

[Magyar Tudomány](#), 2005/10 1193. o.

Onkológia 2005 - betegellátás

Gődény Mária

PhD, Radiológiai Diagnosztikai Osztály, Országos Onkológiai Intézet - godony.maria @ oncol.hu

A képalkotó eljárások lehetőségei daganatoknál

A radiodiagnosztika utóbbi években ugrásszerűen megnőtt klinikai jelentősége egyrészt a rákbetegség incidenciájának növekedésével, másrészt az agresszív kemoterápia alkalmazásával függ össze, ami képalkotó módszerek kontrollja mellett történik. A technika rohamos fejlődésével a képalkotói diagnosztika egyre több fontos kérdésre ad pontos választ, azonban költsége egyre magasabb. Ahhoz, hogy megindokoljuk a beruházással és működéssel járó költségeket, kívánatos, hogy több szempontból analizáljuk a képalkotói módszerek alkalmazását, hatását a rákos megbetegedések kezelhetőségére.

Egy vizsgáló módszer akkor alkalmas a népesség meghatározott cél szerinti szűrésére, azaz egy klinikailag még tünetmentes daganat megtalálására, ha a módszer által nyújtott előnyök valamint a daganat potenciális kezelhetősége és költsége egyensúlyban vannak.

Klinikai tünetek esetén a daganatdiagnosztika első lépése a tumor megtalálása, detektálása és a diagnózis föllállítása. Stádium meghatározáskor a primer tumort és környezetét (T) analizáljuk, a regionális nyirokcsomóáttétek (N) régióit mérjük fel, és a távoli áttétek (M) kimutatására törekszünk. A terápia hatékonyságának értékelésekor a daganat méretének és szerkezetének változását kell terápiás válaszként értékelnünk. Terápia után követéses kontrollvizsgálatok szükségesek, hogy az esetleg újra megjelenő vagy növekvő daganatot a lehető legkorábban kimutassuk, és újabb, aktuális stádiumot határozzunk meg (Bragg et al., 2002).

Képalkotó eljárások

A képalkotó eljárások alkalmazása során különböző hullámhosszúságú és rezgésszámú elektromágneses sugárzást bocsátunk a testbe, majd a szervezetből kilépő jeleket feldolgozzuk, átvilágító ernyőn, röntgenfilmen, detektor- és komputerrendszer segítségével, tévémonitoron képet alkotunk belőle. A réteg képalkotó digitális módszerek közül, az ultrahangvizsgálat (UH), a computertomográfia (CT), a mágneses rezonanciás vizsgálat (MR), valamint a szervezetbe juttatott izotóp sugárzásának értékelésén alapuló pozitronemissziós tomográfia (PET) kiváló lehetőségek a daganat korai kimutatásában, a stádium meghatározásában, a terápiás hatékonyság vizsgálatában, a beteg követésében, a recidívák (visszatérő tumorok) korai megtalálásában és pontosabb leírásában. Ezen módszerek elterjedésével a hagyományos röntgenvizsgálatok valamint az angiográfia diagnosztikus alkalmazása csökkent. (Gődény - Péter, 2002)

Napjainkban az onkológiai diagnosztika horizontját a képek digitális kiértékelése, archiválása, elektronikus továbbítása, a digitális konzultáció lehetőségei is kiszélesítik. A fejlődés az ún. filmnélküli radiológia felé vezet (PACS - picture archiving and communication system). Az ún. CAD (computer assisted diagnosis) módszerek segítik a vizsgálatok értékelését, például emlő-, tüdőgócok megtalálását.

Hagyományos röntgenvizsgálat

A hagyományos röntgenvizsgálat a háromdimenziós test kétdimenziós vetületét szolgáltatja, az egymás mögött elhelyezkedő szövetek sugárabszorpciós értékei összegeződnek a röntgenfelvételen, a fluoreszkáló ernyőn vagy indirekt módon képerősítő és tévékamera rendszeren át a monitoron.

