

## Wpływ wybranych indywidualnych czynników klinicznych na odtwarzalność obszaru napromieniania u chorych leczonych z powodu nowotworów ginekologicznych

Influence of selected individual clinical factors on reproducibility of radiation fields  
in patients treated due to gynecologic cancers

Влияние избранных отдельных клинических факторов на воспроизводимость  
области облучения у пациентов с гинекологическими новообразованиями

<sup>1</sup> Zakład Teleradioterapii, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Zbigniew Szutkowski

<sup>2</sup> Klinika Ginekologii Onkologicznej, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Beata Śpiewankiewicz

<sup>3</sup> Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. Kierownik Zakładu: prof. dr hab. Paweł Kukołowicz

Adres do korespondencji: Zakład Teleradioterapii, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie, ul. W.K. Roentgena 5, 02-781 Warszawa, tel.: +48 22 546 20 76, e-mail: bolin@interia.pl

<sup>1</sup> Department of Teleradiotherapy, Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology in Warsaw, Poland. Head of the Department: Professor Zbigniew Szutkowski, MD, PhD

<sup>2</sup> Department of Gynecologic Oncology, Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology in Warsaw, Poland. Head of the Department: Professor Beata Śpiewankiewicz, MD, PhD

<sup>3</sup> Department of Medical Physics, Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology in Warsaw, Poland. Head of the Department: Professor Paweł Kukołowicz, MD, PhD

Correspondence to: Department of Teleradiotherapy, Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology in Warsaw, W.K. Roentgena 5, 02-781 Warsaw, Poland,

tel.: +48 22 546 20 76, e-mail: bolin@interia.pl

### Streszczenie

**Wstęp:** Dokładna odtwarzalność obszaru napromieniania we wszystkich etapach radioterapii jest podstawowym warunkiem trwałego wyleczenia przy jednoczesnym oszczędzeniu ważnych dla zdrowia otaczających tkanek i narządów. Postęp techniki informatycznej pozwolił zastąpić czasochłonną i mniej dokładną metodę obrazowania portalowego z użyciem radiogramów systemami elektronicznej rejestracji i przetwarzania obrazu wiązki promieniowania. Urządzenia te skuteczniej wykrywają zaistniałe błędy geometryczne i pozwalają weryfikować je nawet w czasie tej samej frakcji napromieniania. Dążenie do zwiększenia precyzji i indywidualizacji nowoczesnej radio-terapii oraz nowe możliwości techniczne skłoniły autorów do poszukiwania indywidualnych czynników związanych z pacjentem, które wpływają na odtwarzalność pól napromieniania w poszczególnych seansach radioterapii. **Cel pracy:** Celem pracy jest ocena wpływu wybranych indywidualnych czynników klinicznych na odtwarzalność obszaru napromieniania u chorych leczonych z powodu nowotworów ginekologicznych. **Materiał:** Analizowany materiał stanowiło 88 kolejnych chorych na raka szyjki i trzonu macicy w I, II i III stopniu zaawansowania wg FIGO, leczonych w Zakładzie Teleradioterapii Centrum Onkologii – Instytutu im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. Stosowano napromienianie z założeniem radykalnym, pierwotne i uzupełniające po uprzednim leczeniu chirurgicznym. **Metoda:** Chore były napromieniane według planów leczenia fotonami X o energii 6 i 15 MeV, dawką całkowitą 45–60 Gy, frakcjonowaną 1,5–2,5 Gy w 12–39 (średnia 25) frakcjach. W czasie kolejnych frakcji napromieniania w celu porównania poprawności ułożenia chorej w stosunku do ułożenia referencyjnego zapisanego w systemie Vision wykonano obrazy weryfikacyjne w elektronicznym systemie obrazowania portalowego z kierunków wejścia wiązek PA 0° i bok 90°. Różnice w stosunku do obrazów referencyjnych w trzech kierunkach zostały porównane i zapisane w tabelach. Przyjęto próg reagowania, gdy różnice między obrazem uzyskanym z symulatora i z obrazu portalowego w dowolnym z badanych kierunków wynosiły >7 mm, wówczas podejmowano po analizie błędów weryfikację ułożenia z korektą jednoczasową (online). U wszystkich chorych określono dla każdego z trzech kierunków wielkość przesunięcia względem obrazu referencyjnego i średnią wartość przesunięcia. Na potrzeby analizy statystycznej wyznaczono wektor przesunięcia wskazujący całkowite przesunięcie chorego w trakcie napromieniania względem obrazów referencyjnych. Charakterystykę badanej grupy chorych pod względem cech klinicznych zestawiono w tabeli, uwzględniając stopień sprawności, indeks masy ciała, rozpoznanie, stopień zaawansowania

nowotworu, stosowane leczenie skojarzone z radioterapią, w tym przebyty zabieg chirurgiczny i chemioterapię, nasilenie wczesnych odczynów popromiennych ze strony pęcherza moczowego i jelit. Analizowano wpływ wybranych czynników klinicznych na odtwarzalność obszaru napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia. Testem zależności chi-kwadrat oceniono korelację pomiędzy wartością wektora przesunięcia a wymienionymi cechami klinicznymi i patologicznymi. We wszystkich porównaniach przyjęto poziom istotności statystycznej  $p = 0,05$ . **Wyniki:** Poddano analizie 382 obrazy portalowe weryfikujące ułożenie pacjentek, na których dokonano łącznie 1528 pomiarów według powyższych zasad. Obliczono dla każdej analizowanej chorej wartość wektora przesunięcia. Średnia wartość dla wszystkich chorych wynosiła 0,44 (0,02–1,82, odchylenie standardowe 0,27). Testem zależności chi-kwadrat wykazano znamienne statystycznie wpływy otyłości wyrażonej wskaźnikiem masy ciała (BMI) ( $p = 0,003$ ), występowania wczesnego odczynu popromiennego z jelit ( $p = 0,034$ ) oraz przebytego leczenia chirurgicznego ( $p = 0,046$ ) na gorszą odtwarzalność pól napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia. **Wnioski:** Otyłość wyrażona wskaźnikiem masy ciała BMI  $\geq 30,0$ , wystąpienie ostrego odczynu popromiennego z jelit w trakcie radioterapii oraz przebyty w pierwszym etapie leczenia zabieg chirurgiczny istotnie statystycznie pogarszają odtwarzalność obszaru napromieniania u chorych leczonych z powodu nowotworów ginekologicznych.

