



A képalkotó diagnosztika alapjai

Dr. Oláh András

*egyetemi docens, általános és stratégiai dékánhelyettes,
tanszékvezető*

Fullér Noémi

tanársegéd

Sziládiné Fusz Katalin

tanársegéd

Izotópos képalkotás

- képek a szervezetbe juttatott radioaktív anyag megoszlását tükrözik
- radiofarmakon - ugyanúgy viselkedik, mint a nem radioaktív molekula - a szervek működése láthatóvá tehető
- gammakamerával és SPECT-tel is (single photon emission tomograph) detektálhatjuk
- gammakamerával viszonylag alacsony térbeli felbontású kép – inkább funkcionális elváltozásokra és (kór)élettani folyamatok követésére

Izotópos képalkotás

- SPECT, mely több, 2 vagy 3 gammakamera detektorfejet forgat el a vizsgált testrész körül (2 v. 3 D képeket ad)
- PET (pozitron emissziós tomográfia), mely speciális pozitron (pozitív elektron) kibocsátó radioizotópokat tud detektálni
- a PET kétfotonos, míg a SPECT egyfotonos emissziós computer tomográfia
- fúziós eljárások (hibrid műszerek): PET/CT, SPECT/CT, PET/MR - strukturális és funkcionális kép

Izotópos képalkotás

Az izotópos vizsgálatok általános jellemzői:

- szervspecifikusság : jelölő izotóp (^{99m}Tc) + hordozó
- egy adott szerv vagy szervrendszer funkcióján alapulnak
- könnyen kivitelezhetőek (általában egy intravénás injekciót adunk)
- különösebb előkészítést nem igényelnek (éhgymosságra csak egyes gasztro-intesztinális vizsgálatoknál van szükség)
- szövődmény mentesek, kockázatuk minimális (allergia nem fordul elő)
- érzékeny, de aspecifikus módszerek
- a terápia követésére is alkalmasak

Izotópos képalkotás

Vizsgálati típusok:

- statikus szcintigráfiák
- dinamikus vizsgálatok

- Pozitív szcintigráfia: az aktivitás körülírt emelkedése (dúsulás) a kóros jelenség
- Negatív szcintigráfia: az aktivitás körülírt hiánya (fokális defektus) a kóros jelenség

Sugárvédelem

- ALARA-elv („As Low As Reasonable Achievable”)

Izotópos képalkotás

A szervek vérellátásán alapuló vizsgálatok

- Egyes betegségekben a szervek vérátáramlása, megváltozik, legtöbbször a normálhoz képest csökken. Az alkalmazott radiofarmakon aktivitása a beteg ér ellátási területén alacsonyabb
 - Perfúziós tüdőszcintigráfia
 - Nyugalmi és terheléses szívizom perfúziós vizsgálat
 - Agyperfúziós vizsgálat
 - Dinamikus perfúziós vizsgálatok

Izotópos képalkotás

A test vértartalmának jelölésén alapuló vizsgálatok

- Egyes betegségekben a szervek vértartalma megváltozik, nő vagy csökken, így az adott elváltozás a vértartalom változása alapján kimutatható
 - EKG kapuzott bal kamrai falmozgás és ejekciós frakciós vizsgálat
 - Máj vértartalom szcintigráfia

Izotópos képalkotás

A parenchyma sejtjeiben dúsuló radiofarmakonokkal végzett vizsgálatok

- Egyes betegsége a szervben belül a parenchyma sejteket elpusztítják, így az azokban dúsuló radiofarmakon aktivitása az elváltozás lokalizációjában alacsonyabb lesz (negatív szcintigráfia)
 - Pajzsmirigy szcintigráfia
 - Kolloidális máj-, lépszcintigráfia
 - Hepatobiliáris szcintigráfia
 - Vesezcintigráfia
 - Veseperfúzió és kamerarenográfia

