

DIAGNOSTYKA PET/CT

informacje dla lekarzy

Opracowanie:
kierownik Zakładu Medycyny Nuklearnej
dr hab. n. med. Mirosław Dziuk, prof. nadzw.
Wojskowy Instytut Medyczny
Centralny Szpital Kliniczny MON
Zakład Medycyny Nuklearnej

affidea
Polska

Spis treści

4 PET/CT – zasada działania

5 Badanie PET/CT

6 Interpretacja obrazów

7 PET/CT w onkologii

8 PET/CT w kardiologii

8 PET/CT w neurologii

9 Wskazania do badania PET/CT refundowanego przez NFZ



Szanowni Państwo,

szybka i dokładna diagnoza jest warunkiem właściwego sposobu leczenia. Dzięki technologii współczesna medycyna staje się coraz bardziej skuteczna. Do najnowocześniejszych metod diagnostycznych należy pozytonowa emisyjna tomografia komputerowa – PET/CT.

Oddaję w Państwa ręce krótki przewodnik opisujący zasadę działania i wskazania wykorzystania PET/CT w diagnostyce schorzeń Państwa pacjentów.

Zapraszam do lektury,

kierownik Zakładu Medycyny Nuklearnej
dr hab. n. med. Mirosław Dziuk, prof. nadzw.
Wojskowy Instytut Medyczny
Centralny Szpital Kliniczny MON
Zakład Medycyny Nuklearnej

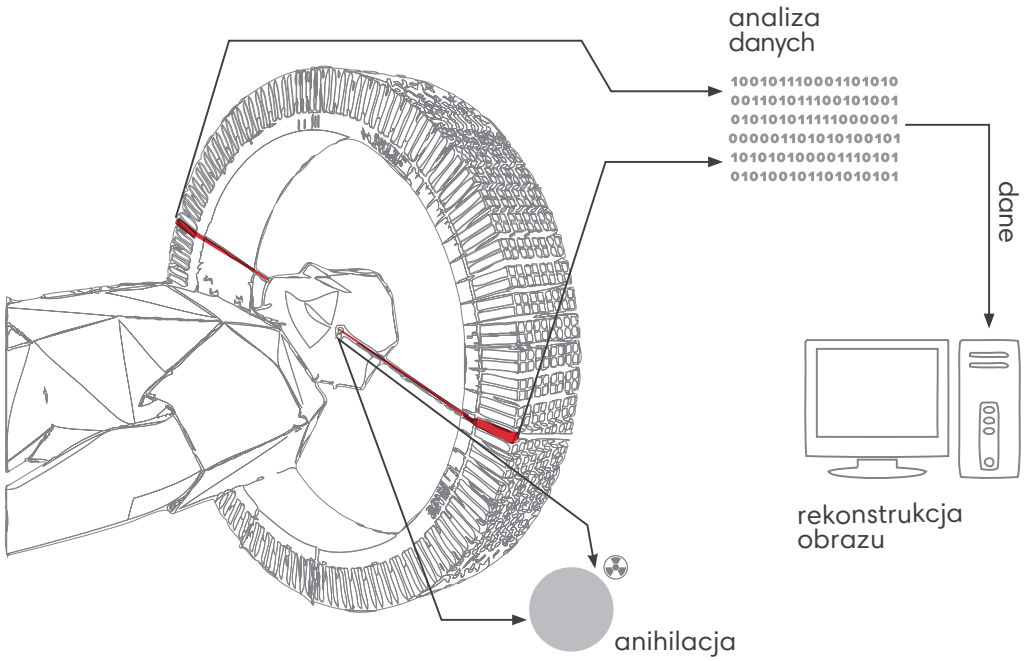
PET/CT – zasada działania

Pozytonowa tomografia emisyjna (PET) to jedna z najnowocześniejszych metod diagnostycznych i należy do szerokiej grupy badań radioizotopowych. Łączy w sobie zalety badań anatomicznych (CT) oraz funkcjonalnych (PET). Dzięki fuzji obrazów PET i CT jesteśmy w stanie nie tylko zobrazować ogniska patologicznego gromadzenia radioznacznika, lecz również z dużą dokładnością zlokalizować ich położenie anatomiczne.

