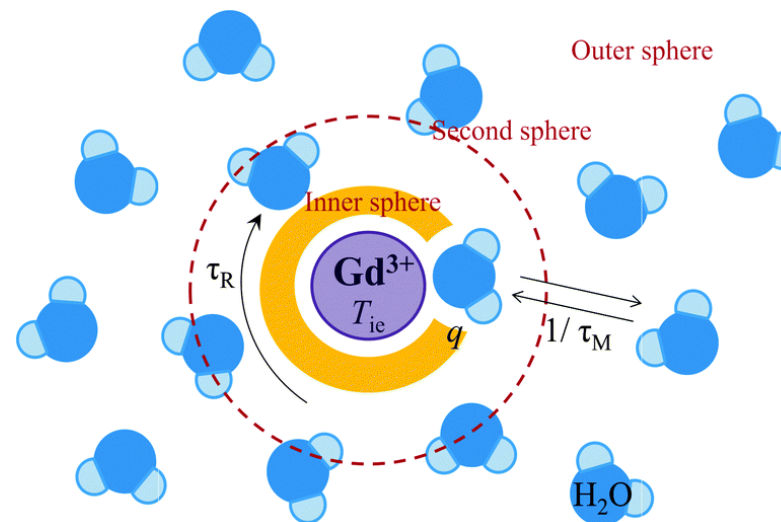
## Paramágneses kontrasztanyagok

A paramágneses KA-k olyan fémionokat tartalmaznak, amelyek külső héjában párosítatlan elektronok vannak, mely következményes elektron spinnel és állandó mágneses momentummal jár.

A mozgásban lévő paramágneses KA-molekula mágneses momentuma további, időben változó mágneses teret indukál a környező vízmolekulák hidrogénmagaiban, ami viszont növelheti a longitudinális spin-lattice relaxáció  $r_1$  sebességét és a transzverzális spin-spin relaxáció  $r_2$  sebességét.

A KA által okozott relaxációs változás a vizsgált régióban a T1 és T2 idők lerövidüléséhez vezet, ami hiperintenzív jelet eredményez a T1-súlyozott képeken és hipointenzív jelet a T2-súlyozott képeken.

A T1 hatás már alacsony kontrasztanyag koncentrációjánál is megfigyelhető, míg a T2 hatás csak magasabb koncentrációknál érzékelhető.



23. ábra. A gadolínium kölcsönhatása a környező víz protonjaival különböző szinteken. Általában csak 1-2 proton kerül közelebb a liganddal körülvelt központi atomhoz.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Relaxivitás

Az MR-kontrasztanyag hatékonyságát a relaxivitással (R) fejezik ki, amely a kontrasztanyag relaxációs sebességet fokozó képességére utal. Ezt általában kísérleti módon, vízben határozzák meg, és definíció szerint a kontrasztanyag aktív ionjának  $1 \text{ mmol L}^{-1}$ -e által, az oldószerben (víz) kiváltott relaxációs idő megváltozását jelenti:

$$R_1 = 1 / T_1 (1 \text{ Mol}, 20^\circ\text{C})$$

A kontraszthatékonyságot  $r_2/r_1$  aránnyal fejezhetjük ki: minél nagyobb ez az arány, annál jelentősebb a relatív T2 hatás, és annál kisebb a T1 hatás.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Mangán alapú kontrasztanyagok

A mangán alapú KA-ok kétértékű mangánt tartalmaznak, amely egy 5 párosítatlan elektronnal rendelkező átmeneti fém, és a szervezetben természetes módon is jelen van.

A paramágneses mangán kis molekulákként vagy az újabban kifejlesztett nanométeres méretű anyagok formájában érhető el.

A mangafodipir trinátrium (Mn-DPDP) egy májspecifikus KA, amelyben egy mangánion  $Mn^{2+}$  egy dipiridoxildifoszfát ligandummal kelátosodik.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

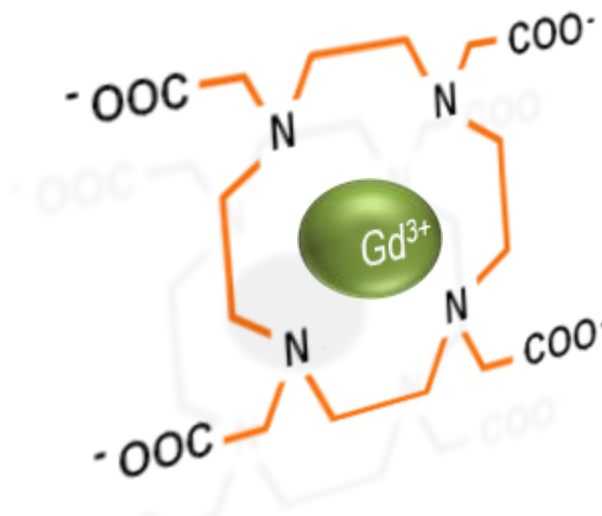


## Gadolinium-alapú kontrasztanyagok

A klinikumban leggyakrabban használt MR KA a gadolínium alapú KA, amelyek háromértékű gadolíniumot - a lantanid-sorozathoz tartozó, hét párosítatlan elektronnal rendelkező fémet – tartalmaz. Ezeknek a szereknek nagy mágneses nyomatékuk és hosszú elektronikus spinrelaxációs idejük van.

A gadolínium szabad ionos  $Gd^{3+}$  formájának citotoxicitása miatt a gadolínium olyan **kelátképző ligandumokkal** történő lefedését teszi szükségessé, amelyek kémiaailag stabil komplexeket képeznek.

A gadolínium inert és stabil komplex formájában történő beadása megakadályozza a szabad  $Gd^{3+}$  sejtes felvételét, és fenntartja a biodisztribúciót az extracelluláris térben, ezáltal fokozza a vesefiltrációt és a vizeletkiválasztást.



24. ábra. Makrociklusos gadolínium-komplex, amelynek központi atomja a  $Gd^{3+}$ , szorosan kötődik egy gyűrűszerű szerkezetű ligandumhoz.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## A Gd-komplexek szerkezete

A jelenleg rendelkezésre álló Gd-alapú kontrasztanyagok szerkezetük, különösen a kelátképző rész jellege, valamint ionosságuk alapján négy fő kategóriába sorolhatók.

A **lineáris komplexekben** a gadolíniumiont csak részben veszi körül a ligandum láncszerű szerkezete, míg a **makrociklikus komplexekben** a gadolíniumiont a ligandum által kialakított kalitkaszerű szerkezet veszi körül.

Mind a lineáris, mind a makrociklikus gadolíniumkomplexek lehetnek **nem ionosak vagy ionosak**. Az ionos gadolínium-komplexekben a fennmaradó anionos csoportokat meglumin- vagy nátrium-kationokkal sózzák.

A gadolínium-komplexek négy osztályának molekuláris jellemzői jelentős hatással vannak néhány kulcsfontosságú tulajdonságra, mint például az **ozmolalitás és a viszkozitás**, de a relaxivitásra és a biodisztribúcióra is.

A molekuláris jellemzők felelősek a **termodinamikai stabilitási állandók és a kinetikai sebességi állandók** különböző gadolínium-komplexek közötti különbségeiért is.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



	Lineáris		Makrociklusos
<b>Ionos</b>	<p>Gd-DTPA</p> <p>Gd-BOPTA</p>	<b>Ionos</b>	<p>Gd-DOTA</p>
<b>Nem ionos</b>	<p>Gd-DTPA-BMA</p> <p>Gd-DTPA-BMEA</p>	<b>Nem ionos</b>	<p>Gd-HP-DO3A</p> <p>Gd-BT-DO3A</p>

25. ábra. A Gd-alapú KA-k osztályozása és szerkezete

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

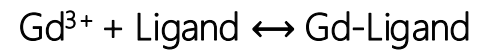
[Teszteld a tudásod!](#)





## A Gd-komplexek stabilitása

A Gd-tartalmú KA-k oldataiban mindig egyensúly van a komplexet formáló gadolínium (Gd-Ligand) és a szabad gadolíniumionok ( $Gd^{3+}$ ) között:



Az egyensúlyi állapot a termodinamikai stabilitási állandóval jellemezhető

$$K_{TD} = \frac{[\text{Gd-Ligand}]}{[Gd^{3+}] \cdot [\text{Ligand}]}$$

amelyet gyakran logaritmikus formában  $\log K_{TD}$ -ben fejeznek ki. A kontrasztanyagként használt Gd-komplexek esetében ez az egyensúly erősen a komplexet formáló gadolínium oldalát részesíti előnyben, a  $\log K_{TD}$  16,6 és 25,6 között mozog.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



2. táblázat. A gadólnium-komplexek stabilitása

Komplexek	Szerkezet	Termodinamikai stabilitás -log K	Kinetikai stabilitás 7,4 pH értéken	Disszociációs felezési idő 25 °C-on, pH 1,0
Gd-DOTA	makrociklikus-ionos	25.6	magas	338 óra
Gd-HP-DO3A	makrociklikus-nem ionos	23.8	magas	3.9 óra
Gd-BT-DO3A	makrociklikus-nem ionos	21.8	magas	43 óra
Gd-BOPTA	inear-ionos	22.6	közepes	< 5 s
Gd-DTPA	inear-ionos	22.1	alacsony	< 5 s
Gd-DTPA-BMA	inear-nem ionos	16.9	alacsony	< 5 s
Gd-DTPA-BMEA	inear-nem ionos	16.6	alacsony	< 5 s

A Gd-komplexek termodinamikai stabilitása csökken a **pH csökkenésével**, így savas környezetben a komplexek hajlamosabbak a dekomplexálódásra.

A makrociklikus komplexek általában **nagyobb** termodinamikai és kinetikai stabilitással rendelkeznek, mint a lineáris komplexek.

Az ionos vegyületek általában valamivel **nagyobb** termodinamikai és kinetikai stabilitással rendelkeznek, mint a nem ionos vegyületek.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Transzmetalláció

A Gd-komplexek dekomplexálódása az emberi testben lévő folyadékokban található fémionokkal való reakciókból eredhet.

Különösen a kelátkomplexben lévő  $Gd^{3+}$  iont  $Zn^{2+}$  -ra cserélheti, ami toxikus  $Gd^{3+}$  -ionok felszabadulásához és cinkkomplexek képződéséhez vezet. Ez a folyamat a vesén keresztüli kiválasztás során nemkívánatos cinkkimosódást eredményez.