A legáltalánosabban alkalmazott hagyományos röntgenmódszer a szummációs mellkasfelvétel, melyen kedvező elhelyezkedés mellett 1 centiméteres tüdőgóc már jól látható, de a gátor (mediastinum) képleteinek analizésére a röntgenfelvétel kevésbé alkalmas, mivel általában csak 3 cm-nél nagyobb elváltozás az, ami tumor gyanúját kelti. Primer csonttumornál a röntgenfelvétel érzékenysége és fajlagossága magas, áttétes csontdaganatnál alacsonyabb. Csontáttét (metasztázis) a röntgenfelvételen többnyire csak akkor vehető észre, ha mérete meghaladja az 1 cm-t. A röntgen mammográfia az emlők alapvizsgálata, korai rákot is kimutat, kiváló szűrő módszernek tekinthető (Heywang-Kobrunner et al., 1997). A tápcsatorna belső felszínének megítélésére az endoszkópia mellett a kontrasztanyaggal készült röntgenvizsgálatot alkalmazzuk.

Digitális radiográfia

A digitalizált radiográfia a röntgenfilm vagy az átvilágító ernyő helyett olyan speciális lemezt használ, amelyről a test sugárabszorpciójával arányosan tárolt energiát leolvasó lézersugár szabadítja fel, majd a rendszer digitalizálja az adatokat és átalakítás után monitoron vagy filmen jeleníti meg. A priméren digitális radiográfia a testen áthaladó röntgensugarat intenzitásának megfelelően elektromos, majd közvetlenül digitális jellé alakítja. A digitális adatokat könnyen lehet tárolni, és utólagos feldolgozásra alkalmasak.

Digitális képalkotó módszerek

Az összes radiológiai képalkotó módszernél a kép keletkezése analóg adatgyűjtéssel történik, és az analóg jeleket (elektromos áram) digitalizáljuk. Az UH, CT és az MR képfelhasználásában a digitális jelátalakítás alapvetően meghatározó folyamat, emiatt ezeket tekintjük elsődlegesen digitális képalkotó módszereknek.

Ultrahang vizsgálat (UH)

UH alkalmával a vizsgálatra kijelölt régióba hanghullámokat bocsátunk, melyek a testben továbbhaladva eltérő akusztikus keménységű szövetekkel találkoznak. Az UH nyaláb akusztikus határfelülethez érve a felületen részben áthalad, részben visszaverődik. Az orvosi diagnosztikában a visszaverődést és részben a szóródást detektáljuk. A máj, lép, vese és egyéb parenchymás szervek szerkezete a szóródás és az interferencia jelenség eredményeként jelenik meg. A vér áramlásának sebessége Doppler-vizsgálattal mérhető, az áramló vér Color Doppler- és Power Doppler-vizsgálattal ábrázolható. (Harkányi, 2001)

Az UH elsősorban a lágyrész elváltozások megítélésére szolgál, számos daganat felismerésében első vizsgálmódszerként javasolható. Csaknem minden szervünk vizsgálható ultrahanggal, kivéve a csont és a légtartó tüdő. Az egyes szervek daganatos betegségeit eltérő pontossággal lehet kimutatni, az UH elsődleges eljárás a máj, vese gócos betegségeiben.

Főleg gyermekek, fiatalok vizsgálatánál előnyös szempont, hogy nem-ionizáló sugárzás, mai ismereteink szerint nem fejt ki káros biológiai hatást. A költséghatékonyság nem elvethető megfontolás, mivel az ultrahangvizsgálat költsége jelentősen kisebb, mint az egyéb radiológiai módszereké. A módszer korlátja, hogy nem ad átfogó képet, értékelése szubjektív, vizsgáló-függő, kevésbé standardizálható, mint a CT vagy az MR-vizsgálat.

A korszerű berendezések kiváló térbeli felbontást biztosítanak, nemcsak anatómiai ábrázolást, hanem a daganatos erek vizsgálatát is lehetővé teszik. A módszer érzékenysége folyamatosan növekszik, de specifitása nem változott lényegesen. Ez is indokolja, hogy daganatnál az esetek többségében az UH-t egyéb módszer is kövesse - CT, MR vagy vezérelt biopszia.

