

Rekomendacje • Recommendations

Zalecenia w zakresie zastosowania badań pozytonowej emisyjnej tomografii w onkologii

Maciej Krzakowski¹, Piotr Rutkowski¹, Jacek Jassem², Renata Zaucha²,
Jacek Fijuth³, Janusz Słuszniak⁴, Barbara Jarzab⁵, Wojciech Zegarski⁶,
Bogdan Małkowski⁶, Andrzej Kawecki¹, Witold Rzyman², Andrea D'Amico⁵,
Andrzej Stelmach⁷, Wojciech Polkowski⁸, Leszek Królicki⁹

Pod patronatem konsultantów krajowych w dziedzinie onkologii klinicznej i medycyny nuklearnej oraz Polskiego Towarzystwa Onkologicznego, Polskiego Towarzystwa Chirurgii Onkologicznej i Polskiego Towarzystwa Onkologii Klinicznej

Pozytonowa emisyjna tomografia (PET) jest nowoczesną metodą czynnościowego obrazowania, o potwierdzonej wartości w rozpoznawaniu i określaniu stopnia zaawansowania, wykrywaniu nawrotów oraz ocenie odpowiedzi na leczenie w wielu nowotworach. Zakres zastosowań oraz czułość i swoistość badania PET zwiększyło połączenie go z komputerową tomografią (PET-KT) oraz wprowadzenie nowych znaczników, obok dotychczas stosowanej ¹⁸F-deoksyglukozy (FDG). W obecnym opracowaniu, przygotowanym na podstawie dowodów naukowych przez wielodyscyplinarny zespół autorów, przedstawiono użyteczność i zalecenia kliniczne dla zastosowań badania PET w onkologii. Badanie to jest szczególnie przydatne w rozpoznawaniu i ocenie wyjściowego zaawansowania nowotworów głowy i szyi, płuca, trzustki, przełyku, chłoniaków, zaawansowanych czerniaków i przerzutów o nieznanym punkcie wyjścia, a także w wykrywaniu nawrotów raka jelita grubego, tarczycy, jajnika, głowy i szyi, piersi i chłoniaków oraz odpowiedzi na leczenie nowotworów jądra, płuca, chłoniaków i niektórych mięsaków.

Recommendations for the use of positron emission tomography in oncology

Positron emission tomography (PET) is a modern functional imaging technique with proven value in diagnosing, staging, detecting of recurrences and evaluation of response to cancer therapy. Its utility, sensitivity and specificity has increased by the addition of computed tomography (PET-CT) and the introduction of new radiotracers, apart from the commonly used F-18 fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG). This article, prepared according to evidence-based medicine rules by a multidisciplinary group of authors, presents the utility and clinical recommendations for PET in oncology. PET is useful for appropriate diagnosis and initial staging of head and neck, lung, pancreatic and esophageal cancers, lymphomas, advanced melanoma and tumors of unknown primary. PET is also indicated for detection of recurrence of colorectal, thyroid, ovarian, head and neck, and breast cancer, as well as lymphomas. PET could be used for monitoring of response to therapy in testicular and lung cancer, lymphomas and some types of sarcomas.

Słowa kluczowe: pozytonowa emisyjna tomografia, onkologia, rozpoznawanie, stopień zaawansowania, odpowiedź na leczenie, zalecenia

Key words: positron emission tomography, oncology, diagnosis, staging, response to treatment, recommendations

¹ Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie

² Gdański Uniwersytet Medyczny

³ Uniwersytet Medyczny w Łodzi

⁴ Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach

⁵ Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie Oddział w Gliwicach

⁶ Centrum Onkologii im. Prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy

⁷ Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie Oddział w Krakowie

⁸ Uniwersytet Medyczny w Lublinie

⁹ Warszawski Uniwersytet Medyczny

Wstęp

Pozytonowa emisyjna tomografia (*positron emission tomography* – PET) stanowi nowoczesną metodę obrazowania czynnościowego, która umożliwia ocenę wielu różnych procesów biologicznych. Zakres zastosowań oraz czułość i swoistość zwiększyło połączenie badania PET z komputerową tomografią (PET-KT) oraz wprowadzenie nowych znaczników, oprócz dotychczas stosowanej ¹⁸F-deoksyglukozy (FDG). Trzeba podkreślić, że zwiększono

szony wychwyty FDG opisywany jest nie tylko w nowotworach złośliwych, ale także w wielu zmianach zapalnych (np. gruźlica, ropnie, zakażenia grzybicze, sarkoidoza). Niezależnie od wspomnianego ograniczenia, metoda ma potwierdzoną wartość w rozpoznawaniu i określaniu stopnia zaawansowania oraz ocenie odpowiedzi na leczenie w wielu nowotworach.

Celem obecnego opracowania jest analiza użyteczności i określenie zaleceń klinicznych dla zastosowań badania PET w onkologii. W opracowaniu uwzględnione są uznane obecnie szczegółowe wskazania kliniczne do wykonywania badania PET, które są przedstawione w sposób opisowy i tabelaryczny (Tabela 1) oraz proponowana lista wskazań, które powinny być refundowane w ramach finansowania z publicznych środków. Zalecenia zostały przygotowane na podstawie zasad medycyny opartej na faktach (*evidence based medicine* – EBM). W większości przypadków zalecenia opierają się na ocenie zastosowań badania PET z wykorzystaniem FDG, a część – zaznaczona oddzielnie – dotyczy wykorzystania innych znaczników.

Autorami opracowania są specjaliści różnych dziedzin medycyny (w tym – onkolodzy kliniczni, radioterapeuci, chirurdzy oraz specjaliści medycyny nuklearnej).

Nowotwory płuca i opłucnej

Rak płuca stanowi jedno z głównych wskazań do stosowania badania PET w onkologii, zarówno w ramach wstępnej diagnostyki pojedynczego guzka płuca, jak i w ocenie zaawansowania nowotworu przed i po leczeniu. Większość badań dotyczących zastosowań badania PET dotyczyło niedrobnokomórkowego raka płuca (NDRP). Informacje na temat wykorzystania badania PET w drobnokomórkowym raku płuca są ograniczone. Dostępne dane wskazują na efektywność kosztową badania PET w NDRP.

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

Badanie PET jest pomocne w przypadku rozpoznanego NDRP lub w ocenie pojedynczego guza płuca (średnica – powyżej 1 cm) o nieznanym charakterze.

Szczegółowe wskazania do wykonywania badania PET w ramach wstępnej diagnostyki obejmują:

- różnicowanie zmian złośliwych i niezłośliwych – uzupełnienie badań KT lub rezonansu magnetycznego (zwłaszcza – w przypadku braku możliwości ustalenia patomorfologicznego rozpoznania przy udziale inwazyjnych metod);
- określenie wskazań do wykonania innych procedur diagnostycznych;
- umożliwienie wyboru uproszczonego schematu obserwacji;
- określenie anatomicznej lokalizacji aktywnych metabolicznie części guzów, stanowiących cel inwazyjnych metod diagnostycznych;

- określenie złośliwości zmian o średnicy powyżej 5 mm przy zastosowaniu techniki oddechowego „bramkowania”.

W pozostałych sytuacjach rozpoznanie patomorfologiczne powinno być ustalone przed zastosowaniem badania PET, które przede wszystkim służy do ustalania stopnia zaawansowania. Badanie PET nie jest zalecane w ramach przesiewowych badań w kierunku wczesnego wykrywania raka płuca.

Wskazania do stosowania badania PET w określaniu zaawansowania rozpoznanego raka płuca obejmują:

- określenie stopnia zaawansowania, jeśli nie pozwalają na to standardowe metody (np. komputerowa tomografia – KT, magnetyczny rezonans – MR, ultrasonografia – USG);
- zastąpienie jednego lub kilku standardowych metod diagnostycznych w sytuacji przewidywania wyższej wartości badania PET w zaplanowaniu leczenia lub wybraniu optymalnego postępowania oraz możliwości uniknięcia konieczności wykonania inwazyjnych procedur (np. biopsja guza nadnercza i nakłucie jamy opłucnej); dodatni wynik badania PET w węzłach chłonnych śródpiersia nie zwalnia z konieczności wykonania mediastinoskopii, ponieważ może być nieswoistym efektem.

Nie należy stosować badania PET w przypadku raka oskrzelikowo-pęcherzykowego i nowotworów neuroendokrynnych oraz dla oceny NDRP w przypadku wcześniejszego rozpoznania odległych przerzutów.

Ocena zaawansowania po leczeniu

Wskazania do wykonywania badania PET w ramach oceny po leczeniu (nie wcześniej niż 4 tygodnie po zakończeniu chemioterapii oraz 12 tygodni po zakończeniu radioterapii) obejmują:

- określenie resztkowej masy nowotworu po zakończeniu leczenia;
- podejrzenie nawrotu miejscowego lub przerzutów;
- określenie zasięgu rozpoznanego nawrotu;
- zastąpienie standardowych metod diagnostycznych w sytuacji, kiedy dane uzyskane na podstawie tych badań są niewystarczające dla podjęcia decyzji o ewentualnym dalszym leczeniu.

Badanie PET umożliwia ocenę wczesnej odpowiedzi na leczenie miejscowo zaawansowanego lub uogólnionego NDRP, chociaż wspomniane zastosowanie nie jest obecnie uzasadnione w klinicznej praktyce.

Obserwacja po leczeniu

Badanie PET nie ma obecnie zastosowania w ramach badań kontrolnych po leczeniu.

