

УДК 615.84:53.083:621.386.82

О. М. Сухіна, А. С. Сімбіркова✉, В. С. Сухін

Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», вул. Пушкінська, 82, м. Харків, 61024, Україна

ВІДХИЛЕННЯ МІЖ ЗАПЛАНОВАНОЮ ДОЗОЮ І РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОЗИМЕТРІЇ *IN VIVO* ПРИ ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОМУ ОПРОМІНЕННІ У ПАЦІЄНТОК, ХВОРИХ НА РАК ТІЛА МАТКИ, ЗАЛЕЖНО ВІД АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ

Передпроменева топоетрія є невід'ємною частиною опромінення, завдання якої – відтворити положення пацієнтки, задане симулятором, щоб виконати запланований об'єм опромінення і просторові відносини між полем випромінювання й органами ризику, які були визначені під час планування. Розподіл дози, сформульований у плані, є лише ідеальною моделлю. Існує деякий розрив між фактичним і запланованим розподілом дози, особливо у пацієнток з надмірною масою тіла.

Метою дослідження було оцінити вплив антропометричних даних на відхилення між запланованою дозою і результатами дозиметрії *in vivo* у пацієнток, хворих на рак тіла матки, при проведенні післяопераційного опромінення.

Матеріали та методи. Автори проаналізували результати лікування 110 хворих на РТМ стадій ІВ–ІІ, які проходили лікування у відділенні променевої терапії ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва НАМН України» з 2016 по 2019 роки. Використовували методику класичного фракціонування з разовою осередковою дозою 2,0 Гр 5 разів на тиждень, сумарна осередкова доза склала 42,0–50,0 Гр. Для оцінки впливу антропометричних даних пацієнток на різницю між фактичною і розрахунковою дозою автори провели дозиметрію *in vivo* після першого сеансу і в середині післяопераційного курсу дистанційної променевої терапії.

Результати. У пацієнток із площею поверхні тіла (ППТ) < 1,92 м² медіана відносних відхилень на першому сеансі склала -4,12 %, після опромінення в дозі 20,0 Гр – 3,61 %, а у пацієнток з ППТ > 1,92 м²: -2,06 %, та -1,55 % відповідно. Після отримання дози в 20 Гр у 34,8 % пацієнток з ППТ < 1,92 м² відмічалось зростання відхилення від запланованої дози, у 65,2 % – зменшення, тоді як у 56,1 % пацієнток з ППТ > 1,92 м² – зростання показника, а у 43,9 % – його зменшення. Зі збільшенням індексу маси тіла фактично отримана доза на слизову прямої кишки на десятому сеансі опромінення наближується до розрахункової.

Висновки. При опроміненні на апараті РОКУС-АМ автори не виявили вірогідної залежності впливу конституціональних особливостей пацієнток між фактично отриманою і запланованою дозою опромінення. При лікуванні на апараті Clinac 600 С вірогідний вплив на різницю доз мають тільки маса тіла та індекс маси тіла на десятому сеансі опромінення. Тому питання, що стосуються індивідуального підходу до лікування раку тіла матки залежно від антропометричних даних є актуальною проблемою сучасної радіотерапії.

Ключові слова: антропометричні дані, ожиріння, променева терапія, передпроменева підготовка, дозиметрія *in vivo*, рак тіла матки.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2021. Вип. 26. С. 573–586. doi: 10.33145/2304-8336-2021-26-573-586

✉ Сімбіркова Анна Сергіївна, e-mail: anuta.nesterenko@gmail.com

O. M. Sukhina, A. S. Simbirova✉, V. S. Sukhin

State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 82 Pushkinska Str., Kharkiv 61024, Ukraine

DEVIATION BETWEEN THE PLANNED DOSE AND THE *IN VIVO* DOSIMETRY RESULTS DURING POSTOPERATIVE IRRADIATION IN PATIENTS WITH UTERINE CANCER DEPENDING ON ANTHROPOMETRIC DATA

Topometry is an integral part of irradiation whose task is to repeat the position of the patient set by the simulator to repeat the PTV and the spatial relationship between the radiation field and the risk organs that were identified during planning. The dose distribution formulated in the plan is only an ideal model. There is some gap between the actual and planned dose distribution, especially in overweight patients.

Objective: evaluate the effect of anthropometric data on the deviation between the planned dose and the results of dosimetry *in vivo* in patients with uterine cancer during postoperative irradiation.

Materials and Methods. The authors analyzed the results of treatment of 110 patients with stage IB–II uterine cancer who were treated at the Department of Radiation Therapy of the Institute of Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine from 2016 to 2019. The technique of classical fractionation was used with a single focal dose of 2.0 Gy 5 times a week, the total focal dose was 42.0–50.0 Gy. To assess the effect of the patient's anthropometric data on the difference between the actual and calculated dose, the authors performed *in vivo* dosimetry after the first session and in the middle of the postoperative course of external beam radiation therapy.

