

A PET/CT szerepe a sugárkezelésre kerülő betegek N és M klinikai stagingjében, a terápia meghatározásában

Intézeti tapasztalatok

Kovács Árpád dr.^{1, 2, 3} ■ Sipos Dávid^{1, 2} ■ Lukács Gábor dr.^{2, 4}
Tóth Zoltán dr.^{2, 5} ■ Vecsera Tímea¹ ■ Kedves András¹
Cselik Zsolt dr.⁶ ■ Pandur Attila András² ■ Bajzik Gábor dr.³
Repa Imre dr.³ ■ Hadjiev Janaki dr.³

Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Kar,

¹Képző Diagnosztikai Tanszék,

²Egészségtudományi Doktori Iskola, Pécs

³Kaposvári Egyetem, Egészségügyi Központ, Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet, Kaposvár

⁴Somogy Megyei Kaposi Mór Oktató Kórház, Klinikai Onkológiai Osztály, Kaposvár

⁵PET Medicopus Kft., Kaposvár

⁶Csolnoky Ferenc Kórház, Sugárterápiás Osztály, Veszprém

Bevezetés és célkitűzés: Jelen kutatásunk célja a komplex onkológiai ellátás keretében PET/CT alapú 3D-sugárkezelésben részesült betegek klinikai staging N és M változásainak vizsgálata volt a konvencionális keresztmetszeti képalkotó staging információkhoz viszonyítva. Vizsgáltuk a PET/CT detektálta második tumorok jelenlétét, illetve a többletinformációk terápiás döntésekre gyakorolt hatását is.

Módszer: 2015. 01. 01. és 2016. 11. 30. között a Kaposvári Egyetem Egészségügyi Központjának Onkoradiológiai Intézetében, onkológiai indikáció szerint 192, PET/CT alapú besugárzástervezésre került beteg anyagát dolgoztuk fel retrospektív módon. Minden beteg hagyományos keresztmetszeti, valamint tervezési PET/CT vizsgálatban részesült. A betegek klinikai N- és M-staging-besorolását az American Joint Committee on Cancer (AJCC) és a Union of International Cancer Control (UICC) rendszere alapján végeztük el.

Eredmények: Az N- és M-stádiumokat külön elemezve azt tapasztaltuk, hogy a PET/CT alapján a kiindulási képalkotón alapuló N-stádium 77 esetben, az M-stádium pedig 31 esetben változott meg. Összességében a PET/CT vizsgálat 68 betegnél eredményezte a magasabb klinikai stádiumba sorolást, és 14 esetben alacsonyabb klinikai stádium került megállapításra. A kezelési tervben a betegek 9%-ánál történt változás, és az esetek 20%-ában az N-status változása a sugárkezelés kezelési céltérfigatának kiterjesztését vonta maga után. 15 betegnél addig fel nem ismert másodlagos tumor került leírásra.

Következtetés: Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a konvencionális keresztmetszeti staging képalkotásnak az indikált lokalizációkban PET/CT-vel történő kiegészítése pontosabb klinikai N- és M-stádium-besorolást tesz lehetővé, és jelentős mértékben képes befolyásolni a terápiás döntéseket. A PET/CT adta információ ugyancsak komoly segítséget nyújt az okkult második tumorok felismerésében. Intézetünk eredményei harmonizálnak az irodalomban fellelhető nemzetközi adatokkal.

Orv Hetil. 2018; 159(39): 1593–1601.

Kulcsszavak: PET/CT, staging, TNM, radioterápia, tervezés

The predictive role of PET/CT imaging in clinical N and M staging and treatment decision process

Institutional experiences in Hungary

Introduction and aim: The aim of our study was to investigate changes in clinical staging N (lymph node) and M (distant metastasis) in patients who receive PET/CT-based 3D radiotherapy within complex oncological treatment, and compare to conventional cross-sectional imaging staging technique. We also investigated the presence of PET/CT-detected second tumors and the effect of PET/CT on therapeutic decisions.

Method: From the 1st of January 2015 to the 30th of November 2016, 192 patients (n = 192) were treated with PET/CT-based radiation (109 head, 44 lung, 28 rectum and 11 cervical localization) in the Oncoradiology Institute of the Health Center of the University of Kaposvár. All patients received conventional cross-sectional and PET/CT imaging in accordance with the valid investigation protocol. The average time interval between the two cross-sectional investigations was 5.2 weeks. Clinical N and M staging was performed on the basis of the classification of the American Joint Committee on Cancer (AJCC) and the Union of International Cancer Control (UICC).

Results: By analyzing the clinical stages N and M separately, based on the results of the PET/CT studies, the N stage was changed in 77 cases and the M stage changed in 31 cases. Overall, the PET/CT study resulted in higher clinical stages in 68 (35.4%) patients and lower clinical stages in 14 (7.3%) patients. The treatment plan was changed in 9% of the patients (n = 18) (definitive versus palliative treatment) and the extension of radiotherapy treatment target volume (PTV) was indicated in 20% of the patients (n = 39) due to the change in clinical lymph node status. PET/CT also detected secondary tumors in 15 (8%) patients.

Conclusion: Based on our results, the addition of PET/CT to conventional cross-sectional staging imaging permits a more accurate clinical classification of N and M stages and significantly influences therapeutic decisions. PET/CT imaging also provides a great help in detecting occult second tumors. The results of our Institute harmonize with the international data available in the literature.

Keywords: PET/CT, staging, TNM, radiotherapy, planning

Kovács Á, Sipos D, Lukács G, Tóth Z, Vecsera T, Kedves A, Cselik Zs, Pandur AA, Bajzik G, Repa I, Hadjiev J. [The predictive role of PET/CT imaging in clinical N and M staging and treatment decision process. Institutional experiences in Hungary]. *Orv Hetil.* 2018; 159(39): 1593–1601.

(Beérkezett: 2018. június 1.; elfogadva: 2018. június 28.)