**Słowa kluczowe:** obrazowanie portalowe, weryfikacja ułożenia, błędy geometryczne, kontrola jakości, radioterapia miednicy

## Summary

**Introduction:** Accurate reproducibility of the radiation field in all stages of radiotherapy is the basic condition for curing cancer permanently while preserving vital surrounding tissues and organs. The progress in information technology has made it possible to replace time-consuming and less accurate portal imaging that uses radiograms with electronic systems for recording and processing images of the radiation beam. Such devices detect possible geometric errors more effectively and enable their verification even during a single radiation fraction. The fact that the precision and individualization of contemporary radiotherapy is aimed at as well as new technical possibilities motivated the authors to search for individual patient-related factors that influence the reproducibility of radiation fields in individual radiotherapy sessions. **Aim:** The aim of the paper was to assess the influence of selected individual clinical factors on the reproducibility of the radiation field in patients treated due to gynecologic cancers. **Material:** The material comprised 88 patients with cervical and endometrial cancers in FIGO stages I, II and III, treated in the Department of Teleradiotherapy of Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology in Warsaw, Poland. The radiotherapies conducted were radical, primary and adjuvant following previous surgical treatment. **Method:** Patients received irradiation according to the treatment plans with 6 and 15 MeV X-ray photons with a total dose of 45–60 Gy, 1.5–2.5 Gy in 12–39 (mean 25) fractions. In order to compare patient set-up accuracy with the reference positioning stored in the Vision system, verification images were made during subsequent radiation fractions with the use of electronic portal imaging system from the PA 0° and lateral 90° directions of radiation beams. Differences in relation to the reference images in three directions were compared and entered into tables. The reaction threshold was assumed when the differences between the simulator images and portal images in any of the examined directions were  $>7$  mm. Then, following an error analysis, set-up was verified and corrected simultaneously (online). The size of displacement with respect to the reference image and the mean displacement value were specified in every patient for each of the three directions. For the purposes of the statistical analysis, a displacement vector was determined that expressed total displacement of a patient during radiotherapy with respect to the reference images. A description of the studied group of patients based on clinical features was presented in the table. It includes the performance status, body mass index, diagnosis, stage of the disease, data concerning combination treatment with radiotherapy, including previous surgical treatment and chemotherapy, as well as aggravation of early radiation reactions of the urinary bladder and intestine. The authors analyzed the influence of the selected individual clinical factors on the reproducibility of the radiation field, which was expressed with the displacement vector. The chi-square test of dependence was used to assess correlations between the value of the displacement vector and the aforementioned clinical and pathological features. The level of statistical significance of  $p = 0.05$  referred to all comparisons. **Results:** The analysis involved 382 portal images that verified patient set-up, based on which a total of 1528 measurements were performed according to the above mentioned principles. For each analyzed patient, the value of the displacement vector was calculated. The mean value for all patients was 0.44 (0.02–1.82, standard deviation 0.27). The chi-square test of dependence revealed a statistically significant influence of obesity expressed as the body mass index (BMI) ( $p = 0.003$ ), presence of early intestinal radiation reactions ( $p = 0.034$ ) and previous surgical treatment ( $p = 0.046$ ) on worse reproducibility of radiation fields expressed as the value of the displacement vector. **Conclusions:** Obesity expressed as the body mass index (BMI)  $\geq 30.0$ , presence of acute intestinal radiation reactions during radiotherapy and surgical treatment conducted at the first stage of treatment deteriorate the reproducibility of the radiation field in a statistically significant way in patients treated due to gynecologic cancers.

**Key words:** portal imaging, set-up verification, geometric errors, quality control, pelvic radiotherapy

## Содержание

**Введение:** Точная воспроизводимость зоны облучения на всех этапах радиотерапии является необходимым условием для устойчивого выздоровления при одновременном сбережении важных для здоровья окружающих тканей и органов. Прогресс информационных технологий позволил заменить трудоемкий и менее точный метод портальной визуализации с использованием рентгенограмм системой электронной регистрации и преобразования изображения пучка излучения. Эти устройства эффективнее обнаруживают возникшие геометрические ошибки и позволяют верифицировать их даже во время той же фракции облучения. Стремление повысить точность и индивидуализацию современной радиотерапии и новые технические возможности склонили авторов искать индивидуальные факторы, связанные с пациентом, которые влияют на воспроизводимость полей облучения в отдельных сеансах радиотерапии. **Цель работы:** Целью работы является оценка влияния избранных отдельных клинических факторов на воспроизводимость области облучения у пациентов с гинекологическими новообразованиями. **Материал:** Анализируемый материал представлял 88 следующих больных на рак шейки матки I, II и III степени по FIGO, леченых в Отделении телерадиотерапии Центра онкологии – института им. Марии Склодовской-Кюри в Варшаве. Использовалось облучение радикальной установкой, первичное и дополняющее после предварительного хирургического лечения. **Метод:** Пациенты облучались, в соответствии с планами лечения, фотонами X с энергией 6 и 15 МэВ, общей дозой 45–60 Гр, поделенной на фракции 1,5–2,5 Гр в 12–39 (средняя 25) фракциях. Во время последующих фракций облучения, с целью сравнения правильности размещения пациентки по отношению к эталонному расположению, записанному в системе контроля Vision, сделали контрольные изображения в электронной системе портальной визуализации с направлений входа пучков PA 0° и бок 90°. Различия по отношению к эталонным изображениям в трех направлениях сравнимы и записаны в таблицах. Принятый порог реагирования, если разницы между изображением, полученным на симуляторе и портальным изображением в любом из исследованных направлений составляла >7 мм, тогда после анализа ошибок проводили верификацию расположения с одновременной коррекцией (онлайн). У всех пациентов определили, по каждому из трех направлений, величину смещения по отношению к эталонному изображению и среднее значение смещения. Для статистического анализа определяется вектор смещения, указывающий общее смещение больного во время облучения по отношению к эталонным изображениям. Характеристика исследуемой группы пациентов с точки зрения клинических черт приведена в таблице, с учетом степени эффективности, индекса массы тела, диагноза, стадии опухоли, используемой терапии в сочетании с лучевой терапией, в том числе пройденной хирургической операции и химиотерапии, усиления ранних радиационных реакций со стороны мочевого пузыря и кишечника. Анализировалось влияние отдельных клинических факторов на воспроизводимость зоны облучения выраженной значением вектора смещения. Тестом зависимости хи-квадрат оценивалась корреляция между вектором смещения и перечисленных клинических и патологических черт. Во всех сравнениях статистическая значимость была принята на уровне  $p = 0,05$ . **Результаты:** Проанализировали 382 портальные изображения проверяющие размещение пациенток, на которых провели в общей сложности 1528 измерений, в соответствии с вышеприведенными принципами. Рассчитано для каждой анализируемой пациентки значение вектора смещения. Среднее значение для всех пациентов составляло 0,44 (0,02–1,82, стандартное отклонение 0,27). Тест зависимости хи-квадрат продемонстрировал статистически значимое влияние ожирения, выраженное индексом массы тела (ВМИ) ( $p = 0,003$ ), присутствия ранней реакции после облучения из кишечника pH ( $p = 0,034$ ) и пройденного хирургического лечения ( $p = 0,046$ ) на более плохую воспроизводимость полей облучения, выраженную значением вектора смещения. **Выводы:** Ожирение, выраженное индексом массы тела  $BMI \geq 30,0$ , присутствие острой лучевой реакции из кишечника во время радиотерапии и перенесенная на первом этапе лечения хирургическая операция значительно ухудшают воспроизводимость области облучения у пациентов с гинекологическим раком.

