

**Cel pracy:** Ocena możliwości wykorzystania obrazowania za pomocą pozytonowej tomografii emisyjnej połączonej z tomografią komputerową (*positron emission tomography-computed tomography* – PET-CT) w określeniu stopnia zaawansowania raka szyjki macicy.

**Materiał i metody:** Do badania zakwalifikowano 27 kobiet z potwierdzonym rakiem szyjki macicy w stopniu zaawansowania Ib1 (23 osoby) i IIa (4 osoby) wg klasyfikacji FIGO, u których oprócz standardowych procedur diagnostycznych wykonano badanie PET-CT z FDG w ramach oceny stopnia zaawansowania przed planowanym leczeniem. Wszystkie pacjentki przebyły przedoperacyjną brachyterapię. U 25 chorych wykonano histerektomię z limfadenektomią i histopatologiczną oceną usuniętych węzłów chłonnych. Rutynowo dla obszarów podejrzanym o proces nowotworowy w obrazach uzyskanych ze skanera PET-CT określono  $SUV_{max}$ . Model regresji logistycznej został użyty do powiązania  $SUV_{max}$  z ryzykiem zajęcia regionalnego układu chłonnego.

**Wyniki:** U 26 pacjentek w badaniu PET-CT uwidoczniło ognisko pierwotne w obrębie szyjki macicy, a u 2 osób wykryto zajęcie węzłów chłonnych przez nowotwór. Jednakże badanie to nie ujawniło przerzutów mikroskopowych wykrytych w badaniu histopatologicznym u 4 chorych. Wykazano istotną statystycznie zależność pomiędzy poziomem  $SUV_{max}$  określonym dla ogniska pierwotnego w szyjce macicy a ryzykiem zajęcia regionalnych węzłów chłonnych przez proces nowotworowy.  $SUV_{max}$  równa 6 odpowiadała 15-procentowemu ryzyku, natomiast  $SUV$  o wartości 22 dała ponad 30-procentowe ryzyko. Wzrost  $SUV_{max}$  o jedną jednostkę powiększał ryzyko wystąpienia przerzutów do węzłów chłonnych średnio o 6,3% (95% CI: 2,4–10,3%).

**Wnioski:** Badanie PET-CT jest przydatnym narzędziem diagnostycznym w określaniu stopnia zaawansowania raka szyjki macicy, w szczególności do wykrywania przerzutów poza obszarem miednicy. Maksymalna  $SUV$  jest czynnikiem silnie korelującym ze stanem regionalnych węzłów chłonnych u chorych na niezaawansowanego raka szyjki macicy.

**Słowa kluczowe:** PET, rak szyjki macicy,  $SUV$ , przerzuty do węzłów chłonnych.

## Maksymalna SUV jest czynnikiem predykcyjnym zajęcia regionalnych węzłów chłonnych u chorych z niezaawansowanym rakiem szyjki macicy

*The maximal standardized uptake value is a predictive factor of pelvic lymph node involvement in patients with early stage cervical carcinoma*

Tomasz Wiśniewski<sup>1,2</sup>, Joanna Terlikiewicz<sup>2</sup>, Andrzej Lebioda<sup>2</sup>, Roman Makarewicz<sup>2</sup>, Bogdan Małkowski<sup>3</sup>, Ewa Ziótkowska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Oddział Radioterapii I, Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy

<sup>2</sup>Katedra i Klinika Onkologii i Brachyterapii, Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

<sup>3</sup>Zakład Medycyny Nuklearnej, Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy

### Wstęp

Rak szyjki macicy jest jednym z najczęściej występujących nowotworów złośliwych narządów płciowych kobiet na świecie [1]. W krajach rozwiniętych występuje coraz rzadziej, natomiast ciągle znajduje się na wysokim poziomie w krajach rozwijających się, m.in. w Polsce. Pomimo przeprowadzenia programów profilaktycznych na szeroką skalę, nadal u dużego odsetka kobiet nowotwór jest rozpoznawany zbyt późno. Rak szyjki macicy to guz szerzący się głównie miejscowo w obrębie miednicy, a następnie drogą limfatyczną – najpierw do węzłów chłonnych miednicy, a w dalszej kolejności do okotaoortalnych i nadobojczykowych. Przerzuty do odległych narządów, takich jak płuca, kości, mózg czy wątroba pojawiają się później [1, 2]. Do określenia stopnia zaawansowania większość ośrodków używa skali klinicznej określonej przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Ginekologów i Położników (FIGO – *International Federation of Gynecology and Obstetrics*). Niestety, nadal nie uwzględnia ona zajęcia węzłów chłonnych przez nowotwór, a udowodniono, że obecność przerzutów do regionalnych węzłów chłonnych ma znaczenie prognostyczne, dramatycznie je pogarszając. Co ważne, wczesne ich wykrycie skutkuje zmianą metody leczenia z uwzględnieniem radioterapii lub chemioradioterapii [3–6].

„Złotym standardem” w ocenie układu limfatycznego pozostaje limfadenektomia z następowym badaniem histopatologicznym, mimo że metoda ta niesie ze sobą ryzyko wystąpienia poważnych powikłań [7]. Z kolei standardowe metody obrazowania, takie jak tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny czy limfangiografia, są pomocne w określeniu zaawansowania miejscowego i regionalnego nowotworu, ale mają szereg ograniczeń [8]. Rozwój techniki umożliwił wdrożenie kolejnych narzędzi diagnostycznych, wśród których na szczególną uwagę zasługuje badanie metodą pozytonowej tomografii emisyjnej połączonej z tomografią komputerową (*positron emission tomography-computed tomography* – PET-CT). W badaniu tym wykorzystuje się fakt, że metabolizm tkanki nowotworowej jest zwiększony w stosunku do pozostałych tkanek organizmu i dlatego guz wychwytyje znacznie większe ilości znakowanej glukozy niż zdrowe komórki, co ujawnia się obrazach

**Aim of the study:** The aim of this study was to assess the contribution of positron emission tomography (PET) scanning in the staging of cervical cancer.

**Material and methods:** 27 patients with carcinoma of the cervix in stage Ib1 (23 pts) and IIa (4 pts) according to the FIGO classification were involved in this retrospective review. They had an 18-fluorodeoxyglucose PET scan as part of the staging before the planned treatment. All of them had preoperative brachytherapy, and surgical treatment with histological verification of pelvic nodules was performed in 25 patients. The value of  $SUV_{max}$  was defined for all suspected areas in the images from the PET-CT scanner. A logistic regression model was used to connect  $SUV_{max}$  with the risk of regional lymph node involvement.

**Results:** The PET CT scanning detected the tumour volume in 26 cases of cervical carcinoma and lymph node involvement was recognized in 2 patients. However, this examination did not show the occurrence of microscopic metastases in the pathological examination in 4 patients. A statistically significant correlation between the value of maximum  $SUV$  and the risk of nodal metastases was found. An increase of  $SUV_{max}$  by 1 unit increased the risk of lymph node disease by a mean of 6.3% (95% CI: 2.4–10.3%).

**Conclusions:** The PET-CT is a useful diagnostic tool in staging cervical carcinoma, especially to detect extrapelvic metastases.  $SUV_{max}$  is a value that strongly correlates with pelvic lymph node status in early-stage cervical carcinoma.

**Key words:** PET,  $SUV$ , carcinoma of the cervix, nodal metastases.

z aparatu w postaci intensywniejszego metabolizmu. Najczęściej używanym radiofarmaceutykiem jest 18-fluorodeoksyglukoza – analog glukozy akumulujący się w komórkach nowotworowych, które mają zwiększoną fosforylację i ekspresję transporterów błonowych dla glukozy [9]. W celu zwiększenia dokładności w lokalizowaniu ognisk patologicznych stosuje się fuzję obrazów PET i CT, co umożliwi nałożenie zmian czynnościowych na obrazy anatomiczne uzyskane z tomografii komputerowej [10]. W wielu badaniach udowodniono korzyść z zastosowania tego urządzenia w diagnostyce licznych nowotworów, takich jak: rak niedrobnokomórkowy płuca, sutka, jelita grubego, chłoniak, czerniak, nowotwory regionu głowy i szyi [11–13]. Trwają intensywne prace nad możliwością zastosowania tej techniki w diagnostyce nowotworów narządu rodnego, ze szczególnym uwzględnieniem raka szyjki macicy.