A szabad  $Gd^{3+}$  -ionok toxicitásának fontos oka a  $Ca^{2+}$  -ionokkal való méretbeli hasonlóság és az ebből eredő kompetíció a sejtes és biokémiai folyamatokban, ami a kalciumcsatornák gátlásához és a  $Ca^{2+}$  -függő enzimek blokkolásához vezet.

A  $Gd^{3+}$  -ionok toxicitásához az is hozzájárul, hogy hajlamosak endogén anionokhoz, különösen foszfátokhoz és karbonátokhoz kötődni és így olyan oldhatatlan sókat képezve, amelyeket a retikuloendothelialis rendszer (RES) fagocitózis útján felvesz majd felhalmozódnak az emberi szövetekben. Ezt a folyamatot a makrofágok stimulálása kíséri azért, hogy citokinek valamint citokinek által kiváltott transzkripciós faktorok felszabadulásával gyulladást indítsanak el.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Biodisztribúció

Intravénás beadást követően a gadolíniumkomplexek **gyorsan elosznak** az intravaszkuláris térben, majd a kapillárisokon keresztül az intersticiális térbe jutnak. Az intravaszkuláris felezési idő a molekulatömegtől és a plazmafehérje-kötődés mértékétől függ.

A gadolínium-komplex a szerkezetétől függően a **májban** passzív diffúzióval vagy a hepatociták által a sejtmembránokon keresztül történő hordozó-közvetített transzporttal mediáltan szelektív felvétellel is **eloszolhat**.

A gadolínium kontrasztanyagok **nem hatolnak át az ép vér-agy gáton**.

Az alacsony molekulatömegű gadolínium-komplexek általában nem metabolizálódnak.



26. ábra. Az iv. beadott Gd kontrasztanyag korai vaszkuláris eloszlása

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

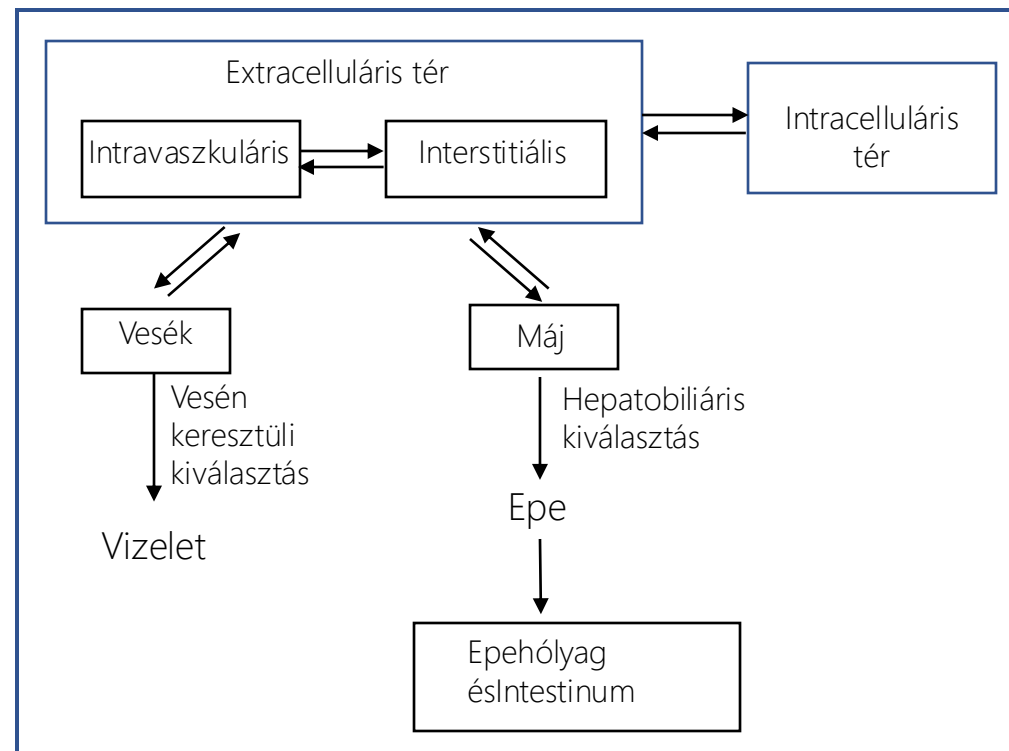
[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



A gadolínium-komplexek vagy **csaknem kizárólag a vesén keresztül ürülnek**, vagy **kettős kiürülési útvonaluk** van a vesén és a hepatobiliáris rendszeren keresztül.

Ép vesefunkciójú betegek az alacsony molekulatömegű gadolínium KA-k több mint 90%-át a beadástól számított első 12 órán belül, a nagy molekulatömegű KA-k több mint 90%-át pedig a beadást követő 72 órán belül eliminálják.



27. ábra. Az intravénásan beadott gadolínium-komplexek megoszlása és eliminációs útvonalai

## Kontrasztanyagok

### Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

### ▶ Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

### Ultrahang kontrasztanyagok

### Összefoglalás

### Referenciák

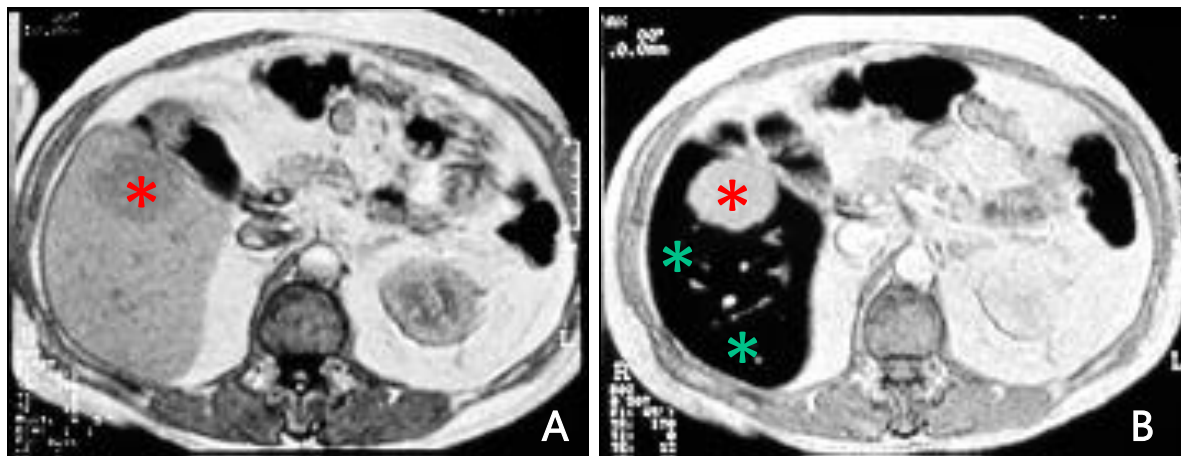
### Teszteld a tudásod!



## Szuperparamágneses kontrasztanyagok

A szuperparamágneses kontrasztanyagok vasoxid nanorészecskék tartalmazó magból és az azt körülvevő, biokompatibilis anyagból, például polietilén-glikolból, dextránból, heparinból vagy albuminból álló védőburokból állnak.

A szuperparamágneses mag mágneses momentuma hajlamos a külső mágneses mezővel összehangolódni, ezáltal olyan helyi mágneses mezőgradienseket előidézve, amelyek a vízprotonok transzverzális mágnesezettségét fázismentesítik. Ez a folyamat túlnyomórészt a  $T_2$  rövidüléséhez és ezzel együtt negatív kontrasztfokozódáshoz vezet a betegségét mutató  $T_2$ -súlyozott képeken. A szuperparamágneses részecskék méretének csökkenésével a  $T_1$  idők rövidülése egyre kifejezettebbé válik, így a kis, 10 nm-nél kisebb magátmérőjű szuperparamágneses részecskék pozitív kontrasztot eredményezhetnek az anatómiát mutató  $T_1$ -súlyozott képeken.



28. ábra. Máj MRI vas-oxid nanorészecskék iv. beadása előtt (A) és utána (B), a hepatocelluláris karcinóma nem veszi fel a kontrasztanyagot (piros csillag), míg a normál májszövet (zöld csillagok) felveszi.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

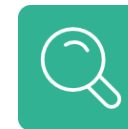
▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Indikációk

Az MR-kontrasztanyagok biodisztribúciós mintázatuk valamint az ebből következő morfológiai és funkcionális diagnosztikai gyakorlatban való alkalmazásuk alapján osztályozhatók.

## Nem specifikus extracelluláris kontrasztanyagok

Az extracelluláris MR-kontrasztanyagok olyan **alacsony molekulatömegű gadolíniumkomplexek**, amelyek a beadás után az intravaszkuláris térből az extracelluláris térbe gyorsan diffundálnak, ahonnan aztán a vesék fokozatosan kiválasztják őket.

Ezek a kontrasztanyagok az extracelluláris térben szabadon mozognak, de nem hatolnak be a speciális érgáttal rendelkező szövetekbe. Ennek megfelelően hajlamosak felhalmozódni a **rendellenes perfúzióval vagy kapilláris permeabilitással rendelkező szövetekben és azokban a régiókban, ahol a vér-agy gát permeabilitása megváltozott**.

Az extracelluláris MR-kontrasztanyagokat elsősorban a **KIR vizsgálatában** alkalmazzák, amelyek célja a különböző daganatok kimutatása, a demyelinizáló betegségek, a fertőző és gyulladásos folyamatok értékelése, az érrendszeri anomáliák jellemzése, valamint az agyi iszkémia és infarktus diagnosztikája. Ezeket a szereket **széles körben használják a test képalkotásában** is bizonyos kóros folyamatok, mint például a haptocelluláris karcinóma vagy a vesesejtes rák felmérésére, valamint bizonyos muszkulo-szkeletális vizsgálatok esetén (lásd a következő oldalon).

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

Egyes extracelluláris MR-kontrasztanyagok alkalmazhatók az MR-angiográfiában, de az intravaszkuláris térben való rövid tartózkodási idejük miatt a képképzési időablak igen korlátozott.

Az extracelluláris, nem specifikus kontrasztanyagként való alkalmazásra a legtöbb gadolínium-komplex alkalmas a hasonló relaxivitás és biodisztribúció miatt.



29. ábra. A nyaki verőerek Gd kontrasztos MR-je



### A nem specifikus extracelluláris KA-k indikációi

#### Központi idegrendszer

Primer daganatok és agyi áttétek kimutatása, demyelinizáló betegségek értékelése, fertőző és gyulladásos folyamatok kimutatása, érrendszeri rendellenességek jellemzése, agyi iszkémiák és infarktusok diagnosztikája.