**Ключевые слова:** портальная визуализация, проверка размещения, геометрические ошибки, контроль качества, радиотерапия таза

## WSTĘP

Podanie należyj dawki promieniowania w planowanej objętości napromienianej ma zapewnić śmierć komórek nowotworowych w guzie i subklinicznych ogniskach oraz uzyskanie trwałego wyleczenia z jednoczesnym oszczędzeniem narządów krytycznych. Dokładna odtwarzalność obszaru napromieniania we wszystkich etapach konformalnej radioterapii jest

## INTRODUCTION

The aim of delivering appropriate radiation dose to the planning target volume is to eradicate cancerous cells in the tumor and in subclinical foci as well as contribute to curing the disease permanently with simultaneous preservation of critical organs. Accurate reproducibility of the radiation field in all stages of conformal radiotherapy is essential to achieve this goal.

niezbędna do osiągnięcia tego celu. Zaplanowane, przepisane i raportowane dawki muszą być ściśle specyfikowane do określonych obszarów. W Raportach 50 i 62 Międzynarodowej Komisji ds. Jednostek Promieniowania i Pomiarów nazwano i zdefiniowano różne objętości w odniesieniu do guza i subklinicznych ognisk nowotworu oraz tkanek prawidłowych. Temat pracy związany jest szczególnie z definicją planowanej objętości docelowej PTV (*planning target volume*), która powstaje poprzez powiększenie obszaru klinicznej objętości docelowej CTV (*clinical target volume*) o odpowiednie marginesy. Wielkość marginesów: IM (*internal margin*), wynikającego z ruchu tkanek spowodowanego oddychaniem, perystaltyką i zmianami fizjologicznymi, oraz SM (*set-up margin*), wynikającego między innymi ze stopnia powtarzalności ułożenia, może zależeć w istotny sposób od cech charakteryzujących chorą<sup>(1,2)</sup>.

Rzeczywistość techniki informacyjnej umożliwił zastąpienie czasochłonnych i obciążonych niedokładnością metod obrazowania portalowego za pomocą radiogramów systemami elektronicznie rejestrującymi obraz struktur anatomicznych po podaniu wiązki promieniowania. Urządzenia te pozwalają skuteczniej wykrywać zaistniałe błędy geometryczne i weryfikować je w czasie tej samej frakcji napromieniania. Istniejące możliwości techniczne i dążenie do zwiększenia precyzji i indywidualizacji leczenia skłaniają nas do poszukiwania czynników związanych z pacjentem wpływających na odtwarzalność pól napromieniania w poszczególnych seansach radioterapii.

W piśmiennictwie jest wiele prac oceniających przyczyny zaistniałych błędów geograficznych w poszczególnych lokalizacjach narządowych nowotworów, jednak stosunkowo nieliczne podejmują zagadnienie współzależności stwierdzanych błędów z czynnikami klinicznymi związanymi z pacjentem i guzem nowotworowym, takimi jak wiek, wykształcenie, stopień sprawności, indeks masy ciała, rozpoznanie, stopień zaawansowania nowotworu czy uprzednio i synchronicznie stosowane leczenie skojarzone z radioterapią. Skąpa ilość danych literaturowych i kontrowersyjne wyniki nielicznych przeprowadzonych badań skłoniły autorów pracy do podjęcia analizy tego zagadnienia w grupie chorych na nowotwory ginekologiczne poddanych teleradioterapii. Poznanie czynników klinicznych zwiększających liczbę błędów geograficznych pozwoli wyodrębnić grupy chorych wymagających w codziennej praktyce szczególnej uwagi i dbałości o zachowanie prawidłowych warunków odtwarzalności obszarów napromieniania.

### CEL PRACY

Celem pracy jest ocena wpływu wybranych indywidualnych czynników klinicznych na odtwarzalność obszaru napromieniania u chorych leczonych z powodu nowotworów ginekologicznych.

Planned, prescribed and reported doses must be strictly specified to individual regions. In the 50<sup>th</sup> and 62<sup>nd</sup> Reports of the International Commission on Radiation Units and Measurements, various volumes were named and defined with reference to the tumor, subclinical foci and normal tissues. The subject of this paper is particularly associated with the definition of the planning target volume (PTV), which is obtained by adding appropriate margins to the clinical target volume (CTV). The size of the following margins: IM (internal margin), which results from the movement of tissues caused by respiration, peristalsis and physiological changes, and SM (set-up margin), which results, among others, from the degree of set-up reproducibility, may significantly depend on patient-related characteristics<sup>(1,2)</sup>.

The progress in information technology has made it possible to replace time-consuming and rather ineffective portal imaging methods, which use radiograms, with electronic systems which record images of anatomic structures following the administration of the radiation beam. Such devices enable more effective detection of possible geometric errors and their verification during the same radiation fraction. The current technical possibilities and the fact that the improvement of precision and individualization of treatment is aimed at motivate us to search for patient-related factors that influence the reproducibility of radiation fields in individual radiotherapy sessions.