Chłoniaki

Badanie PET jest zalecane, choć nie obowiązkowe, u chorych z rozpoznaniem chłoniaków, które są potencjalnie wyleczalne i wychwytyują znacznik (przede wszystkim –

chłoniak Hodgkina i chłoniak rozlany z dużych komórek B). Przydatność badania PET zależy od typu histologicznego oraz lokalizacji i wielkości zmian chorobowych (niewystarczająca czułość i swoistość w przypadku niewielkich zmian oraz przy zajęciu narządów pozawątrobowych – np. oczodół, skóra, śledziona, żołądek lub jelita).

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

Badanie PET – ze względu na wyższą czułość i swoistość w porównaniu do KT lub MR – jest metodą zalecaną dla wyjściowej oceny zaawansowania nowotworu we wczesnych i zaawansowanych stadiach choroby. Wykonanie badania PET przed rozpoczęciem leczenia w chłoniakach wykazujących wzrost metabolizmu glukozy zmienia stopień zaawansowania i modyfikuje plan leczenia u około 30% chorych. Badanie jest przydatne w ocenie zajęcia szpiku kostnego i przestrzeni zaotrzewnowej.

Ocena zaawansowania po leczeniu

W ocenie odpowiedzi na leczenie u chorych na chłoniaki obowiązuje obecnie zmodyfikowana klasyfikacja Cheson, która uwzględnia wynik badania PET. Ze względu na możliwość utrzymywania się zmian zapalnych przez około 2 tygodnie po chemioterapii i nawet dłużej po radioterapii, zaleca się wykonywanie badania PET po 8 tygodniach (chemioterapia) lub 12 tygodniach (radioterapia). Wykrycie aktywnej metabolicznie zmiany resztkowej po chemioterapii pozwala na zastosowanie radioterapii i poprawę wyników leczenia. Obecny stan wiedzy nie uzasadnia ograniczania obszaru napromienianego jedynie do okolic zmian resztkowych uwidocznionych w badaniu PET, zamiast obecnie obowiązującej zasady radioterapii okolic pierwotnie zajętych.

Ujemny wynik wczesnego badania PET nie daje pewności, że osiągnięto pełną remisję patologiczną i można zakończyć lub skrócić leczenie bez narażenia chorego na niepowodzenie. Podobnie dodatni wynik nie stanowi dotychczas podstawy do rozpoznania pierwotnej oporności i intensyfikacji leczenia.

Szczególnie trudne do interpretacji są sytuacje z obecnością niewielkiego gromadzenia FDG po leczeniu (*minimal residual uptake* – MRU), które według niektórych autorów mogą świadczyć o zwiększonym ryzyku nawrotu.

Obserwacja po leczeniu

Badanie PET nie powinno być wykorzystywane w wykrywaniu nawrotu choroby w czasie obserwacji chorych bezobjawowych, natomiast jest wskazane w celu oceny zasięgu nawrotu.

Rak jelita grubego

Badanie PET nie ma zastosowania w ramach wstępnego rozpoznawania raka jelita grubego, natomiast jest warto-

ściową metodą w ocenie zasięgu zmian w wątrobie oraz diagnostyce nawrotów choroby.

Ograniczeniem badania PET w raku jelita grubego jest mała czułość w wykrywaniu ognisk gruczolakoraka śluzowego.

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

Nie zaleca się stosowania badania PET dla wykrywania i wczesnego rozpoznawania raka jelita grubego. Wyjątek stanowią chorzy z wysokim ryzykiem wystąpienia przerzutów (zwłaszcza rak odbytnicy), ponieważ ich obecność stanowi na ogół przeciwwskazanie do chirurgicznego leczenia.

Szczegółowe wskazania do stosowania badania PET w ramach wstępnej diagnostyki obejmują:

- wykrywanie przerzutów w celu uniknięcia chirurgicznego leczenia;
- wykrywanie przerzutów poza wątrobą w ramach przedoperacyjnej diagnostyki chorych potencjalnie kwalifikujących się do resekcji zmian w wątrobie.

Ocena zaawansowania po leczeniu

Badanie PET jest przydatne u chorych kwalifikujących się do miejscowego leczenia zmian resztkowych (resekcja, termoablacja, chemioembolizacja).

Obserwacja po leczeniu

Wskazania do wykonywania badania PET w ramach obserwacji po zakończeniu leczenia obejmują:

- wykrywanie nawrotów (zwłaszcza w przypadku zwiększającego się stężenia CEA);
- różnicowanie nawrotu i zmian wywołanych leczeniem (np. zmiany popromienne);
- różnicowanie zmian niezłośliwych i złośliwych, takich jak węzeł chłonny o nieokreślonym charakterze.

Rak przełyku

Badanie PET stanowi uzupełniającą metodę oceny stopnia zaawansowania raka przełyku w celu wykrycia przerzutów w odległych narządach, jeżeli inne metody obrazowe nie są skuteczne (ocena pierwotna przed leczeniem i w przypadku nawrotu miejscowego).

W ocenie miejscowo-regionalnego zasięgu nowotworu badanie PET jest mniej dokładne od endoskopowej USG.

Wartość badania PET w ocenie skuteczności leczenia nie została potwierdzona.

Inne nowotwory układu pokarmowego

Badanie PET jest przydatne we wstępnej diagnostyce różnicowej nieprawidłowych zmian w trzustce oraz w ocenie stopnia zaawansowania raka trzustki. Brakuje danych dotyczących przydatności badania PET dla oceny

skuteczności leczenia nowotworów złośliwych trzustki lub obserwacji po leczeniu.

Badanie PET znajduje również zastosowanie w diagnostyce różnicowej ogniskowych zmian w wątrobie, jeżeli inne badania obrazowe nie pozwalają jednoznacznie wykluczyć nowotworu.

W niektórych przypadkach badanie PET może być przydatne w przedoperacyjnej ocenie zasięgu raka żołądka.

Rak piersi

Wskazania do wykonywania badania PET w raku piersi są ograniczone.

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

Z powodu niskiej czułości (szczególnie – rak zrazikowy) i braku możliwości wykrycia mikroprzerzutów, badanie PET nie jest przydatne w ocenie zaawansowania pierwotnego ogniska raka piersi i w wykrywaniu obecności przerzutów do regionalnych węzłów chłonnych.

Ocena zaawansowania po leczeniu

Badanie PET może ułatwiać ocenę odpowiedzi na wstępną chemioterapię (zwłaszcza w przypadku trudności w ocenie klinicznej i mammograficznej), ale nie ma jednoznacznych dowodów, że w tym zastosowaniu jest ono przydatne w rutynowej praktyce klinicznej.

Obserwacja po leczeniu

Badanie PET może być przydatne przy podejrzeniu nawrotu nowotworu u chorych po radykalnym leczeniu w sytuacji, kiedy wyniki innych badań obrazowych są niejednoznaczne, a wynik badania może zmienić strategię leczenia. U chorych z rozpoznaniem nawrotu nowotworu badanie PET pozwala ujawnić obecność innych bezobjawowych ognisk.

Nowotwory układu moczowo-płciowego

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

W nowotworach narządów płciowych kobiety wykonywanie badania PET jest przydatne u chorych z rozpoznaniem miejscowo zaawansowanego raka szyjki macicy przed zaplanowaniem radykalnego leczenia skojarzonego (radiochemioterapia, radioterapia).

Rola badania PET we wstępnej diagnostyce raka błony śluzowej macicy i nowotworów jajnika nie jest ostatecznie określona.

Badanie PET nie ma zastosowania we wstępnym rozpoznawaniu nowotworów jądra, ale może być przydatne w ocenie ich zaawansowania (wyjątek – dojrzałe potworniaki).

Ocena zaawansowania po leczeniu

Badanie PET może być rozważane u chorych na nowotwory jądra w celu oceny skuteczności chemioterapii (w tym – obecności mas resztkowych).

Badanie PET z użyciem choliny znakowanej fluorem (^{18}F) lub węglem (^{11}C) jest wartościowym badaniem w ocenie zaawansowania i nawrotu raka gruczołu krokowego.

Obserwacja po leczeniu

Badanie PET jest przydatne w wykrywaniu nawrotu raka jajnika (zwłaszcza w przypadku podwyższonego stężenia CA-125) oraz u chorych z potencjalnie operacyjnymi przerzutami.

Nie należy stosować badania PET u chorych na raka jajnika bez podejrzenia nawrotu choroby i z prawidłowymi wartościami markerów nowotworowych.

Czerniak

Nie ma wskazań do wykonywania badania PET u chorych na czerniaki skóry bez klinicznych cech przerzutów do regionalnych węzłów chłonnych (stopnie I, II i IIIa/N1a,N2a).

Badanie PET nie może zastępować wykonania biopsji wartowniczego węzła chłonnego. Badanie PET jest nieprzydatne w ocenie zasięgu nowotworu u chorych z niemożliwymi do wycięcia przerzutami lub dla oceny odpowiedzi na chemioterapię.

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

Badanie PET pozwala zakwalifikować do leczenia operacyjnego chorych na czerniaki w III stopniu zaawansowania klinicznego (IIIb/IIIc) z klinicznymi przerzutami do węzłów chłonnych (w około 1/3 przypadków badanie PET pozwala wykryć odległe przerzuty pozawęzłowe, co powoduje zmianę sposobu leczenia).

Drugim, rzadszym wskazaniem jest ocena zaawansowania u chorych z potencjalnie operacyjnymi przerzutami czerniaka w odległych narządach (stopień IV). W wymienionej sytuacji wynik badania PET może prowadzić do zastąpienia zabiegu chirurgicznego leczeniem systemowym lub do rozszerzenia zakresu resekcji.

Trzecim wskazaniem jest ocena zaawansowania choroby u chorych na czerniaki ze stwierdzonymi przerzutami (np. węzły chłonne), u których nie ustalono umiejscowienia ogniska pierwotnego.