Do badania wykorzystuje się radioznaczniki znakowane izotopami promieniotwórczymi emitującymi pozytony. Pozyton jest korpuskularną formą energii, to znaczy, że posiada masę. Jego masa i ładunek są identyczne jak elektronu – z tą różnicą, że elektron posiada ładunek ujemny, a pozyton dodatni. Pozytony powstają z rozpadu protonów znajdujących się w jądrze atomu. Po rozpadzie w jądrze atomu pozostaje powstały z protonu neutron, natomiast pozyton i cząstka nieposiadająca masy (antyneutrino) emitowane są na zewnątrz.

Po utracie części energii kinetycznej pozyton zderza się z elektronem krążącym po orbicie innego atomu. Podczas zderzenia uczestniczące w nim elektron i pozyton ulegają anihilacji, czyli tracą masę, która wraz z ich energiami przekształcona zostaje w dwa kwanty promieniowania, każdy o energii 511 keV (kiloelektronowoltów), poruszające się w dokładnie przeciwnych kierunkach. Właśnie te kwanty promieniowania „widzi" skaner PET.

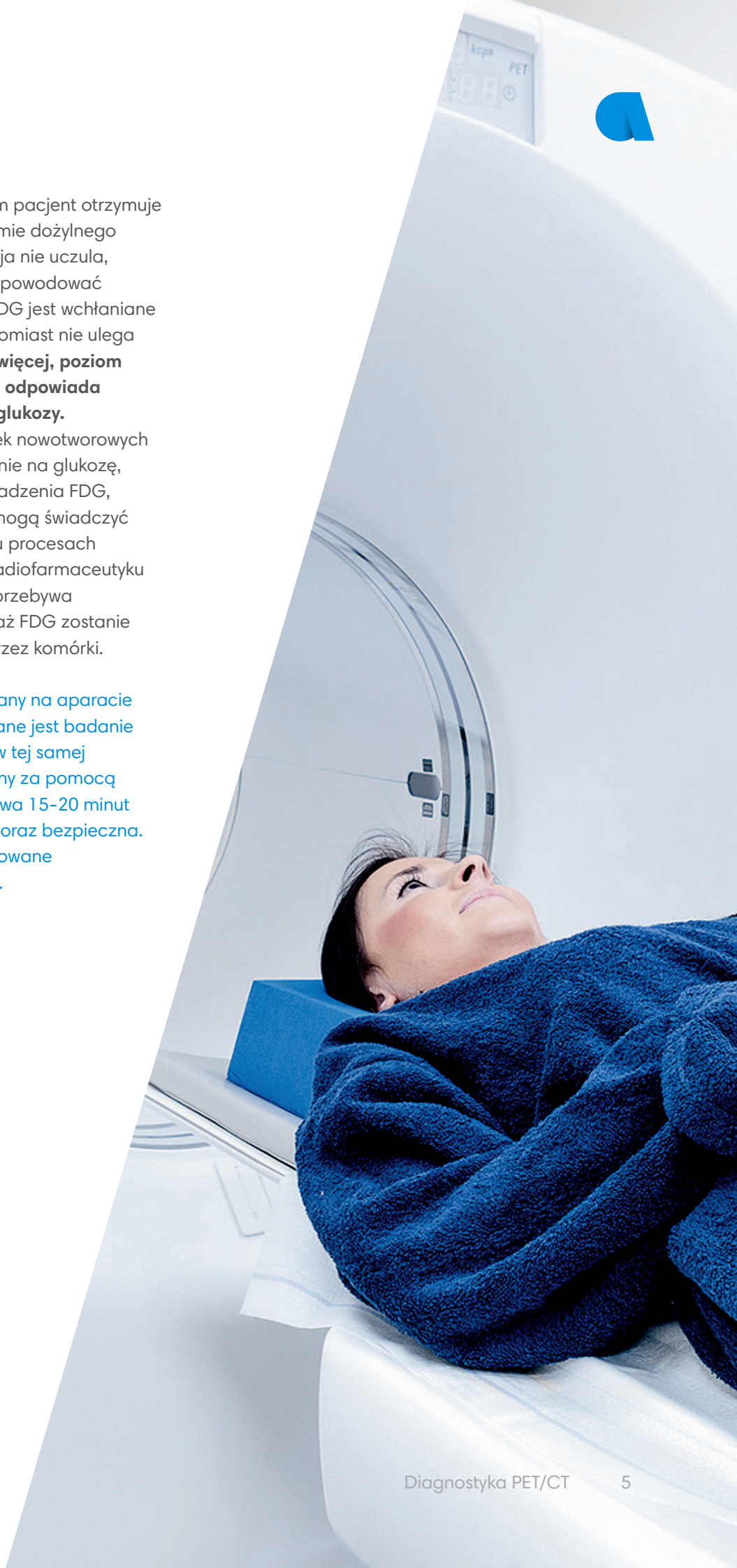
Obecnie jednym z najczęściej stosowanych izotopów emitujących pozytony jest izotop fluoru ^{18}F, który dzięki dosyć długiemu okresowi półtrwania (110 minut) można transportować do bardziej oddalonych od cyklotronu ośrodków PET/CT. Izotopem ^{18}F można znakować różne substancje, dzięki czemu możliwe jest zobrazowanie i zmierzenie ich metabolizmu w organizmie człowieka. Do większości badań PET/CT w Polsce stosuje się radioznacznik ^{18}F-FDG (FDG), który jest analogiem glukozy znakowanym izotopem fluoru emitującego pozytony ^{18}F.