There are a lot of papers that assess the causes of geometric errors in individual localizations of tumors. However, relatively few of them concern interrelationships between such errors and clinical factors associated with the patient and tumor, such as age, education, performance status, body mass index, diagnosis, stage of cancer or previous or synchronous treatment combined with radiotherapy. A rather scant amount of published reports and controversial results of few studies motivated the authors of this paper to conduct an analysis of this problem in the group of patients with gynecologic cancers who receive radiation therapy. The knowledge of clinical factors that increase the number of geographical misses may help distinguish a group of patients that require particular care and attention in maintaining correct conditions for the radiation field reproducibility in daily practice.

### AIM OF THE STUDY

The aim of the paper was to assess the influence of selected individual clinical factors on the reproducibility of the radiation field in patients treated due to gynecologic cancers.

### MATERIAL

The study enrolled 92 patients with cervical and endometrial cancers in FIGO stages I, II and III. Four patients

## MATERIAŁ

Do badania włączono 92 chore na raka szyjki i trzonu macicy w I, II i III stopniu zaawansowania wg FIGO. Z analizy wykluczono 4 chore ze względu na progresję nowotworu w trakcie leczenia. Analizowany materiał stanowiło 88 kolejnych chorych leczonych w Zakładzie Teleradioterapii Centrum Onkologii – Instytutu im. Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie. Stosowano napromienianie z założeniem radykalnym, pierwotne i uzupełniające po uprzednim leczeniu chirurgicznym. Wiek chorych zawierał się w przedziale od 26 do 85 lat (średnia 59 lat). Charakterystykę badanej grupy chorych pod względem cech klinicznych przedstawiono w tabeli 1.

## METODA

Chore były napromieniane według planów leczenia fotoniami X o energii 6 i 15 MeV, dawką całkowitą 45–60 Gy, frakcjonowaną 1,5–2,5 Gy w 12–39 (średnia 25) frakcjach. Obrazy referencyjne ze wszystkich pól napromieniania rejestrowano w systemie Vision. W czasie kolejnych frakcji napromieniania w celu porównania poprawności ułożenia chorej w stosunku do ułożenia referencyjnego były wykonywane obrazy weryfikacyjne w elektronicznym systemie obrazowania portalowego z kierunków wejścia wiązek PA 0° i bok 90°. W uzyskanych obrazach weryfikacyjnych zostały porównane i zapisane w tabelach różnice z obrazem referencyjnym w trzech kierunkach. Gdy różnice te w dowolnym z badanych kierunków przekraczały 7 mm, wówczas podejmowano analizę błędów i jako postępowanie rutynowe stosowano weryfikację ułożenia z korektą jednoczesową (online). U wszystkich chorych określono dla każdego z trzech kierunków wielkość przesunięcia względem obrazu referencyjnego i średnią wartość przesunięcia.

Na potrzeby analizy statystycznej wyznaczono wektor przesunięcia wskazujący całkowite przesunięcie chorego w trakcie napromieniania względem obrazów referencyjnych. Długość wektora wyznaczono na podstawie wzoru:

$$\sqrt{D\_LAT^2 + D\_LNG^2 + D\_VRT^2}$$

(pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów przesunięć w każdym kierunku).

Charakterystykę badanej grupy chorych pod względem cech klinicznych i patologicznych zestawiono w tabeli, uwzględniając stopień sprawności, indeks masy ciała, rozpoznanie, stopień zaawansowania nowotworu, stosowane leczenie skojarzone z radioterapią, w tym przebyty zabieg chirurgiczny i chemioterapię, nasilenie wczesnych odczynów popromiennych ze strony pęcherza moczowego i jelit.

## METODY STATYSTYCZNE

Analizowano wpływ wybranych czynników klinicznych na odtwarzalność obszaru napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia.

Cecha <i>Feature</i>	Liczba chorych <i>Number of patients</i>	%
<b>Stopień sprawności (wg Zubroda – ECOG-WHO)</b> <i>Performance status (according to Zubrod – ECOG-WHO)</i>		
0	75	85,2%
1	12	13,6%
≥2	1	1,1%
<b>Wskaźnik masy ciała (BMI)</b> <i>Body mass index (BMI)</i>		
Prawidłowa masa ciała – BMI do 24,9 <i>Normal body mass – BMI to 24.9</i>	23	26,1%
Nadwaga bez otyłości – BMI 25,0–29,9 <i>Overweight – BMI 25.0–29.9</i>	32	36,4%
Otyłość I° – BMI 30,0–34,9 <i>Class I obesity – BMI 30.0–34.9</i>	14	15,9%
Otyłość II° – BMI 35,0–39,9 <i>Class II obesity – BMI 35.0–39.9</i>	12	13,6%
Otyłość III° – BMI ≥40 <i>Class III obesity – BMI ≥40</i>	0	0%
Brak danych <i>No data</i>	7	8,0%
<b>Rozpoznanie</b> <i>Diagnosis</i>		
Rak trzonu macicy <i>Endometrial cancer</i>	35	39,8%
Rak szyjki macicy <i>Cervical cancer</i>	53	60,2%
<b>Chora po operacji</b> <i>Patient after surgery</i>		
Nie <i>No</i>	46	52,2%
Tak <i>Yes</i>	42	47,7%
<b>Leczenie z jednoczesową chemioterapią</b> <i>Treatment with synchronous chemotherapy</i>		
Tak <i>Yes</i>	46	52,9%
Nie <i>No</i>	41	47,1%
<b>Zaawansowanie nowotworu</b> <i>Grade of cancer</i>		
I i II stopień <i>Grade I and II</i>	56	64,4%
III stopień <i>Grade III</i>	31	35,6%
<b>Odczyn popromienny wg EORTC</b> <i>Post-radiation reactions according to EORTC</i>		
<b>Odczyn wczesny pęcherza moczowego</b> <i>Early reaction of the urinary bladder</i>		
Brak odczynu <i>No reaction</i>	54	62,1%
I° i II° <i>Grade I and II</i>	33	37,9%
III° i IV° <i>Grade III and IV</i>	0	0,0%
<b>Odczyn wczesny jelit</b> <i>Early intestinal reaction</i>		
Brak odczynu <i>No reaction</i>	38	43,2%
I° i II° <i>Grade I and II</i>	49	55,7%
III° i IV° <i>Grade III and IV</i>	1	1,1%

Tabela 1. Charakterystyka badanej grupy chorych  
Table 1. Characteristics of patients

Testem zależności chi-kwadrat oceniono korelację pomiędzy wartością wektora przesunięcia a wymiennymi cechami klinicznymi i patologicznymi.

We wszystkich porównaniach przyjęto poziom istotności statystycznej  $p = 0,05$ .