#### Has és kismencede

Az elváltozások kimutatása és jellemzése, valamint a rosszindulatú daganat elterjedtségének meghatározása

#### MR-angiográfia

Az érrendszeri anatómia és betegségek értékelése

#### Emlő

Jó- és rosszindulatú elváltozások megkülönböztetése, többgócú rosszindulatú daganatok, kiújuló lokális emlőrák vagy jóindulatú, terápiás kezelés utáni fibrózis kimutatása.

#### Muszkuloskeletális rendszer

Térfoglaló elváltozások és gyulladásos folyamatok felismerése és jellemzése, valamint a betegség kiterjedésének értékelése

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)





## Vérpool szerek

A vérpool szereket olyan nagy molekulatömegű gadolíniumvegyületek alkotják, amelyek albuminmegkötésük miatt lassan diffundálnak az intravaszkuláris térből az extracelluláriba, és amelyeknek a vesén történő kiválasztása előtt a makromolekuláris részét metabolizálni szükséges, így a **plazmakoncentrációjuk több mint egy órán keresztül stabil marad.**

A vérpool szerek a keringő vér  $T_1$  relaxációs idejének jelentős csökkenését okozzák; így ezeket a szereket **MR-angiográfiában**, beleértve a koszorúerek képalkotását, és a tumoros angiogenezis megítélésére használjuk.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

## Szervspecifikus Gd-alapú kontrasztanyagok

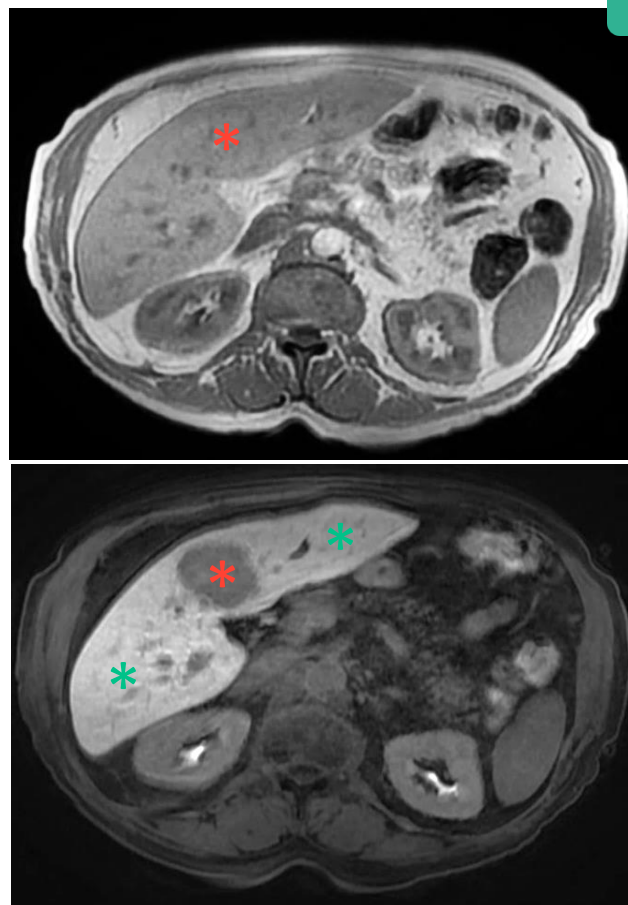
A két lineáris ionkomplex, a Gd-BOPTA és a Gd-EOB-DTPA is májspecifikus, mivel a hepatociták szelektíven veszik fel őket, és részleges hepatobiliáris kiválasztásuk van.

Intravénás beadást követően ezek a KA-k egy kezdeti extracelluláris fázissal rendelkeznek, amely lehetővé teszi a máj érrendszerének képalkotását, majd egy késleltetett hepatociták általi felvétel majd epeúti eliminációs fázis következik, amely lehetővé teszi a megváltozott funkciójú májsejtek ábrázolását.



A hepatociták általi felvétel szelektíven növeli a normális májparenchima jelintenzitását, míg a mutáns sejteket vagy megváltozott szerkezetű fokális elváltozások nem veszik fel a KA-t, és hipointenzívnek tűnnek, ami javítja az elváltozás láthatóságát és segít annak jellemzésében.

Hasznosak lehetnek az áttétek és a hepatocelluláris karcinóma kimutatásában is.



30. ábra. Máj MRI a Gd-EOB-DTPA iv. beadása előtt és 20 perccel az iv. beadást követően. Az adenomában (piros csillag) nincs KA halmozás, az ép májszövet viszont halmoz (zöld csillag).



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Szövetspecifikus retikuloendothelialis és nyirokcsomó-specifikus szerek

A szuperparamágneses vas-oxid részecskéket (SPIO) fagocitózis útján a retikuloendothelialis rendszer (RES) szelektíven veszi fel. A részecskék méretének változtatásával szöveti specificitás érhető el.

A **nagy SPIO**-kat a fagocita sejtek, például a májban és a lépben lévő Kupffer-sejtek gyorsan metabolizálják így a  $T_2$  súlyozott képeken negatív kontrasztot eredményeznek. Mivel a legtöbb májelváltozás, beleértve az áttéteket és a hepatocelluláris karcinómák túlnyomó többségét, nem rendelkezik ép RES-vel, jelintenzitásuk nem változik a SPIO beadása után. Mivel az elváltozás a normál szövethez képest hiperintenzívnek fog tűnni, a normál és kóros májszövet közötti kontraszt megnő.

A nagyméretű SPIO-részecskék a **máj és a lép képalkotásában** használhatók.

A 10 nm alatti magméretű **kis SPIO** a nyirokrendszerbe kerül, és a normál nyirokcsomókban a fagociták metabolizálják, míg az áttétes nyirokcsomókban bizonyos mennyiségű KA megmarad. Ez a folyamat lehetővé teszi a  $T_2$  súlyozott képeken a negatív kontrasztfokozódást mutató normál szövet és a magas jelintenzitást fenntartó áttétes szövet megkülönböztetését.

A kis SPIO-részecskéket a **nyirokcsomók és a csontvelő** vizsgálatában használják (korlátozottan elérhető).

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

## Direct MR artrográfia

A direkt MR-artrográfia során kontrasztanyagot fecskendezünk az ízületbe fluoroszkópos vagy ultrahangos vezérlés mellett, majd ezt követően végzünk mágneses rezonancia képalkotást. Az MR-artrográfia tisztább képet ad az érintett régióban lévő inakról, szalagokról és porcokról.

Ehhez alacsony koncentrációjú oldatokat használunk, melyek az iv. engedélyezett termékek (500-1000 mM) 1:200-250-szeres hígítással (2-2,5 mM) előállított formái.



31. ábra. A váll direkt MR-artrográfiája 2,5 mM GBCA (Artirem®) alkalmazásával. Az ízületben lévő GBCA-t csillag jelzi.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## A gadolínium kontrasztanyagok adagolása

Klinikai használatra az extracelluláris MR-kontrasztanyagok ajánlott dózisa a legtöbb testképző vizsgálatban 0,1 mmol/testsúly kg a. MR-angiográfiában és a központi idegrendszeri képzésben történő alkalmazás esetén az extracelluláris MR-kontrasztanyagok nagyobb, akár 0,3 mmol/ testtömeg kg-ig terjedő dózissal is alkalmazhatók.

A májspecifikus kontrasztanyagok alacsonyabb, Gadobenát (Gd-BOPTA) esetén 0,05-0,1 mmol/kg és Gadoxetát (Gd-EOB-DTPA) esetén 0,025 mmol/kg dózisokban is hatékonyak.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Mellékhatások

A gadolínium kontrasztanyagok leggyakrabban jelentett mellékhatásai **enyhék**. Hideg-, meleg- vagy fájdalomérzet az injekció beadásának helyén, hányinger, hányás és fejfájás, paresztézia és szédülés tartozik közéjük.

gadolínium-komplexeknél csak **nagyon ritkán** fordul elő **allergiaszerű reakció**, mely általában izzadásból, kiütésekből, urtikáriából, viszketésből és arcduzzanatból áll.

Az allergiaszerű reakció kialakulásának **kockázati tényezői** a gadolínium alapú vagy jódtartalmú kontrasztanyaggal szembeni korábbi mérsékelt vagy súlyos akut reakció, az asztma és különböző egyéb allergiák.

**A túlérzékenység a fő kockázat**



### Terhesség és szoptatás

Terhes nőknél, amennyiben kontrasztanyag MR vizsgálat megfelelő indikációja áll fenn, a lehető legkisebb dózisban makrociklikus gadolínium kontrasztanyag adható.

Aa makrociklikus gadolínium alapú kontrasztanyagot adnak az anyának, a szoptatás folytatható.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

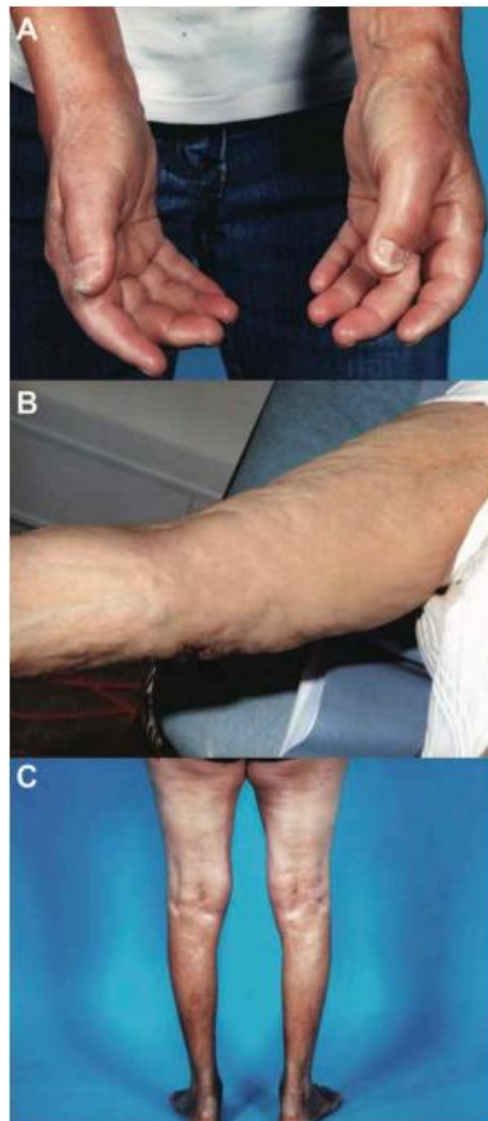
## Nefrogén szisztémás fibrózis (NSF)

A nefrogén szisztémás fibrózis (NSF) ritka, de súlyos fogyatékoságot eredményező rendellenesség, amely olya károsodott vesefunkciójú betegek körében fordul elő akik kevésbé stabil gadolínium-alapú KA-t kaptak.