## Material i metoda

Do badania włączono 27 kobiet z potwierdzonym histopatologicznie rakiem szyjki macicy, przyjętych do Kliniki Brachyterapii Centrum Onkologii w Bydgoszczy między 1.04.2007 r. a 31.12.2007 r. U każdej pacjentki przeprowadzono badanie przedmiotowe i ginekologiczne, wykonano rentgenogram klatki piersiowej, ultrasonografię jamy brzusznej oraz rezonans magnetyczny miednicy. Na podstawie obrazu klinicznego oraz wyników badań dodatkowych u 23 chorych stwierdzono stopień Ib1 zaawansowania nowotworu, a u pozostałych 4 stopień IIa wg kryteriów FIGO. Ogólną charakterystykę pacjentek przedstawiono w tabeli 1. Średnia wieku wynosiła 49 lat (zakres 32–76 lat).

## Badanie obrazowe

U wszystkich pacjentek wykonano dodatkowo badanie PET-CT całego ciała aparatem typu Biograph 6 LSO z użyciem 18-FDG jako radioznacznika. Każda osoba przebyła standardową procedurę polegającą na unikaniu wysiłków i przyjmowaniu pokarmów bogatych w glukozę w dniu poprzedzającym badanie oraz na pozostawaniu w pozycji leżącej i spożywaniu wyłącznie wody mineralnej na 4 godz. przed badaniem. Obrazy uzyskane ze skanera PET zostały poddane fuzji

**Tabela 1.** Charakterystyka pacjentów

**Table 1.** Patients characteristics

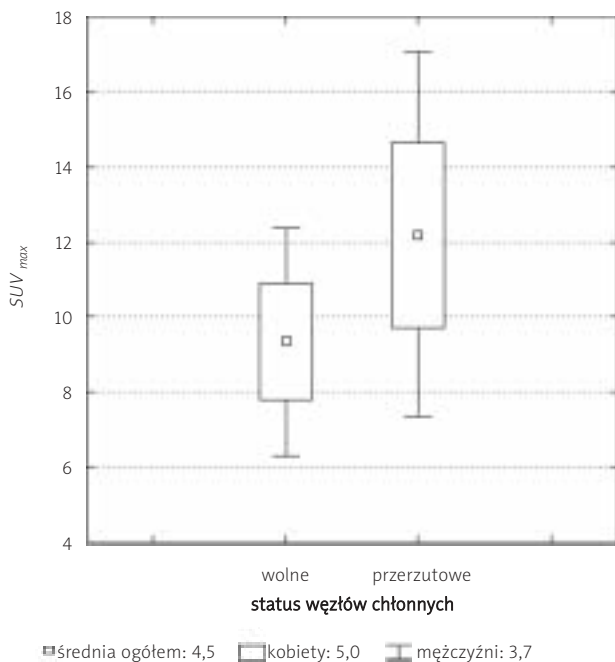
Cecha	Dane
wiek (lata)	
średnia	49
odchylenie standardowe	11
zakres	32–76
stopień zaawansowania wg FIGO	
Ib	23 osoby
IIa	4 osoby
wartość $SUV_{max}$ dla guza szyjki macicy	
średnia	10,36
odchylenie standardowe	6,0
zakres	2,5–21,9
uwidocznione przerzuty do węzłów miednicy w PET	2 osoby
liczba zajętych węzłów chłonnych w badaniu HP	
średnia	0,5
odchylenie standardowe	1,1
zakres	0–4
liczba pobranych węzłów chłonnych do badania HP	
średnia	18
odchylenie standardowe	6
zakres	4–29

z obrazami z tomografii komputerowej, wykonanej jednocześnie bez zmiany pozycji pacjenta. W opisie badania podano, które z ognisk zwiększonego metabolizmu mogą być uznane za proces nowotworowy i w stosunku do tych zmian obliczono  $SUV_{max}$  (standardized uptake value) – standaryzowaną wartość wychwyty wg wzoru:

$SUV_{max}$  = maksymalna aktywność (Mbc/ml) × masa ciała(g)/podana aktywność (Mbc/ml) [21].