Mięsaki

Dotychczasowe doświadczenie dotyczące stosowania badania PET w mięsakach jest niewielkie. Obecnie uważa się, że badanie PET znajduje największe zastosowanie w nowotworach podścieliskowych przewodu pokarmowego (*gastrointestinal stromal tumors* – GIST) i mięsakach

drobnokomórkowych (głównie – mięsak Ewinga). U chorych na GIST badanie PET jest najbardziej czułą metodą monitorowania odpowiedzi na leczenie inhibitorami kinaz tyrozynowych oraz stwierdzenia progresji nowotworu. Badanie PET wcześniej rozróżnia przypadki wrażliwe i odporne na leczenie (odpowiedź można ocenić znacznie wcześniej niż przy zastosowaniu KT – odpowiednio, po 1-2 tygodniach i 2-6 miesiącach).

W indywidualnych przypadkach badanie PET znajduje zastosowanie w różnicowaniu pierwotnych mięsaków od zmian łagodnych (dotyczy to zarówno kości, jak i tkanek miękkich, np. w zespole von Recklinghausena). Badanie PET może znaleźć również zastosowanie w ocenie odpowiedzi na systemowe leczenie w niektórych typach mięsaków (ocena skuteczności po 1-3 cyklach, w porównaniu z wyjściowym wynikiem badania).

Nowotwory głowy i szyi

Badanie PET jest szczególnie użyteczne w złośliwych nowotworach regionu głowy i szyi (wyjątek – nowotwory ślinianek).

Diagnostyka wstępna i ocena zaawansowania przed leczeniem

Badanie PET ma przewagę nad innymi metodami obrazowania w zakresie oceny miejscowego i regionalnego zaawansowania nowotworu, ponieważ umożliwia wykrycie przerzutów w niepowiększonych węzłach chłonnych (czułość i swoistość w zakresie wykrywania przerzutów w węzłach chłonnych – odpowiednio 82-87% i 94-100%).

Badanie PET jest użyteczne w planowaniu radioterapii, ponieważ umożliwia dokładne określenie objętości napromienianej.

W przypadku obecności przerzutów w szyjnych węzłach chłonnych przy nieustalonym ognisku pierwotnym, badanie PET jest pomocne w doborze metody leczenia i ustaleniu zakresu napromieniania.

Ocena zaawansowania po leczeniu

Badanie PET jest przydatne w wykrywaniu zmian resztkowych, przetrwałych po leczeniu i nawrotów nowotworu, aczkolwiek w ocenie należy uwzględnić możliwość wyników fałszywie dodatnich (zmiany zapalne – zwłaszcza po radioterapii) i ujemnych (zwłaszcza po chemioterapii). Warunkiem kwalifikowania chorych do „ratującego” leczenia chirurgicznego lub chemioterapii jest potwierdzenie przetrwałych zmian nowotworowych w badaniu patomorfologicznym.

Nowotwory ośrodkowego układu nerwowego

Wykonywanie badania PET dla oceny zasięgu choroby nie jest celowe, ponieważ zdecydowana większość pierwotnych nowotworów ośrodkowego układu nerwowego cechuje się wyłącznie wzrostem miejscowym (ryzyko

rozszewu do układu chłonnego lub odległych narządów jest znikome). Wyjątek stanowią niskozróżnicowane nowotwory drobnokomórkowe i zarodkowe, występujące zazwyczaj u dzieci i młodocianych (np. rdzenia płodowy, niskozróżnicowane nowotwory neuroektodermalne, nowotwory wywodzące się z komórek zarodkowych), aczkolwiek dotychczas nie ma podstaw do zalecania badania PET w klinicznej praktyce. Nie stwierdzono również przydatności badania PET w diagnostyce różnicowej poszczególnych postaci histologicznych guzów mózgu.

Dyskutowanym wskazaniem do stosowania badania PET jest różnicowanie pomiędzy przetrwałym lub nawrotowym i aktywnym nowotworem oraz martwicą popromienną lub tzw. „pseudoprogresją”. Obecny stan wiedzy nie wykazuje wyższości badania PET SPECT z użyciem ^{201}Tl , jednak badanie PET w skojarzeniu z MR charakteryzuje się większą swoistością. Badanie PET w skojarzeniu ze spektroskopowym MR może służyć do lokalizowania obszarów o wyższej proliferacji komórkowej i wyższej aktywności metabolicznej. Z tego względu badanie może być wykonane przed planowaną biopsją stereotaktyczną guza w celu wykazania jego aktywnych ognisk lub obszarów o wyższej złośliwości histologicznej.

Znaczącą rolę w metabolicznym obrazowaniu guzów mózgu odgrywają radioznaczniki aminokwasowe (metionina znakowana ^{11}C i tyrozyna znakowana ^{18}F), które umożliwiają ocenę syntezy białek w mózgu. Wymienione radioznaczniki wykazują niewielkie gromadzenie w prawidłowych strukturach mózgu oraz łagodnych zmianach (zwłóknienie, martwica, obrzęk) i wykorzystywane są w różnicowaniu z nawrotami złośliwych nowotworów.

Nowotwory układu wewnątrzwydzielniczego

Badanie PET nie ma zastosowania w diagnostyce, ocenie zaawansowania, skuteczności leczenia i obserwacji po leczeniu najczęściej występującego, zróżnicowanego raka tarczycy, wychwytyującego ^{131}I . Badanie PET ma znaczenie w wykrywaniu zmian u chorych ze zwiększonym stężeniem tyreoglobuliny w surowicy i ujemnym wynikiem badania scyntygraficznego z użyciem ^{131}I . U chorych z rozsiewem jodochwytnego nowotworu wynik badania PET ma znaczenie rokownicze, ponieważ zwiększony wychwyt glukozy wiąże się z opornością na leczenie ^{131}I .

W rdzeniastym raku tarczycy badanie PET jest uzasadnione w celu lokalizacji nawrotu, jeśli stężenie kalcytoniny przekracza wartość 200 pg/ml.

W raku kory nadnercza badanie PET uzupełnia możliwości oceny zaawansowania choroby.

W przypadku niektórych nowotworów neuroendokrynych konieczne jest stosowanie innych niż FDG znaczników (np. peptydy znakowane galem – ^{68}Ga).

Nowotwór złośliwy o nieznanym ognisku pierwotnym

Badanie PET jest czułą metodą wykrywania pierwotnego ogniska w przypadku stwierdzenia przerzutów nowotworu złośliwego o nieznannej pierwotnej lokalizacji,

Tab. I. Podsumowanie wskazań onkologicznych do wykonywania badania PET

WSKAZANIE	Wyjściowe badanie celem określenia strategii leczenia (ustalenie rozpoznania i/lub stanu zaawansowania choroby)	Monitorowanie i ocena efektów leczenia, weryfikacja stopnia zaawansowania choroby (<i>restaging</i>), rozpoznanie nawrotu choroby, kolejne badania
Niedrobnokomórkowy rak płuca (NDRP)	Tak: (A) ocena stopnia zaawansowania raka przed planowanym leczeniem, z wyjątkiem raka oskrzelikowo-pęcherzykowego (D) i oceny NDRP z ustalonymi przerzutami odległymi (D)	Tak: (A) ocena choroby resztkowej po leczeniu (A) ocena ewentualnego nawrotu nowotworu
Drobnokomórkowy rak płuca (SCLC)	Nie? (X) – ocena zaawansowania przed leczeniem choroby ograniczonej	Nie (D)
Międzybłoniak opłucnej	Tak: ocena stopnia zaawansowania	Nie
Pojedynczy guz płuca o nieznanym charakterze	Tak: (A) różnicowanie zmian łagodnych i złośliwych przy wielkości guza > 1 cm Nie: (D) badania przesiewowe	Nie dotyczy
Nowotwór śródpiersia (grasica, serce, śródpiersie)	Tak? (X)	Nie
Chłoniaki	Tak: (A) ocena zaawansowania nowotworu przed leczeniem w agresywnych chłoniakach – chłoniaku Hodgkina i chłoniakach nieziarnicznych (głównie chłoniak rozlany z dużych komórek B – DLBCL)	Tak: (B) końcowa ocena efektu leczenia, ponowna ocena stopnia zaawansowania po leczeniu (<i>restaging</i>), kliniczne podejrzenie nawrotu choroby (C) wczesna ocena odpowiedzi na leczenie (po 1-2 cyklu, zwłaszcza w chłoniakach grudkowych o niskiej złośliwości) (C) planowanie obszaru radioterapii Nie: (D) ocena w okresie obserwacji po leczeniu (D) ocena skuteczności leczenia chłoniaków o niskiej złośliwości
Szpiczak	Nie? (X)	Tak
Nowotwory jelita grubego, odbytnicy, odbytu	Tak: (A) ocena chorych z potencjalnie operacyjnymi przerzutami (B) przedoperacyjna ocena raka odbytnicy Nie: (C) przedoperacyjna ocena zlokalizowanego raka okrężnicy	Tak: (A) ocena chorych uprzednio operowanych, podejrzanych o nawrót choroby (na podstawie stężeń markerów lub badań obrazowych)
Nowotwory przełyku	Tak: (B) ocena stopnia zaawansowania przy kwalifikacji do radykalnego leczenia guza pierwotnego	Tak: (C) ocena pod kątem obecności odległych przerzutów w przypadku miejscowej wznowy po leczeniu pierwotnym Nie: (D) monitorowanie efektów terapii
Nowotwór trzustki	Tak: (B) wstępna ocena diagnostyczna patologicznej zmiany w trzustce (B/C) ocena stopnia zaawansowania raka trzustki	Nie: (D) monitorowanie efektów leczenia raka trzustki
Nowotwór wątroby i wewnątrzwątrobowych przewodów żółciowych	Tak: (C) ocena charakteru ogniskowej zmiany w wątrobie (B)* ocena zaawansowania raka wątrobowo-komórkowego (tylko przy użyciu znacznika z choliną lub octanem)	Nie
Rak żołądka	Tak: (B) przedoperacyjna ocena chorych z niejednoznacznymi badaniami radiologicznymi	Nie

