

Pozytonowa tomografia emisyjna (PET) z użyciem F-18-fluorodeoksyglukozy (FDG) należy do najnowszych metod czynnościowego obrazowania całego ciała, tułowia lub wybranego narządu. W diagnostyce onkologicznej metoda wykorzystuje zwiększony wychwyty radioizotopu pozytonowego przez komórki nowotworowe. Połączenie skanerów FDG-PET i tomografii komputerowej (CT) zwiększa możliwości diagnostyczne badania. PET i PET/CT znajduje coraz większe zastosowanie u chorych z nowotworami złośliwymi przewodu pokarmowego, szczególnie jelita grubego, przełyku i trzustki. Celem pracy była retrospektywna ocena badania PET/CT u 22 chorych z rakiem żołądka. U 12 chorych wskazaniem do badania było podejrzenie wznowy raka żołądka po leczeniu operacyjnym, u 5 chorych ocena zaawansowania choroby przed leczeniem operacyjnym, u 4 chorych ocena po zakończeniu leczenia oraz u 1 chorego ocena skuteczności chemioterapii. Ogniska wzmożonej utylizacji glukozy (wychwyty FDG) stwierdzono u 9 chorych. U 7 chorych rozpoznano wznowę procesu nowotworowego po zakończeniu leczenia, a u 2 potwierdzono pierwotnego raka żołądka. W 1 przypadku badanie wykazało skuteczność chemioterapii. Poprawność wyników PET/CT oceniono na podstawie obserwacji klinicznej chorych, badań dodatkowych (radiogram klatki piersiowej, badanie ultrasonograficzne i CT jamy brzusznej, badanie histopatologiczne) oraz oceny śródoperacyjnej. U 9 chorych wynik PET/CT był pozytywnie dodatni, u 3 fałszywie ujemny, a u pozostałych chorych pozytywnie ujemny. Zwrócono uwagę na zależność wyników badań od budowy histopatologicznej guza, ich przydatność w ocenie stopnia zaawansowania choroby oraz przy podejmowaniu decyzji terapeutycznych. Badanie PET/CT w wybranych przypadkach raka żołądka znajduje zastosowanie w ocenie stopnia zaawansowania pierwotnego guza, rozpoznaniu wznowy, ocenie stopnia zaawansowania nawrotu choroby oraz monitorowaniu leczenia. Pierwsze własne doświadczenia uzasadniają ocenę badania PET/CT u chorych na raka żołądka w badaniach prospektywnych.

Słowa kluczowe: pozytonowa tomografia emisyjna, tomografia komputerowa, połączenie obrazów, rak żołądka.

Połączenie pozytonowej tomografii emisyjnej z tomografią komputerową (PET/CT) u chorych na raka żołądka – pierwsze własne doświadczenia

Our first experience with combined positron emission tomography and computed tomography (PET/CT) in patients with gastric cancer

Zbigniew Kula¹, Jarosław Szefer², Tomasz Pietrzak², Zdzisław Zuchora²

¹Poradnia Gastroenterologiczna z Pracownią Endoskopową, Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy

²Zakład Medycyny Nuklearnej, Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy

Rak żołądka (RŻ) należy do grupy najczęściej występujących nowotworów złośliwych na świecie. W Polsce zajmuje 3. miejsce wśród przyczyn zgonów z powodu chorób nowotworowych [1]. Chociaż obserwuje się postęp w leczeniu chirurgicznym i chemioterapii, rokowanie w raku żołądka pozostaje złe. Nadziej na poprawę wyników leczenia należy wiązać z wczesnym rozpoznawaniem, leczeniem skojarzonym oraz nowymi technikami diagnostycznymi. Pozytonowa tomografia emisyjna (*positron emission tomography* – PET) jest nową, nieinwazyjną metodą czynnościowego obrazowania całego ciała, tułowia lub określonego narządu po dożylnym podaniu radioizotopu pozytonowego. Najczęściej używanym radiofarmaceutyką jest pochodna glukozy znakowana izotopem fluoru F-18-fluorodeoksyglukoza (FDG). Z tego powodu nazwa PET oznacza najczęściej badanie FDG-PET. Zastosowanie innych radioizotopów wymaga ich dokładnego określenia. W onkologii metoda wykorzystuje zjawisko zwiększonej utylizacji glukozy w komórkach nowotworowych [2]. Zwiększony wychwyty FDG, który do etapu fosforylacji zachowuje się w organizmie podobnie jak glukoza, może być uwidoczniony poprzez rejestrację promieniowania pozytonowego w miejscu nieprawidłowego gromadzenia znacznika. Połączenie skanerów PET i tomografii komputerowej (*computed tomography* – CT) znacznie poprawia możliwości diagnostyczne (PET/CT) [3]. Fuzja obrazów PET i CT poza oceną czynnościową dostarcza informacji o położeniu anatomicznym i charakterze guza. Aktualnie PET znajduje zastosowanie głównie w obrazowaniu nowotworów płuca, jelita grubego, przełyku, głowy i szyi (bez raka nosogardzieli), piersi, chłoniaka, czerniaka, raka dróg żółciowych i różnych typów mięsaków [4]. Wyniki PET wykazują mniejszą czułość i swoistość w rozpoznawaniu innych nowotworów. W RŻ przydatność badania FDG-PET jest obecnie przedmiotem badań i nie jest ostatecznie ustalona.