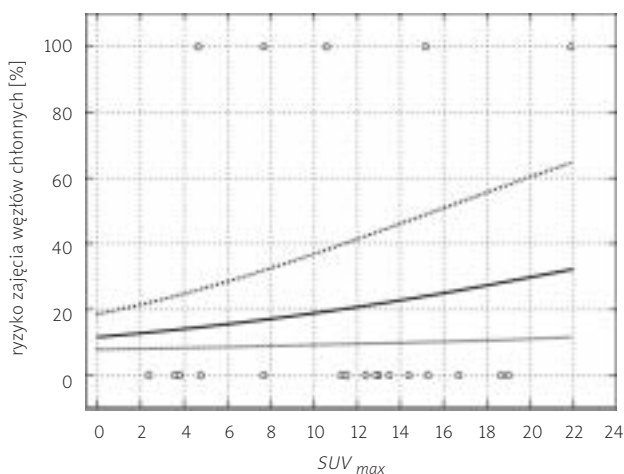
## Leczenie

Wszystkie chore przebyły przedoperacyjną brachyterapię dojamową metodą HDR (high dose rate) wykorzystującą



**Ryc. 1.** SUV w grupach pacjentów z przerzutami i bez przerzutów do węzłów

**Fig. 1.** The SUV value in patients with and without nodal metastases



**Ryc. 2.** Ryzyko przerzutów do węzłów w zależności od SUV

**Fig. 2.** The correlation between risk of nodal metastases and SUV value

czą izotop irydu 192. Otrzymana dawka całkowita na punkt A wynosiła 30 Gy i została podana w 4 frakcjach. Odstęp między kolejnymi frakcjami wynosił tydzień. Po 6–8 tygodniach od brachyterapii u 25 pacjentek wykonano operację usunięcia narządu rodowego wraz z okolicznymi węzłami chłonnymi. Dwie pacjentki nie zostały poddane zabiegowi operacyjnemu i z tego powodu wyłączone je z dalszej analizy. Jedna z nich nie zgodziła się na operację i została zakwalifikowana do radioterapii, z kolei druga chora została dyskwalifikowana z uwagi na przerzut odległy w płucach wykryty w badaniu PET-CT, a następnie potwierdzony w pooperacyjnym badaniu histopatologicznym.

## Analiza statystyczna

Punktem końcowym badania było zajęcie węzłów chłonnych procesem nowotworowym, oceniane na podstawie pooperacyjnego badania histopatologicznego. Za pomocą jednoczynnikowej regresji logistycznej określono zależności pomiędzy czynnikiem niezależnym ( $SUV_{max}$ ), a statusem węzłów chłonnych. Oszacowano iloraz szans (odds ratio – OR) wraz z 95-procentowym przedziałem ufności (confidence interval – CI). Dodatkowo wykreślono krzywą ryzyka. Przyjęto wartość  $p = 0,05$  za statystycznie istotną.  $SUV_{max}$  była obliczona dla grup pacjentów z zajętymi węzłami chłonnymi przez nowotwór oraz bez przerzutów do układu limfatycznego, a następnie porównano ją za pomocą testu *t*-Studenta.