Badanie PET/CT

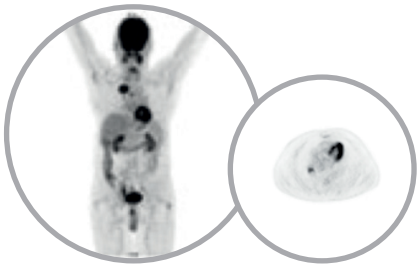
Około godziny przed badaniem pacjent otrzymuje radiofarmaceutyk – FDG w formie dożylnego zastrzyku. Podawana substancja nie uczula, nie zawiera jodu i nie powinna powodować żadnych działań ubocznych. FDG jest wchłaniane przez komórki jak glukoza, natomiast nie ulega dalszemu metabolizmowi. **Co więcej, poziom gromadzenia FDG w komórce odpowiada poziomowi zużycia przez nią glukozy.** Ponieważ jedną z cech komórek nowotworowych jest zwiększone zapotrzebowanie na glukozę, obszary patologicznego gromadzenia FDG, widoczne na obrazie PET/CT, mogą świadczyć o zachodzących w tym miejscu procesach nowotworowych. Po podaniu radiofarmaceutyku pacjent mniej więcej godzinę przebywa w specjalnym pomieszczeniu, aż FDG zostanie rozprowadzone i wchłonięte przez komórki.

Następnie pacjent jest skanowany na aparacie PET/CT. Na początku wykonywane jest badanie CT całego ciała, a następnie, w tej samej pozycji, pacjent jest obrazowany za pomocą kamery PET. Cała procedura trwa 15-20 minut i jest dla pacjenta bezbolesna oraz bezpieczna. Obrazy są następnie rekonstruowane i przesyłane na stację opisową.