Rövidítések

AJCC = (American Joint Committee on Cancer) Amerikai Rákellenes Vegyes Bizottság; CT = (computer tomography) komputertomográfia; FDG = (¹⁸fluorodeoxyglucose) ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz; M = távoli metasztázis; MRI = (magnetic resonance imaging) mágnesrezonancia-vizsgálat; N = nyirokcsomó; PET = (positron emission tomography) pozitronemissziós tomográfia; SUV = (standardized uptake values) standardizált felvételi hányados; TNM = (TNM classification of malignant tumours) daganatos betegségek egységes klinikaistádium-beosztása; UICC = (Union of International Cancer Control) Nemzetközi Rákellenes Unió

A rosszindulatú daganatos megbetegedések napjainkra hazánkban és a fejlett nyugati társadalmakban a szív- és érrendszeri betegségek után a második vezető halálokká váltak [1]. A daganatok komplex terápiájában több kezelési modalitás alkalmazása szükséges (műtét, sugárterápia, kemoterápia, immunterápia, biológiai terápiák). A komplex onkoterápiás stratégia meghatározásához elengedhetetlen a betegek pontos klinikai stádiumának ismerete, pontos stagingje. A daganatos betegségek egységes klinikaistádium-beosztásához a nemzetközileg

használt és elfogadott TNM-rendszert használjuk. A betegek pontos stagingje elengedhetetlen, hiszen ennek ismeretében lehet dönteni a kezeléssel, indikációkról, terápiás modalitásokról [2, 3].

A klinikai stádiumok megállapítása lokalizációknak megfelelően különböző anatómiai/keresztmetszeti (computer tomography – CT, magnetic resonance imaging – MRI) és multiparametrikus funkcionális információt szolgáltató (positron emission tomography – PET) képalkotó eszközök segítségével történik. Napjainkban rohamosan terjed a modern funkcionális hibrid képalkotó modalitások (PET/CT, PET/MRI) alkalmazása a daganatok stádiumának felmérésében, pontos leírásában [4, 5].

Kihasználva a funkcionális képalkotás diagnosztikai többletértékét, a PET/CT modalitást nagyobb érzékenység és pontosság jellemzi, mint a hagyományos képalkotó modalitásokat. A PET/CT alkalmas az elváltozások molekuláris, biokémiai tulajdonságainak analizálására (például metabolizmus, szöveti hypoxia, proteinszintézis stb.) mellett azok anatómiai leképezésére is, vagyis a módszerrel az élő szervezetbe juttatott pozitronkibocsátó izotóppal megjelölt, biológiailag aktív jelzőmolekulák

térbeli és időbeli eloszlása anatómiai kontextusba helyezhető [6, 7].

Az onkológiai diagnosztikában leggyakrabban alkalmazott PET-tracer (nyomjelző izotóp) a ¹⁸F-fluorodeoxiglükóz (¹⁸F-FDG), mely a szervezet glükózfelhasználásának megfelelően halmozódik, daganatos sejtekben fokozott mennyiségben. A radiofarmakondúszulás intenzitásának számszerűsítésére a legelterjedtebben alkalmazott szemikvantitatív paraméter a SUV (standardizált felvételi hányados), mely prediktív értékkel bírhat az adott daganatos betegség várható klinikai lefolyására [8]. Az elváltozások halmozási mértéke párhuzamban áll az adott folyamat energiaigényével, malignitásával. A radiofarmakon a tumoros szöveteken kívül halmozódhat reaktív nyirokcsomókban, gyulladásos, posztirradiációs területekben, melyek fals pozitív eredményhez vezethetnek [9].

Jelen kutatásunk célja az Intézetünkben komplex onkológiai ellátás keretében PET/CT alapú 3D-sugarkezelésben részesült betegek klinikai staging N (nyirokcsomó) és M (távoli metasztázis) változásainak vizsgálata volt a konvencionális keresztmetszeti képalkotó staging információkhoz viszonyítva. Törekedtünk annak megállapítására, hogy a PET/CT szolgáltatja többletinformáció milyen hozzáadott értékkel rendelkezik a hagyományos modalitásokhoz képest. Vizsgáltuk továbbá a PET/CT detektálta második tumorok jelenlétét, illetve a vizsgálatok terápiás döntésekre gyakorolt hatását is.

Vizsgálati anyag és módszer

A Kaposvári Egyetem Egészségügyi Központjának Onkoradiológiai Intézetében 2015. 01. 01. és 2016. 11. 30. között onkológiai indikáció szerint 192 (n = 192), PET/CT alapú besugárzástervezésre került beteg anyagát dolgoztuk fel retrospektív módon (109 fej-nyak, 44 tüdő-, 28 végbél- és 11 méhnyak-lokalizáció). Minden beteg az érvényes kivizsgálási protokollnak megfelelő hagyományos keresztmetszeti, valamint protokoll szerinti tervezési PET/CT vizsgálatban részesült. A keresztmetszeti vizsgálatok között eltelt átlagos időtartam 5,2 hét volt. Azon betegeknél, akiknél staging CT- és MRI-vizsgálat is készült, az adott régió kivizsgálási protokolljának megfelelő, elsődlegesen választandó vizsgálati módszer eredményeit részesítettük előnyben (például rectumtumorknál az MRI élvezett elsőbbséget a CT-vel szemben).

Vizsgálatunkból kizártuk azokat a betegeket, akiknél tumoreltávolító műtét vagy a PET/CT vizsgálatot megelőzően kemoterápia történt, valamint azon eseteket, amelyekben a hagyományos képalkotó módszerrel (CT, MRI) vagy a PET/CT-vel készült vizsgálati lelet és képanyag – amelynek alapján a stádiumbesorolás megvalósult – nem volt elérhető.

A betegek staging CT-, MRI- és PET/CT vizsgálati leleteit, valamint képanyagát radiológus és izotóp diagnosztika szakorvos bevonásával elemeztük. A staging in-

formációk alapján került felállításra a betegek klinikai N- és M-stádiuma. A pontos klinikai N- és M-stádium-beosztást az American Joint Committee on Cancer (AJCC) és a Union of International Cancer Control (UICC) által kiadott magyar nyelvű TNM-könyvek alapján végeztük el.