Nowotwory jelita cienkiego	Nie	Nie
Nowotwór pęcherzyka żółciowego i dróg żółciowych zewnątrzwątrobowych	Tak? (X)	Nie
Nowotwór przestrzeni zaotrzewnowej i otrzewnej	Nie? (X)	Nie
Rak piersi	Tak: (B) przerzuty do pachowych węzłów chłonnych z ogniska o nieznanym położeniu (podejrzenie pierwotnego ogniska w gruczole piersiowym) Nie: (D) ocena pierwotnego ogniska raka piersi i zajęcia węzłów chłonnych (D) badania przesiewowe	Tak: (B) ocena chorych po radykalnym leczeniu pod kątem nawrotu choroby w sytuacji kiedy istnieje podejrzenie nawrotu choroby, wyniki innych badań obrazowych są niejednoznaczne, a wynik badania może zmienić strategię leczenia (B) ocena zaawansowania chorych w czasie nawrotu choroby potencjalnie kwalifikującego się do radykalnego miejscowego leczenia (C) monitorowanie odpowiedzi na indukcyjną chemioterapię (X) monitorowanie chemioterapii stosowanej z powodu rozsiewu choroby
Nowotwory macicy	Tak: (B) miejscowo zaawansowany rak szyjki macicy, w celu kwalifikacji do radykalnej radioterapii, jeśli inne badania obrazowe nie wykazują zmian przerzutowych (zwłaszcza do węzłów chłonnych) Nie? (X) rak trzonu macicy	Nie
Nowotwór wywodzący się z łożyska	Nie? (X)	Nie
Nowotwór jajnika i jajowodu	Tak: (A) ocena chorych z potencjalnie operacyjnymi przerzutami Nie: (D) wyjściowa ocena przedoperacyjna u chorych bez cech przerzutów	Tak: (A) ocena chorych z podwyższonym stężeniem markerów (CA125) i niejednoznacznyimi badaniami obrazowymi
Inne nowotwory narządu rodnej kobiety	Nie	Nie
Nowotwór gruczołu krokowego (badanie wykonane znakowaną choliną, octanem)	Tak?* (X)	Tak*: (C) ocena nawrotów (przerzutów) – badanie ze znakowaną choliną, octanem
Nowotwór jądra	Tak: (A) ocena zaawansowania (z wyjątkiem dojrzałych potworniaków)	Tak: (B) <i>restaging</i> , ocena obecności resztkowego guza, rozpoznanie nawrotu (B) ocena odpowiedzi na leczenia
Nowotwór prącia i innych narządów płciowych u mężczyzny	Nie? (X)	Nie
Czerniaki	Tak: (A) ocena przerzutów do narządów odległych u chorych z klinicznymi przerzutami do regionalnych węzłów chłonnych – stopień IIIB/C (A) ocena zaawansowania chorych z potencjalnie operacyjnymi przerzutami do narządów odległych (stopień IV) (A) ocena chorych z przerzutem bez znanego ogniska pierwotnego Nie: (D) ocena chorych kwalifikujących się do biopsji węzła wartowniczego (z ogniskiem pierwotnym, bez klinicznych cech przerzutów do regionalnych węzłów chłonnych)	Nie: (D) Ocena zaawansowania u chorych z nieoperacyjnymi przerzutami (D) Monitorowanie chorych pod kątem nawrotu choroby (D) Ocena odpowiedzi na chemioterapię
Nowotwór skóry (inny niż czerniak)	Nie? (X)	Nie? (X)
Nowotwór tkanki łącznej/innych tkanek miękkich, w tym GIST	Tak: (B) różnicowanie zmian łagodnych i złośliwych (C) planowanie miejsca biopsji guza (C) wyjściowa ocena stopnia zaawansowania	Tak: (A) ocena odpowiedzi na leczenie i progresji choroby podczas leczenia GIST (B) ocena odpowiedzi na leczenie innych mięsaków (zwłaszcza drobnokomórkowych)

Nowotwór kości/chrząstki	Tak: (B) różnicowanie zmian łagodnych i złośliwych	Nie:? (X)
Nowotwory głowy i szyi	Tak: (B) ocena zaawansowania miejscowo-regionalnego (A) ocena ogniska pierwotnego w przypadku przerzutów do węzłów chłonnych szyi	Tak: (B) ocena choroby resztkowej po leczeniu (B) planowanie radioterapii
Nowotwór gałki ocznej	Nie: (X)?	Nie
Nowotwory ośrodkowego układu nerwowego	Tak: (B) planowanie na potrzeby biopsji stereotaktycznej guza Nie: (D) Ocena wyjściowego zaawansowania choroby (D) Diagnostyka różnicowa nowotworów o różnym utkaniu histologicznym	Tak: (C) Wczesna ocena nawrotu nowotworu
Rak tarczycy	Nie: (D)	Tak: (A) podejrzenie przerzutów zróżnicowanego raka tarczycy, po całkowitym usunięciu tarczycy, ze zwiększonym stężeniem tyreoglobuliny (≥ 10 ng/ml) i ujemnym wynikiem scyntygrafii całego ciała z zastosowaniem ^{131}I Nie: (D) ocena skuteczności leczenia i obserwacja po leczeniu zróżnicowanego raka tarczycy wychwytyjącego ^{131}I
Nowotwór innych gruczołów endokrynych, nowotwory neuroendokryne	Tak?* (X)	Nie
Przerzuty nowotworu nieznanego pochodzenia	Tak: (A)	Nie
Planowanie radykalnej radioterapii o modulowanej intensywności wiązki w celu ustalenia lokalizacji żywotnych komórek nowotworowych, hipoksji, proliferacji guza, w przypadku braku możliwości dokonania takiej oceny innymi badaniami	Tak	Tak

Wskazania do badań PET zostały podzielone na pięć kategorii według zasad *evidence based medicine*:

A: Badanie użyteczne (wskazanie jednoznacznie udowodnione)

B: Badanie potencjalnie użyteczne

C: Badanie o nie do końca udokumentowanej użyteczności (potrzebne indywidualne wskazania dla każdego chorego)

D: Badanie bezużyteczne

X: Brak wystarczających danych w piśmiennictwie

* inny znacznik niż FDG

przy czym wartość badania zależy od umiejscowienia zmian (wysoka – przerzuty w szyjnych węzłach chłonnych, niska – przerzuty w węzłach chłonnych poniżej przepony).

Przerzuty w kościach

Badanie PET (zwłaszcza ze znacznikiem z ^{18}F) charakteryzuje się dużą czułością w ocenie przerzutów do kości. Badanie to może być jednak zalecane jedynie przy niepewnym wyniku scyntygraficznego badania kości.

Proponowane kryteria kwalifikacji do badań PET (PET-KT) i wykaz wskazań onkologicznych, które powinny być finansowane ze środków publicznych:

– pojedynczy guzek płuca o średnicy >1 cm, w celu różnicowania pomiędzy jego łagodnym i złośliwym cha-

rakterem, przy braku rozpoznania innymi dostępnymi metodami;

- niedrobnokomórkowy rak płuca, w celu oceny jego zaawansowania przed planowaną resekcją lub radykalną radioterapią, jeżeli inne badania nie dają jednoznacznej oceny stopnia zaawansowania (z wyjątkiem raka oskrzelikowo-pęcherzykowego i nowotworów neuroendokrynych lub rozpoznanych wcześniej przerzutów odległych);
- niedrobnokomórkowy rak płuca, w celu oceny resztkowej choroby po indukcyjnej chemioterapii;
- chłoniak Hodgkina i chłoniaki nie-hodgkinowskie, w celu wstępnej oceny stopnia zaawansowania lub oceny skuteczności chemioterapii lub wczesnego rozpoznania nawrotu, jeżeli inne badania obrazowe nie dają jednoznacznej oceny stopnia zaawansowania;
- rak jelita grubego, w celu przedoperacyjnej oceny zaawansowania lub wczesnego rozpoznania nawrotu