Izotópos képalkotás

Tumorsejtekben halmozódó radiofarmakonokkal végzett vizsgálatok

- A tumorsejtek speciális tulajdonságain (felszíni receptorok, kóros hormonszintézis, fokozott anyagcsere folyamatok, fokozott proliferáció) alapuló vizsgálatok, a különböző típusú daganatok direkt kimutatására
 - Pajzsmirigy jódtárolás, szcintigráfia, a jó- és rosszindulatú pajzsmirigy betegségek terápiája jód-131 izotóppal
 - Csontszcintigráfia
 - Aspecifikus radiofarmakon dúsulás különböző tumoros szövetekben
 - Adrenerg receptor vizsgálat
 - Mellékvesekéreg szcintigráfia
 - Szomatosztatin receptor szcintigráfia
 - Szentinel nyirokcsomó vizsgálat
 - Tumorok FDG vizsgálata pozitron emissziós tomográffal

- energiaforrás – emberi test – detektor

Alapvető követelmények és jellemzők:

- a használt energia az emberi testen tudjon áthaladni
- az energiának az emberi test belső struktúráival kölcsönhatásba kell lépnie
- a használt energia nagy része a szövetekben elnyelődik
- az elnyelődött energia átalakul másik energiatípusává (hő- és kémiai energia)
- az elnyelődött energia nemkívánatos biológiai hatásokkal bírhat

Elektromágneses sugárzás

sugárzás két általános formája

- kis anyagrészecskék, melyek a térben nagy sebességgel mozognak
- az energia fotonokba csomagolt
(elektromágneses sugárzás – rádióhullámok, fény, röntgensugárzás, gammasugárzás)

Rtg - képalkotás

- 1895. Wilhelm C. Röntgen
- az elektromágneses sugárzás egyik fajtája (Rtg fotonok)
- a Rtg sugárzást a a készülékben elhelyezkedő Rtg-csőben állítjuk elő
- Rtg cső
 - katód: elektromos feszültség hatására elektronok szabadulnak fel és az anód irányába haladnak
 - anód: a katód felől érkező nagysebességű elektronok az anód célterületébe csapódnak ->Rtg fotonok keletkeznek

Rtg - képalkotás

- ionizáció: szabad elektronok keletkezése a kölcsönhatások során
 - felelős a Rtg sugárzás okozta káros biológiai hatásokért
- manapság már digitális képrögzítés
 - direkt digitális képrögzítés (DR)
 - speciális foszfor-lemezek alkalmazása (CR)

Sugárvédelmi szempontok – biológiai hatás

- a fotonok átlagos hatótávolságát ugyanazok a tényezők határozzák meg, mint a sugárzás gyengítését, azaz a fotonenergia, a penetrálandó anyagot felépítő atomok rendszáma és az anyag sűrűsége
- A felezési rétegvastagság az anyagnak azon vastagsága, amelynél a sugárzás intenzitása felére csökken. A penetráció és a felezési rétegek száma közti összefüggés exponenciális, azaz kétszeres anyagvastagság, négyszeres sugárgyengítést eredményez.
- a Rtg-fotonok egy része már nem az eredeti sugár irányba halad tovább, hanem attól teljesen eltérő irányba is mehet

Sugárvédelmi szempontok – biológiai hatás

- a sugárforrástól távolodva a sugárnyaláb széttartó, azaz a sugárforrástól mért távolság függvényében egyre nagyobb és nagyobb területet fed le
- 10 napos szabály, mely kimondja, hogy fogamzó képes korban a nők hasi és/vagy kismedencei Rtg-vizsgálatát csak a menstruációs ciklus első 10 napjában lehet elvégezni
- 28 napos szabályt is bevezették, mely a 28 napnál hosszabb ciklus esetén is korlátozza a Rtg-vizsgálat elvégzését, kiküszöbölve a magzati károsodást