Kapott eredményeinket Microsoft Excel 2010-es verziójú szoftver segítségével dolgoztuk fel. Elemeztük a bekövetkezett stádiumváltozások okát, valamint a betegek kezelésére gyakorolt hatást. A statisztikai próbákat a MedCalc statisztikai szoftver segítségével készítettük el, leíró statisztikát, kétmintás T-próbát használtunk 95%-os valószínűségi szinten (p<0,05).

Eredmények

Összesen 192 (n = 192) beteg felelt meg beválasztási kritériumainknak, akik közül 38 nő (20%) és 154 férfi (80%) volt. Az átlagéletkor nemtől függetlenül 62 év. Tumorlokalizáció szerint, szövettanilag igazolt primer 109 (n = 109) fej-nyak, 44 (n = 44) tüdő-, 28 (n = 28) végbél- és 11 (n = 11) méhnyakrákos beteg került beválasztásra (1. táblázat).

Kutatásunk célja a staging PET/CT és a hagyományos staging keresztmetszeti képalkotó módszerek összehasonlítása volt, ezért a vizsgálatba történő bevonás alapfeltétele volt az, hogy legalább két képalkotó modalitás alapján történjen klinikai N- és M-stádium-beosztás (az egyik minden esetben a PET/CT). MRI-vel 19 betegnél (10%), CT-vel 150 betegnél (78%), mindkét vizsgálat (CT + MRI) 23 esetben (12%) történt összehasonlítás. A CT/MRI és a PET/CT staging vizsgálatok között eltelt idő átlagban 5,22 hét volt (a leghosszabb: 14 hét; a legrövidebb: ugyanazon a napon).

1. táblázat | A vizsgálatba bevont betegek részletes adatai

A betegek száma összesen	192 (n = 192)
Férfi	154 (n = 154)
Nő	38 (n = 38)
Átlagéletkor	62 év (29–88)
Primer tumorok lokalizáció szerint	
Fej-nyak tumorok	109 (n = 109)
Szájüreg	17 (n = 17)
Nasopharynx	9 (n = 9)
Oropharynx	39 (n = 39)
Hypopharynx	14 (n = 14)
Gége – Supraglottis	14 (n = 14)
Gége – Glottis	13 (n = 13)
Orrüreg	2 (n = 2)
Nyálmirigy	1 (n = 1)
Tüdő nem kissejtes tumorok	44 (n = 44)
Végbéltumorok	28 (n = 28)
Méhnyaktumorok	11 (n = 11)

2. táblázat | Primertumor-lokalizációra lebontott N-status-változások

N-status	Fej-nyak		Tüdő	
	Elemszám	N-status változott (n = 44)	Elemszám	N-status változott (n = 23)
Stádium változott	26	59%	8	35%
Upstaging	23	52%	6	26%
Downstaging	3	7%	2	9%

N-status	Rectum		Cervix	
	Elemszám	N-status változott (n = 8)	Elemszám	N-status változott (n = 2)
Stádium változott	6	75%	1	50%
Upstaging	3	38%	1	50%
Downstaging	3	38%	–	–

A klinikai N- és M-stádiumban történő változások

N-stádium-változások

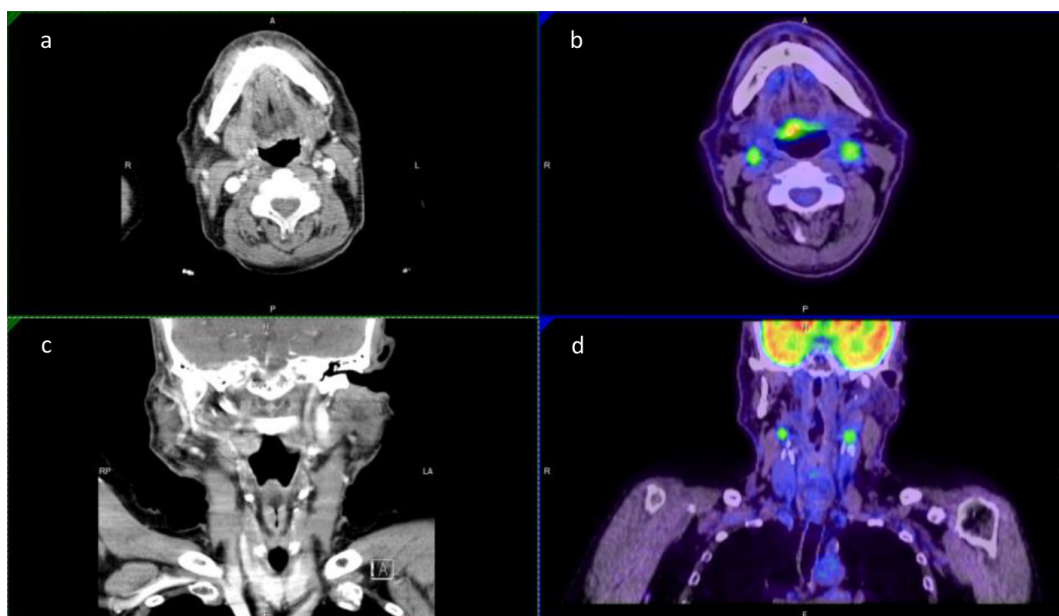
Eredményeink alapján összességében 77 esetben (40%) történt változás a klinikai N-stádium besorolásában. Az összes statusváltozás függvényében a PET/CT által az áttétes nyirokcsomók detektálása, számuk pontosítása következtében a magasabb stádiumba való ugrást a betegek majdnem felénél (40%; n = 33), illetve az alacsonyabb

nyabb stádiumba sorolás 10%-át (n = 8) az N-besorolás változása okozta (2. táblázat).