## Wyniki

Przerzuty do węzłów chłonnych (pN+) znaleziono u 6 (24%) z 25 chorych, które przebyły zabieg chirurgiczny. U wszystkich pacjentek włączonych do badania usunięto średnio 18 węzłów chłonnych (SD 6; zakres 4–29). W grupie (pN+) i (pN–) usunięto odpowiednio średnio 14 (SD 10; zakres 4–29) i 19 (SD 5; zakres 11–28) węzłów chłonnych. Nie wykazano istotnych różnic w wieku pacjentek i stopniu zaawansowania pomiędzy tymi dwiema grupami. Tylko w 2 z 6 przypadków udało się uwidocznić rejon wzmożonego metabolizmu glukozy odpowiadające lokalizacyjnie węzłom chłonnym miednicy, które zostały później potwierdzone histopatologicznie jako przerzuty. Nie wykazano żadnego wyniku fałszywie dodatniego. Czulość i swoistość badania PET w wykrywaniu zmienionych przerzutowo węzłów chłonnych wynosiła odpowiednio 33 i 100%.

U 26 z 27 pacjentek udało się uwidocznić guz pierwotny w obrębie szyjki macicy, który w obrazach PET występował pod postacią zwiększonego wychwyty znacznika. Rutynowo dla tych obszarów określono  $SUV_{max}$ , która średnio wyniosła 10,36 (SD 6,0; zakres 2,5–21,9). U pacjentek z zajętymi węzłami chłonnymi średnia  $SUV_{max}$  była istotnie wyższa niż w grupie bez regionalnych przerzutów: 12,18 (SD 6,0) w stosunku do 9,3 (SD 6,6),  $p = 0,01$ , (ryc. 1). Na rycinie 2. przedstawiano ryzyko zajęcia regionalnych węzłów chłonnych jako funkcję  $SUV_{max}$  oznaczonej dla guza pierwotnego. Prawdopodobieństwo przerzutów do węzłów chłonnych wynosiło 15% dla  $SUV$  6 i rosło do ponad 30% dla  $SUV_{max}$  22. Iloraz szans wynosił 1,063 (95% CI: 1,024–1,1), ilustrując wzrost ryzyka zajęcia węzłów chłonnych o średnio 6,3% dla każdego przyrostu  $SUV$  o 1. Model wykazuje

12-procentowe ryzyko dla zerowego wychwytu glukozy, to znaczy dla nieujawnionego w badaniu PET guza.

## Dyskusja

Korzyści wynikające z przedoperacyjnej oceny stopnia zaawansowania raka szyjki macicy, ze szczególnym uwzględnieniem układu chłonnego, są podkreślane przez wielu autorów [14–16]. Udowodniono, że stan węzłów chłonnych w raku szyjki macicy jest niezależnym czynnikiem rokowniczym, ponieważ przeżycia 5-letnie wynoszą odpowiednio 42–67% w grupie osób z wykrytymi przerzutami węzłowymi w stosunku do 87–92% wśród pacjentek bez zajęcia układu chłonnego [14]. Wykazano, że aż 24% chorych w stopniu zaawansowania IIb–IVa wg FIGO miało przerzuty do węzłów chłonnych okotaoortalnych w momencie wykrycia choroby [16]. Z kolei u kobiet z rakiem szyjki macicy określanym jako FIGO Ia–IIa węzły chłonne miedniczne były zajęte procesem nowotworowym średnio u 17%, natomiast węzły okotaoortalne tylko u 6% [14]. Z tego względu u większości pacjentek (ok. 80%) we wczesnym stadium zaawansowania całkowita limfadenektomia miedniczna jest zbędna i dlatego trwają intensywne poszukiwania nieinwazyjnych narzędzi diagnostycznych, wśród których szczególnie zainteresowaniem cieszy się PET-CT. W badaniu własnym guz w obrębie szyjki macicy został uwidoczniony u 26 z 27 pacjentek (96%), co jest zbliżone do danych z piśmiennictwa, gdzie czułość badania PET-CT w wykrywaniu ogniska pierwotnego określono na 91–100% (z wyjątkiem guzów z mikroinwazją, zaliczanych do klasy FIGO Ia) [14]. Z uwagi na większą rozdzielczość uzyskiwanych obrazów, lepszym narzędziem do oceny stanu miejscowego jest jednak rezonans magnetyczny, ponieważ można dokładniej określić wielkość guza, cechy inwazji podścieliska, zajęcie przymacicz czy naciekanie sąsiednich narządów [17]. Z drugiej strony, tomografia pozytonowa dostarcza informacji na temat metabolizmu guza, ukazując rejony czynnego procesu nowotworowego, co może wpływać na precyzyjniejsze zaplanowanie radioterapii [14].