Results. Patients with BSA < 1.92 m², had the median relative deviation at the first session -4.12 %, after 20.0 Gy – 3.61 %, patients with BSA > 1.92 m²: -2.06 % and -1.55 % respectively. After 20 Gy 34.8 % of patients with BSA < 1.92 m² there was an increase in deviation from the planned dose, 65.2 % a decrease, while in 56.1 % of patients with BSA > 1.92 m² there was an increase, and in 43.9 % – its reduction. With increasing BMI, the actual dose received on the rectal mucosa in the tenth session of irradiation is approaching the calculated one.

Conclusions. When irradiated on the ROKUS-AM device, we did not find a probable dependence of the influence of the constitutional features of patients between the received and planned radiation dose. When treated with a Clinac 600 C, only body weight and body mass index at the tenth irradiation session have a likely effect on the dose difference. Therefore, issues related to the individual approach to the treatment of uterine cancer, depending on anthropometric data is an urgent problem of modern radiotherapy.

Key words: anthropometric data, obesity, radiation therapy, preradiation preparation, *in vivo* dosimetry, uterine cancer.

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2021;26:573-586. doi: 10.33145/2304-8336-2021-26-573-586

ВСТУП

Рак тіла матки (РТМ) являє собою велику клінічну і соціально-економічну проблему, будучи одним з найпоширеніших онкологічних захворювань жіночих геніталій. У багатьох країнах світу, в тому числі економічно розвинених, захворюваність на РТМ за останні роки набула вираженої тенденції до зростання [1].

Частка РТМ серед усіх злоякісних новоутворень у жінок у світі становить 4,8 % [2]. За даними статистики, у 2018 році було діагностовано 382 096 нових випадків РТМ у світі та, що особливо непокоїть, прогнозується зростання як захворюваності, так і смертності зі швидкістю 1,0–2,0 % на рік [3].

INTRODUCTION

Uterine cancer (UC) is a major clinical and socio-economic problem, being one of the most common cancers of the female genitals. In many world countries, including economically developed ones, the incidence of UC has acquired a pronounced upward trend in recent years [1].

The part of UC in the world among all malignant neoplasms in women is 4.8 % [2]. According to statistics, 382,096 new cases of UC were diagnosed worldwide in 2018; most worryingly, both morbidity and mortality are prognosticated to increase at a rate of 1.0–2.0 % per year [3].

✉ Anna S. Simbirova, e-mail: anuta.nesterenko@gmail.com

Основними методами лікування хворих на рак тіла матки є хірургічний, променеви́й та комбінований (хірургічний + променеви́й) [4]. Використання в комбінованому лікуванні раку тіла матки променевого компонента (післяопераційної дистанційної або поєднано-променевої терапії) дозволяє поліпшити п'ятирічну виживаність і знизити кількість рецидивів та віддалених метастазів [5, 6].

Існує залежність результатів променевої терапії (ПТ) від точності підведення та відтворення дозиметричного плану опромінення і запланованих поглинених доз від сеансу до сеансу. Так, відхилення осередкової дози від запланованої в бік її збільшення лише на 5,0 % призводить до клінічних проявів реакцій нормальних тканин, а таке відхилення у бік зменшення – до збільшення кількості рецидивів [7]. На це можуть впливати такі різні фізичні та людські фактори, як якість передпроменевого томографічного обстеження, правильність контурування пухлинного об'єму та органів ризику, алгоритм розрахунку розподілу дози в плануючій системі, якість вторинної симуляції, відтворення положення пацієнтки під час кожного сеансу ПТ, і зміни в пухлині й навколишніх тканинах під час променевої терапії [8, 9]. Зазначена гетерогенність значною мірою посилюється внаслідок набряку м'яких тканин в результаті післяопераційної травми.

Мета топометричної підготовки перед лікуванням – повторити положення пацієнтки, задане симулятором, щоб повторити PTV (planning tumor volume – запланований об'єм опромінення) і просторові відносини між полем випромінювання та органами ризику, які були визначені під час планування. Розподіл дози, сформульований в плані, є лише ідеальною моделлю. Існує деякий розрив між фактичним і запланованим розподілом дози, особливо у пацієнок з надмірною масою тіла. Згідно з міжнародними даними похибка вище у пацієнок з ожирінням, навіть з використання імобілізаційних пристроїв [10–12].

Тому питання, що стосуються індивідуального підходу до лікування РТМ залежно від клінічних особливостей дотепер не втратили своєї актуальності [13, 14].