Az NSF klinikai megnyilvánulásai a bőr és a bőr alatti szövetek kiterjedt megvastagodása és megkeményedése, amelyhez erythemás papulák, valamint izomgyengeség, csontfájdalom és ízületi kontraktúrák társulnak.

Az előrehaladott NSF más szerveket is érinthet, például a májat, a tüdőt, a nyelőcsövet, a szívet és a vázizmot.

A tünetek gyorsan kialakulnak valamint progrediálnak. A folyamat visszafordíthatatlan. A szervek hegesedő elváltozásai és az ebből következő funkcióvesztés miatt súlyos fogyatékosághoz és halálhoz vezethetnek.



32. ábra. A nefrogén szisztémás fibrózis elváltozásai. A: a kezek tömörsége és keménysége ízületi kontraktúrákkal kombinálva. B: Macskakő rajzolatú kemény csomók C: feszes és megkeményedett bőr a lábszárakon.

Forrás: Elmholdt TR et al., Nephrogenic Systemic Fibrosis in Denmark– A Nationwide Investigation. PLOS ONE 2013; 8(12): e82037. doi:10.1371/journal.pone.0082037.0001

### Kontrasztanyagok

### Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

### ▶ Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

### Ultrahang kontrasztanyagok

### Összefoglalás

### Referenciák

### Teszteld a tudásod!



A patomechanizmus a jelenlegi elképzelés szerint az, hogy a csökkent vesefunkció miatt a gadolínium-komplex lényegesen hosszabb ideig marad a szervezetben és ez növeli az oldhatatlan, toxikus gadolínium-sók kicsapódásának valószínűségét. Ez a folyamat vélhetően serkenti az ezt követő proinflammatorikus eseménykaskádót, amely a későbbiekben majd fibrózishoz vezet.

### **Az NSF kialakulásának kockázati tényezői**

Az NSF kialakulásának legnagyobb kockázati tényezője a **csökkent vesefunkció**, különösen az eGFR 15 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> alatti értéke, valamint a dializált betegek csoportja.

Az NSF kialakulásának kockázata lényegesen nagyobb a nem ionos és ionos lineáris gadolíniumkomplexek használata után, és a kontrasztanyag dóziséval valamint a többszörös expozícióval nő.

További kockázati tényezők közé tartozik a metabolikus acidózis, a vér emelkedett vas-, kalcium- vagy foszfátszintje, a nagy dóziséval eritropoetin-terápia, az immunszuppresszió, a vaszkulopátia, valamint a fertőzés vagy más akut proinflammatorikus esemény.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)





## Gadolínium lerakódás az agyban

A gadolínium-alapú kontrasztanyagok **többszöri alkalmazása**, még normális vesefunkciójú személyek esetében is, gadolínium lerakódással jár a nucleus dentatus és a globus pallidus régióiban.

Bár ilyen lerakódásokról valamennyi gadolínium-alapú szer esetében beszámoltak, a **lineáris szerek** használata után talált szintek lényegesen magasabbak voltak, mint a makrociklikus szerek alkalmazása után.

Szignifikáns pozitív korreláció áll fenn a felhalmozódott gadolínium mennyisége és a gadolínium-alapú kontrasztanyagok korábbi adagjainak kumulatív dózisa között.

A mai napig **nem számoltak be** a gadolínium agyban való lerakódásával kapcsolatos neurológiai tünetekről.

A gadolínium lerakódás a csontokban, a májban és a bőrben is előfordulhat, függetlenül a vesefunkciótól.

A csont- és májretenció nem okoz klinikai tüneteket, míg a bőrlerakódás vörös bőrplakkok formájában jelentkezik.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)

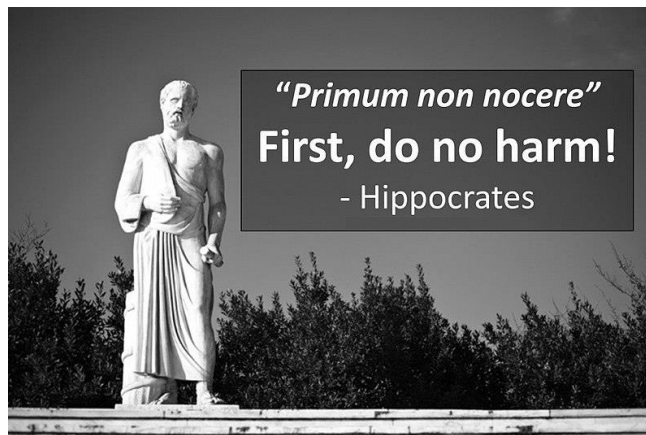


## Biztonsági ajánlások

Az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) a Gd-DTPA-BMA, Gd-DTPA és Gd-DTPA-BMEA lineáris komplexeket magas kockázatú szereknek minősítette, és felfüggesztette intravénás alkalmazásukat, azzal a kivétellel, hogy a Gd-DTPA továbbra is alkalmazható direkt MR-artrográfiában.

A közepes kockázatú szerek közé sorolt Gd-BOPTA és Gd-EOB-DTPA lineáris komplexeket az EMA továbbra is csak a máj- és epeúti képalkotásra hagyta jóvá.

A makrociklikus szerek alacsony kockázatúnak minősülnek, és az EMA nem specifikus Gd-kontrasztanyagként tartja őket fenn. Azonban a GFR < 30 ml/min értékű betegeknél elővigyázatosan kell alkalmazni ezeket, és két injekció beadása között legalább 7 napot kell eltölteni.



33. ábra. Forrás:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primum\\_Non\\_Nocere.jpg#filelinks](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primum_Non_Nocere.jpg#filelinks)

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

▶ [Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



3. táblázat. Az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) ajánlása a gadólińium alapú KA-k használatára vonatkozóan

Típus	ionosság	Termék	Komplex	EMA ajánás
lineáris	ionos	Gd-DTPA	gadopentetate dimeglumine	korlátozottan használható direkt MR arthrográfiához
		Gd-BOPTA	gadobenate dimeglumine	korlátozottan használható pl. hepato-biliáris képalkotásra
		Gd-EOB-DTPA	gadoxetate	korlátozottan használható pl. hepato-biliáris képalkotásra
	nem ionos	Gd-DTPA-BMA	gadodiamide	felfüggesztve
		Gd-DTPA-BMEA	gadoversetamide	felfüggesztve
Makrociklusos	ionos	Gd-DOTA	gadoterate meglumine	nem-specifikus GdCA-ként tartják fenn
		Gd-HP-DO3A	gadoteridol	nem-specifikus GdCA-ként tartják fenn
	Nem ionos	Gd-BT-DO3A	gadobutrol	nem-specifikus GdCA-ként tartják fenn

### Kontrasztanyagok

#### Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

#### ▶ Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

#### Ultrahang kontrasztanyagok

#### Összefoglalás

#### Referenciák

#### Teszteld a tudásod!



## Ultrahang kontrasztanyagok

Az ultrahang-kontrasztanyagok a vérről, ezáltal fokozva a vér és a környező szövetek közötti kontrasztot. **növelik az ultrahanghullámok visszaverődését**

### Mikrobuborékok

Az ultrahangos kontrasztanyagok olyan **szuszpenziókból** állnak, amelyek vékony stabilizáló héjba zárt, mikroszkopikus gázbuborékokat tartalmaznak.

A mikrobuborékok **gázmagja** általában egy inert, nagy molekulatömegű és alacsony oldhatóságú gázból, például perfluorkarbonból vagy kén-hexafluoridból áll, amely nem diffundál át a héjon keresztül, és a héjon belül magas gőzkoncentrációt tart fenn.

A **stabilizáló héj** biológiailag lebomló anyagból, például foszfolipidekből vagy albuminból áll, ami csökkenti az összeolvadás valószínűségét, és lehetővé teszi, hogy a mikrobuborékok az érrendszerben maradjanak, és meghosszabbítsák a diagnosztikai értékelést.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

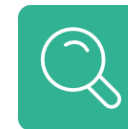
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

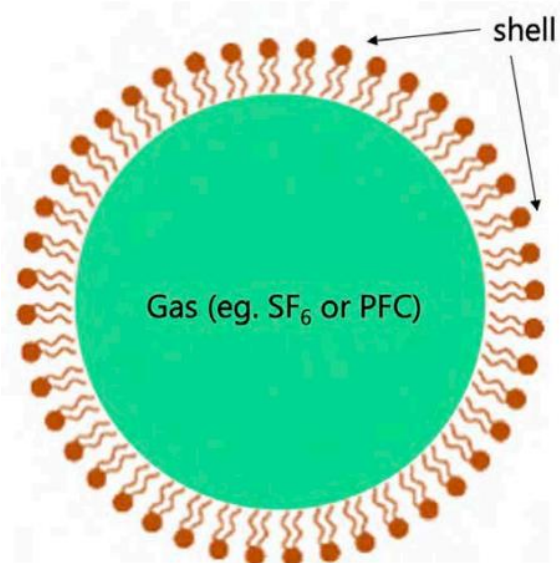
[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



A kereskedelemben kapható ultrahangos kontrasztanyagok különböző méretű mikrobuborékok keverékét tartalmazzák, amelyek mérete 1-10  $\mu\text{m}$  között mozog, mely nagyjából megegyezik az vörösvértestek méretével. Intravénás injekció beadása után a mikrobuborékok a véráramlással együtt mozognak, és olyan jelölőanyagként működnek, ami fokozott ultrahangjelet biztosít.



34. ábra. Egy kén-hexafluorid gázmagból és egyrétegű foszfolipid héjból álló mikrobuborék szerkezete.



### A napjainkban használt ultrahang-kontrasztanyagok összetétele

- Palmitinsavval stabilizált galaktóz héjba zárt levegő mikrobuborékok
- Kén-hexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) mikrobuborékok foszfolipid és palmitinsav héjba zárva
- albuminhéjba zárt perfluor-propán (perflutrén,  $\text{C}_3\text{F}_8$ ) mikrobuborékok
- Perfluor-propán (perflutrén,  $\text{C}_3\text{F}_8$ ) mikrobuborékok foszfolipidhéjba zárva

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

► [Ultrahang kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Ultrahang echo kontrasztfokozás mikrobuborékokkal

A mikrobuborékokkal elért **kontrasztfokozás** a mikrobuborék és a környező vérplazma közötti határfelületen lévő jelentős akusztikus impedancia különbségének köszönhető, ami a hanghullám visszaverődéséhez vezet a mikrobuborék felületén.