Komputertomográfia (CT)

A CT olyan rétegfelvételi eljárás, amely a test keresztmetszetének szerkezetétől függő sugárabszorpciós értékeit az alkotók térbeli megoszlása szerint, mátrixkép formájában ábrázolja. A CT a hagyományos röntgenvizsgálatnál kisebb elváltozásokat (néhány millimétert) is kimutat. A sűrűségmérés révén az elváltozás szerkezetéről is vélemény adható. Jódot tartalmazó kontrasztanyag alkalmazása javítja a lágyrész-felbontó képességet, könnyebbé teszi a kóros elváltozás elkülönítését. Dinamikus CT vizsgálatkor, gyors szkennelést alkalmazva, a kontrasztanyag-eloszlást az idő függvényében vizsgáljuk, a szerv vagy egy körülírt elváltozás erezettségéről nyerhetünk értékes adatokat.

A CT annak ellenére, hogy a biológiailag negatív (ionizáló) röntgensugár abszorpcióján alapszik, jelenleg a legjobb tulajdonságokat egyesíti magában, vagyis gyors időbeli, nagy térbeli és jó lágyrész-felbontása pontos képalkotást biztosít, standardizálhatósága, reprodukálhatósága kitűnő. Ezen előnyös tulajdonságai révén a CT a daganatok vizsgálatában a diagnosztika alapmódszerévé vált, ma a leginkább használt képalkotói módszer.

A hagyományos CT-nél külön-külön készülnek a szeletek. Az egyes szeletek között a beteg mozgatása szakaszos. A spirál vagy helikális CT esetében a mérési eredmények egy meghatározott test térfogat adatait mutatják, és nem marad ki információ. Mellkasi és hasi szervek vizsgálatára a spirál CT alkalmasabb, mivel az egy légvétel alatt készült mérés pontosabb, több és kisebb méretű elváltozás mutatható ki, mint konvencionális CT-vel. A spirál CT esetében, mivel a vizsgálati idő rövidebb, az intravénásan adott kontrasztanyag hatását tetszőleges fázisban tudjuk meghatározni, ez javítja a lágyrészdaganatok értékelését. A spirál CT megjelenésével vált lehetővé a test háromdimenziójú (3-D) adatgyűjtése és feldolgozása. A priméren haránt síkú adatfelvétel mellett a volumetrikus adathalmazból számítógépes feldolgozással másodlagos rétegek, egyéb síkú ábrázolás is készíthető. A CT angiográfia az erősen kontrasztolt erek 3-D rekonstrukciós képe. A virtuális endoszkópia (sinoscopia, bronchoscopia, colonoscopia) a 3-D adatok számítógépes rekonstrukciójával a tápcsatorna, légutak belső felületeit az endoszkóphoz hasonlóan jeleníti meg.

Az utóbbi években a szimpla detektoros spirál CT (SDCT) után megjelent és elterjedt a multidetektoros spirál CT (MDCT), mely a másodperc töredéke alatt készít egyszerre több szeletet, még gyorsabb kontrasztdinamikát és jobb térbeli ábrázolást nyújt. (Reiser, 2002)

Mágneses rezonancia (MR)

Az emberi szövetek és sejtek mágneses rezonanciás vizsgálata a hidrogénatommagok vizsgálatára épül, a szervezetben lévő hidrogénatomok megoszlásáról és kötöttségi állapotáról ad tájékoztatást. Az MR kiváló szöveti kontrasztja és többsíkú ábrázolása a kóros elváltozás hatékonyabb elkülöníthetőségét teszi lehetővé. Az MR azokban az esetekben is hasznos, ha a CT vizsgálat kontrasztanyag-érzékenység vagy rossz vesefunkció miatt nem végezhető el. Ionizáló sugárzás nélküli vizsgálat, ismereteink szerint káros biológiai hatás nélkül. Terhes nőknél, gyereknél sugárkímélés céljából is történhet MR vizsgálat, CT helyett.