Do opisu materiału zastosowano standardowe narzędzia statystyczne: dla zmiennych kategoriowych tabele częstości, a dla zmiennych ciągłych wartość średnią z błędem standardowym oraz wartości ekstremalne.

## WYNIKI

Poddano analizie 382 obrazy portalowe weryfikujące ułożenie pacjentek, na których dokonano łącznie 1528 pomiarów według wyżej opisanych zasad. Tabela 2 przedstawia zestawienie wykonanych pomiarów w przebadanej grupie chorych napromienianych na obszar miednicy w odniesieniu do kąta wiązki promieniowania i kierunku przesunięcia. Uwzględniono w obliczeniach liczbę pomiarów, wartości minimalne i maksymalne oraz średnie ze wszystkich pomiarów i odchylenia standardowe.

Obliczono dla każdej analizowanej chorej wartość wektora przesunięcia. Średnia wartość dla wszystkich chorych wynosiła 0,44 (0,02–1,82, odchylenie standardowe 0,27). Testem zależności chi-kwadrat wykazano znamienne statystycznie ( $p = 0,003$ ) wpływ otyłości wyrażonej wskaźnikiem masy ciała (BMI) na gorszą odtwarzalność pól napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia. Wyniki przedstawia tabela 3.

Podobnie wykazano zależność statystycznie znamiennej ( $p = 0,034$ ) pomiędzy wystąpieniem wczesnego odczynu popromiennego z jelit a gorszą odtwarzalnością pól napromieniania. Wyniki przedstawia tabela 4.

Wykazano także istotny statystycznie ( $p = 0,046$ ) wpływ przebytego leczenia chirurgicznego na odtwarzalność pól napromieniania. Chore operowane miały większe wartości wektora przesunięcia niż leczone pierwotnie radioterapią. Wyniki przedstawia tabela 5.

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w odtwarzalności pól napromieniania w zależności od stopnia sprawności, rozpoznania i stopnia zaawansowania nowotworu.

were excluded from the analysis due to disease progression during treatment. The material comprised 88 patients treated in the Department of Teleradiotherapy of Maria Skłodowska-Curie Memorial Cancer Center and Institute of Oncology in Warsaw, Poland. The radiotherapies conducted were radical, primary and adjuvant following previous surgical treatment. The patients' age ranged from 26 to 85 years (mean age 59). The characteristics of the patients based on clinical features are presented in table 1.

## METHOD

Patients received irradiation according the treatment plans with 6 and 15 MeV X-ray photons with a total dose of 45–60 Gy, 1.5–2.5 Gy in 12–39 (mean 25) fractions.

The reference images of all radiation fields were recorded in the Vision system. In order to compare patient set-up accuracy with the reference positioning, verification images were made during subsequent radiation fractions with the use of electronic portal imaging system from the PA 0° and lateral 90° directions of radiation beams. Based on the verification images, the differences from the reference images in three directions were compared and entered into tables. If these differences exceeded 7 mm in any of the examined directions, an error analysis was started and, as a routine procedure, set-up was verified and corrected simultaneously (online).

The size of displacement with respect to the reference image and the mean displacement value were specified in every patient for each of the three directions.

For the purposes of the statistical analysis, a displacement vector was determined that expressed total displacement of patients during radiotherapy with respect to the reference images. The length of the vector was determined with the use of the following formula:

$$\sqrt{D\_LAT^2 + D\_LNG^2 + D\_VRT^2}$$

(square root of the sum of the squares of dislocation in each direction).

A description of the studied group of patients based on clinical and pathological features was presented in the table. It includes the performance status, body mass index,

Kąt wiązki/kierunek przesunięcia <i>Beam angle/displacement direction</i>	Liczba pomiarów <i>Number of measurements</i>	Średnia ze wszystkich pomiarów [cm] <i>Mean value of all measurements [cm]</i>	Odchylenie standardowe [cm] <i>Standard deviation [cm]</i>	Min. [cm] <i>Min. [cm]</i>	Maks. [cm] <i>Max. [cm]</i>
0° <i>Cranial-caudal</i>	382	-0,10	0,36	-0,88	0,6
0° <i>Medial-lateral</i>	382	0,09	0,18	-0,38	0,6
90° <i>Cranial-caudal</i>	382	-0,06	0,34	-1,80	0,92
90° <i>Anterior-posterior</i>	382	-0,15	0,30	-0,90	0,50

Tabela 2. Zestawienie wykonanych pomiarów w przebadanej grupie chorych  
Table 2. Measurements conducted in the analyzed group of patients

Wskaźnik masy ciała (BMI) <i>Body mass index (BMI)</i>	Wektor przesunięcia <i>Displacement vector</i>	
	<0,44	≥0,44
Prawidłowa masa ciała i nadwaga bez otyłości (BMI do 29,9) <i>Normal body mass and overweight without obesity (BMI to 29.9)</i>	34 (61,8%)	21 (38,1%)
Otyłość I° i II° (BMI 30,0–39,9) <i>Class I and II obesity (BMI 30.0–39.9)</i>	7 (26,9%)	19 (73,1%)

Tabela 3. Zależność pomiędzy występowaniem otyłości wyrażonej wskaźnikiem masy ciała (BMI) a odtwarzalnością pól napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia  
Table 3. Relationship between obesity expressed as the body mass index (BMI) and the reproducibility of radiation fields expressed as the value of the displacement vector

Odczyn wczesny jelit <i>Early intestinal reaction</i>	Wektor przesunięcia <i>Displacement vector</i>	
	<0,44	≥0,44
Brak odczynu <i>No reaction</i>	25 (65,8%)	13 (34,2%)
Obecny odczyn w I–IV° <i>I–IV grade reaction</i>	22 (44%)	28 (56,%)

Tabela 4. Zależność pomiędzy wystąpieniem wczesnego odczynu popromiennego z jelit a odtwarzalnością pól napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia  
Table 4. Relationship between the presence of early intestinal radiation reactions and the reproducibility of the radiation fields expressed as the value of the displacement vector

Chora po operacji <i>Patient after surgery</i>	Wektor przesunięcia <i>Displacement vector</i>	
	<0,44	≥0,44
Tak <i>Yes</i>	18 (42,9%)	24 (57,1%)
Nie <i>No</i>	29 (63,0%)	17 (37%)

Tabela 5. Zależność pomiędzy przebytym leczeniem chirurgicznym a odtwarzalnością pól napromieniania wyrażoną wartością wektora przesunięcia  
Table 5. Relationship between previous surgical treatment and the reproducibility of the radiation fields expressed as the value of the displacement vector

Również chemioterapia skojarzona z radioterapią i występowanie wczesnych odczynów popromiennych z pęcherza moczowego nie wpływały istotnie na wartości wektora przesunięcia.