Az ultrahangos kontrasztanyag ilyen **akusztikus válasza** az alkalmazott mikrobuborékokra **specifikus** valamint függ a beeső ultrahanghullám **akusztikus teljesítményétől** is.

**Alacsony akusztikus teljesítménynél** a mikrobuborékok egyszerű **reflektorként** viselkednek, így csak a visszavert lineáris jelet lehet felfogni.

**Közepes akusztikus teljesítménnyel** a mikrobuborékok **rezgésbe** hozhatók, és ezáltal intenzív **non-lineáris rezonanciajelet** bocsátanak ki, amely az alapfrekvencián kívül felharmonikus frekvenciákat is tartalmaz.

Még **nagyobb akusztikus teljesítménynél** a mikrobuborékok rezgése olyan heves, hogy a **mikrobuborék** a membrán átszakadásával **megsemmisül**. Ezt a folyamatot detektálható ultrahangimpulzus kibocsátása kíséri.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

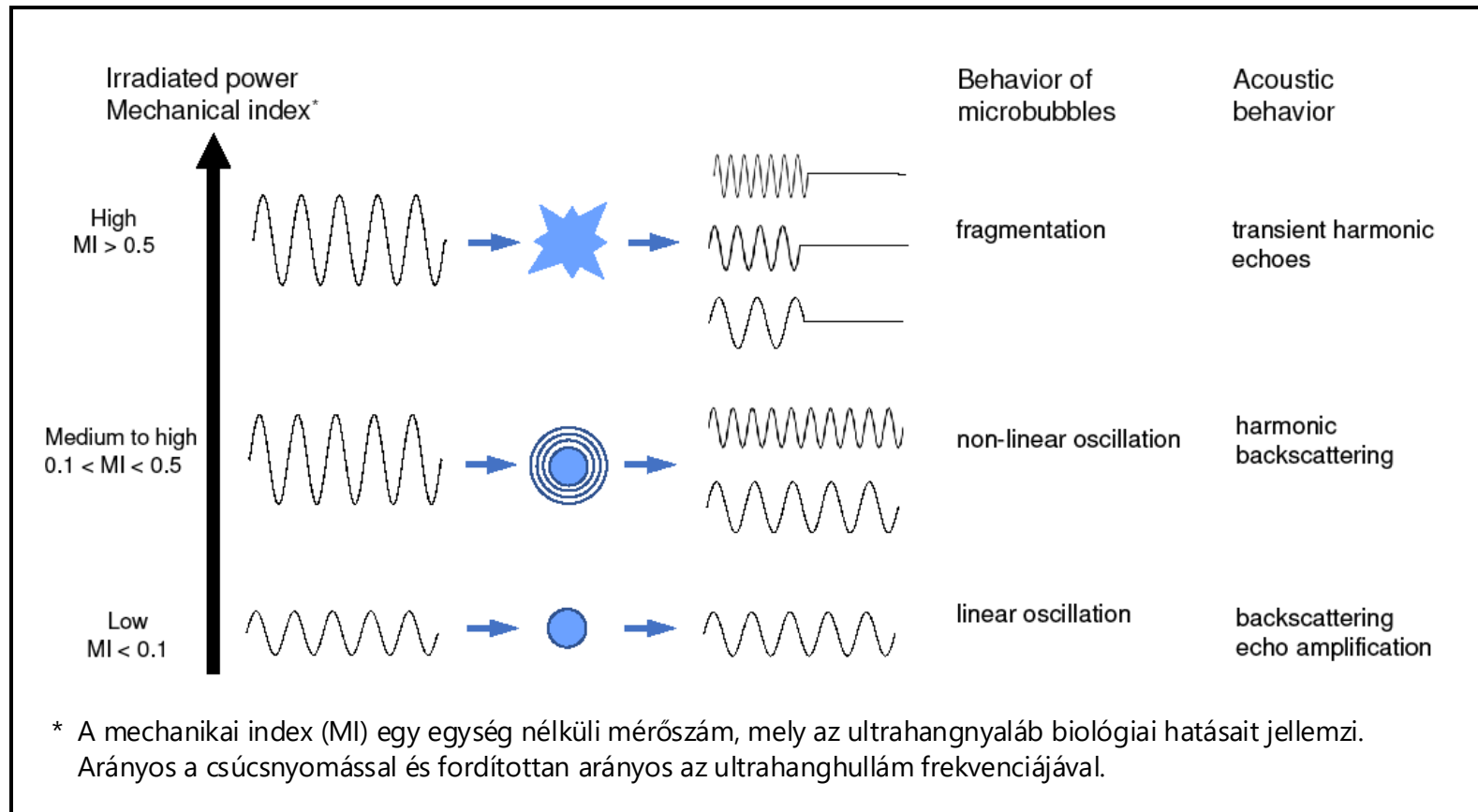
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



35. ábra. A besugárzott ultrahangteljesítmény hatása a mikrobuborékok akusztikai viselkedésére.

## Kontrasztanyagok

### Röntgen kontrasztanyagok (RKA)

### Mágneses rezonancia kontrasztanyagok

### ▶ Ultrahang kontrasztanyagok

### Összefoglalás

### Referenciák

### Teszteld a tudásod!



A kontrasztanyag-specifikus ultrahangtechnikák, mint például a harmonikus és kódolt képalkotás, és különösen a fázis- és amplitúdómoduláció alkalmazása lehetővé teszi a kontrasztanyag mikrobuborékok által generált specifikus jel más akusztikus jelektől való megkülönböztetését, mint pl. a teljes visszaverődéstől és a szöveti szórástól.

A jobb kontraszthatás lehetőséget ad a valós idejű pásztázásra, és a szervek hosszan tartó vizsgálatára. Ilyen módon a véráramlás dinamikus képalkotása és a szervi perfúzió nagy érzékenységgű mérése is lehetségessé válik.

## [Kontrasztanyagok](#)

### [Röntgen kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

### [Mágneses rezonancia kontrasztanyagok](#)

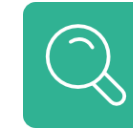
### [▶ Ultrahang kontrasztanyagok](#)

### [Összefoglalás](#)

### [Referenciák](#)

### [Teszteld a tudásod!](#)





## Biodisztribúció és elimináció

Az intravaszkulárisan beadott mikrobuborékok elég kicsik ahhoz, hogy áthaladjanak a tüdőkapillárisokon és elérjék a nagyvérkör kapilláris hálózatát, de **általában a vérpoolban maradnak**, és nem jutnak az intersticiális térbe.

Néhány ultrahangos kontrasztanyag azonban az intravénás injekció beadása után 2-5 perccel egy posztvaszkuláris máj- és/vagy lépspecifikus fázist mutat. Ezt a jelenséget valószínűleg a mikrobuborékok hepatikus sinusoidokhoz való tapadása vagy a retikuloendoteliális rendszer fagocita Kupffer-sejtjei általi szelektív felvétele okozza.

A mikrobuborékok spontán feloldódása után az inert gáztartalom felszabadul, és többnyire 10-20 percen belül a tüdő ventilációval távozik, míg a héj anyagát a máj metabolizálja és távolítja el.

Az ultrahang-kontrasztanyagok **nem a vesén keresztül ürülnek ki**, így nincs ismert nefrotoxicitásuk.

A kavitációnak - a folyadékban ultrahang-expozíció hatására gyorsan keletkező, növekvő és összeomló gázüregnek - **nincs káros humán biológiai hatása**.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Ultrahang-kontrasztanyagok beadása

Az ultrahang-kontrasztanyagokat intravénásan adhatjuk be bólusinjekció vagy folyamatos infúzió formájában, vagy olyan üreges szervekbe juttathatjuk mint például a húgyhólyag.

A bólusinjekció gyors erősödést eredményez, amelyet lassabb kimosás követ. Az alacsony és közepes akusztikus teljesítményű képalkotás során ez a leggyakrabban alkalmazott beadási forma.

A folyamatos infúzió platószerű fokozódást eredményez, és így kinyújtja a szöveti perfúzió vizsgálatához elengedhetetlen diagnosztikus időablakot.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

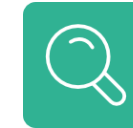
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Indikációk

Az ultrahang-kontrasztanyagokat elsősorban a szív- és érrendszeri képalkotásra, ide értve az echokardiográfiát is, valamint a máj és ritkábban más parenchymás szervek ultrahangdiagnosztikájára használják.

### Kardiovaszkuláris képalkotás

Az echokardiográfiában a kontrasztanyagot arra használják, hogy a bal kamrát és az endokardiális felületeket vizualizálják. Ez lehetővé teszi a bal kamra szisztolés funkciójának, szerkezetének és töltöttségi állapotának klinikai értékelését. Ultrahangos kontrasztanyagokat alkalmazunk továbbá a bal kamrai strukturális rendellenességek, például szívüregi trombusok, bal kamrai aneurizmák és pszeudo aneurizmák vizsgálatára, a Takotsubo-kardiomiopátia és a szívizomperfúzió tanulmányozására is.

### Vaszkuláris képalkotás

A klinikai gyakorlatban az ultrahang-kontrasztanyagok vaszkularis felhasználása az aorta, a nyaki verőerek és a perifériás vénás rendszer megjeleítését teszi lehetővé. Az ultrahangos kontrasztanyagokat különösen a nyaki verőér lumenének és az ateroszklerotikus plakkok neovaszkularizációjának vizsgálatára alkalmazzuk, de az intima-media vastagság meghatározás során is hasznos lehet, ami a szisztémás ateroszklerózis becslésére szolgál.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

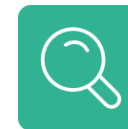
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Máj elváltozások

A fokális májelváltozások kimutatása és jellemzése, különösen a jó- és rosszindulatú csomók megkülönböztetése, a kontrasztos ultrahang képalkotás fő célja.

Az ultrahangos kontrasztanyag segítségével elérhető, rendkívül pontos kapilláris hálózat vizualizáció és a szöveti perfúzióra vonatkozó információ, amelyre a kontrasztanyag beáramlásából és kimosódásából következtethetünk, nagyban elősegíti a májdaganatok differenciál-dignosztikáját.