Celem pracy była wstępna, retrospektywna ocena fuzji obrazów PET/CT u chorych z rakiem żołądka w materiale własnym.

Materiał i metody

Od marca 2003 do maja 2004 r. w Zakładzie Medycyny Nuklearnej Centrum Onkologii w Bydgoszczy wykonano 23 badania PET/CT u 22 chorych na RŻ, 12 kobiet i 10 mężczyzn. Wiek chorych wynosił od 45 do 76 lat (średnio 56,7). U 12 chorych wskazaniem do badania było podejrzenie wznowy RŻ, u 5 chorych ocena stopnia zaawansowania nowotworu przed leczeniem operacyjnym, u 4 chorych ocena po zakończeniu leczenia operacyjnego i chemioterapii oraz u 1 chorego ocena skuteczności chemioterapii. Badania wy-

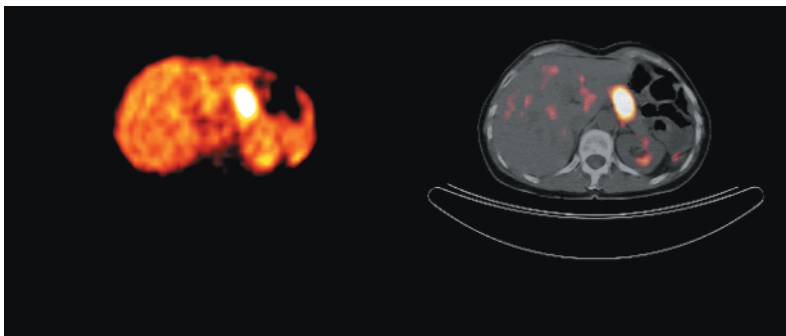
The application of positron emission tomography (PET) using F-18-fluorodeoxyglucose (FDG) is the latest method of functional imaging of the human body, trunk, or selected human organs. In oncology diagnostics, it uses the enlarged uptake of positron radiotracer, by cancer cells. FDP-PET scanning and computed tomography (CT) offer wider diagnostic possibilities. FDG-PET and PET/CT are used more and more frequently in patients having gastrointestinal malignancies, especially colorectal, esophageal and pancreas carcinoma. This paper is a retrospective assessment of PET/CT fusion images in 22 patients with gastric cancer. The reason for this diagnosis in 12 out of 22 patients was suspicion of recurrent gastric cancer after surgery, in 5 cases - cancer progression assessment before surgery, in 4 - assessment after the end of treatment, in one of them - assessment of chemotherapy efficacy. Focal increased FDG uptake was found in 9 patients. In 7 patients recurrent gastric cancer after treatment was observed and in one patient - primary gastric cancer. Correctness of PET/CT scan was assessed on the basis of clinical remarks of patients, additional examination (chest roentgenogram, abdomen cavity ultrasonography and CT, histopathological examination) and intraoperative examination. In 9 patients PET/CT was true positive, in 3 patients - false negative, and in all the other - true negative. A correlation between scan results and a histopathological structure was noticed. PET/CT image in selected patients with gastric cancer provides a useful diagnostic method of primary staging and detection of a recurrent disease, restaging and treatment monitoring. First primary experiences justify the assessment of PET/CT findings in patients with gastric cancer for a prospective study.