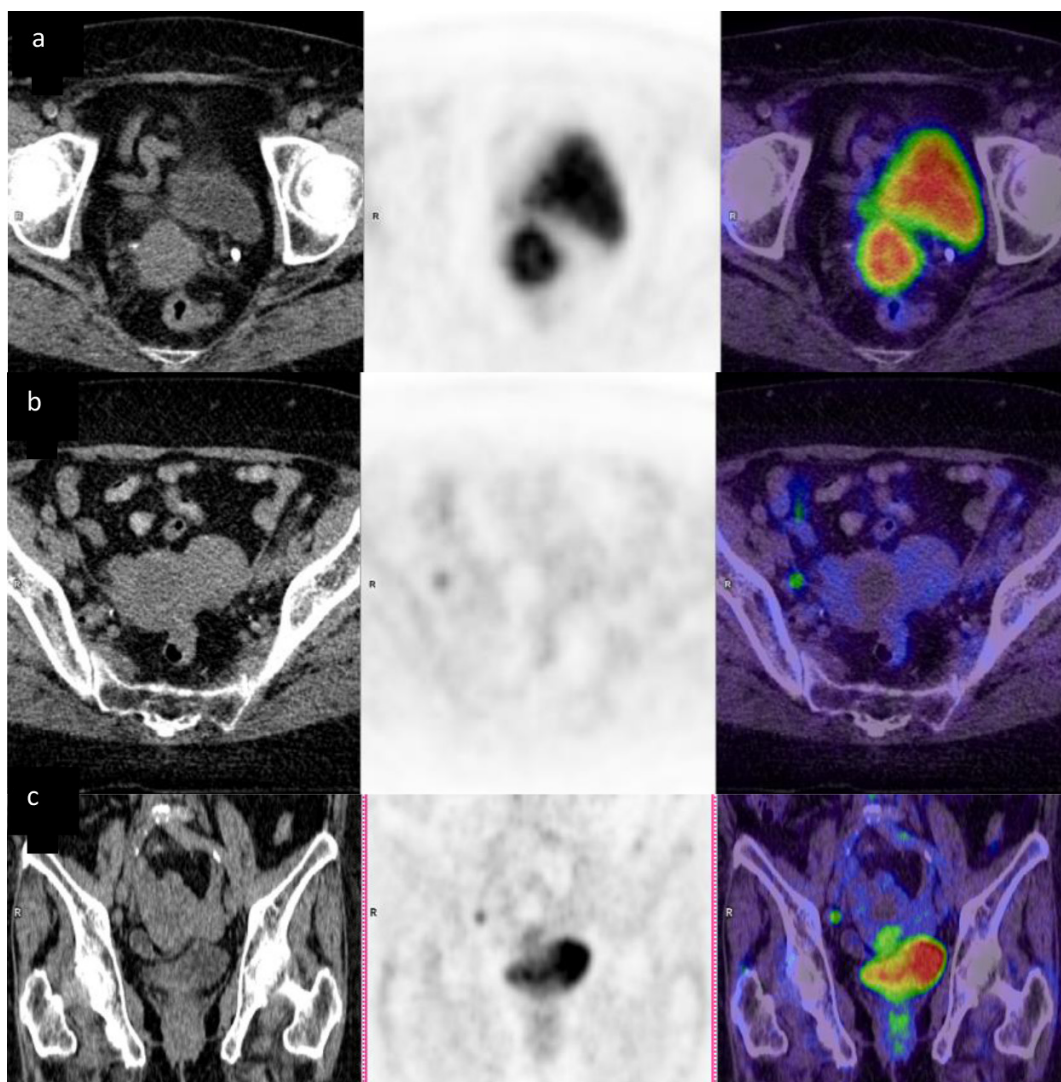
Fej-nyak tumoroknál a regionális nyirokcsomók vizsgálata azok méretén és elhelyezkedésén (azonos és/vagy ellentétes oldali) alapszik. A staging CT/MRI vizsgálat 23 betegnél (21%) nem írt le áttétes nyirokcsomót, míg a PET/CT sikeresen detektálta ezeket (1. ábra). 3 betegnél (3%) a CT/MR által leírt nyirokcsomóáttétet a PET/CT nem igazolta, így ez alacsonyabb klinikai stádiumba történő váltást vont maga után (a metasztázisra gyanús nyirokcsomó nem mutatott FDG-halmozást). Összességében a vizsgált fej-nyak tumoros betegek 40%-ánál változtatott a PET/CT vizsgálat a klinikai N-besorolásban (2. táblázat).

A tüdő tumoros betegek esetén a staging mellkas-CT-n gyakori a detektált, nem egyértelműen megnagyobbodott nyirokcsomók jelenléte. A PET/CT-vel kiegészített stagingek során vizsgált beteganyagunkon kimutathatóvá váltak a kóros mérethatár alatti ¹⁸F-FDG nyomjelzőt halmozó nyirokcsomó-metasztázisok is, melyek 6 betegnél (14%) magasabb stádiumbeosztást eredményeztek. A CT 2 tüdő tumoros páciensnél (5%) megnagyobbodott nyirokcsomókat írt le kórosnak, melyeket a PET/CT kóros tracerhalmozás hiányában nem igazolt daganatos folyamatként, ezen esetekben klinikai downstaging következett be. Összességében a vizsgált tüdő tumoros betegcsoportban a PET/CT eredményei alapján a klinikai N-stádiumban 23 betegnél (52%) történt változás (2. táblázat).

A vizsgált rectum tumoros betegeknek tanulmányunkban 28-ból 8 betegnél (28%) tapasztaltunk eltérő eredményeket a CT/MR képalkotó modalitások és a PET/CT modalitással kapott eredmények között. 6 esetben



1. ábra | Nyelvgyóktumor axialis CT- (a) és PET/CT (b) képen. FDG-t halmozó, kóros mérethatár alatti nyaki nyirokcsomóáttétek a nyak mindkét oldalán (b, d). A CT-képeken (a, c) kóros mérethatár alatti nyaki nyirokcsomók



2. ábra | Méhnyaktumor axialis CT-, PET- és PET/CT képen (a). Jobb oldali parailiacalis radiofarmakont dúsító 1 cm alatti nyirokcsomóáttét axialis (b) és coronalis síkban (c) CT-, PET- és PET/CT képeken

(21%) klinikai stádiumváltás is történt (3 upstaging, 3 downstaging).