A Rtg vizsgálatok típusai

- az adott volumenben helyet foglaló struktúrák egymásra vetülnek, szummálódnak -> kétirányú felvételek
- kettőnél sokkal több vetület leképezése -> 3D kép (pl. CT)
- valós idejű Rtg vizsgálat

- mellkas Rtg
- csontrendszer bármely része vizsgálható
- natív has
- nyelési próba (kontrasztanyag)
- gyomor Rtg (kontrasztanyag)
- szelektív vékonybél vizsgálat (kettős kontrasztanyag)
- irrigoszkópia (kontrasztanyag)
- urográfia (kontrasztanyag)
- mammográfia
- fogászati Rtg
- angiográfia (kontrasztanyag)

A beteg előkészítése

- általában nem szükséges speciális előkészítés
- nők: terhesség?
- adott vizsgálati régió ruhátlanítása
- fém (ékszerek, melltartó, zippzár, gombok,...)
- kontrasztanyag: időben beadni, ambuláns betegek

Speciális előkészítések

Nyelés vizsgálat

- reggeli órákban
- éhgyomorra
- kontrasztanyag: bárium-szulfát, vagy jódtartalmú
- folyamatos átvilágítás
- vizsgálat után ehet, ihat

Gyomor és felső passage vizsgálat

- reggeli órákban
- éhgyomorra
- vékonybél báriumos feltöltése (a beteg megissza a kontrasztanyagot, 20 percenként felvétel készítése)
- vizsgálat után ehet, ihat

Speciális előkészítések

Szelektív enterográfia

- reggeli órákban
- éhgyomorra
- finomabb elváltozások kimutatására
- valódi kettős kontrasztanyag vizsgálat
- kontrasztanyag: bárium szulfát és metilcellulóz (vagy hidegvíz) – szondán keresztül
- vizsgálat után ehet, ihat

Irrigoscopia

- vizsgálat előtti napon rostmentes diéta és béltisztítás (keserűső, X-Prep)
- vizsgálat előtt keveset ihat és a gyógyszereit is beveheti
- Sims-helyzet
- kontrasztanyag: bárium-szulfát és levegő
- folyamatos átvilágítás
- ha obstipatióra hajlamos a beteg, akkor a vizsgálat után több folyadékot fogyasszon