Az MR korlátja, hogy a CT-hez viszonyítva költségesebb, a vizsgálati idő hosszabb, a módszer nehezebben elérhető. Egyes, a testbe került mágnesesvezető fémek a beteg számára veszélyt jelenthetnek (például pacemaker, agyi aneurizma clip, cochlealis implantátum és régi típusú szívbillentyű), így azok a vizsgálatot ellenjavallják. Veszélyt nem jelentő fémeknél képet zavaró műtermékekkel számolhatunk. A daganatvizsgálatra előnyösebb nagy térerejű (1-1,5 Tesla) gépek többnyire zárt berendezések, és a betegek 4-6 %-ánál bezártságérzést okoznak.

A módszer előtt még hatalmas lehetőségek állnak. Folyamatosan javul a vizsgálat felbontása, a magasabb térerejű (3T) berendezések elterjedésével, gyorsabb mérismódok és érzékenyebb antennák fejlesztésével. Már lehetőség van a teljes test MR vizsgálatára is, valamint már forgalomba került nagy térerejű, nyitott berendezés is. Az általánosan alkalmazott, extracelluláris térben halmozódó gadolíniumos kontrasztanyagok mellett a szövetspecifikus kontrasztanyagok (májsejt által kiválasztódó, Kupffer-sejtek által tárolt ún. RES-specifikus) a vizsgálat diagnosztikus felbontóképességét javítják.

Dinamikus MR vizsgálattal az intravénásan adott kontrasztanyag megjelenését, megoszlását a szövetekben az idő függvényében vizsgáljuk, leggyakrabban máj, emlő, kismedencei daganatok megítélésére, terápia utáni hegesedés, recidív tumor elkülönítésekor alkalmazzuk.

Az MR-angiográfia (MRA) részben átvette a katéteres angiográfia diagnosztikus szerepét, indikációja, pontossága a CT-angiográfiához hasonló. Az MR-kolangio-pankreatográfia (MRCP) kontrasztanyag adása nélkül ábrázolja az epeutakat valamint a hasnyálmirigy-vezetékét, mellette az ERCP (endoszkópos retrográd kolangio-pankreatográfia) és PTC (perkután transzhepatikus kolangiográfia) terápiás feladatot lát el. Az MR-myelográfia a gericcsatorna szűkületét szemlélteti. Az MR-limfográfia vas-oxid tartalmú kontrasztanyag (ultra small part iron oxid - USPIO) intravénás alkalmazása mellett vizsgálja a nyirokcsomókat, a daganatos góc nem veszi fel a kontrasztanyagot. Az MR spektroszkópia (MRS) biokémiai analízist végez, tumor-karakterisztikus regionális biokémiai státuszt mér fel, fontos metabolikus folyamatokról informál. Példaként, prosztatákarcinómánál a citrát-, kolin- és creatininszint arányaiból következtet a szöveti rosszindulatúság fokára. Klinikai jelentősége a recidívák korai kimutatásában, a kezelés utáni hegesedés, a recidív tumor elkülönítésében, a terápia hatékonyságának követésében van. (Hulse - Carrington, 2004)

Az MR a központi idegrendszer optimális vizsgáló módszere, a gerincvelő megítélésére elsődlegesen alkalmazzuk. A mozgatórendszer, fej-nyak régió lágyrész-daganatainak ábrázolására az MR alkalmasabb eljárás, mint a CT. A has, főleg a máj és a kismedencei szervek megítélésében egyre növekszik az MR jelentősége. (Gódey, 2001a) A mellkasi szervek daganatainál az MR a CT leletet egészíti ki, valamint differenciál diagnosztikai célra alkalmazzuk (Gódey, 2001b).