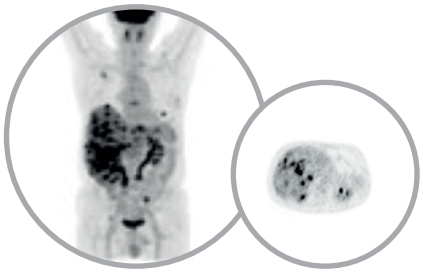


Interpretacja obrazów

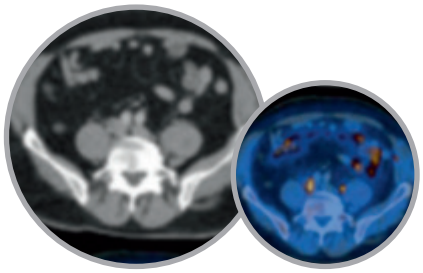
Obraz CT dostarcza lekarzowi informacji o strukturach anatomicznych, co umożliwia bardzo dokładne określenie lokalizacji zmian patologicznych. **Badanie PET uwidacznia zarówno fizjologiczne, jak i patologiczne obszary gromadzenia radioznacznika.** Jednakże na podstawie samego obrazu PET niezwykle trudno jest precyzyjnie określić lokalizację podejrzanej zmiany. Dopiero fuzja obrazów PET i CT zapewnia maksymalną dokładność badania. Ponieważ obydwa badania odbywają się sekwencyjnie na jednym aparacie, pacjent pozostaje w tej samej pozycji, a fuzja obrazów dokonywana jest automatycznie na stacji opisowej. Ze względu na to, że tak jak w przypadku CT i MRI, możemy oglądać go w przekrojach oraz w prezentacjach trójwymiarowych, PET/CT jest również obrazem tomograficznym.



Przypadek 1
Pacjent, lat 77, skierowany na badanie w celu oceny stopnia zaawansowania raka płaskonabłonkowego płuca prawego C34. Wynik badania PET/CT wskazuje na obecność aktywnej metabolicznie zmiany rozrostowej płata górnego płuca prawego, z cechami zajęcia węzłów chłonnych śródpiersia po stronie zmiany, bez zmian o charakterze przerzutów odległych – T2a N2 M0 wg PET/CT – stopień zaawansowania IIIA.



Przypadek 2
Pacjent, lat 61, z rozpoznanym guzem neuroendokrynnym trzustki. Stadium IV wg WHO z objawami zespołu rakowiaka. W badaniu ^{18}F-FDG PET/CT widoczny guz w trzustce oraz liczne przerzuty do wątroby, kości i węzłów chłonnych.



Przypadek 3
Chory, lat 70, z wysokim stężeniem PSA 76 ng/ml. Badanie PET/CT pozwoliło na rozpoznanie raka gruczołu krokowego z przerzutami do węzłów chłonnych i pojedynczym przerzutem w kości krzyżowej.

Badanie PET/CT z 18F choliną jest pomocne w ocenie wyników leczenia raka gruczołu krokowego i przebiegu choroby. Metodę tę można wykorzystać do wykrywania przerzutów do węzłów chłonnych u chorych z nawrotem raka gruczołu krokowego z niewielkim zwiększeniem stężenia PSA, zwłaszcza, jeśli te wartości stopniowo narastają. Wyniki niezależnych badań sugerują, że u chorych z bardzo małym stężeniem PSA, u których stężenie to nie zwiększa się i nie występują objawy czynnego procesu nowotworowego badanie z 18FCH PET/CT może wykluczyć podejrzenie nawrotu miejscowego.

U chorych z rakiem prostaty po radykalnej prostatektomii i/lub po radioterapii badanie z 18FCH umożliwia ocenę efektu stosowanego leczenia.

PET/CT w onkologii

Ponad 95% zastosowań PET/CT dotyczy onkologii. W diagnostyce wielu schorzeń nowotworowych PET/CT stał się metodą z wyboru ze względu na wysoką czułość i swoistość oraz fakt, iż wykonuje się skan całego ciała pacjenta. Główne zastosowania PET/CT w onkologii:

1. Wczesna diagnostyka choroby nowotworowej w przypadku wykrycia podejrzanych zmian (np. diagnostyka pojedynczych guzków płuca). Dzięki wysokiej czułości i swoistości badanie PET/CT umożliwia różnicowanie zmian o wielkości nawet 7 mm.

2. Ocena stopnia zaawansowania choroby nowotworowej w celu doboru optymalnej metody leczenia. Ponieważ PET/CT jest badaniem całego ciała, w połączeniu z innymi badaniami oraz obrazem klinicznym ułatwia dokładną ocenę stadium choroby, włącznie z oceną guza (T), przerzutów odległych (M) oraz zajęcia węzłów chłonnych (N). Dotyczy to głównie pacjentów, u których stwierdzono chorobę nowotworową, i lekarzy, którzy są na etapie planowania terapii.