Speciális előkészítések

Intravénás urográfia

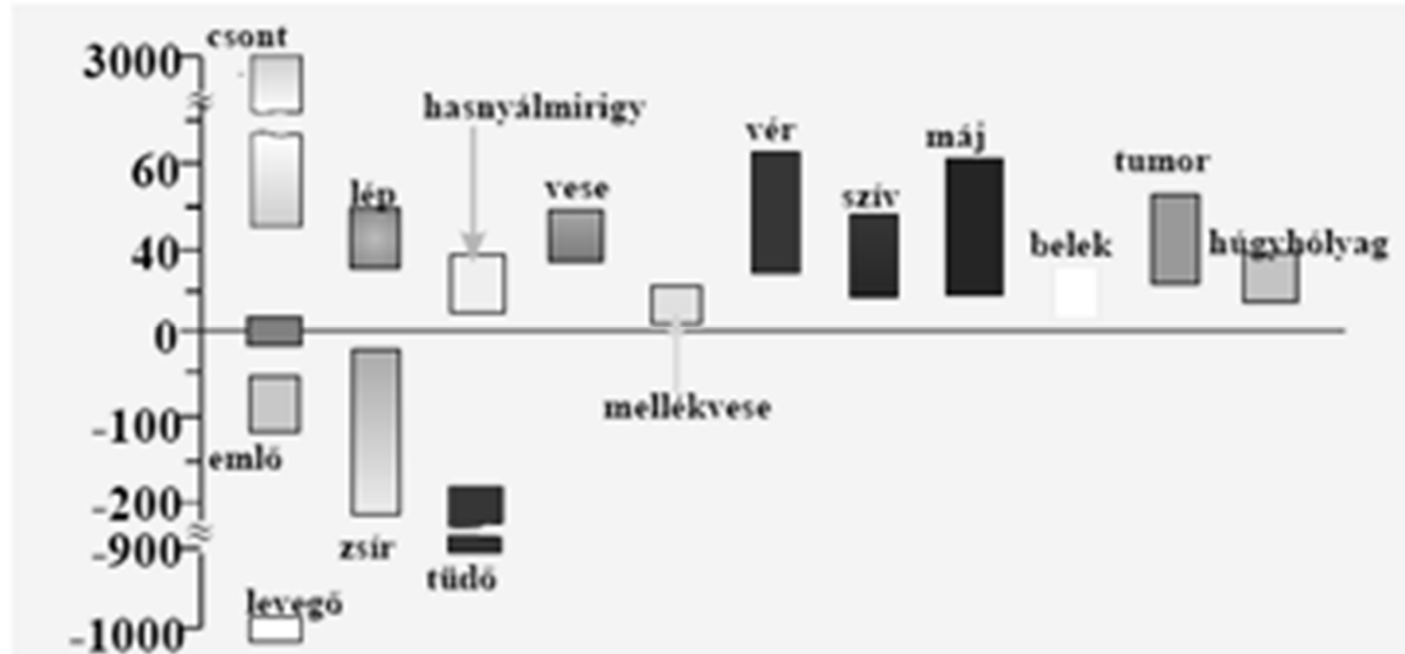
- 4-6 órás éhgyomor
- vizsgálat előtt min. 1 l víz elfogyasztása
- friss laboreredmények (részletes vesefunkciókkal)
- metformin tartalmú antidiabetikum szedését a vizsgálat előtt és után is 48 óráig szüneteltetni kell

CT

- a rtg-sugárzás a test egy vékony szeletén halad keresztül számos irányból
- a sugárforrással szemben elhelyezkedő detektorok a rtg-sugárzás gyengülését mérik
- az emberi test sugárgyengítési profilja nagyon változatos, de a különböző szövetek sugárgyengítésének összege egyforma is lehet, ami a képen azonos mértékű denzitással jelenik meg
- a CT egy adott térfogatelem átlagos sugárgyengítését mutatja sokkal nagyobb pontossággal, mint a hagyományos Rtg-vizsgálat

CT

- a sugárgyengülés mértékét számskálára transzformálják (Hounsfield) – a számokhoz szürkeárnyalatokat rendelünk



CT

- a levegő Hounsfield értéke (HU) -1000 egység, a vize pedig 0 egység
- pozitív irányban a skála elvileg végtelen, a gyakorlatban a CT készülékek +3000 egységig vannak beállítva
- a lágyrészek Hounsfield értéke (denzitása) a 0 körüli tartományban ((-100) – (+ 80)) található a csont pozitív tartományban, míg a levegővel telt tüdő a negatív tartományban helyezkedik el

CT

ablakolás:

- az emberi látórendszer a szürke-skálából korlátozott számú árnyalat megkülönböztetésére képes
- a szabadon megválasztható ablaknak két paramétere van:
 1. az ablak szélesség, mely a szürkeárnyalatok számát szabályozza
 2. az ablak centrum, mely a kép fényességét szabályozza
- az ablakszélesség szűkítése növeli a képkontrasztot, az ablak centrum csökkentése pedig növeli a kép fényességét

CT

- gantry
- generátor
- vizsgálóasztal
- vizsgáló konzol és számítógép



CT – Beteg előkészítés

- natív CT
- i.v. vagy per os kontrasztanyag
- i.v. kontrasztanyag esetén a beteg éhgyomorral érkezzen a vizsgálatra (4-6 órás koplalás)
- kontrasztanyag adható-e?
 - megfelelő vesefunkciók?
 - kontrasztanyag allergia?
 - metformin tartalmú antidiabetikumok?
 - bélperforáció?
 - nem-kooperáló beteg, vagy kisgyermekek, csecsemők