Nukleáris medicina, izotópvizsgálat

Az izotóppal megjelölt speciális kémiai vegyület (radiofarmakon) különböző anyagcsere folyamatokba lép be, például csontanyagcserébe és funkcionális eltérésekről, áramlásviszonyokról is tájékoztat az aktivitás eloszlása alapján. A nukleáris diagnosztika feloldóképessége erősen elmarad a radiológiai módszerekétől, és a tünetek sokszor nem specifikusak. A módszer többnyire érzékenyen jelez bizonyos elváltozásokat, például csontképződést, de gyakran nem mondja meg, hogy milyen kórfolyamat hozta létre, sőt azt sem, hogy biztosan kóros-e. Az élettani, degeneratív, gyulladáshoz vagy tumoros folyamatok megkülönböztetése sokszor csak egyéb vizsgálatok figyelembe vételével lehetséges. Csonttét klinikai gyanújakor, amennyiben az izotópvizsgálat illetve a beteg fájdalmas régiójával korreláló röntgenfelvétel nem ad megfelelő eredményt, MR vagy CT vizsgálat végzendő. Az UH, CT és az MR számos vizsgálatot átvett a hagyományos izotóp diagnosztikától, így az agy, máj, eperendszer és lép vizsgálatait. A hagyományos diagnosztikában elsősorban a gammafotonokat kibocsátó izotópokat alkalmazzuk, mivel a képalkotás magas energiájú elektromágneses sugárzást igényel. A leggyakrabban alkalmazott detektor a gammakamera (szcintillációs kamera). Újabb és újabb farmakonok jelennek meg, keresik a tumorspecifikus anyagokat. Direkt tumor leképezéskor az alkalmazott radiofarmakon magában a daganatban halmozódik, "meleg" gócként jelentkezve a képen. Ha a kóros elváltozás nem veszi fel az izotópos vegyületet, de a környező ép szövet igen, akkor a góc "hideg" (indirekt tumor leképezés).

A hagyományos izotópmódszer rétegtechnikája a SPECT (single photon emission tomography), mely a rétegfelvételeket mozgó gammakamerákkal állítja elő.

Pozitron emissziós tomográfia (PET)

A PET olyan pozitront kibocsátó izotópokat alkalmaz (11C, 13N, 15O, 18F), melyek fontos biokémiai folyamatok részei, illetve anyagcsere folyamatokban résztvevő farmakonokat jelöl izotóppal (például cukor-, aminosav-anyagcsere stb.). A PET magas specificitású funkcionális képalkotó módszer, a radiofarmakon a megnövekedett anyagcseréjű tumorszövetbe fokozottabban épül be, leggyakrabban a glükóz anyagcserét vizsgáljuk, és glükóz analóg farmakont (2-fluoro-2-deoxy-D-glucose - FDG) használunk. (Kálvin et al., 2002)

A PET érzékeny módszer a daganat megtalálásában, a terápia hatékonyságának mérésében, a metasztázis, recidív tumor kimutatásában, fontos szerepet játszik a műtét vagy sugárterápia után a kezelés következményeként kialakult heggedés és a recidív daganat elkülönítésében is.

Költséghatékonyságot is analizáló felmérések szerint elsődlegesen agytumornál, tüdő- fej-nyak daganatnál, melanománál, emlőráknál, nyelőcső-, végbélráknál és limfómánál (a nyirokrendszer daganatainál) mutatták ki a PET alkalmazásának előnyeit. Ugyanakkor rávilágítottak arra, hogy gyulladásoos szövetnél illetve terápia hatására is fokozott halmozás, azaz tumor szempontjából fals pozitivitás jöhet létre. (Husband - Reznek, 2004)

A módszer igen nagy jövő elé tekint, újabb és újabb jelzőanyagok (tracer) kerülnek alkalmazásra, melyekkel nemcsak a metabolikus folyamatokról, hanem a sejtburjánzásról, sejtmembrán áteresztő képességről, sejtpusztulásról és oxigén ellátottságról is információ szerezhető. A hipoxia a daganatterápia hatékonyságát csökkenti. A hypoxia-imaging (hipoxiát kimutató képalkotás) alkalmazásával meg lehet jósolni a terápia hatékonyságát.