Key words: positron emission tomography, computed tomography, image fusion, gastric cancer.

konywano aparatem Biograph firmy Siemens przez 60–90 min od dożylnego podania ok. 370 MBq FDG. Warunkiem podania radioizotopu było stężenie glukozy poniżej 8,4 mmol/l. Po podaniu FDG chory odpoczywał w odosobnieniu przez godzinę oraz wypijał ok. 1 l wody mineralnej. Badaniu skanem PET/CT poddawano ciało chorego od poziomu oczodołów do okolicy poniżej pośladków. Obliczano standardową wartość wychwytu (*standard uptake value* – SUV) (SUV = aktywność promieniowania w badanym obszarze w mCi/ml/dawka radioizotopu otrzymana przez badanego w mCi/masa ciała badanej osoby w kg) [5]. Poza tym szczegółowo analizowano dokumentację chorych, odnotowując wyniki badania endoskopowego górnego odcinka przewodu pokarmowego (GFS), badania histopatologicznego (HP), badania ultrasonograficznego (USG), radiogramu klatki piersiowej (RTG), CT, badania rezonansem magnetycznym (*magnetic resonance imaging* – MRI), badanie histopatologiczne (HP) oraz przebieg kliniczny (*follow-up*) i stosowane leczenie. Na tej podstawie w okresie od 9 do 18 mies. (średnio 13,5 mies.) od badania PET/CT oceniono poprawność uzyskanych wyników PET/CT.

Wyniki

W badaniu PET/CT ogniska wzmożonej utylizacji glukozy stwierdzono u 9 chorych, w tym u 2 chorych ogniska mnogie (wątroba, powłoki jamy brzusznej, węzły chłonne jamy brzusznej, śródpiersie i okolica nadobojczykowa prawa, kości). U pozostałych chorych stwierdzono ogniskowy, wzmożony wychwyt FDG, wskazujący na wznową miejscową, przerzuty do płuca, węzłów chłonnych śródpiersia, węzłów chłonnych jamy brzusznej i do trzustki. Na podstawie obserwacji klinicznej, badań dodatkowych (RTG, USG, GFS, CT, MRI, HP) i oceny śródoperacyjnej ostateczne rozpoznanie RŻ ustalono u 12 chorych. U pozostałych 10 chorych wyniki PET/CT był pozytywnie ujemne. Nie stwierdzono wyników fałszywie dodatnich. Charakterystykę chorych z rozpoznaniem wtórnym lub pierwotnym RŻ przedstawiono w tab. 1. U 7 chorych z rozpoznaniem nawrotu RŻ wynik badania był pozytywnie dodatni. Jedna osoba została zakwalifikowana do leczenia operacyjnego – wycięcie trzonu i ogona trzustki z powodu pojedynczego przerzutu (ryc. 1). U 2 chorych z rozpoznaną wznową odstąpiono od planowanego leczenia operacyjnego z powodu większego zaawansowania choroby nowotworowej niż to wynikało z innych badań obrazowych (RTG, USG, CT) (ryc. 2.). Wśród 5 chorych z pierwotnym RŻ wynik badania PET/CT u był 2 chorych pozytywnie dodatni, a u 3 chorych fałszywie ujemny. U 1 chorego z rozpoznaniem pierwotnym RŻ wynik badania PET/CT był zgodny z oceną pooperacyjną stopnia zaawansowania choroby nowotworowej (ryc. 3.). U 3 chorych stwierdzono guzy nieresekcyjne (laparotomia zwiadowcza). W 1 przypadku odstąpiono od leczenia opera-



Ryc. 1. Chora (3), lat 56, po operacji i chemioterapii z powodu raka żołądka. Obraz CT i FDG-PET/CT jamy brzusznej w przekroju poprzecznym. W rzucie trzustki widoczne ognisko silnego wychwytu FDG

Fig. 1. Patient (3) female, 56 years old, after surgery and chemotherapy of gastric cancer. A transaxial CT and PET/CT images of abdomen cavity. In pancreas projection, there is a focal FDG uptake

Tabela 1. Charakterystyka chorych z rozpoznaną wznową raka żołądka (chorzy 1–7) i pierwotnym rakiem żołądka (chorzy 8–12). Wyniki badań FDG-PET/CT (1–9 wyniki pozytywnie dodatnie, 10–12 fałszywie ujemne)