3. Wczesne wykrycie wznowy procesu nowotworowego. Ponieważ PET/CT umożliwia obrazowanie funkcjonalne, w wielu przypadkach jest w stanie wykryć ogniska nowotworowe, jeszcze zanim w badaniach obrazowych będą widoczne zmiany anatomiczne.

4. Ocena skuteczności leczenia:

- Ocena doszczętności zabiegu. Dzięki obrazowaniu metabolizmu można odróżnić pozostałości nowotworu od zmian powstałych w wyniku zabiegu operacyjnego lub radioterapii.
- Ocena odpowiedzi na leczenie. PET/CT jest w stanie określić zakres odpowiedzi na leczenie (PR, CR, PD, SD) już po pierwszych cyklach chemioterapii. Jest to szczególnie przydatne w monitorowaniu efektów leczenia chłoniaków, gdzie przy braku odpowiedzi na leczenie można bezzwłocznie wdrożyć alternatywną terapię.
- Prognozowanie skuteczności leczenia.

5. Badanie PET/CT może również być pomocne przy planowaniu procedur medycznych:

- Planowanie radioterapii. Badanie PET/CT pokazuje zasięg metaboliczny nowotworu, który często nie idzie w parze z obrazem anatomicznym, przez co pozwala na dokładniejsze określenie parametrów leczenia napromienianiem.
- Identyfikacja miejsca do biopsji. Ułatwia pobranie materiału z najbardziej aktywnej metabolicznie (najbardziej złośliwej) części guza nowotworowego.

PET/CT w kardiologii

Pozytonowa tomografia emisyjna okazała się wyjątkowo użyteczna w ocenie żywotności mięśnia sercowego u chorych z upośledzoną funkcją lewej komory. Kardiolog często staje przed trudną decyzją co do strategii dalszego postępowania (leczenie zachowawcze czy rewaskularyzacja), otrzymując niejednoznaczne wyniki z badania echokardiograficznego, próby wysiłkowej albo farmakologicznej lub scyntygrafii perfuzyjnej. Szczególnie trudna jest ocena żywotności mięśnia hibernowanego. Idealnym rozwiązaniem jest wykonanie badania PET z użyciem fluorodeoksyglukozy.

Pozwala ono jednoznacznie stwierdzić, które segmenty lewej komory mają zachowaną aktywność metaboliczną (a więc posiadają żywe kardiomiocyty), i przewidzieć powrót jego funkcji po leczeniu zabiegowym. Ma to szczególne znaczenie na powrót regionalnej i globalnej funkcji lewej komory. Złotym standardem do oceny żywotności mięśnia sercowego jest FDG-blood flow mismatch, czyli wykazanie metabolizmu glukozy w obszarach o upośledzonej perfuzji lub jej braku w badaniu scyntygraficznym. Wartość predykcyjna co do poprawy funkcji danego regionu po rewaskularyzacji sięga 90%.

Do badania perfuzyjnego również możemy wykorzystać skaner PET. Wystarczy użyć amoniaku znakowanego azotem lub cząsteczek wody z odpowiednim izotopem tlenu (O15). Przewagą tej techniki nad innymi metodami oceny perfuzji jest możliwość dokładnego ilościowego pomiaru objętości krwi perfundującej interesujący nas segment lewej komory (myocardium).

PET/CT w neurologii

Obecnie najczęściej w badaniach mózgu wykorzystuje się FDG, aby zmierzyć współczynnik metabolizmu glukozy (cerebral metabolic rate for glucose – CMRGlc) oraz wodę znakowaną tlenem, by móc dokładnie obliczyć regionalny mózgowy przepływ krwi (regional cerebral blood flow – rCBF). **Parametry te znajdują zastosowanie w badaniu wielu schorzeń o podłożu neurologicznym.**