- po radykalnym leczeniu (w przypadku wzrostu stężeń markerów lub niejednoznacznych wyników badań obrazowych);
- rak przełyku, w celu oceny zaawansowania przed leczeniem i wczesnego wykrycia nawrotu po radykalnym leczeniu (w przypadku niejednoznacznych wyników badań obrazowych),
 - ocena patologicznej zmiany, budzącej podejrzenie raka, zlokalizowanej w trzustce lub w wątrobie, jeżeli rozpoznanie innymi dostępnymi metodami jest niemożliwe;
 - rak piersi, w celu wykluczenia odległych przerzutów, kiedy wyniki innych badań są niejednoznaczne lub w przypadku przerzutów do pachowych węzłów chłonnych z ogniska o nieznanym położeniu i podejrzeniem ogniska pierwotnego w gruczole piersiowym;
 - czerniak z klinicznymi przerzutami do regionalnych węzłów chłonnych, w celu wykluczenia przerzutów do narządów odległych, z potencjalnie operacyjnymi przerzutami do narządów odległych lub z przerzutem bez ustalonego ogniska pierwotnego;
 - rak jajnika, w celu wczesnego wykrycia nawrotu po radykalnym leczeniu (w przypadku wzrostu stężeń Ca125 lub niejednoznacznych wyników badań obrazowych);
 - nowotwór nabłonkowy głowy i szyi, w celu wczesnego rozpoznania nawrotu i w ocenie miejscowo-regionalnego zaawansowania, jeżeli wyniki innych badań są niejednoznaczne;
 - nowotwór złośliwy mózgu, w celu wczesnego rozpoznania nawrotu lub określenia miejsca biopsji;
 - rak tarczycy, w celu lokalizacji ogniska nawrotu w przypadku wzrostu stężenia tyreoglobuliny, jeżeli inne badania nie pozwalają zlokalizować tego ogniska (niezbędne wcześniejsze wykonanie scyntygrafii ¹³¹I);
 - podejrzenie przerzutów do kości, jeżeli inne badania nie pozwalają zlokalizować ogniska nawrotu nowotworu (preferowany znacznik ¹⁸F);
 - planowanie radykalnej radioterapii o modulowanej intensywności wiązki, w celu oceny rozkładu żywnych komórek nowotworowych, hipoksji lub proliferacji guza, jeżeli inne badania nie pozwalają na dokonanie takiej oceny;
 - nowotwór jądra (z wyjątkiem dojrzałych potworniaków), w celu oceny ich zasięgu i skuteczności leczenia (w tym obecności resztkowego guza i rozpoznania nawrotu), jeżeli inne badania nie pozwalają na dokonanie takiej oceny;
 - rak gruczołu krokowego i rak nerki, w celu rozpoznania nawrotu (przerzutów) po radykalnym leczeniu (tylko za pomocą PET ze znakowaną choliną lub octanem), jeżeli inne badania nie pozwalają na dokonanie takiej oceny;
 - mięsak, w celu oceny skuteczności chemioterapii (po 1-3 kursach, w porównaniu z wyjściowym badaniem) i wczesnego wykrycia nawrotu, jeżeli inne badania nie pozwalają na dokonanie takiej oceny;

- nowotwór podścieliska przewodu pokarmowego (GIST), w celu monitorowania odpowiedzi na molekularnie ukierunkowane leczenie;
- przerzut o nieznanym punkcie wyjścia, w celu lokalizacji guza pierwotnego, jeżeli nie jest to możliwe przy użyciu innych dostępnych badań.

Prof. dr hab. med. Maciej Krzakowski

Klinika Nowotworów Płuca i Klatki Piersiowej
Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie
ul. Roentgena 5, 02-781 Warszawa
e-mail: maciekk@coi.waw.pl

Piśmiennictwo

I. Ogólne

1. Papatianassiou D, Bruna-Muraille C, Liehn J-C i wsp. Positron Emission Tomography in oncology: Present and future of PET and PET/CT. *Crit Rev Oncol Hematol* 2009; 72: 239-54.
2. Podoloff DA, Ball DW, Ben-Josef E i wsp. NCCN task force: clinical utility of PET in a variety of tumor types. *J Natl Compr Canc Netw* 2009; 7 Suppl 2: S1-26.
3. Kumar R, Halanaik D, Malhotra A. Clinical applications of positron emission tomography – computed tomography in oncology. *Indian J Cancer* 2010; 47: 100-19.

II. Nowotwory płuca i opłucnej

1. Vansteenkiste JF, Stroobants SS. PET scan in lung cancer: current recommendations and innovation. *J Thorac Oncol* 2006; 1: 71-3.
2. Gould MK, Maclean CC, Kuschner WJ i wsp. Accuracy of positron emission tomography for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions. A meta-analysis. *JAMA* 2001; 285: 914-24.
3. Gould MK, Kuschner WG, Rydzak CE i wsp. Test performance of positron emission tomography and computed tomography for mediastinal staging in patients with non-small-cell lung cancer: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2003; 139: 879-92.
4. Toloza E, Harpole L, McCrory DC. Non-invasive clinical staging of non-small cell lung cancer: radiographic and clinical evaluation of intra- and extra-thoracic disease. *Chest* 2003; 123: 137S-146S.
5. Pieterman RM, van Putten JW, Meuzelaar JJ i wsp. Preoperative staging of non-small cell lung cancer with positron emission tomography. *NEJM* 2000; 343: 254-261.
6. Kalff V, Hicks RJ, MacManus MP i wsp. Clinical impact of 18Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with non-small-cell lung cancer: a prospective study. *J Clin Oncol* 2001; 19: 111-18.
7. Bury T, Corhay JL, Duysinx B i wsp. Value of FDG-PET in detecting residual or recurrent non small cell lung cancer. *Eur Respir J* 1999; 14: 1376-80.
8. Hauber HP, Bohuslavizki KH, Lund CH i wsp. A. Positron Emission Tomography in the staging of non-small-cell lung cancer. A preliminary study. *Chest* 2001; 119: 950-54.
9. Bradley JD, Dehdashti F, Mintun MA i wsp. Positron emission tomography in limited-stage small-cell lung cancer: A prospective study. *JCO* 2004; 22: 3248-54.
10. Bradley JD, Thorstad WL, Mutic S i wsp. Impact of FDG-PET on radiation therapy volume delineation in non-small-cell lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 59: 78-86.
11. Brink I, Schumacher T, Mix M i wsp. Impact of [18F]FDG-PET on the primary staging of small-cell lung cancer. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging* 2004; 31: 1614-20.
12. Cheran SK, Nielsen ND, Patz EF Jr. False-negative findings for primary lung tumors on FDG positron emission tomography: staging and prognostic implications. *AJR* 2004; 182: 1129-32.
13. Zwahlen D, Wyss MT, Stumpe KD i wsp. Whole-Body 18F-FDG PET improves the management of patients with small cell lung cancer. *J Nucl Med* 2003; 44: 1911-17.

III. Chłoniaki

1. Juweid ME, Stroobants S, Hoekstra OS i wsp. Use of positron emission tomography for response assessment of lymphoma: consensus of the