Przerzuty do węzłów chłonnych miednicy potwierdzono w badaniu histopatologicznym u 6 pacjentek włączonych do badania, z czego tylko u 2 osób wykryto je w obrazowaniu PET-CT (33%). Wyniki badań przeprowadzonych na podobnych, nielicznych populacjach pacjentów (21–54 osób) określają czułość tego badania na 38–86% [15, 18]. Podkreśla się za to inne zalety badania pozytonowego, a mianowicie możliwość wykrycia przerzutów odległych, np. do węzłów chłonnych śródpiersia lub dołu nadobojczykowego. Grigsby i wsp. udowodnili również, że PET z użyciem 18-fluorodeoksyglukozy (FDG), pomimo niezadowalającej czułości, wykrywa zmienione patologicznie węzły chłonne częściej niż tomografia komputerowa [1]. Autorzy tłumaczą to w ten sposób, że w tomografii wielkość węzła decyduje o uznaniu go za zmieniony przerzutowo, prowadząc do przecenienia przerzutów w węzłach klinicznie niepowiększonych. Z kolei badanie PET jest w stanie wykazać patologicznie wzmożony metabolizm glukozy również w węźle niepowiększonym. Niestety, obrazowanie PET-CT nie może wykryć mikroprzerzutów do układu chłonnego, co miało miejsce u 4 pacjentek włączonych do badania. Wynika to z dwóch

przyczyn. Po pierwsze, małe skupiska komórek nowotworowych nie wychwytyją większych ilości glukozy niż otaczające tkanki. Po drugie, małe guzy nie są uwidoczniane ze względu na rozdzielczość aparatu, która najczęściej wynosi 5–6 mm [19]. Obecnie produkowane skanery PET-CT mają rozdzielczość teoretyczną 2 mm, co prawdopodobnie znacząco poprawi tę statystykę. Z uwagi na niedoskonałość badania PET w obrazowaniu wczesnych przerzutów do układu chłonnego, autorzy niniejszej pracy poszukiwali innych czynników wskazujących na zaawansowanie regionalne choroby i znaleźli prostą zależność pomiędzy  $SUV_{max}$  określaną dla obszaru odpowiadającemu guzowi pierwotnemu szyjki macicy a ryzykiem przerzutów do regionalnych węzłów chłonnych. Standaryzowana wartość wychwytu służy do normalizacji aktywności zmiany w stosunku do podanej dawki i masy ciała. Jest to metoda półilościowa i nie ma jednostki. Podkreśla się, że na wartość tego parametru ma wpływ dużo czynników, takich jak: masa i budowa ciała, czas między podaniem znacznika a wykonaniem zdjęć, rozdzielczość skanera PET, rodzaj algorytmu wykorzystanego do rekonstrukcji obrazów, przepływ krwi przez dany obszar ciała, gęstość unaczynienia tkanki [20, 21]. Niektórzy uważają, że  $SUV_{max}$  w onkologii jest niezależnym czynnikiem rokowniczym i wyższy poziom  $SUV$  wiąże się z krótszym okresem przeżycia [1, 22, 23]. W przypadku raka płuca wychwyty znakowanej glukozy przez ognisko pierwotne był czynnikiem wpływającym na przeżycia całkowite. Wartość graniczna  $SUV$  warunkująca gorsze rokowanie prezentowana przez badaczy była różna (zakres 5–20) w zależności od typu guza, zakresu operacji, okresu obserwacji i wpływu chemioterapii neoadiuwantowej [23]. Z kolei u pacjentek z rakiem szyjki macicy  $SUV_{max}$  była jedynie czynnikiem predykcyjnym przeżycia wolnego od choroby. Nie wykazano zależności pomiędzy  $SUV$  a stopniem zaawansowania klinicznego. Przyjmuje się, że parametr ten bardziej przedstawia agresywność guza niż jego zasięg [24]. Jako potwierdzenie tej tezy Mendez i wsp. wykazali, że w raku szyjki macicy dochodzi do powiązanej ze złośliwością guza nadekspresji genów dla błonowych transporterów glukozy (GLUT-1), co może być molekularnym wytłumaczeniem wzmożonego wychwyty FDG przez nowotwór w obrazowaniu PET [9]. Z kolei u pacjentów z nowotworem głowy i szyi zaobserwowano korelację pomiędzy  $SUV$  a aktywnością proliferacyjną komórek nowotworowych. Nie udowodniono tego w przypadku nowotworu trzustki [24]. W badaniu własnym po raz pierwszy wykazano zależność pomiędzy wielkością wychwyty glukozy w ognisku pierwotnym a ryzykiem występowania przerzutów do węzłów chłonnych u pacjentek z niezaawansowanym rakiem szyjki macicy. Umożliwia to nieinwazyjne oszacowanie możliwości rozsiewu choroby do układu limfatycznego i następnie podjęcie modyfikacji w planowanym leczeniu. Ze zgromadzonych danych wynika, że badanie PET-CT przyczynia się w 14–18% przypadków do zmiany decyzji terapeutycznej (najczęściej odstąpienie od histerektomii na rzecz radiochemioterapii) [17].