Az ultrahang-kontrasztanyag intravénás beadását követően a májban három kontraszthalmozási fázist különíthetünk el:

- az **artériás fázis**, amelyben a kontrasztanyag a májartérián keresztül jut a májba (legfeljebb 25 másodperccel az injekció beadása után).
- a **portális fázis**, amikor a kontrasztanyag átjutott a vérkörön és a portális ágakban terjed a májban (25 és 45 s között az injekció beadása után); és
- a **késői vagy parenchimális fázis**, amelyben a szer lassan eloszlik a teljes májparenchimában (> 2 perc az injekció beadása után).

E három fázis jellemzői lehetővé teszik a hepatocelluláris karcinóma nagy szenzitivitással és specificitással történő kimutatását, valamint lehetővé teszik a májban lévő áttétek differenciálását.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

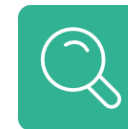
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

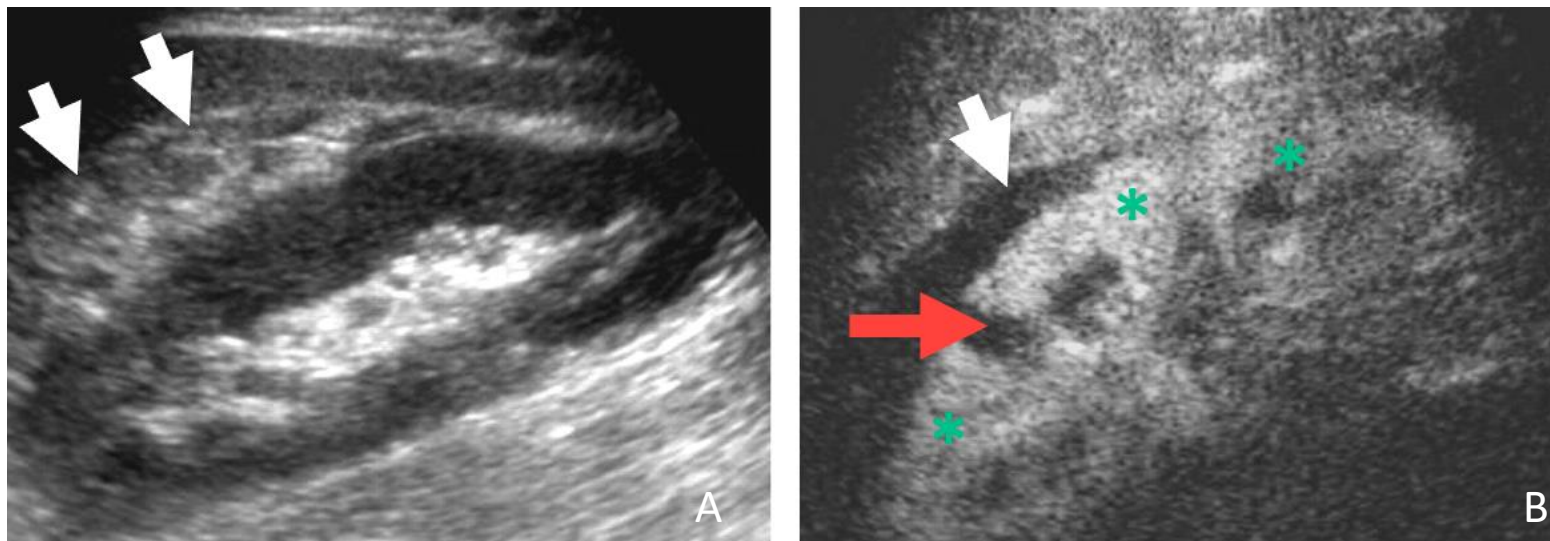
[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## További indikációk

Az ultrahang-kontrasztanyagok egyéb felhasználásai közé tartozik az emlő-, hasnyálmirigy-, vese- és endokrin tumorok kimutatása és jellemzése. Ezenkívül ezeket a szereket a petevezetők átjárhatóságának vizsgálatára és a vesico-ureteralis reflux értékelésére vagy akár szolid szerv traumás sérülések azonosítására is használjuk (38. ábra).



36. ábra. Egy traumás beteg jobb veséjének UH-felvételei az ultrahangos kontrasztanyag keadása előtt (A) és után (B). A KA beadása előtti képen (A) heterogén perirenalis vérzés látható (fehér nyilak), azonban vesekárosodás nem látható. A KA beadása utáni képen (B) a perirenális hematóma (fehér nyilak) mellett egy parenchymarepedés (piros nyíl) is látható. Vegyük észre, hogy a KA beadását követően a normális veseparenchima erősen echodús (csillagok). Forrás: dr. Alexandra Platon (Genfi Egyetem)

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Mellékhatások

Az ultrahang-kontrasztanyaggal kapcsolatos mellékhatások ritkák, általában átmeneti jellegűek és enyhék.

A leggyakoribb mellékhatások közé az injekció beadásának helyén jelentkező irritáció, a fejfájás, a hányinger, hányás, az ízlelés megváltozása, a nehézlégzés, a mellkasi fájdalom, a hipo- vagy hipertónia, a szédülés, a melegségérzet vagy a kipirulás, a bőrkiütések és a tünetmentes korai kamrai összehúzódások tartoznak.

A gázzal vagy a héjjal szembeni túlérzékenység anafilaktoid reakciót válthat ki mely hipotenzió, hörgőgörcs, csalánkiütés és viszketés formájában jelentkezhet.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Kontraindikációk

Az intravénás mikrobuborékos kontrasztanyagok ellenjavallatai közé tartozik ha a kórtörténetben korábbi túlérzékenységi reakció szerepel a mikrobuborék belsejében található gázzal vagy a héjat alkotó képletekkel szemben.

Az intravénás mikrobuborék-kontrasztanyagok nem alkalmazhatók **instabil kardiopulmonális állapot**ban lévő egyéneknél, mint például súlyos tüdőhipertónia, akut koronária szindróma, instabil angina pectoris, nemrégiben bekövetkezett szívinfarktus, klinikailag instabil pangásos szívelégtelenség és szívritmuszavar eseteiben a súlyos kardiopulmonális reakció lehetséges kockázata miatt.

A mikrobuborékos kontrasztanyagokat az **extrakorporális lökéshullám-kezelést megelőző 24 órában** kerülni kell.

A mikrobuborékos kontrasztanyagokat **terhességben csak akkor** szabad alkalmazni, ha a vizsgálatból származó **előny meghaladja a kockázatot**. A szoptató nők megfontolhatják szoptatás átmeneti felfüggesztését.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Összefoglalás (1)

- A röntgenvizsgálatokhoz, a mágneses rezonanciás képalkotáshoz és a szonográfiához kifejlesztett kontrasztanyagok forradalmasították a képalkotó diagnosztikát.
- A napjainkban használatos kontrasztanyagok figyelemre méltóan jól tolerálhatók és biztonságosak, de továbbra is az orvos felelőssége, hogy az esetleges mellékhatásokat és az olyan helyzeteket, amelyekben egy beteg fokozott kockázatnak lehet kitéve felismerje.
- A radiográfiai kontrasztanyagok (RKA) főként jódozott vegyületekből állnak, amelyek a röntgensugárzás abszorpciós képességének helyi megváltoztatásával fokozzák a kép kontrasztját.
- A kontrasztanyagokat használó radiográfiai vizsgálatokat a klinikai gyakorlatban rutinszerűen alkalmazzuk számos indikációval, mivel ezek megbízható diagnosztikai információt szolgáltatnak a normális és kóros morfológiáról és funkcióról.
- A jódozott RKA intravaszkuláris beadásával kapcsolatos mellékhatások előfordulási gyakorisága ma már általában alacsony, amely főként az ionos, nagy ozmolalitású RKA-ról a nemionos, alacsony ozmolalitású vagy izo-ozmolalitású RKA-ra való áttérésnek köszönhető.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

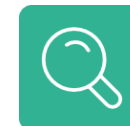
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)







## Összefoglalás (2)

- Menifeszt pajzsmirigy túlműködésben szenvedő betegeknél a jódozott RKA alkalmazása a tireotoxikózis kialakulásának kockázata miatt ellenjavallt.
- A veseelégtelenség jelentős kockázati tényező a kontrasztanyag-indukált nefropátia kialakulásának szempontjából.
- Az MR-kontrasztanyagok alatt elsősorban a paramágneses gadolínium-komplexeket értjük. Ezek befolyásolják a környező szövetekben jelen lévő vízprotonok relaxációs idejét, és ezáltal a jelintenzitás növekedését vagy csökkenését okozzák.
- A nem specifikus extracelluláris MR-kontrasztanyagokat a központi idegrendszer és a test képzésére használjuk a kóros folyamatok és a funkcionális rendellenességek felmérésére, míg a szerv- és szövetspecifikus kontrasztanyagokat a májban, lépben, nyirokcsomókban és csontvelőben lévő daganatok kimutatására és jellemzésére.
- A gadolínium alapú MR-kontrasztanyagokat a betegek túlnyomó többsége jól tolerálja. A nemkívánatos események aránya általában magasabb a májspecifikus kontrasztanyagok esetében, mint az extracelluláris gadolínium hatóanyagokkal.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

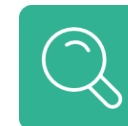
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

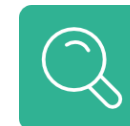
[Teszteld a tudásod!](#)





## Összefoglalás (3)

- A beszűkült vesefunkciójú betegeknél a lineáris gadolínium-komplexek beadása után nefrogén szisztémás fibrózis alakulhat ki, ezért az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) felfüggesztette vagy korlátozta valamennyi nagy kockázatú lineáris Gd-alapú kontrasztanyag intravénás alkalmazását.
- A lineáris Gd-alapú kontrasztanyagok ismételt alkalmazása még normális vesefunkciójú személyek esetében is a gadolínium dóziszfüggő felhalmozódásával jár az agyi régiókban.
- Az ultrahangos kontrasztanyagok nagy molekulatömegű és alacsony oldhatóságú gázból álló, stabilizáló héjba zárt mikrobuborékokból állnak. Ezek a membránjukra beeső ultrahanghullámokat az akusztikus impedancia helyi változása miatt visszasugározzák.
- Az ultrahangos kontrasztanyagok indikációi elsősorban a kardiovaszkuláris képalkotás, beleértve az echokardiográfiát, valamint a fokális májelváltozások kimutatását és jellemzését, különösen a jó- és rosszindulatú elváltozások megkülönböztetését foglalják magukban.
- Az ultrahang-kontrasztanyagok kiváló biztonsági profillal rendelkeznek, az egyetlen, nagyon ritkán előforduló mellékhatás a túlérzékenységi reakció.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