- Imaging Subcommittee of International Harmonization Project in Lymphoma. *J Clin Oncol* 2007; 25: 571-78.
2. Kostakoglu L, Leonard JP, Coleman M i wsp. The role of FDG-PET imaging in the management of lymphoma. *Clin Adv Hematol Oncol* 2004; 2: 115-21.
 3. Tsukamoto N, Kojima M, Hasegawa M i wsp. The usefulness of (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography ((18)F-FDG-PET) and a comparison of (18)F-FDG-pet with (67)gallium scintigraphy in the evaluation of lymphoma: relation to histologic subtypes based on the World Health Organization Classification. *Cancer* 2007; 110: 652-59.
 4. Lin C, Luciani A, Itti E i wsp. Whole body MRI and PET/CT in haematological malignancies. *Cancer Imaging* 2007; 7: S88-93.
 5. Pelosi E, Pregno P, Penna D. Role of whole-body [18F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography (FDG-PET/CT) and conventional techniques in the staging of patients with Hodgkin and aggressive non-Hodgkin lymphoma. *Radiol Med* 2008; 113: 578-90.
 6. Stumpe KD, Urbinelli M, Steinert HC. Whole-body positron emission tomography using fluorodeoxyglucose for staging of lymphoma: effectiveness and comparison with computed tomography. *Eur J Nucl Med* 1998; 25: 721-28.
 7. Schaefer NG, Hany TF, Taverna C i wsp. Non-Hodgkin lymphoma and Hodgkin disease: coregistered FDG PET and CT at staging and restaging – do we need contrast-enhanced CT? *Radiology* 2004; 232: 823-29.
 8. Isasi CR, Lu P, Blaifox MD. A metaanalysis of 18F-2-deoxy-2-fluoro-D-glucose positron emission tomography in the staging and restaging of patients with lymphoma. *Cancer* 2005; 104: 1066-74.
 9. Weiler-Sagie M, Bushelev O, Epelbaum R i wsp. (18)F-FDG avidity in lymphoma readdressed: a study of 766 patients. *J Nucl Med* 2009; 51: 25-30.
 10. Picardi M, Soricelli A, Grimaldi F i wsp. Fused FDG-PET/contrast-enhanced CT detects occult subdiaphragmatic involvement of Hodgkin's lymphoma thereby identifying patients requiring six cycles of anthracycline-containing chemotherapy and consolidation radiation of spleen. *Ann Oncol* 2010 (w druku)
 11. Paes FM, Kalkanis DG, Sideras PA i wsp. FDG PET/CT of extranodal involvement in non-Hodgkin lymphoma and Hodgkin disease. *Radiographics* 2010; 30: 269-91.
 12. Goudarzi B, Jacene HA, Wahl RL. Measuring the "unmeasurable": assessment of bone marrow response to therapy using FDG-PET in patients with lymphoma. *Acad Radiol* 2010; 17: 1175-85.
 13. Rigacci L, Vitolo U, Nassi L i wsp. Positron emission tomography in the staging of patients with Hodgkin's lymphoma. A prospective multicentric study by the Intergruppo Italiano Linfomi. *Ann Hematol* 2007; 86: 897-903.
 14. Hasenclever D, Diehl V. A prognostic score for advanced Hodgkin's disease. International Prognostic Factors Project on Advanced Hodgkin's Disease. *N Engl J Med* 1998; 339: 1506-14.
 15. MacManus MP, Seymour JF, Hicks RJ. Overview of early response assessment in lymphoma with FDG-PET. *Cancer Imaging* 2007; 7: 10-18.
 16. Hutchings M, Barrington SF. PET/CT for therapy response assessment in lymphoma. *J Nucl Med* 2009; 50: 21S-30S.
 17. Gallamini A, Hutchings M, Avigdor A i wsp. Early interim PET scan in Hodgkin lymphoma: where do we stand? *Leuk Lymphoma* 2008; 49: 659-62.
 18. Kasamon YL, Jones RJ, Wahl RL. Integrating PET and PET/CT into the risk-adapted therapy of lymphoma. *J Nucl Med* 2007; 48: 19S-27S.
 19. Itti E, Lin C, Dupuis J i wsp. Prognostic value of interim 18F-FDG PET in patients with diffuse large B-Cell lymphoma: SUV-based assessment at 4 cycles of chemotherapy. *J Nucl Med* 2009; 50: 527-33.
 20. Qiao W, Zhao J, Wang C i wsp. Predictive value of (18)F-FDG hybrid PET/CT for the clinical outcome in patients with non-Hodgkin's lymphoma prior to and after autologous stem cell transplantation. *Hematology* 2010; 15: 21-27.
 21. Dickinson M, Hoyt R, Roberts AW i wsp. Improved survival for relapsed diffuse large B cell lymphoma is predicted by a negative pre-transplant FDG-PET scan following salvage chemotherapy. *Br J Haematol*. 2010; 150: 39-45.
 22. Derenzini E, Musuraca G, Fanti S i wsp. Pretransplantation positron emission tomography scan is the main predictor of autologous stem cell transplantation outcome in aggressive B-cell non-Hodgkin lymphoma. *Cancer* 2008; 113: 2496-503.
 23. Cheson BD, Pfistner B, Juweid ME. Revised response criteria for malignant lymphoma. *J Clin Oncol* 2007; 25: 579-86.
 24. Zijlstra JM, Lindauer-van der Werf G, Hoekstra OS i wsp. 18F-fluoro-deoxyglucose positron emission tomography for post-treatment evaluation of malignant lymphoma: a systematic review. *Haematologica* 2006; 91: 522-29.
 25. Terasawa T, Nihashi T, Hotta T i wsp. 18F-FDG PET for posttherapy assessment of Hodgkin's disease and aggressive Non-Hodgkin's lymphoma: a systematic review. *J Nucl Med* 2008; 49: 13-21.
 26. Hutchings M, Barrington SF. PET/CT for therapy response assessment in lymphoma. *J Nucl Med* 2009; 50: 21S-30S.
- #### IV. Rak jelita grubego
1. Jadvar H, Alavi A, Gambhir SS. 18F-FDG uptake in lung, breast, and colon cancers: molecular biology correlates and disease characterization. *J Nucl Med* 2009; 50: 1820-27.
 2. Yoshiyuki T, Masaaki Ito, Hirofumi Fujii i wsp. Preoperative diagnosis of lymph node metastases of colorectal cancer by FDG-PET/CT. *Jpn J Clin Oncol* 2008; 38: 347-53.
 3. Utzschneider C. R, Becker R, Tiling MF i wsp. Whole-body MRI at 1.5 T and 3 T compared with FDG-PET-CT for the detection of tumour recurrence in patients with colorectal cancer. *Eur Radiol* 2009; 19: 1366-78.
 4. Huebner RH, Park KC, Shepherd JE i wsp. A metaanalysis of the literature for whole body FDG-PET Detection of Recurrent Colorectal Cancer. *J Nucl Med* 2000; 41: 1171-189.
 5. Kinkel K, Lu Y, Both M i wsp. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002; 224: 748-56.
 6. Domper M, Matute R, Martínez-Lázaro R i wsp. 18F-FDG positron emission tomography staging and restaging in rectal cancer treated with preoperative chemoradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 58: 528-35.
 7. Hicks RJ, Drummond EG, Keck J i wsp. Does positron emission tomography change management in primary rectal cancer? A prospective assessment. *Dis Colon Rectum* 2004; 47: 451-58.
 8. Pasetto LM, Rossi E, Monfardini S. Liver Metastases of Colorectal Cancer: Medical Treatments (Review). *Anticancer Res* 2003; 23: 4245-56.
- #### V. Rak przelyku
1. Young Cheol Y, Kyung Soo L, Young Mog S i wsp. Metastasis to regional lymph nodes in patients with esophageal squamous cell carcinoma: CT versus FDG PET for presurgical detection. Prospective study. *Radiology* 2003; 227: 764-770.
 2. Downey RJ, Akhurst T, Ilson D i wsp. Whole Body 18FDG-PET and the response of esophageal cancer to induction therapy: results of a prospective trial. *J Clin Oncol* 2003; 21: 428-32.
 3. Heeren PAM, Jager PL, Bongaerts F i wsp. Detection of distant metastases in esophageal cancer with 18F-FDG PET. *J Nucl Med* 2004; 45: 980-87.
 4. Kato H, Kuwano H, Nakajima M i wsp. Comparison between positron emission tomography and computed tomography in the use of the assessment of esophageal carcinoma. *Cancer* 2002; 94: 921-28.
 5. Kneist W, Schreckenberger M, Bartenstein P i wsp. Positron emission tomography for staging esophageal cancer: Does it lead to a different therapeutic approach? *World J Surg* 2003; 27:1105-12.
 6. van Westreenen HL, Heeren PAM, Jager PL i wsp. Pitfalls of positive findings in staging esophageal cancer with F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Ann Surg Oncol* 2003; 10: 1100-105.
 7. Räsänen JV, Sihvo EIT, Knuuti MJ i wsp. Prospective analysis of accuracy of positron emission tomography, computed tomography, and endoscopic ultrasonography in staging of adenocarcinoma of the esophagus and the esophagogastric junction. *Ann Surg Oncol* 2003; 10: 954-60.
 8. Wren SM, Stijns P, Srinivas S. Positron emission tomography in the initial staging of esophageal cancer. *Arch Surg* 2002; 137: 1001-1006.
 9. Sandler A. Metabolic response evaluation by PET during neoadjuvant treatment for adenocarcinoma of the esophagus and esophagogastric junction. *Recent Results Cancer Res* 2010; 182: 167-77.
 10. Zhong X, Yu J, Zhang B i wsp. Using 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography to estimate the length of gross tumor in patients with squamous cell carcinoma of the esophagus. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009; 73: 136-41.
 11. Noble F, Bailey D, Tung K i wsp. SWCIS Upper Gastrointestinal Tumour Panel. Impact of integrated PET/CT in the staging of oesophageal cancer: a UK population-based cohort study. *Clin Radiol*. 2009; 64: 699-705.
- #### VI. Inne nowotwory złośliwe przewodu pokarmowego
1. Hwang KH, Choi DJ, Lee SY i wsp. Evaluation of patients with hepatocellular carcinomas using [(11)C]acetate and [(18)F]FDG PET/CT: A preliminary study. *Appl Radiat Isot* 2009; 67: 1195-8.
 2. Salem N, Kuang Y, Wang F i wsp. PET imaging of hepatocellular carcinoma with 2-deoxy-2[18F]fluoro-D-glucose, 6-deoxy-6[18F] fluoro-

D-glucose, [1-11C]-acetate and [N-methyl-11C]-choline. *Nucl Med Mol Imaging* 2009; 53: 144-56.

3. Petrowsky H, Wildbrett P, Husarik DB i wsp. Impact of integrated positron emission tomography and computed tomography on staging and management of gallbladder cancer and cholangiocarcinoma. *J Hepatol* 2006; 45: 43-50.
4. Matakı Y, Shinchi H, Kurahara H i wsp. Clinical usefulness of FDG-PET for pancreatic cancer. *Gan To Kagaku Ryoho* 2009; 36: 2516-20.
5. Schick V, Franzius C, Beyna T i wsp. Diagnostic impact of 18F-FDG PET-CT evaluating solid pancreatic lesions versus endosonography, endoscopic retrograde cholangio-pancreatography with intraductal ultrasonography and abdominal ultrasound. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008; 35: 1775-85.

VII. Rak piersi

1. Avril N, Rose CA, Schelling M i wsp. Breast imaging with positron emission tomography and fluorine-18 fluorodeoxyglucose: Use and limitations. *J Clin Oncol* 2000; 18: 3495-3502.
2. Hodgson NC, Gulenchyn KY. Is there a role for positron emission tomography in breast cancer Staging? *J Clin Oncol* 2008; 26: 712-20.
3. Veronesi U, De Cicco C, Galimberti VE i wsp. A comparative study on the value of FDG-PET and sentinel node. *Ann Oncol* 2007; 18: 473-78.
4. Gil-Rendo A, Zornoza G, Garcia-Velloso MJ i wsp. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography with sentinel lymph node biopsy for evaluation of axillary involvement in breast cancer. *Br J Surg* 2006; 93: 707-12.
5. Goerres GW, Michel SC, Fehr MK i wsp. Follow-up of women with breast cancer: Comparison between MRI and FDG PET. *Eur Radiol* 2003; 13: 1635-44.
6. Krak NC, Hoekstra OS, Lammertsma AA. Measuring response to chemotherapy in locally advanced breast cancer: Methodological considerations. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004; 31: S103-S111.
7. Pearce R, Staff RT, Heys SD. The use of FDG-PET in assessing axillary lymph node status in breast cancer: a systematic review and meta-analysis of the literature. *Breast Cancer Res Treat* 2010; 123: 281-90.
8. Escalona S, Blasco JA, Reza MM i wsp. A systematic review of FDG-PET in breast cancer. *Med Oncol* 2010; 27: 114-29. Review.
9. Lavayssi re R, Cab e AE, Filmont JE. Positron emission tomography (PET) and breast cancer in clinical practice. *Eur J Radiol* 2009; 69: 50-8. Review.