A PET térbeli felbontása alacsony így az anatómiai képekkel történő fúzió szükséges ahhoz, hogy a kóros metabolikus aktivitás pontos helyét meghatározzuk. A PET/CT berendezés a két módszert egyszerre alkalmazza, ezáltal a PET érzékeny anyagcsereaktivitás-megjelenítése a CT pontos szeletanatómiájával párosul. Az együttműködés hatása nemcsak additív, hanem szinergista is, a diagnosztika hatékonyságát tovább növelve. A PET indikációját 85-90%-ban a daganatok szolgáltatják.

A PET költséges módszer, jelenleg Magyarországon igen nehezen hozzáférhető vizsgálat (csak egy PET berendezés finanszírozott, az újonnan telepített két PET/CT vizsgálatának költségtérítése még kérdéses), így csak azokban az esetekben alkalmazzuk, ha olyan betegcsoportnál kell állást foglalnunk, melynél a metasztázis gyakran fordul elő, az elvégzett anatómiai vizsgálok módszerek állásfoglalása bizonytalan volt, és az áttét igazolása a terápia meghatározása szempontjából jelentős.

Intervencionális radiológia

Angiográfia

A digitális rétegeképalkotók elterjedésével az angiográfia alkalmazása és szerepe megváltozott, diagnosztikus célzattal daganatos betegnél érfeltöltést csak akkor végzünk, ha a tervezendő műtét előtt a daganat erezettségéről, tápláló és szomszédos ereiről akarunk tájékozódni. Daganatoknál az angiográfia szerepe döntően terápiás, egyrészt a daganatos erek embolizálása, a daganat szelektív katéteres citosztatikus kezelése, másrészt a daganat által összenyomott, szűkített, normál szöveteket ellátó erek tágítása.

Képalkotók által vezérelt mintavétel, tumoreltávolítás

A kérdéses elváltozásból átvilágítóernyő alatt, UH, CT vagy MR segítségével mintát tudunk venni, sejteket (aspirációs citológia) vagy szövethengert (core biopszia) nyerhetünk, így közvetve szövettani pontosságú diagnózishoz juthatunk. A CT által vezérelt biopszia sok esetben pontosabb és biztonságosabb, mint az átvilágítóernyő- vagy UH-vezérelt. MR-vezérlést egyébbel nem ábrázolódó lágyrésztumoroknál, megfelelő feltételek mellett végzik.

A képalkotók szerepet játszanak bizonyos tumor góccok hatástalanításában (percután tumorablatio), célzott alkoholos befecskendezéssel (PEI - percutaneous ethanol injection), fagyasztásos módszerrel (CRYO) vagy a tumort koaguláló energia (radiófrekvenciás hullám, lézer) gócba juttatásával. A vezérlés UH-, CT- és MR-rel történhet. Főleg a máj daganatainak kezelésére terjedt el, de alkalmazzák egyéb szervnél (tüdő, vese, csont, emlő) is. A fókuszált ultrahang (FUS) ép bőrön át, MR-vezérelten juttatja a terápiás energiát az eltávolítandó gócba.

Konklúzió

A daganatok számos sejtoszláson mennek keresztül addigra, mire néhány milliméteres vagy akár már néhány centiméteres nagyságban a képalkotókkal felismerhetővé válhatnak. Az 1 cm-nél kisebb tumorok, az ún. csendes periódusban (silent interval) évekig növekedhetnek, és már a növekedésüket biztosító saját érellátás (angiogenezis) is megkezdődik náluk, mire felfedezésre kerülnek.