Mimo że idea określania  $SUV$  była szeroko krytykowana [25, 26], prostota użycia zachęca do poszukiwań zastosowania klinicznego tego pomiaru. Do dziś nie znaleziono bardziej praktycznego i powtarzalnego parametru. Na podsta-



wie badań własnych wydaje się, że  $SUV_{max}$  można traktować jako czynnik predykcyjny określający ryzyko zajęcia regionalnych węzłów chłonnych nowotworu. Wymagane są dalsze badania, aby potwierdzić tę zależność u pacjentek z zaawansowaną chorobą i na większej populacji chorych.

#### Piśmiennictwo

1. Grigsby PW, Dehdashti F, Siegel BA. FDG-PET Evaluation of Carcinoma of the Cervix. *Clinical Positron Imaging* 1999; 2: 105-9.
2. Pannu HK, Coral FM, Fishman EK. CT evaluation of cervical cancer – spectrum of disease. *Radiographics* 2001; 21: 1155-68.
3. Dawlaty B, Lavie O, Cross PA, et al. Postoperative radiation therapy for stage IB-IIb carcinoma of the cervix with poor prognostic factors. *Int J Gynecol Cancer* 1998; 8: 467-70.
4. Petereit DG, Hartenbach EM, Thomas GM. Para-aortic lymph node evaluation in cervical cancer: the impact of staging upon treatment decisions and outcome. *Int J Gynecol Cancer* 1998; 8: 353-4.
5. Lai CH, Hong JH, Hsueh S, et al. Preoperative prognostic variables and the impact of postoperative adjuvant therapy on the outcomes of stage IB or II cervical carcinoma patients with or without pelvic lymph node metastases. *Cancer* 1999; 85(7): 1537-46.
6. Podczaski E, Stryker JA, Kaminski P, et al. Extended-field radiation therapy for carcinoma of the cervix. *Cancer* 1990; 66: 251-8.
7. Lin WC, Hung YC, Yeh LS, et al. Usefulness of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose positron emission tomography to detect para-aortic lymph nodal metastasis in advanced cervical cancer with negative computed tomography findings. *Gynecol Oncol* 2003; 89: 73-6.
8. Kerr IG, Manji MF, Powe J, Bakheet S, Al Suhaibani H, Subhi J. Positron Emission Tomography for the evaluation of metastases in patients with carcinoma of the cervix: a retrospective review. *Gynecol Oncol* 2001; 81: 477-80.
9. Mendez LE, Mancini N, Cantuarua G, et al. Expression of glucose transporter-1 in cervical cancer and its precursors. *Gynecol Oncol* 2002; 86: 138-43.
10. Rigo P, Paulus P, Kaschten BJ, et al. Oncological applications of positron emission tomography with fluorine-18 fluorodeoxyglucose. *Eur J Nucl Med* 1996; 23: 1641-74.
11. Quint LE, Francis IR, Wahl RL, Gross BH, Glaser GM. Preoperative staging of non-small-cell carcinoma of the lung: imaging methods. *Am J Roentgenol* 1995; 164: 1349-59.
12. Adler LP, Crowe JP, Al-Kaisi NK, Sunshine JL. Evaluation of breast masses and axillary lymph nodes with  $^{18}\text{F}$ -2-deoxy-2-fluorodeoxyglucose PET. *Radiology* 1993; 187: 743-750.