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінити вплив антропометричних даних на відхилення між запланованою дозою і результатами дозиметрії *in vivo* у пацієнок, хворих на рак тіла матки, при проведенні післяопераційного опромінення.

The principal treatment methods for uterine cancer patients are surgical, radial, and combined (surgical + radial) [4]. Application of a radiation component (postoperative remote or combined radiation therapy) in the combined treatment of uterine cancer can improve the five-year survival rate and reduce the number of relapses and distant metastases [5, 6].

The results of radiation therapy (RT) depend on the accuracy of dose delivery, recreating the dosimetric radiation plan, and the planned absorbed doses from session to session. Thus, a deviation of the focal dose from the planned one in the direction of its increase by only 5.0 % leads to clinical manifestations of normal tissue reactions; the dose deviation in the direction of its decrease leads to an increase in the number of relapses [7]. These deviations can be influenced by various physical and human factors such as the quality of preradiation tomographic examination, the correct contouring of the tumor volume and risk organs, the algorithm for calculating dose distribution in the planning system, the quality of secondary modeling, reproducing the patient's position during each RT session and changes in the tumor and surrounding tissues during radiation therapy [8, 9]. This heterogeneity is vastly enhanced by soft tissue edema as a result of postoperative trauma.

The goal of preradiation topometric preparation is to recreate the patient's position set by the simulator to duplicate the planned radiation volume and the spatial relationship between the radiation field and the risk organs established during planning. The dose distribution formulated in the plan is only an ideal model. There is some gap between the actual and planned dose distribution, especially in overweight patients. According to international data, the error is higher in obese patients, even with the use of immobilization gear [10–12].

Therefore, issues related to the individual approach to the treatment of UC, depending on the clinical features, have not lost their relevance to date [13, 14].

OBJECTIVE

To evaluate the effect of anthropometric data on the deviation between the planned dose and the results of *in vivo* dosimetry in patients with uterine cancer during postoperative irradiation.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Автори проаналізували результати лікування 110 хворих на РТМ стадій ІВ–ІІ, які проходили лікування у відділенні променевої терапії ДУ «Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМН України» з 2016 по 2019 роки. Вік пацієнток становив від 41 до 85 років, середній вік – $(61,0 \pm 8,4)$ року.

У дослідженні брали участь 110 пацієнток. З них 95 (86,4 %) хворих мали І стадію захворювання (T1bNxM0), 15 (13,6 %) – ІІ стадію (T2NxM0). Всім хворим на РТМ проводилося комбіноване лікування, яке включало хірургічне втручання в обсязі екстирпації матки з придатками на першому етапі та післяопераційний курс променевої терапії на другому етапі.

Пацієнтки були розподілені на дві групи: група 1 – 50 хворих (45,5 %) – пацієнтки, які проходили лікування на апараті РОКУС-АМ, група 2 – 60 хворих (54,5 %) – отримувала конформну променеву терапію на апараті Clinac 600 С.

Використовували методику класичного фракціонування з разовою осередковою дозою 2,0 Гр 5 разів на тиждень. Сумарна осередкова доза при дистанційній променевій терапії склала 42,0–50,0 Гр. Для оцінки впливу антропометричних даних пацієнток на різницю між фактичною і розрахованою дозою автори провели дозиметрію *in vivo* після першого сеансу і в середині післяопераційного курсу дистанційної променевої терапії (після досягнення 20,0 Гр) за допомогою апарату UNIDOS-E фірми «PTW-Freiburg».

Статистичне опрацювання отриманих даних здійснювалося на персональному комп'ютері за допомогою пакета програм «STATISTICA 10.0» при використанні непараметричних методів для малих вибірок; для визначення вірогідності отриманих даних використовували точний критерій Фішера. В усіх випадках відмінність вважали статистично вірогідною при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ

Проаналізовано вплив площі поверхні тіла (ППТ) на різницю між фактично отриманою і розрахованою дозою за даними дозиметрії *in vivo*. Медіана показників ППТ в обстежених хворих склала 1,92 м². За цим принципом для аналізу відхилення запланованої дози хворі були розподілені на дві групи: понад 1,92 м² та менше ніж 1,92 м². Отже, у 69 (62,7 %) зі 110 пацієнток ППТ було < 1,92 м², та в 41 (37,3 %) хворої – ППТ > 1,92 м².

MATERIALS AND METHODS

The authors analyzed treatment results of 110 UC patients stages Ib–II treated at the radiation therapy department of the SO «Grigoriev Institute for Medical Radiology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» from 2016 to 2019. The patients ranged in age from 41 to 85 years, with an average age of (61.0 ± 8.4) years.