Table 1. Patients' characteristics with identification of recurrent (1-7) and primary gastric cancer (8-12). Results PET/CT images (1-9 true positive, 10-12 false negative)

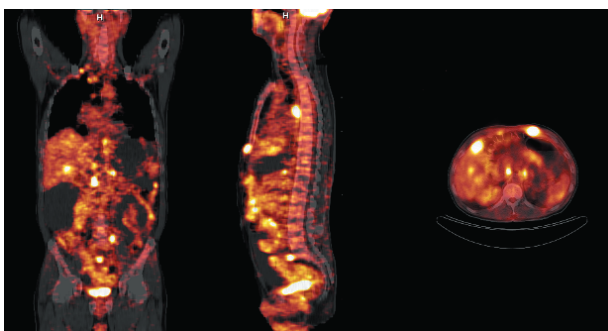
Chory	Płeć	Wiek (w latach)	Klasyfikacja Borrmanna	Badanie histopatologiczne	Wg Laurena	Rok operacji	Główna lokalizacja guza	Maksymalna wartość SUV
1	K	50	?	adenoca G2	jelitowy	1999	zespolecie	15,3
2	M	55	II	adanoca G3	jelitowy	2003	wątroba	11,7
3	K	56	?	adenoca G2	jelitowy	2000	trzustka	9,1
4	M	53	?	adenoca G2	jelitowy	2000	kość krzyżowa	22,2
5	M	66	II	adenoca exulcerans	jelitowy	2001	węzły chłonne śródpiersia	5,9
6	K	61	IV	adenoca partim mucocel.G1	rozlany	2003	węzły chłonne jamy brzusznej	7,2
7	M	65	III	adenoca G3	jelitowy	2002	płuca	3,9
8	K	53	IV	adenoca G1	rozlany	2003	trzon	7,1
9	M	59	III	adenoca partim mucocel.G3	jelitowy	2004	tylna ściana żołądka	15,1
10	K	52	IV	adenoca G1	rozlany	2004	trzon i wpust	5,8
11	K	58	II	adenoca G1	jelitowy	2004	trzon	0,0
12	K	48	IV	adenoca G1	rozlany	2004	trzon	0,0

cyjnego z powodu nowotworowego zapalenia jamy otrzewnej nierozpoznanego w badaniu PET/CT, a potwierdzonego badaniem cytologicznym płynu otrzewnego. U 1 chorego ze wznową RŻ badanie PET/CT wykonano ponownie w trakcie chemioterapii, stwierdzając zmniejszenie ognisk przerzutowych w płucach i zmniejszenie wartości SUV (z 3,9 do 3,0). Średnia wartości SUV

w przypadkach RŻ typu jelitowego i typu rozlanego wynosiła odpowiednio 6,7 i 4,8. Największe wartości SUV stwierdzono w przypadku przerzutów RŻ do kości krzyżowej (22,2) (tab. 1.).

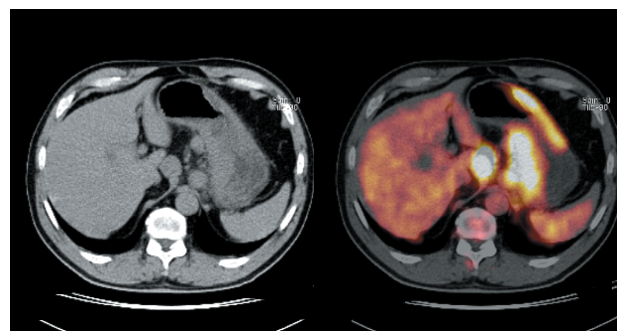
Omówienie

Badanie PET znajduje coraz szersze zastosowanie w diagnostyce i leczeniu nowotworów przewodu pokarmowego. Według konsensusu niemieckiego, metoda ma ustaloną przydatność kliniczną w ocenie zaawansowania raka jelita grubego u osób z podejrzeniem nawrotu choroby, ocenie stopnia



Ryc. 2. Chory (2), lat 55, po operacji i chemioterapii uzupełniającej z powodu raka żołądka. Obraz FDG-PET tułowia w projekcji czołowej i strzałkowej oraz jamy brzusznej w przekroju poprzecznym przedstawia odległe przerzuty. Ogniska wzmożonego metabolizmu glukozy widoczne w śródpiersiu tylnym (węzły chłonne), powłokach jamy brzusznej i klatki piersiowej, wątrobie, jamie brzusznej oraz przestrzeni zaotrzewnowej