A képalkotó vizsgáló módszerek eredménye befolyásolja a terápia megválasztását. A téves diagnózis, a rosszul felbecsült stádium hátrányosan befolyásolja a beteg sorsát azáltal, hogy a terápia kijelölése nem megfelelően történik. Fontos annak meghatározása, hogy a daganatos elváltozás körülírt-e vagy sem, hiszen a lokalizált tumor ellátása elsődlegesen sebészi vagy sugárterápia. Mindenkor mérlegelendő a primer daganat nyirokrégiója, érkeringéssel való kapcsolata, azaz az áttétképződés lehetőségei. A szétszóródott tumor ellátása alapvetően nem sebészi, hanem gyógyszeres kezelés. (Eckhardt, 1997; Kásler, 2001)

A képalkotó vizsgáló módszerek azáltal, hogy kimutatják a tumor méretét, tumoros invázió mélységét, környező szövetek érintettségét, a nyirokcsomók állapotát, valamint a távoli metasztázisokat, morfológiai prognosztikai faktorokat határoznak meg, jelentőssé vált a szerepük és a felelősségük is.

Stádiummeghatározó alapvizsgálatnak jelenleg a CT és az MR tekinthető. A daganat kimutatásakor, vizsgálatokor sokszor végzünk ultrahangvizsgálatot, mely megtalálja a daganatot, kiegészíti a stádiummeghatározást (például: felületi lágyrésztumornál, nyelőcső-, gyomor-, végbéldaganatnál), és analízáló részfeladattal is rendelkezik. A hagyományos röntgen, mellkas és tápcsatorna, valamint csont vizsgálatait, néha alkalmasak egy elváltozás kimutatására, de a tumorstádium pontos meghatározására nem. A technikai fejlődés eredményeként előtérbe kerülnek a funkcionális képalkotó módszerek (izotóp-SPECT, PET, MRS), a metabolikus elváltozások megjelenítése. A metabolikus folyamatok megjelenítése a daganatok normálistól eltérő, különböző mértékben fokozott anyagcsere folyamatának detektálásán alapszik. A radioizotóp technikával a tumor metabolizmusa megjeleníthető, például csontmetasztázis vizsgálatok a módszer a tumor stádiumát egészíti ki. A nukleáris medicina legnagyobb előrelépését a PET klinikai alkalmazása jelentette. PET vizsgálat, megfelelő kapacitás mellett, a CT vizsgálattal együtt jelentené a stádium meghatározás alapját, ezt támasztja alá a PET/CT berendezések nagyléptékű terjedése is.

A rákbetegség kezelésének követése a radiológia egyik legdinamikusabban fejlődő és növekvő területe. Olyan módszerekre van szükség, amely fel tudja mérni a terápia hatékonyságát abból a célból, hogy nem kielégítő terápia esetén minél hamarabb lehessen változtatni. A diagnosztika feladata, hogy kövesse a betegséget, és a nem aktív tumorszövetet a tumoros maradványtól elkülönítse. Feladata az is, hogy minél korábban kimutassa a visszaöött daganatot, és újabb, pontos stádiumot határozzon meg.

A jövőbe tekintve, új lépésként az orvosi képalkotó módszerek az in vitro megközelítésről áttérnek az in vivo képalkotásra. Lehetővé válik, hogy a modern nagyítási technikákkal a mikroszkopikus, a genetikai vagy akár a sejtszinten zajló metabolikus elváltozásokat is képpé tudjuk alakítani, hogy meghatározzuk a tumor tulajdonságát és mikrokozonyezetét, beleértve a sejtek sűrűségét, direkt terjedésének módját. A közeljövőben a molekuláris vagy mikroszkopikus képalkotók feladata lesz a folyamatok ábrázolása is.

A múlt század képalkotó módszerei a fizikai felfedezéseken alapultak, anatómiai információkat szolgáltatnak, statikus vagy dinamikus információt nyújtanak. Jelen század dinamikus fejlődő képalkotása funkcionális, molekuláris viszonyokat szándékoz megjeleníteni, biokémiai, molekuláris biológiai, genetikai alapokon a rák keletkezését, terjedését, és az ezzel kapcsolatos jelenségeket célozza meg. A molekuláris képalkotás tumor metabolizmust, tumor erek képződését, a sejtfal áteresztő képességét, a daganatos szövet oxigénnel való ellátottságát, a programozott sejthalált, sejtburjánzást, sejtintegritást vizsgál.