A vizsgált 11 cervixtumoros beteg közül PET/CT információ alapján 2 esetben (9%) változott a klinikai N-status (2. ábra), és 1 esetben klinikai upstaging is bekövetkezett (2. táblázat)

M-status-változások

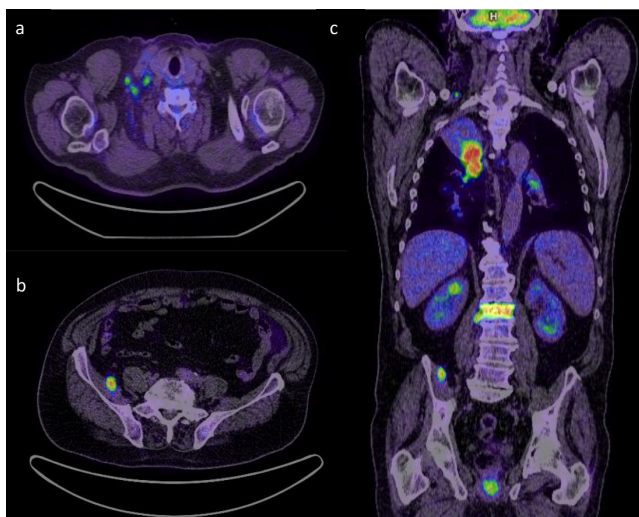
Össességében a betegek 16%-ánál (n = 31) detektáltunk PET/CT képalkotás segítségével távoli áttétet, melyek közül a konvencionális staging CT/MRI csak 9 esetben (5%) igazolta ugyanazt az áttétet. További 4 esetben a PET/CT nem igazolta a CT/MRI által felvetett áttétet, így klinikai downstaging következett be.

A klinikai M-status-besorolásban történt változás a fejnyak és a tüdő tumoros betegek esetén volt a legjelentősebb (3–4. ábra). A fejnyak régió esetén 5 betegnél vezetett klinikai upstaginghez a távoli áttét felfedezése

(n = 2 mellékvese; n = 2 hilusi nyirokcsomók; n = 1 mediastinalis és hilusi nyirokcsomók + parotislókalizáció). 8 betegnél a CT/MRI a PET/CT-től eltérő eredményt adott. A PET/CT 3 esetben kizárta a távoli áttétet, 5 betegnél pedig megerősítette azt, viszont egyik esetben sem történt stádiumváltás. Tüdőtumoroknál a CT/MRI és a PET/CT által nyújtott információ a klinikai M-status megítélésében 12 betegnél (27%) különbözött. A PET/CT vizsgálatot követően 11 esetben a betegség

3. táblázat | Az M-statusban történő változások a daganatcsoportok szerint szemlélítve

M-status	Fejnyak	Tüdő	Rectum	Cervix
Upstaging	5	11	0	2
Downstaging	2	1	1	0
Változás összesen (upstaging + downstaging)	7	12	1	2



3. ábra | Jobb oldali centrális tüdő tumor, supraclavicularis és mellkasi nyirokcsomóáttétekkel, illetve csigolya- és medenceizom-metasztázissal coronalis PET/CT képen (c). Supraclavicularis nyirokcsomó- (a) és medenceizom-áttétek (e) axialis PET/CT képen

magasabb klinikai stádiumba került. A 28 végbéldaganatos betegből csak egynél (4%) jelentkezett távoli áttét (máj), melyet mind a CT, mind a PET/CT azonosított. A 11, besugárzástervezésre kerülő cervix tumoros betegből 4-nél (36%) fedezett fel a PET/CT távoli áttétet, melyek közül 2 eset vezetett stádiumváltáshoz (3. táblázat).

Második tumor jelenléte

Tumoros betegek PET/CT vizsgálatakor nem ritka második okkult tumor igazolása, mely nem azonos a primer tumor távoli áttétével. Kutatásunkban összesen 15 betegnél (8%) észleltük második daganatos folyamat jelenlétét. 2 esetben nemcsak egy, hanem két további tumor került leírásra. Az egyik egy IV-es stádiumú fej-nyaki tumorral diagnosztizált beteg volt, akinél a tüdőben és a rectumban is rosszindulatú elváltozást állapítottunk meg. A második esetben egy primeren III/b klinikai stádiumban lévő tüdő tumorral vizsgált betegnél igazolódott két másik malignitás gyanús folyamat (prosztata, vastagbél) PET/CT vizsgálatot követően (4. táblázat).

A PET/CT diagnosztikai értéke a klinikai stádium változásában, kezelésében

A PET/CT stádiummódosító hatása kiemelkedő volt a fej-nyaki és tüdő tumorral kezelt betegek esetében. Felmérésünkben a betegek jelentős részénél (42%) változtatta meg a staging PET/CT vizsgálat a daganat stádiumát, mely az eltervezett kezelési stratégiára is hatással volt (5. táblázat).