Fig. 2. Patient (2) male, 55 years old, after surgery and chemotherapy of gastric cancer. Coronal and sagittal FDG-PET images of the trunk and the transaxial image of the abdomen cavity show distant metastases. Focal FDG uptake is in back mediastinum (abnormal lymph nodes), chest and abdominal wall, liver, abdomen cavity and retroperitoneal space



Ryc. 3. Chory (9), lat 59, ocena zaawansowania raka żołądka przed leczeniem operacyjnym. Obraz FDG-PET i FDG-PET/CT jamy brzusznej w przekroju poprzecznym. Widoczny wzmożony wychwyty FDG w ścianie żołądka oraz w okolicy wnęki wątroby (węzły chłonne)

Fig. 3. Patient (9) male, 59 years old, presurgical staging. A transaxial PET and PET/CT image of abdomen cavity. There is a focal FDG uptake in the gastric wall and also hilus of the liver (abnormal lymph nodes)

zawansowania raka przełyku, różnicowaniu raka trzustki i zapalenia trzustki oraz diagnostyce wznowy raka trzustki [4]. Wraz z rozwojem metody podejmowane są również próby oceny PET u chorych z RŻ. De Potter i wsp. [6] w pierwszych retrospektywnych badaniach 33 chorych z podejrzeniem wznowy RŻ wykazali niską czułość (70 proc.) i specyficzność (69 proc.) PET w porównaniu z badaniem CT. Mochiki i wsp. [7] u 85 chorych z RŻ oceniali przydatność badania PET do oceny zaawansowania choroby przed leczeniem operacyjnym. U 75,2 proc. chorych stwierdzili zgodność wyników PET z badaniem CT jamy brzusznej. Natomiast Jadvar i wsp. [8] u 12 badanych chorych uzyskali 5 wyników pozytywnie dodatnich, 6 pozytywnie negatywnych i 1 fałszywie ujemny.

Przyczyną niskiej czułości i specyficzności badań PET w RŻ może być zależność wychwytu FDG od budowy histopatologicznej guza. Raki śluzowokomórkowe i raki śluzowe charakteryzują się stosunkowo małym metabolizmem glukozy [10, 11]. Powodem tego może być mniejsza ekspresja transportera glukozy typu 1 w tych nowotworach, który w raku śluzowokomórkowym stwierdzany jest w 2 proc., a w raku śluzowym 6,3 proc. komórek guza. Obecność tego białka transportowego w guzie skojarzona jest także z większą agresywnością nowotworu (naciekanie okolicznych tkanek, przerzuty) oraz ze znamienne krótszym okresem przeżycia chorych [11]. W naszych badaniach u 2 chorych stwierdzono gruczolakoraka częściowo o budowie raka śluzowokomórkowego. Wyniki badań PET/CT u obu chorych były dodatnie prawdopodobnie z powodu mieszanej budowy tych nowotworów. Zastosowanie PET w przypadku raka śluzowokomórkowego i śluzowego żołądka może być jednak ograniczone. Przyjmuje się, że większym wychwytem FDG charakteryzują się gruczolakoraki żołądka o wysokim i średnim stopniu zróżnicowania, natomiast słabym wychwytem gruczolakoraki o małym stopniu zróżnicowania. W naszych badaniach potwierdzono przydatność badania PET/CT u chorych z gruczolakorakami o średnim i wysokim stopniu zróżnicowania. Zwracamy jednak uwagę, że w 2 przypadkach raka żołądka o wysokim stopniu zróżnicowania wynik badania PET/CT był fałszywie ujemny.

Dotychczasowe badania PET wykazały większą czułość metody w rozpoznaniu raka zaawansowanego typu I, II i III wg klasyfikacji endoskopowej Borrmanna [9]. W przypadku raka wrzodziejącego zaobserwowano zwiększony wychwyt radioznacznika w samym owrzodzeniu, co może być związane także z obecnością w jego dnie makrofagów i tkanki ziarninowej [12]. W naszych badaniach u 1 chorego z rakiem włóknistym (*linitis plastica*) uzyskano wynik pozytywnie dodatni, zaś w drugim przypadku fałszywie ujemny. Może to potwierdzać mniejszą przydatność badania PET w rakach typu IV wg Borrmanna.