▶ [Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Referenciák



- ACR Manual On Contrast Media. 2021, ACR Committee on Drugs and Contrast Media. American College of Radiology. ISBN: 978-1-55903-012-0.
- ESUR Guidelines on Contrast Agents. The Contrast Media Safety Committee of the European Society of Urogenital Radiology. 2018; 10.0.
- Luca Caschera, Angelo Lazzara, Lorenzo Piergallini, Domenico Ricci, Bruno Tuscano, Angelo Vanzulli. Contrast agents in diagnostic imaging: Present and future. Pharmacological Research. 2016; 110: 65-75.
- Jeffrey J. Pasternak, Eric E. Williamson. Clinical Pharmacology, Uses, and Adverse Reactions of Iodinated Contrast Agents: A Primer for the Non-radiologist. Mayo Clin Proc. 2012; 87(4): 390-402.
- Ulrich Speck. X-Ray Contrast Media – Overview, Use and Pharmaceutical Aspects. 5. Auflage, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56465-3>.
- Cathrine Christiansen. X-ray contrast media – an overview. Toxicology. 2005; 209: 85–187.
- H.S. Thomsen, S.K. Morcos. Radiographic contrast media. BJU International. 2000; 86(Suppl. 1): 1-10.
- Shao-Pow Lin, Jeffrey J. Brown. MR Contrast Agents: Physical and Pharmacologic Basics. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2007; 25: 884-899.
- Marie-France Bellin. MR contrast agents, the old and the new. European Journal of Radiology. 2006; 60: 314-323.
- Igor V. Kuriashkin, John M. Losonsky. Contrast Enhancement in Magnetic Resonance Imaging Using Intravenous Paramagnetic Contrast Media: A Review. Veterinary Radiology & Ultrasound. 2000; 41(1): 4-7.
- M. F. Bellin, M. Vasile, S. Morel-Precetti. Currently used non-specific extracellular MR contrast media. Eur Radiol. 2003; 13: 2688-2698.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

▶ [Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Referenciák (2)



- Jean-Marc Idée, Marc Port, Caroline Robic, Christelle Medina, Monique Sabatou, Claire Corot. Role of Thermodynamic and Kinetic Parameters in Gadolinium Chelate Stability. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2009; 30: 1249-1258.
- Marc Port, Jean-Marc Idee, Christelle Medina, Caroline Robic, Monique Sabatou and Claire Corot. Efficiency, thermodynamic and kinetic stability of marketed gadolinium chelates and their possible clinical consequences: a critical review. *Biometals*. 2008 21: 469-490Wui K. Chong, Virginie Papadopoulou, Paul A. Dayton. Imaging with ultrasound contrast agents: current status and future. *Abdom Radiol*. 2018; 43: 762-772.
- Yu-Dong Xiao, Ramchandra Paudel, Jun Liu, Cong Ma, Zi-Shu Zhang And Shun-Ke Zhou. MRI contrast agents: Classification and application (Review). *International Journal of Molecular Medicine* 2016; 38: 1319-1326.
- Carlos F. G. C. Geraldesa and Sophie Laurent. Classification and basic properties of contrast agents for magnetic resonance imaging. *Contrast Media Mol. Imaging* 2009; 4: 1-23.
- Adrian Săftoiu, Peter Vilmann, Michiel Postema, Odd Helge Gilja. Contrast-enhanced and targeted ultrasound. *World J Gastroenterol*. 2011; 17(1): 28-41.
- Steven B. Feinstein, Blai Coll, Daniel Staub, Dan Adam, Arend F. L. Schinkel, Folkert J. ten Cate, Kai Thomenius. Contrast enhanced ultrasound imaging. *J Nucl Cardiol*. 2010; 17: 106-115.
- Reshani H. Perera, Christopher Hernandez, Haoyan Zhou, Pavan Kota, Alan Burke, Agata A. Exner. Ultrasound Imaging Beyond the Vasculature with New Generation Contrast Agents. *Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol*. 2015; 7(4): 593-608.
- Emilio Quaia. Microbubble ultrasound contrast agents: an update. *Eur Radiol*. 2007; 17: 1995-2008.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

▶ [Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



1 - Milyen elemeket tartalmaz a rutinszerűen alkalmazott RKA?

- Mangánt szuperparamágneses részecskék formájában
- Jódot szerves molekulák formájában
- Báriumot bárium-szulfát szuszpenzió formájában
- Gadolíniumot kelátképző komplexek formájában
- Xenont gáz formájában

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

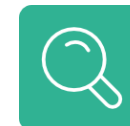
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



1 - Milyen elemeket tartalmaz a rutinszerűen alkalmazott RKA?

- Mangánt szuperparamágneses részecskék formájában
- ✓ Jódot szerves molekulák formájában
- ✓ Báriumot bárium-szulfát szuszpenzió formájában
- Gadolíniumot kelátképző komplexek formájában
- Xenont gáz formájában

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

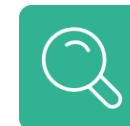
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



2 - A jódozott RKA-ra vonatkozó alábbi állítások közül melyik helyes?

- Oldatban a karboxilát-szubsztituenssel rendelkező RKA-k ionos vegyületeket képezve disszociálnak
- Az erősen hidrofil RKA-k fokozott plazmafehérje-kötődéssel rendelkeznek.
- A jódozott RKA-k oldatban dejódosodási folyamaton mennek keresztül, szabad jódot szabadítva fel.
- A kolegráfias RKA-knak gyorsabb a glomeruláris filtrációs sebessége.
- Az ozmolalitás magasabb az ionos RKA-kban, mint a nemionos RKA-kban, és a monomer szerek ozmolalitása mindkét csoportban magasabb.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



2 - A jódozott RKA-ra vonatkozó alábbi állítások közül melyik helyes?

- ✓ Oldatban a karboxilát-szubsztituenssel rendelkező RKA-k ionos vegyületeket képezve disszociálnak
- Az erősen hidrofil RKA-k fokozott plazmafehérje-kötődéssel rendelkeznek.
- ✓ A jódozott RKA-k oldatban dejódosodási folyamaton mennek keresztül, szabad jódot szabadítva fel.
- A kolegráfias RKA-knak gyorsabb a glomeruláris filtrációs sebessége.
- ✓ Az ozmolalitás magasabb az ionos RKA-kban, mint a nemionos RKA-kban, és a monomer szerek ozmolalitása mindkét csoportban magasabb.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



3 - Melyek azok a tényezők, melyek RKA-k alkalmazásakor a fokozott mellékhatás kockázattal járnak?

- A gyomor-bélrendszer radiográfiai képalkotása bárium-szulfát szuszpenzióval
- Magas ozmolalitású RKA intravénás beadása
- Intravénás epekontrasztanyag adása pajzsmirigy alulműködésben szenvedő betegeknél
- Nagy viszkozitású RKA intravénás beadása
- A gyomor-bél traktus ábrázolása orális jódozott RKA-val

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

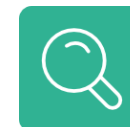
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



3 - Melyek azok a tényezők, melyek RKA-k alkalmazásakor a fokozott mellékhatás kockázattal járnak?

- A gyomor-bélrendszer radiográfiai képalkotása bárium-szulfát szuszpenzióval
- ✓ Magas ozmolalitású RKA intravénás beadása
- ✓ Intravénás epekontrasztanyag adása pajzsmirigy alulműködésben szenvedő betegeknél
- ✓ Nagy viszkozitású RKA intravénás beadása
- A gyomor-bél traktus ábrázolása orális jódozott RKA-val

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

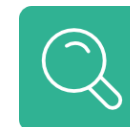
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



4 – Mely betegeknél áll fenn jódozott RKA beadását követően kontraszt utáni akut vesekárosodás kialakulásának kockázata?

- Károsodott vesefunkciójú betegek eGFR < 45 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> értékkel
- Myeloma multiplexben szenvedő betegek
- Diabetes mellitusban szenvedő betegek
- Szív- és érrendszeri betegségben szenvedő betegek

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

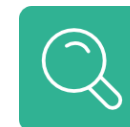
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



4 – Mely betegeknél áll fenn jódozott RKA beadását követően kontraszt utáni akut vesekárosodás kialakulásának kockázata?

- ✓ Károsodott vesefunkciójú betegek  $eGFR < 45 \text{ ml/min/1,73 m}^2$  értékkel
- Myeloma multiplexben szenvedő betegek
- ✓ Diabetes mellitusban szenvedő betegek
- ✓ Szív- és érrendszeri betegségben szenvedő betegek

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

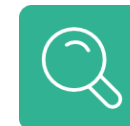
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



5 – Milyen vegyületeket használnak rutinszerűen MR-kontrasztanyagként?

- $Gd^{3+}$  kelátképző ligandumokkal alkotott komplexek formájában
- Perfluor-szén nanorészecskék  $^{19}F$  képalkotáshoz
- $Fe_2O_3$  nanorészecskék
- $Mn^{2+}$  kelátképző ligandumokkal alkotott komplexek formájában

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

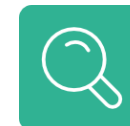
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



5 – Milyen vegyületeket használnak rutinszerűen MR-kontrasztanyagként?

- ✓  $Gd^{3+}$  kelátképző ligandumokkal alkotott komplexek formájában
- Perfluor-szén nanorészecskék  $^{19}F$  képalkotáshoz
- ✓  $Fe_2O_3$  nanorészecskék
- ✓  $Mn^{2+}$  kelátképző ligandumokkal alkotott komplexek formájában

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

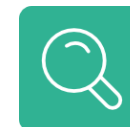
[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



6 - Mely állítások helytállóak a nem specifikus extracelluláris kontrasztanyagokkal kapcsolatban?

- Szabadon keringenek az extracelluláris térben, de nem hatolnak át az ép vér-agy gáton.
- Makromolekuláris részük metabolizálására van szükségük a vese kiválasztás előtt.
- A központi idegrendszeri vizsgálatokhoz alkalmazzák őket
- A különböző extracelluláris gadolínium kontrasztanyagok relaxativitásuk tekintetében igen eltérő hatékonyságot mutatnak.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



6 - Mely állítások helytállóak a nem specifikus extracelluláris kontrasztanyagokkal kapcsolatban?