A dinamikus és a perfúziós CT és MR vizsgálat az angiogenezist jeleníti meg, és abból következtetünk a daganat természetére. A terápia sikerét jelezheti a daganat keringésének csökkenése, megszűnése, melyet a képalkotó módszerek jelezhetnek. Az MR és a PET fontos szerepet játszik a terápia utáni hegesedés és a visszatért daganat elkülönítésében.

A hatékony és korszerű onko-terápia és -diagnosztika multidiszciplináris kommunikáción alapul, a diagnosztikus és terápiás szakemberek szoros együttműködésén, szervezett konzultáción, ahol a rutinszerűen alkalmazott protokollok (Gődény, 2004) mellett az egyéni diagnosztikus és terápiás megbeszélésre is lehetőség van. A radiológus az onkoterápiás és diagnosztikus team tagja, feladata és felelőssége, hogy megfelelő képalkotói protokollt válasszon, megfelelő diagnosztikus módszert, metodikát és standard minőséget alkalmazzon.

Kulcsszavak: hagyományos röntgen, digitális radiológia, UH, CT, MR, PET, angiográfia, vezérelt biopszia

Irodalom

Bragg, David G. - Rubin, P. - Hricak, H. (2002). *Oncologic Imaging*. Saunders

Eckhardt Sándor (1997): *Klinikai onkológia*. Medicina, Budapest

Gődény Mária (2001a): Az MR szerepe a tumorok diagnosztikájában. *LAM - (Lege Artis Medicinae)*. 11, 12-25.

Gődény Mária (2001b): The Examination of Thoracic Metastases with Imaging Methods. In: Besznyák István (ed.) *Diagnosis and Surgery of Organ Metastases*. Hungarian Academy Publisher, Budapest

Gődény Mária - Péter M. (2002): Képkalkotók a daganatok diagnosztikájában. In: Kopper László - Jeney András (eds.): *Onkológia a géntől a betegágyig*. Medicina, Budapest, 231-254.

Gődény Mária - Kásler Miklós (2004): A képkalkotó vizsgáló módszerek alkalmazása daganatok esetében. "Javaslat a képkalkotók alkalmazásához". *Magyar Onkológia*. 48, 167-190. <http://www.webio.hu/huon/2004/48/2/0167/0167a.pdf>

Harkányi Zoltán - Morvay Zita (2001) *Ultraszonográfia*. Minerva, Budapest

Husband, Janet - Reznick, Rodney H. (2004): *Imaging in Oncology*. Taylor&Francis, London

Hulse, Paul A. - Carrington, Bernadette M. (2004): *MRI Manual of Pelvic Cancer*. Martin Dunitz, London

Kálvin Beáta - Fekesházi A. - Lengyel Zs. et al. (2002): Költség-hatékony onkológiai PET-vizsgálatok. *Magyar Onkológia*. 46, 3, 203-223.

Kásler Miklós (2001): *Az onkoterápia irányelvei*. B+V Lap- és Könyvkiadó Kft, Budapest

Reiser, Maximilian F. - Takahashi, M. - Modic, R. - Bruening, M. F. (2002): *Multislice CT*. Springer Verlag, New York

Rubin, Phillip (2001): *Clinical Oncology*. 8th Edition, W. B. Saunders Company

Heywang-Kobrunner, Sylvia H. - Schreer, I. - Dershaw, D. D. (1997): *Diagnostic Breast Imaging: Mammography, Sonography, Magnetic Resonance Imaging and Interventional Procedures*. Thieme Verlag, Stuttgart-New York

[<-- Vissza a 2005/10 szám tartalomjegyzékére](#)

[<-- Vissza a Magyar Tudomány honlapra](#)

[\[Információk\]](#) [\[Tartalom\]](#) [\[Akaprint Kft.\]](#)