Mochiki i wsp. [7] stwierdzili, że wychwyt FDG zależał znamienne od głębokości naciekania, wielkości guza i przerzutów do węzłów chłonnych. Badanie PET było mniej czułe niż badanie CT w ocenie zajęcia okolicznych węzłów chłonnych (odpowiednio 23,3 i 65 proc.). Autorzy dodatkowo stwierdzili, że czas przeżycia chorych był znamienne krótszy, gdy wychwyt FDG był większy (SUV>4). Również Zacharias i wsp. [13] wykazali dużą przydatność PET w roz-

poznawaniu przerzutów odległych w raku wpustu i przełyku, natomiast mniejszą skuteczność w rozpoznawaniu przerzutów do okolicznych węzłów chłonnych.

W naszych badaniach u chorych, u których oceniano stopień zaawansowania pierwotnego RŻ, przed leczeniem operacyjnym wynik PET/CT był zgodny z oceną śródoperacyjną i badaniem histopatologicznym tylko u 1 chorego. U pozostałych 2 chorych stopień zaawansowania choroby był większy niż to wynikało z badania PET/CT. Natomiast w przypadku oceny zaawansowania choroby u chorych ze stwierdzoną wznową RŻ wynik badania PET/CT miał wpływ na decyzję zaniechania leczenia operacyjnego u 2 chorych, z powodu stwierdzenia przerzutów odległych. Potwierdza to opinię, że wykonanie badania PET/CT pozwala na dokładniejszą ocenę stopnia zaawansowania nawrotu choroby nowotworowej (*restaging*) i odstąpienie od niepotrzebnych laparotomii zwiadowczych. Takie postępowanie, mimo wysokich kosztów pojedynczego badania, może zmniejszyć całkowity koszt leczenia chorych.

Yoshioka i wsp. [14] oceniali przydatność badania PET u 42 chorych z zaawansowanym rakiem żołądka. Wartość metody była duża w przypadku oceny pierwotnego ogniska, przerzutów do wątroby, węzłów chłonnych i płuca, natomiast mniejsza w przypadku przerzutów do kości oraz nowotworowego zapalenia otrzewnej i opłucnej. Stwierdzone wartości SUV były wyższe w gruczolakorakach o wysokim stopniu zróżnicowania. Również w naszych badaniach najwyższe wartości SUV obserwowano w przypadku przerzutów gruczolakoraków o wysokim stopniu zróżnicowania. W 1 przypadku zobrazowania przerzutu do trzustki możliwe było radykalne leczenie operacyjne. W naszych badaniach, podobnie jak w badaniach Stahl i wsp. [9], wartości SUV były większe w przypadku raków typu jelitowego (średnio 6,7) niż rozlanego (średnio 4,8).

W 2 przypadkach rozlany wychwyt w żołądku interpretowano jako prawidłowy, mimo stosunkowo wysokich wartości SUV. Wiąże się to ze stwierdzeniem podobnych wyników u osób, u których nie wykazano zmian endoskopowych. W warunkach fizjologicznych można obserwować zwiększoną radioaktywność w obrębie żołądka, która może być związana z połykaniem śliny oraz odpowiedzią motoryczną narządu na wypitą przed badaniem wodę i stres związany z badaniem. Trudności w interpretacji wyników, zwłaszcza dotyczących narządów o czynności perystaltycznej, mogą być również związane z opóźnieniem obrazowania PET w stosunku do CT. Uważamy, że chorzy z wątpliwymi wynikami badania PET/CT żołądka powinni być poddani badaniu endoskopowemu z pobraniem licznych wycinków do oceny histopatologicznej. Metoda może być także przydatna w wyznaczeniu miejsca gastrobiopsji w przypadku prawidłowego obrazu endoskopowego [15].

U chorych z rakiem żołądka badanie PET umożliwia monitorowanie skuteczności leczenia. Znajduje zastosowanie głównie w ocenie terapii neoadjuwantowej u chorych z rakiem o wysokim i średnim stopniu zróżnicowania. Przyjmuje się, że jeżeli po 14 dniach chemioterapii gromadzenie FDG w guzie nie ulegnie zmniejszeniu (zmniejszenie wartości SUV), to należy zmienić zastosowany schemat leczenia [16]. W na-

szych badaniach u 1 chorego potwierdzono w ponownym badaniu PET/CT skuteczność stosowanej chemioterapii.