VIII. Nowotwory układu moczowo-płciowego

1. Gadducci A, Cosio S, Zola P i wsp. Surveillance procedures for patients treated for epithelial ovarian cancer: a review of the literature. *Int J Gynecol Cancer* 2007; 17: 21-31.
2. Lai CH, Yen TC, Chang TC. Positron emission tomography imaging for gynecologic malignancy. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2007; 19: 37-41.
3. Fanti S, Nanni C, Ambrosini V i wsp. PET in genitourinary tract cancers. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2007; 51: 260-71.
4. de Jong JS, van Ginkel RJ, Slart RH I wsp. FDG-PET probe-guided surgery for recurrent retroperitoneal testicular tumor recurrences. *Eur J Surg Oncol* 2010; 36: 1092-5.
5. Even-Sapir E, Mishani E, Flussner G i wsp. 18F-fluoride positron emission tomography and positron emission tomography/computed tomography. *Semin Nucl Med* 2007; 37: 462-469.
6. Rufini V, Calcagni ML, Baum RP. Imaging of neuroendocrine tumors. *Semin Nucl Med* 2006; 36: 228-247.
7. Nobuyuki Oyama, Hidehiko Okazawa, Naoya Kusukawa i wsp. 11C-Acetate PET imaging for renal cell carcinoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009; 36: 422-27.
8. Picchio M, Treiber U, Beer AJ i wsp. Value of 11C-Choline PET and contrast-enhanced CT for staging of bladder cancer: correlation with histopathologic findings. *J Nucl Med* 2006; 47: 938-44.
9. Albrecht S, Buchegger F, Soloviev D i wsp. 11C-acetate PET in the early evaluation of prostate cancer recurrence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007; 34: 185-96.
10. Wachter S, Tomek S, Kurtaran A i wsp. 11C-Acetate positron emission tomography imaging and image fusion with computed tomography and magnetic resonance imaging in patients with recurrent prostate cancer. *J Clin Oncol* 2006; 24: 2513-19.
11. Reske SN, Blumstein NM, Neumaier B i wsp. Imaging Prostate Cancer with 11C-Choline PET/CT *J Nucl Med* 2006; 47: 1249-54.
12. Kochhar R, Taylor B, Sangar V. Imaging in primary penile cancer: current status and future directions. *Eur Radiol* 2010; 20: 36-47.
13. Graafland NM, Leijte JA, Vald es Olmos RA i wsp. Scanning with 18F-FDG-PET/CT for detection of pelvic nodal involvement in inguinal node-positive penile carcinoma. *Eur Urol* 2009; 56: 339-45.

14. Basu S, Rubello D. PET imaging in the management of tumors of testis and ovary: current thinking and future directions. *Minerva Endocrinol* 2008; 33: 229-56.
15. Becherer A, De Santis M, Karanikas G i wsp. FDG PET is superior to CT in the prediction of viable tumour in post-chemotherapy seminoma residuals. *Eur J Radiol* 2005; 54: 284-88.
16. Kollmannsberger C, Oechsle K, Dohmen BM i wsp. Early prediction of treatment response to high dose salvage chemotherapy in patients with relapsed germ cell cancer using [(18)F]FDG PET. *Br J Cancer* 2002; 86: 506-11.
17. De Santis M, Bokemeyer C, Becherer A i wsp. Predictive impact of 2-18fluoro-2-deoxy-Dglucosepositron emission tomography for residual post chemotherapy masses in patients with bulky seminoma. *J Clin Oncol* 2001; 19: 3740-44.
18. Lumbroso J, Theodore C, Foehrenbach H i wsp. Fluorodeoxyglucose (FDO) positron emission tomography (PET) in testicular germ cell tumors in adults: preliminary French clinical evaluation, development of the technique and its clinical applications. *Prog Urol* 2000; 10: 1190-99.
19. O'Doherty MJ, Timothy AR, Leslie MD i wsp. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the evaluation of germ cell tumours at relapse. *Br J Cancer* 2000; 83: 863-69.
20. Hain SF, O'Doherty MJ, Timothy AR i wsp. Fluorodeoxyglucose PET in the initial staging of germ cell tumours. *Eur J Nucl Med* 2000; 27: 590-94.
21. Wildberger JE, Borchers H, Zimny M i wsp. Does positron emission tomography using 18-fluoro-2-deoxyglucose improve clinical staging of testicular cancer? Results of a study in 50 patients. *Urology* 1999; 54: 900-904.
22. Albers P, Bender H, Yilmaz H i wsp. Positron emission tomography in the clinical staging of patients with Stage I and II testicular germ cell tumors. *Urology* 1999; 53: 808-11.
23. Leskinen S, Elomaa I, Minn H i wsp. Detection of residual tumours in post chemotherapy testicular cancer by FDG-PET. *Eur J Cancer* 1997; 33: 1234-41.
24. Sephens AW, Gonin R, Hutchins GD i wsp. Positron emission tomography evaluation of residual radiographic abnormalities in post chemotherapy germ cell tumor patients. *J Clin Oncol* 1996; 14: 1637-41.
25. Karapetis CS, Strickland AH, Yip D i wsp. Use of fluorodeoxyglucose positron emission tomography scans in patients with advanced germ cell tumour following chemotherapy: single-centre experience with long-term follow up. *Internal Medicine Journal* 2003; 33: 427-35.
26. Kollmannsberger C, Oechsle K, Dohmen BM i wsp. Prospective comparison of [18F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography with conventional assessment by computed tomography scans and serum tumor markers for the evaluation of residual masses in patients with nonseminomatous germ cell carcinoma. *Cancer* 2002; 94: 2353-62.
27. Lassen U, Daugaard G, Eigtved A i wsp. Whole body FDG-PET in patients with stage I nonseminomatous germ cell tumours. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003; 30: 396-402.
28. Spermon JR, De Geus-Oei LF, Kiemeny LALM i wsp. The role of 18fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography in initial staging and re-staging after chemotherapy for testicular germ cell tumours. *BJU International* 2002; 89: 549-56.
29. Bokemeyer C, Kollmannsberger C, Oechsle K i wsp. Early prediction of treatment response to high dose salvage chemotherapy in patients with relapsed germ cell cancer using [18F]FDG PET. *Br J Cancer* 2002; 86: 506-11.

IX. Czerniaki

1. Veit-Haibach P, Vogt FM, Jablonka R i wsp. Diagnostic accuracy of contrast-enhanced FDG-PET/CT in primary staging of cutaneous malignant melanoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009; 36: 910-18.
2. Singh B, Ezziddin S, Palmedo H i wsp. Preoperative 18F-FDG-PET/CT imaging and sentinel node biopsy in the detection of regional lymph node metastases in malignant melanoma. *Melanoma Res* 2008; 18: 346-52.
3. Bastiaannet E, Oyen WJ, Meijer S i wsp. Impact of [18F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography on surgical management of melanoma patients. *Br J Surg* 2006; 93: 243-49.
4. Krug B, Crott R, Lonneux M i wsp. Role of PET in the initial staging of cutaneous malignant melanoma: systematic review. *Radiology* 2008; 249: 836-44.
5. Gulec SA, Faries MB, Lee CC i wsp. The role of fluorine-18 deoxyglucose positron emission tomography in the management of patients with metastatic melanoma: impact on surgical decision making. *Clin Nucl Med* 2003; 28: 961-65.
6. R mer W, N mayr A, Greess H i wsp. Retrospective interactive rigid fusion of (18)F-FDG-PET and CT. Additional diagnostic information in melanoma patients. *Nuklearmedizin* 2006; 45: 88-95.

7. Oberholzer PA, Urosevic M, Steinert HC i wsp. Baseline staging of melanoma with unknown primary site: the value of serum s100 protein and positron emission tomography. *Dermatology*. 2008; 217: 351-55.
8. El-Maraghi RH, Kielar AZ. PET vs sentinel lymph node biopsy for staging melanoma: a patient intervention, comparison, outcome analysis. *J Am Coll Radiol* 2008; 5: 924-31.

X. Mięśaki tkanek miękkich i kości

1. Choi H, Charnsangavej Ch, Faria SC i wsp. Correlation of computed tomography and positron emission tomography in patients with metastatic gastrointestinal stromal tumor treated at a single institution with imatinib mesylate: Proposal of new computed tomography response criteria. *J Clin Oncol* 2007; 25: 1753-59.
2. McAuliffe JC, Hunt KK, Lazar AJF i wsp. A randomized, phase II study of preoperative plus postoperative imatinib in GIST: evidence of rapid radiographic response and temporal induction of tumor cell apoptosis. *Ann Surg Oncol* 2009; 16: 910-19.
3. Stroobants S, Goeminne J, Seegers M i wsp. 18FDG-Positron emission tomography for the early prediction of response in advanced soft tissue sarcoma treated with imatinib mesylate (Glivec). *Eur J Cancer* 2003; 39: 2012-20.
4. Jager PL, Gietema J, Avan der Graaf WT. Imatinib mesylate for the treatment of gastrointestinal stromal tumours: best monitored with FDG PET. *Nucl Med Commun* 2004; 25: 433-38.
5. Antoch G, Kanja J, Bauer S i wsp. Comparison of PET, CT, and dual-modality PET/CT imaging for monitoring of imatinib (STI571) therapy in patients with gastrointestinal stromal tumors. *J Nucl Med* 2004; 45: 357-65.
6. Goerres GW, Stupp R, Barghouth G i wsp. The value of PET, CT and in-line PET/CT in patients with gastrointestinal stromal tumours: long-term outcome of treatment with imatinib mesylate. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005; 32: 153-62.
7. Gayed I, Vu T, Iyer R i wsp. The role of 18F-FDG PET in staging and early prediction of response to therapy of recurrent gastrointestinal stromal tumors. *J Nucl Med* 2004; 45: 17-21.
8. Holdsworth CH, Badawi RD, Manola JB i wsp. CT and PET: Early prognostic indicators of response to imatinib mesylate in patients with gastrointestinal stromal tumor. *AJR* 2007; 189: W324-W330.
9. Prior JO, Montemurro M, Orcurto M-V i wsp. Early prediction of response to sunitinib after imatinib failure by 18F-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with gastrointestinal stromal tumor. *J Clin Oncol* 2008; 27: 439-45.
10. Schuetze SM. Utility of positron emission tomography in sarcomas. *Curr Opin Oncol* 2006; 18: 369-373.
11. Franzius C, Sciuk J, Brinkschmidt C i wsp. Evaluation of chemotherapy response in primary bone tumors with F-18 FDG positron emission tomography compared with histologically assessed tumor necrosis. *Clin Nucl Med* 2000; 25: 874-881.
12. Hawkins DS, Schuetze SM, Butrynski JE i wsp. [18F]Fluorodeoxyglucose positron emission tomography predicts outcome for Ewing sarcoma family of tumors. *J Clin Oncol* 2005; 23: 8828-34.
13. Lisle JW, Eary JF, O'Sullivan J i wsp. Risk assessment based on FDG-PET imaging in patients with synovial sarcoma. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467: 1605-11.
14. Khamly KK, Hicks RJ, McArthur GA i wsp. The promise of PET in clinical management and as a sensitive test for drug cytotoxicity in sarcomas. *Expert Rev Mol Diagn* 2008; 8: 105-19.
15. Bastiaannet E, Groen H, Jager PL i wsp. The value of FDG PET in the detection, grading and response to therapy of soft tissue and bone sarcomas; a systematic review and meta-analysis. *Cancer Treat Rev* 2004; 30: 83-101.
16. Schwarzbach MH, Hinze U, Dimitrakopoulou-Strauss A i wsp. Prognostic significance of preoperative [18-F] fluorodeoxyglucose (FDG) positron emission tomography (PET) imaging in patients with resectable soft tissue sarcomas. *Ann Surg Oncol* 2005; 241: 286-94.
17. Toner GC, Hicks RJ. PET for sarcomas other than gastrointestinal stromal tumors. *Oncologist* 2008; 13 (supl 2): 22-26.