CT

- kontrasztanyag extravasatioja
- GI rendszer speciális előkészítési feladatai

sugárvédelmi szempontok:

- akár 5-100-szoros sugárterhelés a Rtg-hez képest

CT

Vizsgálati típusok

- koponya CT
- gerinc CT
- mellkas CT
- has-kismedence
- CT enteroclysis
- CT colonoscopia
- CT urográfia
- CT angiográfia
- szív CT
- perfúziós CT vizsgálat
- csontstruktúrák CT vizsgálata

Ultrahang képalkotás

- az ultrahanghullámok frekvenciája 1-100 MHz
- az ultrahangot piezoelektromos kristályok segítségével képezzük
- UH hullámok 3 fontos paramétere:
 1. frekvencia
 2. hullámhossz
 3. sebesség

Ultrahang képalkotás

- az ultrahang folyamatosan veszít az energiájából
- az ultrahang-energia hővé alakul ->abszorpció
- a víznek van a legkisebb gyengítése, így az ultrahangot nagyon jól vezeti
- az ultrahangpulzus visszaverődése a különböző struktúrákról adja az ultrahang képalkotás alapját
- ahhoz, hogy visszaverődés jöjjön létre különböző anyagok határterületein, a két anyagnak különböznie kell az akusztikus impedanciájukban

Ultrahang képalkotás

- speciális területe a Doppler-képalkotás
- egy hullám *forrása*, az azt közvetítő *közeg* vagy az azt érzékelő *megfigyelő* egymáshoz képest mozognak
- tipikus alkalmazási terület a szervezetben áramló vér áramlási irányának és sebességének mérése

Ultrahang képalkotás

- transzducer
- kezelői felület
- monitor



Ultrahang képalkotás

betegelőkészítés

- hasi és kismedencei vizsgálatoknál éhgyomorral érkezzen és ne ürítse ki a hólyagját
- ne fogyasszon vizsgálat előtt kávét
- ne dohányozzon előtte
- ne rágózzon előtte

- a légtartó tüdő és a csont ill. csont mögötti struktúrák ultrahang segítségével nem vizsgálhatók
- szív ultrahang, has és kismedence ultrahang, terhességi ultrahang, felületi lágyrészek, ízületek vizsgálatára, erek és véráramlás vizsgálata

MRI

- az 1970-es évek nagy jelentőségű felfedezése volt
- MR vizsgálathoz erős külső mágneses térre van szükség, mely az emberi testet befogadja
- kétféle mágneset használnak
 - alacsonyabb mágneses térerősség (0,2-0,5 Tesla) esetén permanens mágneset
 - magasabb mágneses térerőt (1-7 Tesla) szupravezető mágnes



MRI

- hosszabb vizsgálati idő
- lehet kontrasztanyagot is használni
- többsíkú leképezést alkalmaznak
- az MR képalkotás lágyrész kontrasztja tekinthető a legjobbnak a többi módszerrel összehasonlítva
- a tüdő és a kompakt csont, melyek MR vizsgálata nem célszerű
- elsődleges szerepet kap a koponya és gerinc vizsgálatok területén
- továbbá az ízületek, hasi szervek esetén

MRI

- MR angiográfia
- Szív MRI
- Diffúziós MRI
- Funkcionális MRI
- MR spektroszkópia

Beteg előkészítés – biztonsági szempontok

- erős mágneses tér
- beültetett pacemaker, beépített gyógyszeradagoló pumpa, beépített hallásjavítók, beültetett rögzítések (pl ortopédiai műtétek után)
- manapság már MR kompatibilis eszközök
- személyzetre vonatkozó előírások (zsebben maradt olló, pénz, óra, ...)
- speciális előkészítést nem igényel
- nincs kimutatható káros hatása a terhességre (de 1. trimeszterben nem ajánlott)
- jellegzetes zajjal jár, mely zavaró lehet a páciensek számára