## OMÓWIENIE

Radioterapia dąży do zniszczenia tkanek nowotworowych stanowiących kliniczną objętość tarczową (CTV) przy równoczesnym zaoszczędzeniu tkanek i narządów o krytycznym znaczeniu dla życia i zdrowia. Założenie to realizuje się poprzez dokładne dostosowanie pól napromieniania do objętości tarczowej, jaka ma być

diagnosis, stage of the disease, data concerning combination treatment with radiotherapy, including previous surgical treatment and chemotherapy, as well as aggravation of early radiation reactions of the urinary bladder and bowels.

## STATISTICAL METHODS

The authors analyzed the influence of the selected individual clinical factors on the reproducibility of the radiation field, which was expressed with the displacement vector. The chi-square test of dependence was used to assess correlations between the value of the displacement vector and the aforementioned clinical and pathological features. The level of statistical significance of  $p = 0.05$  referred to all comparisons. Standard statistical tools were used to describe the material: frequency tables for categorical variables and mean values with standard deviations and extreme values for continuous variables.

## RESULTS

The analysis involved 382 portal images that verified patient positioning, based on which a total of 1528 measurements were performed according to the principles described above. Table 2 presents the measurements conducted in the group of patients to whom radiation was delivered to the pelvis with respect to the angle of the radiation beam and the direction of displacement. The calculations included the number of measurements, minimum and maximum values as well as mean values of all measurements and standard deviations. For each analyzed patient, the value of the displacement vector was calculated. The mean value for all patients was 0.44 (0.02–1.82, standard deviation 0.27). The chi-square test of dependence revealed a statistically significant ( $p = 0.003$ ) influence of obesity expressed as the body mass index (BMI) on worse reproducibility of radiation fields expressed as the value of the displacement vector. The results are presented in table 3. Moreover, a statistically significant ( $p = 0.034$ ) relationship was also observed between the presence of early intestinal radiation reactions and worse reproducibility of the radiation fields. The results are presented in table 4. Furthermore, it was shown that previous surgical treatment also has a statistically significant ( $p = 0.046$ ) influence on the reproducibility of the radiation fields. The patients who had undergone surgeries were characterized by higher values of displacement vector than those with radiation therapy as the primary treatment. The results are presented in table 5. As for the performance status, diagnosis and advancement of cancer, no statistically significant differences in the reproducibility of the radiation fields were observed. Also, chemotherapy combined with radiotherapy and the presence of early radiation reactions of the urinary

objęta odpowiednią i jednorodną dawką promieniowania. W dopasowaniu pól napromieniania konieczne jest zastosowanie odpowiednich marginesów uwzględniających niedokładności leczenia. Poprzez dodanie tych marginesów powstaje planowana objętość tarczowa (PTV). PTV zawiera margines uwzględniający zmiany kształtu i ruchomość narządów wewnętrznych oraz niedokładność kolejnych ułożeń chorej w trakcie trwania radioterapii<sup>(1,2)</sup>. Wielkość marginesu stanowi kompromis pomiędzy dążeniem do redukcji objętości zdrowych tkanek i narządów objętych wysoką dawką promieniowania a możliwością popelnienia błędu geometrycznego podania zbyt niskiej dawki promieniowania w obrębie klinicznej objętości tarczowej (CTV). Van Herk i wsp. przedstawili w swojej pracy koncepcję podziału błędów na powstające w trakcie przygotowania chorego do leczenia – są to błędy systematyczne oraz w trakcie przeprowadzania leczenia – są to błędy przypadkowe<sup>(3)</sup>. Do tych ostatnich zaliczamy między innymi frakcyjne błędy ułożenia.

Niedokładności położenia i kształtu narządów wynikają z różnego stanu fizjologicznego, zmiennego wypełnienia pęcherza moczowego, odbytnicy czy jelit, co odgrywa dużą rolę w napromienianiu nowotworów narządów miednicy. Ten błąd może mieć charakter przypadkowy lub systematyczny, zależnie od etapu procesu leczenia, na którym miał miejsce. Niedokładności na etapie przygotowawczym leczenia mogą spowodować przesunięcie napromienianej objętości względem wyznaczonych punktów referencyjnych na skórze lub masce pacjentki, zaś błąd będzie powtarzany systematycznie w trakcie leczenia.

Drugą grupę niepewności związaną z realizacją napromieniania stanowią błędy przypadkowe.

Codziennie niepewności pozycjonowania w trakcie napromieniania określa się na podstawie pomiaru w trzech kierunkach różnic pomiędzy obrazem portalowym a referencyjnym dla danej pacjentki. Miarą niepewności w tej sytuacji jest odchylenie standardowe błędu przypadkowego, który zależy od stosowanych unieruchomień, techniki napromieniania oraz od staranności i dokładności zespołu techników w codziennym pozycjonowaniu pacjentek. Systematyczna kontrola niedokładności ułożenia i jednoczesna (online) lub dokonana w kolejnych seansach (offline) korekta wpływa na poprawę odtwarzalności w cyklu leczenia<sup>(4,5)</sup>.

Znajomość wpływu wybranych czynników klinicznych i patologicznych na odtwarzalność obszaru napromieniania pomaga wyodrębnić grupę chorych wymagających szczególnej staranności i odpowiednich procedur w codziennym pozycjonowaniu lub powiększenia marginesu w trakcie tworzenia PTV.

Istnieje wiele prac oceniających dokładność ułożenia chorych w poszczególnych lokalizacjach narządowych<sup>(3,6)</sup>. W radioterapii miednicy większość przeprowadzonych badań dotyczyła oceny dokładności ułożenia chorych na raka prostaty, natomiast znacznie rzadziej oceniano chorych na raka pęcherza moczowego czy nowotwory

bladder were not found to influence the values of the displacement vector in a significant way.