- ✓ Szabadon keringenek az extracelluláris térben, de nem hatolnak át az ép vér-agy gáton.
- Makromolekuláris részük metabolizálására van szükségük a vese kiválasztás előtt.
- ✓ A központi idegrendszeri vizsgálatokhoz alkalmazzák őket
- A különböző extracelluláris gadolínium kontrasztanyagok relaxativitásuk tekintetében igen eltérő hatékonyságot mutatnak.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



7 - Mely MR-kontrasztanyagok ajánlottak a májdaganatok kimutatására és jellemzésére?

- Lineáris ionos  $Gd^{3+}$  komplexek
- Lineáris nem ionos  $Gd^{3+}$  komplexek
- Makrociklikus  $Gd^{3+}$  komplexek
- Nagy szuperparamágneses vas-oxid részecskék
- Kis szuperparamágneses vas-oxid részecskék

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



7 - Mely MR-kontrasztanyagok ajánlottak a májdaganatok kimutatására és jellemzésére?

- ✓ Lineáris ionos  $Gd^{3+}$  komplexek
- Lineáris nem ionos  $Gd^{3+}$  komplexek
- Makrociklikus  $Gd^{3+}$  komplexek
- ✓ Nagy szuperparamágneses vas-oxid részecskék
- Kis szuperparamágneses vas-oxid részecskék

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



8 - Gd-alapú kontrasztanyag beadása után melyek a nefrogén szisztémás fibrózis kialakulásának kockázati tényezői az alábbiak közül?

- Csökkent vesefunkció, a glomeruláris szűrési ráta eGFR < 15 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>
- Májbetegségben szenvedő betegek
- Lineáris gadolínium kontrasztanyag beadása
- Vérben emelkedett vasszinttel rendelkező betegek
- Szuperparamágneses vas-oxid részecskék alkalmazása



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



8 - Gd-alapú kontrasztanyag beadása után melyek a nefrogén szisztémás fibrózis kialakulásának kockázati tényezői az alábbiak közül?

- ✓ Csökkent vesefunkció, a glomeruláris szűrési ráta  $eGFR < 15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$
- Májbetegségben szenvedő betegek
- ✓ Lineáris gadolínium kontrasztanyag beadása
- ✓ Vérben emelkedett vasszinttel rendelkező betegek
- Szuperparamágneses vas-oxid részecskék alkalmazása



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



9 - Milyen ajánlásokat fogalmaz meg az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) a gadolínium alapú KA-ok alkalmazásával kapcsolatban a nefrogén szisztémás fibrózis kialakulásának kockázatával kapcsolatban?

- Az összes lineáris gadolínium alapú komplex használata felfüggesztésre kerül.
- A makrociklikus ionos gadolínium-alapú komplexek használata a máj- és epeúti képalkotásra korlátozódik.
- A lineáris, nem ionos gadolínium alapú komplexek használatát felfüggesztik.
- A lineáris ionos gadolínium-alapú komplexek használata a máj-epeúti képalkotásra és az arthrographiára korlátozódik.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



9 - Milyen ajánlásokat fogalmaz meg az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) a gadolínium alapú KA-ok alkalmazásával kapcsolatban a nefrogén szisztémás fibrózis kialakulásának kockázatával kapcsolatban?

- Az összes lineáris gadolínium alapú komplex használata felfüggesztésre kerül.
- A makrociklikus ionos gadolínium-alapú komplexek használata a máj- és epeúti képalkotásra korlátozódik.
- ✓ A lineáris, nem ionos gadolínium alapú komplexek használatát felfüggesztik.
- ✓ A lineáris ionos gadolínium-alapú komplexek használata a máj-epeúti képalkotásra és az arthrographiára korlátozódik.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



10 - Mely állítások helytállóak a mikrobuborékok ultrahang-kontrasztanyagként való alkalmazásával kapcsolatban?

- A vesén keresztül választódnak ki
- Többnyire a tüdőn keresztül ürülnek ki
- Nem használhatók a máj szöveti perfúziójának mérésére.
- Gyorsan átjutnak az ép vér-agy gáton.
- Általában a vérpoolban maradnak

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



10 - Mely állítások helytállóak a mikrobuborékok ultrahang-kontrasztanyagként való alkalmazásával kapcsolatban?

- A vesén keresztül választódnak ki
- ✓ Többnyire a tüdőn keresztül ürülnek ki
- Nem használhatók a máj szöveti perfúziójának mérésére.
- Gyorsan átjutnak az ép vér-agy gáton.
- ✓ Általában a vérpoolban maradnak

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)







## Teszteld a tudásod!



11 - Milyen előnyei vannak a mikrobuborékos kontrasztanyagokkal történő ultrahangos képalkotásnak?

- Lehetővé teszik a véráramlás és a szervi perfúzió valós idejű, nagy szenzitivitású képalkotását.
- A mikrobuborékok terápiásan is felhasználhatók célzott gyógyszeradagolásra.
- Kiváló biztonsági profiljuk van
- A jobb stabilitású új generációs mikrobuborékok nagy akusztikus teljesítményű inszonáció mellett is fennmaradhatnak.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



11 - Milyen előnyei vannak a mikrobuborékos kontrasztanyagokkal történő ultrahangos képalkotásnak?

- ✓ Lehetővé teszik a véráramlás és a szervi perfúzió valós idejű, nagy szenzitivitású képalkotását.
- A mikrobuborékok terápiásan is felhasználhatók célzott gyógyszeradagolásra.
- ✓ Kiváló biztonsági profiljuk van
- A jobb stabilitású új generációs mikrobuborékok nagy akusztikus teljesítményű inszonáció mellett is fennmaradhatnak.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



12 - Melyik képalkotó módszer javasolt a hepatocelluláris karcinóma kimutatására veseelégtelenségben szenvedő betegnél?

- Röntgenképalkotás jódozott RKA alkalmazásával
- Ultrahangos képalkotás mikrobuborékos kontrasztanyaggal
- MR-képalkotás májspecifikus lineáris gadolínium-komplexek alkalmazásával

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



12 - Melyik képalkotó módszer javasolt a hepatocelluláris karcinóma kimutatására veseelégtelenségben szenvedő betegnél?

- Röntgenképalkotás jódozott RKA alkalmazásával
- ✓ Ultrahangos képalkotás mikrobuborékos kontrasztanyaggal
- MR-képalkotás májspecifikus lineáris gadolínium-komplexek alkalmazásával

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





## Teszteld a tudásod!



13 - Milyen funkcionális elvek határozzák meg a különböző képalkotó módszerek májspecifikusságát?

- A májban passzív diffúzió révén részlegesen eloszló kontrasztanyagot használjuk kis a radiográfiai vizsgálatoknál.
- A májban lévő fagocita sejtek által kontrasztanyag szelektív módon vevődik fel, amelyet az MR-képalkotásban használunk.
- A kontrasztanyag részleges hepatobiliáris kiválasztása és felvétele a májsejtek által, mely az MR-képalkotásnál használatos.
- A kontrasztanyag felhalmozódása a hepatobiliáris rendszer működésétől függően, ultrahangos képalkotásnál használatos.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



13 - Milyen funkcionális elvek határozzák meg a különböző képalkotó módszerek májspecifikusságát?

- A májban passzív diffúzió révén részlegesen eloszló kontrasztanyagot használjuk kis a radiográfiai vizsgálatoknál.
- ✓ A májban lévő fagocita sejtek által kontrasztanyag szelektív módon vevődik fel, amelyet az MR-képalkotásban használunk.
- ✓ A kontrasztanyag részleges hepatobiliáris kiválasztása és felvétele a májsejtek által, mely az MR-képalkotásnál használatos.
- A kontrasztanyag felhalmozódása a hepatobiliáris rendszer működésétől függően, ultrahangos képalkotásnál használatos.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Teszteld a tudásod!



14 - A különböző képalkotó eljárásokkal kapcsolatos mellékhatásokra vonatkozó állítások közül melyek helytállóak?

- A mindennapi klinikai gyakorlatban a jódozott RKA-hoz kapcsolódó mellékhatások előfordulása csökkent a nagy ozmalitású ionos RKA korlátozott alkalmazásának köszönhetően.
- A gasztrointesztinális traktus radiológiai képalkotásához szájon át alkalmazott jódozott kontrasztanyagok perforációra gyanús betegeknél ellenjavallt.
- A lineáris Gd-alapú kontrasztanyagok ismételt alkalmazása még normális vesefunkciójú személyek esetében is a gadolínium dóziszfüggő felhalmozódásával jár az agyi régiókban.
- A mikrobuborékos ultrahangos kontrasztanyagok növelik a tüdőembólia kockázatát
- Menifeszt pajzsmirigy túlműködésben szenvedő betegeknél a jódtartalmú kontrasztanyagok alkalmazása ellenjavallt.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)



## Test Your Knowledge



14 - A különböző képalkotó eljárásokkal kapcsolatos mellékhatásokra vonatkozó állítások közül melyek helytállóak?

- ✓ A mindennapi klinikai gyakorlatban a jódozott RKA-hoz kapcsolódó mellékhatások előfordulása csökkent a nagy ozmalitású ionos RKA korlátozott alkalmazásának köszönhetően.
- A gasztrointesztinális traktus radiológiai képalkotásához szájon át alkalmazott jódozott kontrasztanyagok perforációra gyanús betegeknél ellenjavallt.
- ✓ A lineáris Gd-alapú kontrasztanyagok ismételt alkalmazása még normális vesefunkciójú személyek esetében is a gadolínium dóziszfüggő felhalmozódásával jár az agyi régiókban.
- A mikrobuborékos ultrahangos kontrasztanyagok növelik a tüdőembólia kockázatát
- ✓ Menifeszt pajzsmirigy túlműködésben szenvedő betegeknél a jódtartalmú kontrasztanyagok alkalmazása ellenjavallt.



[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

▶ [Teszteld a tudásod!](#)





Minden felhasznált anyag (beleértve a szellemi tulajdonjogokat és az illusztrációs elemeket is) vagy a szerzőktől származik, vagy a szerzők az alkalmazandó jogszabályok alapján jogosultak voltak az anyag felhasználására, vagy a szerzői jogok tulajdonosától átruházható engedélyt kaptak.

[Kontrasztanyagok](#)

[Röntgen  
kontrasztanyagok \(RKA\)](#)

[Mágneses rezonancia  
kontrasztanyagok](#)

[Ultrahang  
kontrasztanyagok](#)

[Összefoglalás](#)

[Referenciák](#)

[Teszteld a tudásod!](#)