4. táblázat | PET/CT által detektált második daganatok, a primer daganat lokalizációja mellett

Második tumor lokalizációja	Primer tumor
Vastagbél	2 <i>Fej-nyak</i>
	1 <i>Tüdő</i>
	1 <i>Rectum</i>
Rectum	1 <i>Fej-nyak</i>
	1 <i>Tüdő</i>
Tüdő	4 <i>Fej-nyak</i>
Vese	2 <i>Fej-nyak</i>
Cervix	1 <i>Fej-nyak</i>
Fej-nyak	1 <i>Tüdő</i>
Prosztata	1 <i>Tüdő</i>
Nyelőcső	1 <i>Fej-nyak</i>
Parotis	1 <i>Fej-nyak</i>

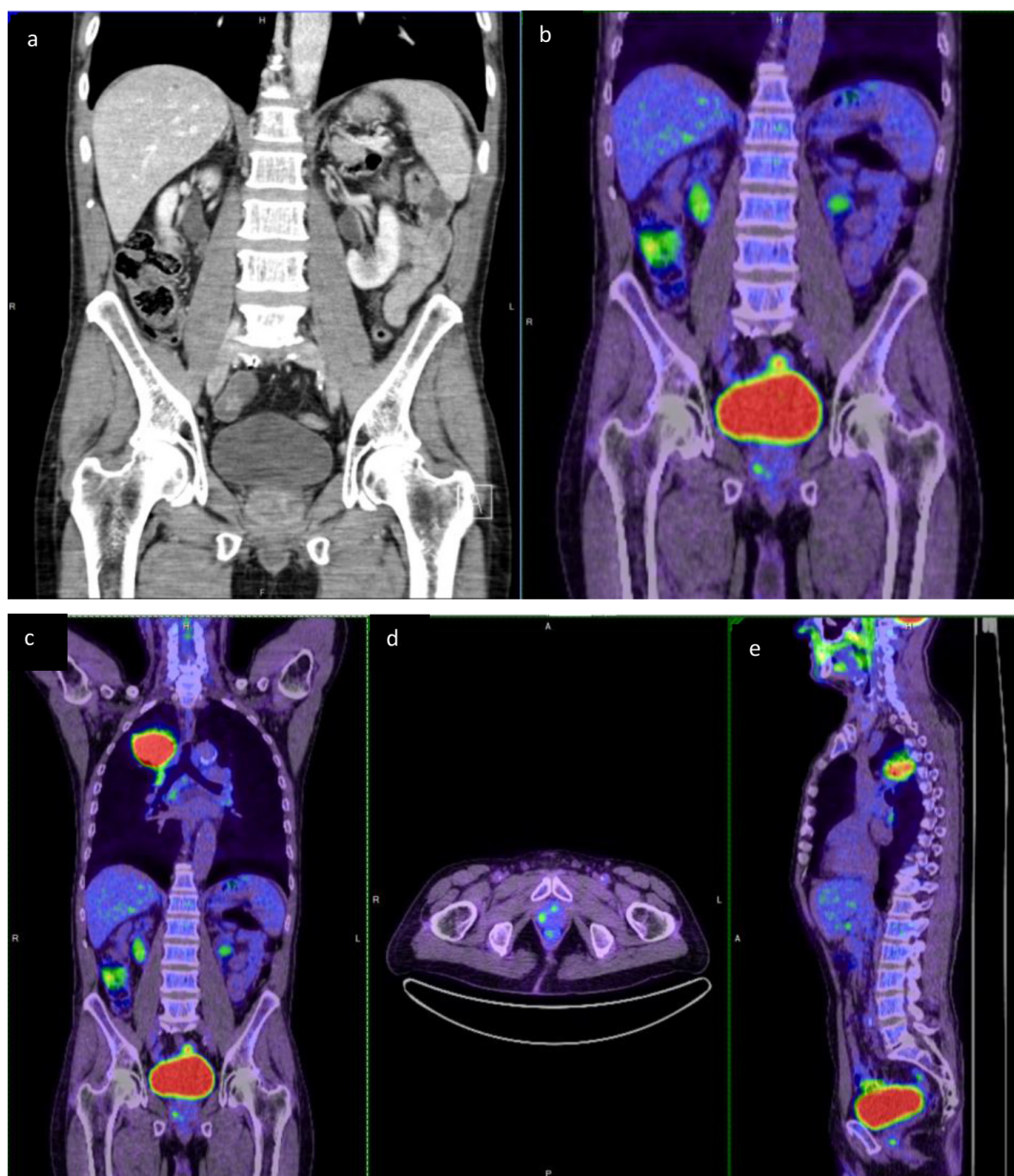
5. táblázat | A PET/CT hatása a stádiumváltozásra

Daganatos régió	Stádium változása	
	Downstaging	Upstaging
Fej-nyak	7 (n = 7)	40 (n = 40)
Tüdő	3 (n = 3)	18 (n = 18)
Végbél	4 (n = 4)	4 (n = 4)
Méhnyak	–	6 (n = 6)
Stádium változása összesen		
Upstaging	68 (n = 68)	35,42%
Downstaging	14 (n = 14)	7,29%
Nem változott	110 (n = 110)	57,29%

A vizsgált mintában a terápiás terv változása a PET/CT adta többletinformáció alapján a betegek 9%-ánál (n = 18) következett be, mely a legtöbb esetben a sugárterápia kemoterápiával való kiegészítését, illetve a kuratív terápiáról a palliatív kezelésre való áttérést eredményezte. A sugárterápiás kezelési indikáció 39 esetben (20%) nem változott meg, viszont a kezelési céltér fogat kibővítésre került.

Megbeszélés

A rosszindulatú daganatos megbetegedések kezelése komplex onkológiai stratégián, különböző terápiás modalitások közös alkalmazásán alapul, melynek gyakran része a sugárterápia. A beteg számára legmegfelelőbb, a lehető leghatékonyabb terápiás terv kialakításának feltétele a betegség kiterjedésének lehető legpontosabb felmérése, pontos leírása (klinikai TNM-stádiumának megállapítása). Ebből kifolyólag alapvető követelmény a betegség felmérésére legalkalmasabb képalkotó modalitás alkalmazása, értékelése, majd az eredmény szövettani mintavétellel való alátámasztása [10].