Podsumowując, zwracamy uwagę, że w wybranych przypadkach chorych z rakiem żołądka badanie PET/CT jest przydatną metodą diagnostyczną w ocenie zaawansowania guza pierwotnego (*staging*), rozpoznaniu wznowy miejscowej i odległych przerzutów, ocenie stopnia zaawansowania w przypadku stwierdzenia nawrotu choroby (*restaging*) oraz monitorowaniu leczenia. Pozostaje mieć nadzieję, że wraz z obniżeniem kosztów badań PET/CT możliwe będzie ich powszechniejsze stosowanie.

Adres do korespondencji

dr med. **Zbigniew Kula**
Poradnia Gastroenterologiczna z Pracownią Endoskopową
Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka
ul. dr I. Romanowskiej 2
85-795 Bydgoszcz Fordon

Piśmiennictwo

1. Didkowska J, Wojciechowska W, Tarkowska W i wsp. Nowotwory złośliwe w Polsce w 2000 roku. Warszawa, 2003.
2. Phelps ME. Inaugural article: positron emission tomography provides molecular imaging of biological processes. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97: 9226-33.
3. Cohade C, Osman M, Leal J, et al. Direct comparison of (18) F-FDG PET and PET/CT in patients with colorectal carcinoma. *J Nucl Med* 2003; 44: 1797-803.
4. Reske SN, Kotzerke J. FDG-PET for clinical use. Results of the 3rd German Interdisciplinary Consensus Conference, "Onko-PET III", 21 July and 19 September 2000. *Eur J Nucl Med* 2001; 28: 1707-23.
5. Vitola JV, Delbeke D, Sandler MP, et al. Positron emission tomography to stage suspected metastatic colorectal carcinoma to the liver. *Am J Surg* 1996; 171: 21-6.
6. De Potter T, Flamen P, Van Cutsem E, et al. Whole-body PET with FDG for diagnosis of recurrent gastric cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002; 29: 525-9.
7. Mochiki E, Kuwano H, Katoh H, et al. Evaluation of 18F-2-deoxy-2-fluor-D-glucose positron emission tomography for gastric cancer. *World J Surg* 2004; 28: 247-53.
8. Jadvar H, Tatlidil R, Garcia AA, et al. Evaluation of recurrent gastric malignancy with [F-18] – FDG positron emission tomography. *Clin Radiol* 2003; 58: 215-21.
9. Stahl A, Ott K, Weber WA, et al. FDG PET imaging of locally advanced gastric carcinomas: correlation with endoscopic and histopathological findings. *E J Nucl Med Mol Imaging* 2003; 30: 288-95.
10. Berger KL, Nicholson SA, Dehdashti F, et al. FDG PET evaluation of mucinous neoplasms: correlation of FDG uptake with histopathologic features. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174 (4): 1005-8.
11. Kawanura T, Kusakabe T, Suguto T, et al. Expression of glucose transporter-1 in human gastric carcinoma association with tumor aggressiveness, metastasis, and patient survival. *Cancer* 2001; 92: 634-741.
12. Kubota R, Yamada S, Kubota K, et al. Intratumoral distribution of fluorine-18-fluorodeoxy-glucose in vivo: high accumulation in macrophages and granulation tissues studies by microautoradiography. *J Nucl Med* 1992; 33: 1972-80.
13. Zacharias T, Barrier A, Montravers F, et al. Cardio-esophageal cancer. Is 18Fluorodeoxyglucose positron emission tomography worthwhile? *Hepatogastroenterology* 2004; 56: 741-3.
14. Yoshioka T, Yamaguchi K, Kubota K, et al. Evaluation of 18F-FDG PET in patients with advanced, metastatic, or recurrent gastric cancer. *J Nucl Med* 2003; 44: 690-9.
15. Kouwen MC, Drenth JP, Oyen WJ, et al. [18F]Fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography detects gastric carcinoma in an early stage in an asymptomatic E-cadherin mutation carrier. *Clin Cancer Res* 2004; 10: 6456-9.
16. Flamen P. Role of positron emission tomography (PET) in the management of gastric and oesophageal cancer. In: *Cancer of Esophagus and Stomach – general session II: Multidisciplinary Management. Program and Abstracts of the 2004 Gastrointestinal Cancer Symposium. January 22-24, 2004, San Francisco, California.*