## DISCUSSION

The aim of radiation therapy is to destroy cancerous tissues that constitute the clinical target volume (CTV), but spare tissues and organs vital for life and health. This assumption is fulfilled by accurate adjustment of radiation fields to the target volume to which an appropriate and homogeneous dose of radiation is to be delivered. In adjusting radiation fields, it is necessary to use appropriate margins, which envisage imperfections of the therapy. By adding these margins, we obtain the planning target volume (PTV). PTV includes a margin that envisages a change of shape and motion of internal organs as well as inaccuracy of subsequent patient set-up during radiotherapy<sup>(1,2)</sup>. The size of the margin is a compromise between the aim to reduce the volume of normal tissues and organs exposed to high doses of radiation and a possibility of making a geographical miss and delivering too low doses of radiation to the clinical target volume (CTV). Van Herk *et al.* presented a concept of dividing errors into those made during patient preparation (systematic errors) and those made during treatment (random errors)<sup>(3)</sup>. The latter include, among others, fraction set-up errors.

The inaccuracy of location and shape of organs result from different physiological condition as well as a changeable degree to which the bladder, rectum or bowels are filled, which is of considerable importance in irradiating cancers of pelvic organs. Such errors may be of random or systematic nature depending on the stage of treatment at which they occurred. Inaccuracy during patient preparation for treatment may cause displacement of the irradiated volume in relation to the marked reference points on the skin or mask of the patient, and the error will be systematically repeated during the course of treatment.

The other group of errors associated with delivering radiation is random errors.

Everyday uncertainties associated with patient set-up during radiation therapy are determined on the basis of measuring the differences between the portal and reference images of a given patient in three directions. The measure of uncertainty is the standard deviation of the random error, which depends on the immobilization used, technique of radiation as well as care and accuracy of the technical team in daily patient set-up. A systematic control of set-up inaccuracy and corrections made simultaneously (online) or during the next sessions (offline) contribute to an improvement of the reproducibility in the course of treatment<sup>(4,5)</sup>.

The knowledge about the influence of the selected clinical and pathological factors on the reproducibility of radiation fields helps to distinguish a group of patients



ginekologiczne, gdzie błędy pozycjonowania są większe, sięgające niekiedy średnio 5–6 mm<sup>(7)</sup>. Analizując dostępne piśmiennictwo, znaleziono jedynie nieliczne, starsze prace oceniające zależność pomiędzy indywidualnymi cechami klinicznymi chorych a występowaniem błędów ułożenia w napromienianiu nowotworów ginekologicznych<sup>(7,8)</sup>. W rozważaniach problemu Van den Heuvel i Verellen podkreślają, że publikowane w tym zakresie prace dotyczyły niewielkich grup chorych, a stosowana metodologia była różnorodna, stąd potrzeba dalszych badań przedstawianych zależności<sup>(9)</sup>.

W prezentowanej pracy stwierdzono istotny statystycznie wpływ otyłości wyrażonej wskaźnikiem masy ciała BMI  $\geq 30,0$  na odtwarzalność pól napromieniania.

Podobne obserwacje zależności pomiędzy wagą pacjentów a występowaniem większej liczby błędów pozycjonowania zaobserwowano w odniesieniu do różnych nowotworów zlokalizowanych w miednicy<sup>(8,10)</sup>. U chorych ze znaczną otyłością Creutzberg i wsp. podkreślają dużą niepewność ułożenia w wymiarze przednio-tylnym powodowaną ugięciem stołu aparatu terapeutycznego pod ciężarem chorej oraz ruchami oddechowymi. Jako środek zaradczy rekomendują wówczas stosowanie pomiaru odległości od stołu do punktu izocentrycznego, co istotnie poprawia dokładność ułożenia w kierunku AP-PA<sup>(8)</sup>. W piśmiennictwie podkreślany jest wpływ relaksacji takich pacjentek na zmianę położenia tatuaży bocznych. Greer i wsp. w pozycjonowaniu pacjentów z dużą nadwagą zastąpili wyznaczanie wysokości izocentrum w oparciu o boczne tatuaże pomiarem wysokości od stołu<sup>(11)</sup>. W naszym badaniu również wykorzystywana jest ta metoda, zaś tatuaże boczne są dobrym markerem ułożenia chorych dla kierunku głowa – nogi. W niektórych publikacjach nie potwierdzono niekorzystnego wpływu otyłości na dokładność ułożenia chorych w poszczególnych frakcjach radioterapii<sup>(12)</sup>.

W prezentowanej pracy stwierdzono także istotny statystycznie wpływ nasilenia wczesnego odczynu popromiennego z jelit na gorszą odtwarzalność pól napromieniania. W dostępnym piśmiennictwie nie analizowano współzależności pomiędzy tym czynnikiem a częstością błędów ułożenia chorych w czasie napromieniania. Istnieją jednak publikacje podkreślające korzystne znaczenie ułożeń przy napromienianiu w pozycji na brzuchu z zastosowaniem systemu *belly board* pozwalającego zredukować objętość jelita cienkiego w obszarze napromienianym<sup>(13–15)</sup>. Potrzeba osłony jelit w trakcie napromieniania w celu zapobiegania nasilonemu ostremu odczynowi popromiennemu jest oczywista. Zależność dokładności ułożenia i nasilenia odczynu wydaje się logiczna, gdyż uporczywe biegunki istotnie wpływają na masę ciała, napięcie powłoki brzusznej, wzdęcia, napięcie mięśni zwieraczy i dna miednicy.

W przedstawionej pracy wykazano także istotny wpływ przebytego leczenia chirurgicznego na odtwarzalność pól napromieniania. Chore operowane miały większe błędy ułożenia niż chore wyłącznie napromieniane.

who require particular diligence and adequate procedures in daily positioning or increasing the margin while creating PTV.

There are a lot of papers that assess the accuracy of patient set-up in individual organ localizations<sup>(3,6)</sup>. As far as pelvic radiotherapy is concerned, most of the studies were associated with the assessment of set-up accuracy in patients with prostate carcinoma. However, patients with gynecologic cancers or urinary bladder carcinoma, where set-up errors are greater and reach even 5–6 mm, are much less common<sup>(7)</sup>. When analyzing the available literature, only few, older papers were found that assessed relationships between individual clinical features of patients and the occurrence of set-up errors in treating gynecologic cancers<sup>(7,8)</sup>. In their considerations of this problem, Van den Heuvel and Verellen emphasize that the papers concerning these subjects referred to small groups of patients and the adopted methods varied. Therefore further studies on such relationships are needed<sup>(9)</sup>.

This study revealed a statistically significant influence of obesity expressed as BMI  $\geq 30.0$  on the reproducibility of radiation fields.