4. ábra

Jobb centrális tüdő tumor miatt vizsgált beteg coronalis CT- (a) és PET/CT (b) képe a hasi régióról: a colon ascendensnek és a prosztatának megfelelően malignitásra gyanús FDG-halmozás ábrázolódik. Coronalis teljes test PET/CT képen (c) az FDG-t halmozó tüdő tumor-, a vastagbél-, illetve a prosztatalesio egyaránt megfigyelhető. Az axialis PET/CT képeken a prosztatában többgócú patológiás radiofarmakonkondúzió észlelhető (d). Sagittalis síkú PET/CT képen a tüdő tumor és a prosztataektázis egyaránt megfigyelhető (e)

A PET/CT vizsgálatok a leggyakrabban onkológiai indikációból történnek világszerte. Általánosságban elmondható, hogy a hibrid képalkotó modalitás kiválóan alkalmas a daganatos betegek pontos stagingjére (ezen belül is főként az N-stádium pontos leírására és az okkult szisztémás áttétek – M-stádium – leírására), a besugárzás tervezésére, a terápia hatékonyságának mérésére és a recidiváló tumorok korai kimutatására is [11, 12].

A téma fontosságát és aktualitását az is mutatja, hogy az elmúlt években és napjainkban is számos hazai és nemzetközi kutatás vizsgálja a PET/CT, PET/MRI szerepét a klinikai N- és M-stádium meghatározásában, vagyis hogy a hagyományos képalkotó eljárásokhoz ké-

pest (CT, MRI) milyen hozzáadott értékekkel, többletinformációval bírnak, és ez mennyiben járul hozzá az eltervezett kezelési stratégiák közötti, illetve azokon belüli változtatáshoz [13–15]. A PET-képalkotás segítségével az élő szervezetben zajló biológiai folyamatok mérhetővé válnak (metabolikus aktivitás, a daganatszövet legmalignusabb részei, tumorhatárok stb.), és anatómiai adatok ötvözésével (CT/MRI) az elváltozások nagyobb pontosságú morphometabolikus leírását teszik lehetővé [16, 17].

A funkcionális, metabolikus információ értékelésével kutatásunkban a konvencionális staging vizsgálat (CT/MRI) után elvégzett PET/CT vizsgálatok a vizsgált be-

tegyanyag 43%-ánál vezettek klinikai stádiumváltáshoz, ezen belül döntően magasabb stádiumba ugrás történt (35,4%), kisebb mértékben pedig alacsonyabba (7,3%).

A stádiumváltozás legfőbb kiváltó oka a nyirokcsomó-érintettség pontosabb megítélése és a távoli áttétek felfedezése/kizárása volt. A tumorkiterjedés felmérésének a leginkább akkor van többletértéke, ha recidív tumorról vagy kisméretű, szerkezeti elváltozást még nem mutató daganatról van szó. A stádiumbesorolásban bekövetkező változások oka lehet még a staging vizsgálatok között eltelt idő miatti progrediáló daganat [18, 19].

A PET/CT legnagyobb előnye abban rejlik, hogy a PET nyújtotta metabolikus aktivitástérkép elemzésével a normálméretű, de malignusan FDG-avid, illetve a megnagyobbodott, de malignitásra gyanús tracer-halmozás nélküli nyirokcsomók is elkülöníthetők. Viszont ez a képalkotó módszer sem képes a felbontásánál kisebb mikrometasztázisok detektálására [20]. A PET/CT-t mint képalkotó modalitást a hátrányait figyelembe véve is jobb eljárásnak tartják a nyirokcsomóstatus-tisztításban az eddig megjelent kutatási eredmények, mint a hagyományos képalkotó eljárásokat [21].

Saját vizsgálatunk eredményei alapján betegeink 40%-ánál változtatta meg a PET/CT a klinikai N-statuszt, mely esetek felénél klinikaistádium-váltás is bekövetkezett. Ez a pontosított stádiumok alapján betegeink 9%-ánál a kezdeti kezelési stratégia kiegészítését (például kemoterápiával) vagy teljes megváltoztatását (például definitív radioterápia helyett palliatív sugárkezelés) jelentette. A betegek többségében a nyirokcsomóstatus megváltozásának következtében a kezelési céltér fogat kiterjesztése – kisebb arányban szűkítése – történt stádiumváltástól függetlenül.

Távoli áttétek, illetve második malignus folyamatok feltérképezésében széles körben alkalmazott képalkotó módszer a PET/CT. A módszer szenzitivitását távoli áttétek esetében 90% fölöttinek értékeli számos nemzetközi tanulmány [22]. Kutatásunkban is nagy jelentőséggel bírt a PET/CT a távoli áttét jelenlétének vagy kizárásának megítélésében, valamint a szinkron tumorok detektálásában. 22 páciensnél változott az M-besorolás a PET/CT felvételek alapján, ami nagymértékben hozzájárult a betegség stádiumának megváltoztatásához is. A már meglévő primer térfoglaló folyamat mellett 15 esetben második tumor is felfedezésre került.

Következtetések

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a PET/CT-vel történő staging vizsgálat pontosabb N- és M-besorolást tesz lehetővé a hagyományos képalkotó eljárásokkal szemben, és jelentős mértékben képes befolyásolni a terápiás döntéseket. A PET/CT által kapott információ ugyancsak komoly segítséget nyújt az okkult második tumorok felismerésében. Intézetünk eredményei harmonizálnak az irodalomban fellelhető nemzetközi adatokkal.

Anyagi támogatás: A közlemény megírása anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás: K. Á.: A hipotézisek kidolgozása, a vizsgálat kivitelezése, a kézirat összeállítása. S. D.: A vizsgálat kivitelezése, a kézirat összeállítása. L. G., T. Z., V. T., K. A., Cs. Zs.: Adatelemzés, statisztika, képanyag. P. A. A.: Statisztika. B. G., R. I., H. J.: A vizsgálat lefolytatása, a kutatási háttér biztosítása. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekeltségek: A szerzőknek nincsenek érdekeltségeik.