XI. Nowotwory głowy i szyi

1. Graham MM, Hoffman HT, Smith RB i wsp. The role of post-radiation FDG PET in prediction of necessity for post-radiation therapy neck dissection in locally advanced head-and-neck squamous cell carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 59: 1001-10.
2. Wong RJ. Current status of FDG-PET for head and neck cancer. *J Surg Oncol* 2008; 97: 649-52.
3. Troost EG, Schinagl DA, Bussink J i wsp. Clinical evidence on PET-CT for radiation therapy planning in head and neck tumours. *Radiother Oncol* 2010; 96: 328-34. Review.

4. Bussink J, van Herpen CM, Kaanders JH i wsp. PET-CT for response assessment and treatment adaptation in head and neck cancer. *Lancet Oncol* 2010; 11: 661-69. Review.
5. Kwee RM. Prediction of tumor response to neoadjuvant therapy in patients with esophageal cancer with use of 18F FDG PET: a systematic review. *Radiology* 2010; 254: 707-17. Review.
6. Troost EG, Schinagl DA, Bussink J i wsp. Innovations in radiotherapy planning of head and neck cancers: role of PET. *J Nucl Med* 2010; 51: 66-76. Review.
7. Schöder H, Fury M, Lee N. PET monitoring of therapy response in head and neck squamous cell carcinoma. *J Nucl Med* 2009; 50 Supl 1: 74S-88S. Review.

XII. Nowotwory ośrodkowego układu nerwowego

1. Gómez-Río M, Rodríguez-Fernández A, Ramos-Font C i wsp. Diagnostic accuracy of ²⁰¹Thallium-SPECT and ¹⁸F-FDG-PET in the clinical assessment of glioma recurrence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008; 35: 966-75.
2. Benard F, Romsa J, Hustinx R. Imaging gliomas with positron emission tomography and single-photon emission computed tomography. *Semin Nucl Med* 2003; 33: 148-62.
3. Wong TZ, van der Westhuizen GJ, Coleman RE. Positron emission tomography imaging of brain tumors. *Neuroimaging Clin N Am* 2002; 12: 615-26.
4. Kosaka N, Tsuchida T, Uematsu H i wsp. 18F-FDG PET of common enhancing malignant brain tumors. *Am J Roentgenol* 2008; 190: 365-69.
5. Chen W, Silverman DHS. Advances in evaluation of primary brain tumors. *Semin Nucl Med* 2008; 38: 240-50.
6. Feldman SC, Chu D, Schulder M i wsp. The blood oxygen level-dependent functional MR imaging signal can be used to identify brain tumors and distinguish them from normal tissue. *AJNR* 2009; 30: 389-95.
7. Majos C, Aguilera C, Alonso J i wsp. Proton MR spectroscopy improves discrimination between tumor and pseudotumoral lesion in solid brain masses. *AJNR* 2009; 30: 544-51.
8. Noguchi T, Yoshiura T, Hiwatashi A i wsp. Perfusion imaging of brain tumors using arterial spin labeling: correlation with histopathologic vascular density. *AJNR* 2008; 29: 689-93.
9. Ceysens S, van Laere K, de Groot T i wsp. [11C]Methionine PET, histopathology and survival in primary brain tumors and recurrence. *AJNR* 2006; 27: 1432-37.
10. Pinker K, Noebauer-Huhmann IM, Stavrou I i wsp. High-resolution contrast-enhanced, susceptibility-weighted MR imaging at 3T in patients with brain tumors: Correlation with positron-emission tomography and histopathologic findings. *AJNR* 2007; 28: 1280-86.
11. Sadeghi N, Salmon I, Decaestecker C i wsp. Stereotactic comparison among cerebral blood volume, methionine uptake, and histopathology in brain glioma. *AJNR* 2007; 28: 455-61.
12. Kato T, Shinoda J, Nakayama N i wsp. Metabolic assessment of gliomas using ¹¹C-Methionine, [¹⁸F] Fluorodeoxyglucose, and ¹¹C-Choline positron-emission tomography. *AJNR* 2008; 29: 1176-82.
13. Kato T, Shinoda J, Oka N i wsp. Analysis of ¹¹C-methionine uptake in low-grade gliomas and correlation with proliferative activity. *AJNR* 2008; 29: 1867-71.
14. Hatakeyama T, Kawai N, Nishiyama Y i wsp. 11C-methionine (MET) and 18F-fluorothymidine (FLT) PET in patients with newly diagnosed glioma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008; 11: 2009-17.
15. Schiepers Ch, Chen W, Dahlbom M i wsp. 18F-fluorothymidine kinetics of malignant brain tumors. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007; 7: 1003-11.

XIII. Rak tarczycy

1. Muros MA, Llamas-Elvira JM, Ramirez-Navarro A i wsp. Utility of 18FDG in differentiated thyroid carcinoma with negative radioiodine scans and elevated serum thyroglobulin levels. *Am J Surg* 2000; 179: 457-61.
2. Brandt-Mainz K, Muller SP, Gorges R i wsp. The value of 18FDG in patients with medullary thyroid cancer. *Eur J Nucl Med* 2000; 27:490-496, May.
3. Conti PS, Durski JM, Bacqai F i wsp. Imaging of locally recurrent and metastatic thyroid cancer with PET. *Thyroid* 1999; 9: 797-804.
4. Dietlein M, Scheidhauer K, Voth E i wsp. Fluorine-18fluorodeoxyglucose positron emission tomography and iodine-131. Whole-body scintigraphy in the follow up of differentiated thyroid cancer. *Eur J Nucl Med* 1007; 24: 1342-48.
5. Grunwald F, Menzel C, Bender H i wsp. Comparison of 18FDG-PET. *Thyroid* 1997; 7: 327-35.
6. Wu HS, Huang WS, Liu YC i wsp. Comparison of FDGPET and Technetium-99m MIBI SPECT to Detect Metastatic Cervical Lymph

Nodes in Well-differentiated Thyroid Carcinoma with Elevated Serum HTG but Negative I-131 Whole Body Scan. *Anticancer Res* 2003; 23: 4235-38.

7. Giammarile F, Hafdi Z, Bournaud C i wsp. Is [18F]-2-fluoro-2-deoxy-d-glucose (FDG)scintigraphy with non-dedicated positron emission tomography useful in the diagnostic management of suspected metastatic thyroid carcinoma in patients with no detectable radioiodine uptake? *Eur J Endocrinol* 2003; 149: 293-300.
8. Helal BO, Merlet P, Toubert ME i wsp. Clinical impact of 18F-FDG PET in thyroid carcinoma patients with elevated thyroglobulin levels and negative 131I scanning results after therapy. *J Nucl Med* 2001; 42: 1464-69.

XIV. Przerzut o nieznanym punkcie wyjścia

1. Stoeckli SJ, Mosna-Firlejczyk K, Goerres GW. Lymph node metastasis of squamous cell carcinoma from an unknown primary: impact of positron emission tomography. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2000; 30: 411-16.
2. Klee B, Law I, Højgaard L i wsp. Detection of unknown primary tumours in patients with cerebral metastases using whole-body

18Ffluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Eur J Neurology* 2002; 9: 657-62.

3. Wong WL, Saunders M. The Impact of FDG PET on the management of occult primary head and neck tumours. *Clin Oncol* 2003; 15: 461-66.
4. Johansen J, Eigtved A, Buchwald C i wsp. Implication of 18F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography on management of carcinoma of unknown primary in the head and neck: a Danish cohort study. *Laryngoscope* 2002; 112: 2009-14.
5. Alberini JL, Belhocine T, Hustinx R i wsp. Whole-body positron emission tomography using fluorodeoxyglucose in patients with metastases of unknown primary tumours (CUP syndrome). *Nucl Medi Commun* 2003; 24: 1081-86.
6. Fogarty GB, Peters LJ, Stewart J i wsp. The usefulness of fluorine 18-labelled deoxyglucose positron emission tomography in the investigation of patients with cervical lymphadenopathy from an unknown primary tumor. *Head Neck* 2003; 25: 138-45.

Otrzymano i przyjęto do druku: 3 stycznia 2011 r.