Jednym z najważniejszych zastosowań PET w neurologii jest różnicowanie demencji. Zastosowanie tomografii pozytonowej pozwala np. wykryć ogólne upośledzenie CMRGlc, ze szczególnie nasilonymi zmianami w płatach ciemieniowych i skroniowych. Obraz taki, zwłaszcza u osób poniżej 65 roku życia, pozwala z dużą pewnością rozpoznać chorobę Alzheimera na mniej więcej 13 miesięcy przed spełnieniem kryteriów NINCDS-ADRDA. Oczywiście, nie jest to obraz patognomoniczny. W różnicowaniu pomocne jest wyliczanie współczynnika mesocortex/neocortex, obserwacja intensywności metabolizmu glukozy w obszarach sensomotorycznych, kory wzrokowej, pnia mózgu i móżdżku. Obiecującym polem zastosowania PET w chorobie Alzheimera jest selekcja pacjentów do odpowiedniej farmakoterapii oraz monitorowanie efektów leczenia. Według niektórych autorów PET jest najczulszym narzędziem różnicującym otępienie pochodzenia naczyniowego (np. multi-infarct dementia) od innych jego rodzajów.



Wskazania do badania PET/CT refundowanego przez NFZ

Ośrodki affidea posiadają kontrakty z Narodowym Funduszem Zdrowia na wykonywanie badań PET/CT. W celu skierowania pacjenta na badanie należy wypełnić druk skierowania i skontaktować się z jednym z naszych ośrodków.

Skierowanie musi być wystawione przez lekarza specjalistę.

Badania PET/CT należą do grupy świadczeń odrębnie kontraktowanych i są w pełni refundowane przez NFZ, nie obciążają placówki kierującej nawet w przypadku, gdy pacjent jest w trakcie hospitalizacji.

Choroby nowotworowe

- **Pojedynczy guzek płuca** o średnicy >1 cm, w celu różnicowania pomiędzy jego łagodnym i złośliwym charakterem, 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 neuroendokrynnych lub rozpoznanych wcześniej przerzutów odległych).
- **Niedrobnokomórkowy rak płuca,** w celu oceny resztkowej choroby po indukcyjnej chemioterapii.
- **Chłoniak Hodgkina i chłoniaki nieziarnicze,** w celu wstępnej oceny stopnia zaawansowania lub oceny skuteczności chemioterapii albo 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 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.
- **Czerniaki** 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 Ca 125 lub niejednoznacznych wyników badań obrazowych).

- **Nowotwory nabłonkowe głowy i szyi,** w celu wczesnego rozpoznania nawrotu i w ocenie miejscowo-regionalnego zaawansowania, jeżeli wyniki innych badań nie są jednoznaczne.
- **Nowotwory złośliwe 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 ogniska nawrotu (niezbędne wcześniejsze wykonanie scyntygrafii 131I).
- **Podejrzenie przerzutów do kości,** jeżeli inne badania nie pozwalają zlokalizować ogniska nawrotu nowotworu (preferowany znacznik ^{18}F).
- **Planowanie radykalnej radioterapii o modulowanej intensywności wiązki,** w celu oceny rozkładu żywotnych komórek nowotworowych, hipoksji lub poliferacji guza, jeżeli inne badania nie pozwalają na dokonanie takiej oceny.
- **Nowotwory 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.
- **Mięsaki,** 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.
- **Nowotwory podścieliska przewodu pokarmowego** (GIST), w celu monitorowania odpowiedzi na molekularnie ukierunkowane leczenie.
- **Przerzuty o nieznanym punkcie wyjścia,** w celu lokalizacji guza pierwotnego, jeżeli nie jest to możliwe przy użyciu innych dostępnych badań.

Choroby serca: badania perfuzyjne serca

- **Podejrzenie choroby niedokrwiennej** w grupie chorych o pośrednim ryzyku zachorowania, jeśli inne badania diagnostyczne (w tym szczególnie badanie perfuzyjne SPECT) nie pozwalają na jednoznaczne określenie rozpoznania – jako badanie rozstrzygające.
- **Podejrzenie choroby niedokrwiennej** w grupie chorych o pośrednim ryzyku zachorowania, jeśli czynniki obiektywne wskazują na możliwość uzyskania fałszywego obrazu w klasycznych badaniach SPECT (otyłość, mastektomia, duży biust, wszczepy, inne) – jako badanie podstawowe.

Badanie w kierunku oceny żywotności mięśnia sercowego

- U chorych po zawale serca kwalifikowanych do rewaskularyzacji.