Irodalom

- [1] Kásler M, Ottó Sz, Kenessey I. The current situation of cancer morbidity and mortality in the light of the National Cancer Registry, Hungary. [A rákmorbiditás és -mortalitás jelenlegi helyzete a Nemzeti Rákregiszter tükrében.] *Orv Hetil.* 2017; 158: 84–89. [Hungarian]
- [2] Borbély K. New challenges and perspectives in nuclear medicine imaging. [Újdonságok és új lehetőségek a nukleáris medicina képalkotásában] *Magyar Onkol.* 2014; 58: 232–238. [Hungarian]
- [3] Kajáry K, Szakáll Sz Jr, Moravszki M. PET/CT and its use in oncology. [A PET/CT és szerepe az onkológiában.] *Orv Tud Ért.* 2007; 80: 96–105. [Hungarian]
- [4] Shim SS, Lee KS, Kim BT, et al. Non-small cell lung cancer: prospective comparison of integrated FDG PET/CT and CT alone for preoperative staging. *Radiology* 2005; 236: 1011–1019.
- [5] Glimelius B, Tiret E, Cervantes A, et al. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol.* 2013; 24(Suppl 6): vi81–vi88.
- [6] Hideghéty K, Cserhádi A, Besenyi Z, et al. Role of 18FDG-PET/CT in the management and gross tumor volume definition for radiotherapy of head and neck cancer; single institution experiences based on long-term follow-up. [18FDG-PET/CT szerepe fej-nyak daganatok kezelésében és a sugárterápiás tumortérfogat meghatározásában – Az SZTE Onkoterápiás Klinika eredményeinek értékelése.] *Magy Onkol.* 2015; 59: 103–110. [Hungarian]
- [7] King AD. Multimodality imaging of head and neck cancer. *Cancer Imaging* 2007; 7: S37–S46.
- [8] Ha PK, Hdeib A, Goldenberg D, et al. The role of positron emission tomography and computed tomography fusion in the management of early-stage and advanced-stage primary head and neck squamous cell carcinoma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006; 132: 12–16.
- [9] Carideo L, Minniti G, Mamede M, et al. ¹⁸F-DOPA uptake parameters in glioma: effects of patients' characteristics and prior treatment history. *Br J Radiol.* 2018; 91: 20170847.
- [10] Sinkó D, Landherr L. The role of PET/CT in decision-making during cancer treatment. Clinical experience. [PET/CT-vizsgálatok szerepe és hatása a megfelelő terápia megválasztásában az onkológiai betegek kezelése során. Klinikai tapasztalataink.] *Magy Onkol.* 2012; 56: 230–234. [Hungarian]
- [11] Selzner M, Hany TF, Wildbrett P, et al. Does the novel PET/CT imaging modality impact on the treatment of patients with metastatic colorectal cancer of the liver? *Ann Surg.* 2004; 240: 1027–1036.
- [12] Nogami Y, Iida M, Banno K, et al. Application of FDG-PET in cervical cancer and endometrial cancer: utility and future prospects. *Anticancer Res.* 2014; 34: 585–592.
- [13] Goorts B, Vöö S, van Nijnatten TJ, et al. Hybrid ¹⁸F-FDG PET/MRI might improve locoregional staging of breast cancer pa-

- tients prior to neoadjuvant chemotherapy. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2017; 44: 1796–1805.
- [14] Broos WA, van der Zant FM, Wondergem M, et al. Accuracy of ¹⁸F-NaF PET/CT in bone metastasis detection and its effect on patient management in patients with breast carcinoma. Nucl Med Commun. 2018; 39: 325–333.
- [15] Singnurkar A, Poon R, Metser U. Comparison of ¹⁸F-FDG-PET/CT and ¹⁸F-FDG-PET/MR imaging in oncology: a systematic review. Ann Nucl Med. 2017; 31: 366–378.
- [16] Kitajima K, Nakajo M, Kaida H, et al. Present and future roles of FDG-PET/CT imaging in the management of gastrointestinal cancer: an update. Nagoya J Med Sci. 2017; 79: 527–543.
- [17] Vokó Z, Barra M, Molnár A, et al. Model concept of the health economic evaluation of low-dose CT lung cancer screening in Hungary. [Az alacsony dóziszú CT-vel végzett tüdőrákszűrés magyarországi egészség-gazdaságtani elemzésének koncepcionális terve.] Orv. Hetil. 2017; 158: 963–975. [Hungarian]
- [18] Bakhshayesh Karam M, Doroudinia A, Safavi Nainee A, et al. Role of FDG PET/CT scan in head and neck cancer patients. Arch Iran Med. 2017; 20: 452–458.
- [19] Gade M, Kubik M, Fisker RV, et al. Diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT as first choice in the detection of recurrent colorectal cancer due to rising CEA. Cancer Imaging 2015; 15: 11.
- [20] Zhang X, Wu F, Han P. The role of (18)F-FDG PET/CT in the diagnosis of breast cancer and lymph nodes metastases and micrometastases may be limited. Hell J Nucl Med. 2014; 17: 177–183.
- [21] Chen YK, Su CT, Ding HJ, et al. Clinical usefulness of fused PET/CT compared with PET alone or CT alone in nasopharyngeal carcinoma patients. Anticancer Res. 2006; 26: 1471–1477.
- [22] Ruhlmann V, Ruhlmann M, Bellendorf A, et al. Hybrid imaging for detection of carcinoma of unknown primary: A preliminary comparison trial of whole-body PET/MRI versus PET/CT. Eur J Radiol. 2016; 85: 1941–1947.

(Kovács Árpád dr.,
Kaposvár, Szent Imre u. 14/B, 7400
e-mail: kovacs.arpad1979@gmail.com)

„Cum foveat fortuna, cave, namque rota rotunda.”
(Ha kedvez a szerencse, légy óvatos, mert a szerencse forgandó.)

A rendezvények és kongresszusok híryanagának leadása

a lap megjelenése előtt legalább 40 nappal lehetséges, a 6 hetes nyomdai átfutás miatt.
Kérjük megrendelőink szíves megértését.

A híryanagokat a következő címre kérjük:
Orvosi Hetilap titkársága: edit.budai@akademai.hu
Akadémiai Kiadó Zrt.