13. Hustinx R, Bénard F, Alavi A. Whole-body FDG-PET imaging in the management of patients with cancer. *Semin Nucl Med* 2002; 32: 35-46.
14. Belhocine T, Kridelka F, Thille A, De Barsy C, Foidart-Willems J, Hustinx R, Rigo P. Staging of primary cervical cancers: the role of nuclear medicine. *Crit Rev Oncol Hematol* 2003; 46: 275-84.
15. Loft A, Berthelsen AK, Roed H et al. The diagnostic value of PET/CT scanning in patients with cervical cancer: A prospective study. *Gynecol Oncol* 2007; 106: 29-34.
16. Heller PB, Maletano JH, Bundy BN, Barnhill DR, Okagaki T. Clinical-pathologic study of stage IIB, III, and IVA carcinoma of the cervix: extended diagnostic evaluation for paraaortic node metastasis – a Gynecologic Oncology Group study. *Gynecol Oncol* 1990; 38: 425-30.
17. Belhocine T, Thille A, Fridman V, Albert A, Seidel L, Nickers P, Kridelka F, Rigo P. Contribution of whole-body FDG PET imaging in the management of cervical cancer. *Gynecol Oncol* 2002; 87: 90-7.
18. Roh JW, Seo SS, Lee S, et al. Role of positron emission tomography in pretreatment lymph node staging of uterine cervical cancer: a prospective surgicopathologic correlation study. *Eur J Cancer* 2005; 41: 2086-92.
19. Wood KA, Hoskin PJ, Saunders MI. Positron emission tomography in oncology: a review. *Clin Oncol* 2007; 19 (4): 237-55.
20. Huang SC. Anatomy of SUV. *Nucl Med Biol* 2000; 27: 643-6.
21. Zasadny KR, Wahl RL. Standardized uptake values of normal tissues at PET with 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose: Variations with body weight and a method for correction. *Radiology* 1993; 189: 847-50.
22. Davies A, Tan C, Paschalides C, Barrington SF, O'Doherty M, Utlei M, Treasure T. FDG – PET maximum standardised uptake value is associated with variation in survival. Analysis of 498 lung cancer patients. *Lung Cancer* 2007; 55: 75-8.
23. Al-Sarraf N, Gately K, Lucey J, Aziz R, Doddakula K, Wilson L, McGovern E, Young V. Clinical implication and prognostic significance of standardised uptake value of primary non-small cell lung cancer on positron emission tomography: analysis of 176 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 34: 892-7.
24. Xue F, Lin LL, Dehdashti F, Miller TR, Siegel BA, Grigsby PW. F-18 fluorodeoxyglucose uptake in primary cervical cancer as an indicator of prognosis after radiation therapy. *Gynecol Oncol* 2006; 101: 147-51.
25. Hamberg LM, Hunter GT, Alpert NM, et al. The dose uptake ratio as an index of glucose metabolism: Useful parameter or over simplification. *J Nucl Med* 1994; 35: 1308-12.
26. Keyes JW. SUV: Standard uptake or silly useless value. *J Nucl Med* 1995; 36: 1836-9.

#### Adres do korespondencji

lek. Tomasz Wiśniewski  
 Oddział Radioterapii I  
 Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy  
 ul. dr I. Romanowskiej 2  
 85-796 Bydgoszcz  
 e-mail: atwww@interia.pl