Similar observations of the relationship between patients' weight and a greater number of set-up errors were also observed in other cancers localized in the pelvis<sup>(8,10)</sup>. Creutzberg *et al.* emphasized that in patients with considerable obesity, the anteroposterior set-up is uncertain due to bending of the table under the weight of the patient and due to her breathing movements. In such situations, they recommend using the measurement of the distance from the table to the isocenter point, which significantly improves the AP-PA accuracy<sup>(8)</sup>. The literature also emphasizes the influence of relaxation of such patients on the shift of lateral tattoo marks. In positioning highly obese patients, Greer *et al.* replaced the measurement of the distance to the isocenter based on the lateral tattoo marks with the measurement of the distance from the table<sup>(11)</sup>. In our study, this method was used as well, and the lateral tattoo marks were a good marker in patient set-up for the head-legs direction. Some publications, however, do not confirm the unfavorable influence of obesity on patient set-up accuracy in individual radiotherapy fractions<sup>(12)</sup>.

Our study also demonstrated a statistically significant influence of early intestinal radiation reactions on worse reproducibility of radiation fields.

In the available literature, the correlation between this factor and the frequency of patient set-up errors during radiation was not analyzed. However, there are publications that emphasize a beneficial role of set-up in the prone position with the use of the belly board system that allows the volume of the small intestine to be reduced in the radiation field<sup>(13–15)</sup>. The need to shield the intestine during radiation in order to prevent severe acute radiation reactions is obvious. The relationship between the set-up precision and severity of radiation reactions seems

Również w tej kwestii nie znaleziono odpowiednich danych w piśmiennictwie pozwalających porównać poczynione obserwacje. Należy przypuszczać, że chore po leczeniu chirurgicznym mają większe trudności z relaksacją na skutek przebytego urazu związanego z operacją i pooperacyjnych dolegliwości bólowych.

W pracy nie wykazano istotnych statystycznie różnic w odtwarzalności pól napromieniania w zależności od wieku i stopnia sprawności chorych. Podobne wyniki przedstawiają inni autorzy w dostępnym piśmiennictwie<sup>(9,10)</sup>.

## WNIOSKI

Otyłość wyrażona wskaźnikiem masy ciała BMI  $\geq 30,0$ , wystąpienie nasilonego wczesnego odczynu popromiennego z jelit oraz przebyty w pierwszym etapie leczenia zabieg chirurgiczny istotnie statystycznie pogarszają odtwarzalność obszaru napromieniania u chorych leczonych z powodu nowotworów ginekologicznych.

## PIŚMIENNICTWO:

### BIBLIOGRAPHY:

1. ICRU Report 50. Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy. International Commission on Radiation Units and Measurements.
2. ICRU Report 62. Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). International Commission on Radiation Units and Measurements.
3. van Herk M., Remeijer P., Rasch C., Lebesque J.V.: The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2000; 47: 1121–1135.
4. Pehlivan B., Pichenot C., Castaing M. i wsp.: Interfractional set-up errors evaluation by daily electronic portal imaging of IMRT in head and neck cancer patients. *Acta Oncol.* 2009; 48: 440–445.
5. de Boer H.C., Heijmen B.J.: A protocol for the reduction of systematic patient setup errors with minimal portal imaging workload. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2001; 50: 1350–1365.
6. Hurkmans C.W., Remeijer P., Lebesque J.V., Mijnheer B.J.: Set-up verification using portal imaging; review of current clinical practice. *Radiother. Oncol.* 2001; 58: 105–120.
7. Stroom J.C., Olofsen-van Acht M.J., Quint S. i wsp.: On-line set-up corrections during radiotherapy of patients with gynecologic tumors. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2000; 46: 499–506.
8. Creutzberg C.L., Althof V.G., de Hoog M.D. i wsp.: A quality control study of the accuracy of patient positioning in irradiation of pelvic fields. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1996; 34: 697–708.
9. Van den Heuvel F., Verellen D.: Correlating setup errors and patient individual parameters. *Radiother. Oncol.* 1996; 41: 95–96.

logical since persistent diarrhea significantly affects the body mass, tension of the abdominal wall, flatulence as well as tension of the sphincter muscle and pelvic floor.

Furthermore, our study demonstrated that previous surgical treatment also influences the reproducibility of radiation fields. Set-up errors were greater in patients who had undergone surgeries than in those treated with radiation only. No information that would allow these observations to be compared was found in the literature. It must be suspected that relaxation is more difficult for patients after surgical procedures due to the trauma experienced associated with the surgery and postoperative pain.

As for the age and performance status, no statistically significant differences in the reproducibility of the radiation fields were observed. Similar results are reported by other authors in the available literature<sup>(9,10)</sup>.

## CONCLUSIONS

Obesity expressed as the body mass index (BMI)  $\geq 30,0$ , presence of more severe early intestinal radiation reactions and surgical treatment conducted at the first stage of treatment deteriorate the reproducibility of the radiation field in a statistically significant way in patients treated due to gynecologic cancers.

10. Huddart R.A., Nahum A., Neal A. i wsp.: Accuracy of pelvic radiotherapy: prospective analysis of 90 patients in a randomised trial of blocked versus standard radiotherapy. *Radiother. Oncol.* 1996; 39: 19–29.
11. Greer P.B., Mortensen T.M., Jose C.C.: Comparison of two methods for anterior–posterior isocenter localization in pelvic radiotherapy using electronic portal imaging. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1998; 41: 1193–1199.
12. Bieri S., Miralbell R., Nouet P. i wsp.: Reproducibility of conformal radiation therapy in localized carcinoma of the prostate without rigid immobilization. *Radiother. Oncol.* 1996; 38: 223–230.
13. Ghosh K., Padilla L.A., Murray K.P. i wsp.: Using a belly board device to reduce the small bowel volume within pelvic radiation fields in women with postoperatively treated cervical carcinoma. *Gynecol. Oncol.* 2001; 83: 271–275.
14. Kasabasić M., Faj D., Smilović Radojčić D. i wsp.: Verification of the patient positioning in the bellyboard pelvic radiotherapy. *Coll. Antropol.* 2008; 32 suppl. 2: 211–215.
15. Wiesendanger-Wittmer E.M., Sijtsema N.M., Muijs C.T., Beukema J.C.: Systematic review of the role of a belly board device in radiotherapy delivery in patients with pelvic malignancies. *Radiother. Oncol.* 2012; 102: 325–334.