Choroby układu nerwowego

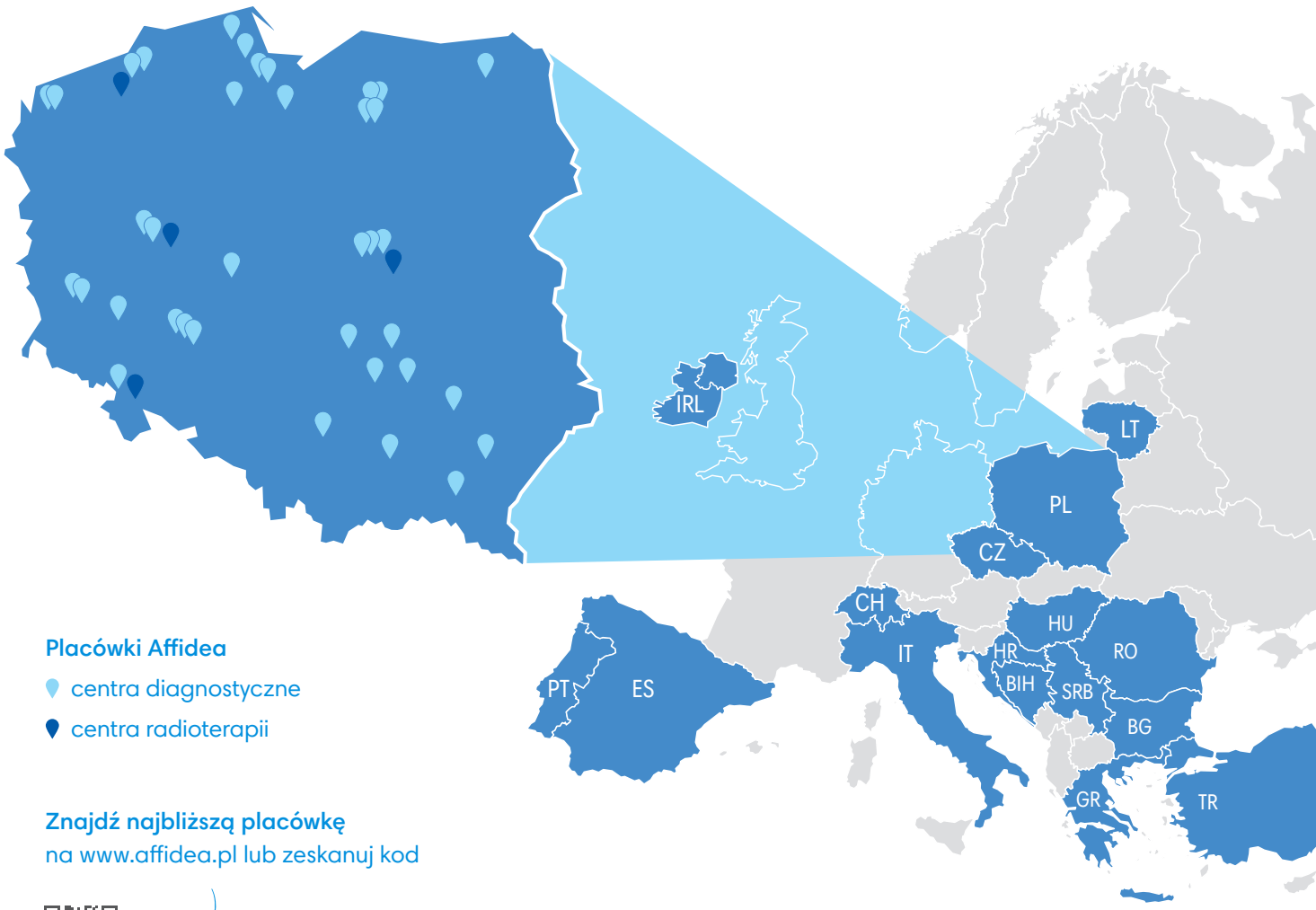
- Rozpoznana **padaczka lekooporna** z planowanym leczeniem operacyjnym.

PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

Buck A.E. et al. „Economic Evaluation Of PET and PET/CT in Oncology: Evidence and Methodologic Approaches", Journal of Nuclear Medicine, Vol. 51, pp. 401-412, August 2009	Analiza wykazała, iż badania PET/CT są zarówno klinicznie, jak i ekonomicznie uzasadnione w diagnostyce niedrobnokomórkowego raka płuca, różnicowania pojedynczych guzków płuca, oceny stopnia zaawansowania chłoniaków ziarniczych i nieziarniczych oraz raka jelita grubego. Autorzy zalecają wykonanie podobnej analizy dla innych schorzeń, m.in. raka piersi, czerniaka złośliwego, raka przełyku i żołądka, nowotworów głowy i szyi oraz mięsaków.
Gamez C. et al. „PET/CT Fusion Scan in Lung Cancer: Current Recommendations And Innovations", Journal of Thoracic Oncology, Vol. 1, Iss. 1, pp. 74-77, January 2006	Autorzy sugerują, iż badanie PET/CT ma potencjał, aby stać się głównym badaniem w diagnostyce nowotworów płuc. Z przeglądu literatury wynika, iż badanie PET/CT jest dokładniejsze niż korejestracja badań PET i CT oraz samego CT z kontrastem. W szczególności poprawia staging cechy T3 oraz T4. Badanie PET/CT jest bardzo czułe w ocenie węzłów chłonnych śródpiersia. Jako że to badanie całego ciała – jest to najlepsze badanie do poszukiwania przerzutów odległych (poza obszarem mózgu). PET/CT znajduje coraz to nowe zastosowania w prognozowaniu wyników leczenia, monitorowaniu terapii oraz planowaniu radioterapii.
Hilner B.E. et al. „Relationships Between Cancer Type and Impact of PET and PET/CT On Intended Management (...)", Journal of Nuclear Medicine, Vol. 49, No. 12, Pp. 1928-1935, December 2008	Analiza danych z 40 863 badań PET z amerykańskiego National Oncologic PET Registry wykazała, że wynik badania PET zmienił zamierzone postępowanie terapeutyczne u 38% pacjentów (decyzja: leczenie paliatywne lub radykalne). Analiza wykazała, iż wpływ wyniku badania PET na postępowanie terapeutyczne był znaczący we wszystkich rodzajach nowotworów. Największy odsetek zmiany terapii odnotowany został w przypadku szpiczaka mnogiego (48%), raka jajnika (41,5%), drobnokomórkowego raka płuca (41,2%) oraz raka trzustki (39%).
Schaefer N.G. et al. „Non Hodgkin Lymphoma and Hodgkin Diesease: Coregistered FDG PET and CT at Stagin and Restaging (...)", Radiology, Vol. 232, pp. 823-829, September 2004	Autorzy dokonali retrospektywnej analizy celem porównania metod PET/CT oraz klasycznej tomografii komputerowej z kontrastem w ocenie stopnia zaawansowania pacjentów z chłoniakami ziarniczymi i nieziarniczymi. PET/CT wykazał się wyższą czułością i swoistością w ocenie zajęcia wezłów chłonnych i organów. Na podstawie analizy autorzy artykułu wykazali czułość badania PET/CT na poziomie 94%, a swoistość 100%.

Nasza nazwa – **AFFIDEA** – w pełni odzwierciedla wszystkie wartości, którymi się kierujemy. Włoskie słowo **affinita** oznacza budowanie relacji i więzi z drugim człowiekiem. **Fide** pochodzi z łaciny i wyraża wiarę oraz zaufanie. **Idea** jest tym, co każe nam nieustannie się rozwijać i poszukiwać najlepszych rozwiązań. Jesteśmy już w **16 krajach** Europy!

A_U_PETCT_dla_lekarzy_v2_26042017



Placówki Affidea

- centra diagnostyczne
- centra radioterapii

Znajdź najbliższą placówkę
na www.affidea.pl lub zeskanuj kod

Umów się na badanie:

- affidea.pl
- 22 44 11 111

Odbierz wyniki online:

- affidea.pl/wyniki-online
- Wi-Fi w każdej placówce

QUALITY SYSTEM CERTIFICATION DNV·GL ISO 9001

affidea Polska