The study involved 110 patients. Of these, 95 (86.4 %) patients had stage I disease (T1bNxM0), 15 (13.6 %) – stage II (T2NxM0). All UC patients underwent combined treatment, which included surgical intervention (extirpation of the uterus with appendages) at the first stage and a postoperative course of radiation therapy at the second stage.

The patients were divided into two groups: group 1 – 50 patients (45.5 %) – women who underwent treatment on the device ROCUS-AM, group 2 – 60 patients (54.5 %) – who received conformal radiation therapy on the linear accelerator Clinac 600 C.

The method of classical fractionation with a single focal dose of 2.0 Gy 5 times a week was used. The total focal dose for remote radiation therapy was 42.0–50.0 Gy. To assess the effect of patients' anthropometric data on the difference between the actual and calculated dose, the authors performed *in vivo* dosimetry after the first session and in the middle of the postoperative course of remote radiation therapy (after reaching 20.0 Gy) using the UNIDOS-E device manufactured by PTW-Freiburg.

Statistical processing of the obtained data was carried out on a personal computer using the program package «STATISTICA 10.0» applying the nonparametric methods for small data samples; Fisher's exact test was used to determine the statistical significance of the obtained data. In all cases, the difference was considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS

The effect of body surface area (BSA) on difference between the actually received and calculated dose according to the *in vivo* dosimetry data was analyzed. The BSA index median in the examined patients was 1.92 м². According to this principle, the patients were divided into two groups to analyze the deviation of the planned dose: with BSA indices > 1.92 м² and < 1.92 м². Consequently, 69 (62.7 %) of 110 patients presented BSA < 1.92 м², and 41 (37.3 %) – BSA > 1.92 м².

У пацієток із ППТ $< 1,92 \text{ м}^2$ відмічено відхилення від запланованої дози на першому сеансі від $-18,04$ до $6,31 \%$, після досягнення $20,0 \text{ Гр}$ на десятому сеансі опромінення – від $-15,46$ до $2,43 \%$. Медіана відносних відхилень на першому сеансі становила $-4,12 \%$, після досягнення $20,0 \text{ Гр}$ медіана незначно зменшилась та склала $-3,61 \%$. У 24 ($34,8 \%$) з 69 пацієток з ППТ $< 1,92 \text{ м}^2$ відмічалось зростання показника відхилення від запланованої дози, а у 45 ($65,2 \%$) пацієток спостерігалось зменшення цього показника на 10 -му сеансі відносно першого.

У пацієток, які мали ППТ $> 1,92 \text{ м}^2$, відхилення від запланованої дози на першому сеансі становило від $-19,07$ до $5,83 \%$, після досягнення $20,0 \text{ Гр}$ цей показник змінився і складав від $-17,53$ до $2,43 \%$. Медіана відносних відхилень на першому сеансі становила $-2,06 \%$, після досягнення $20,0 \text{ Гр}$ медіана зменшилась до $-1,55 \%$. У 23 ($56,1 \%$) пацієток із 41 з ППТ $> 1,92 \text{ м}^2$ відмічалось зростання показника відхилення від запланованої дози, а у 18 ($43,9 \%$) – його зменшення на 10 -му сеансі відносно першого (рис. 1).

У групі 1 (50 хворих), яка проходила лікування на апараті РОКУС-АМ, показник ППТ $> 1,92 \text{ м}^2$ відмічено у 8 ($16,0 \%$), а ППТ $< 1,92 \text{ м}^2$ – у 42 ($84,0 \%$) пацієток.

У групі 2 (60 хворих), яка проходила лікування на апараті Clinac 600 С, показник ППТ $> 1,92 \text{ м}^2$ відмічено у 33 ($55,0 \%$) та ППТ $< 1,92 \text{ м}^2$ – у 27 ($45,0 \%$) пацієток.

Як видно з представлених даних, існує залежність відхилення дози від показника ППТ після отримання $20,0 \text{ Гр}$ на ділянку тазу. Так, у $34,8 \%$

In patients with BSA $< 1.92 \text{ m}^2$ there was a deviation from the planned dose at the first session from -18.04 to 6.31% and, after reaching 20.0 Gy , at the tenth session of irradiation from -15.46% to 2.43% . The relative deviation median at the first session was -4.12% and, after reaching 20.0 Gy , the median decreased slightly to -3.61% . The deviation index increased from the planned dose in 24 (34.8%) of 69 patients with BSA $< 1.92 \text{ m}^2$, and 45 (65.2%) patients showed its decrease at the tenth session relative to the first.

The deviation from the planned dose at the first session ranged from -19.07 to 5.83% in patients with BSA $> 1.92 \text{ m}^2$; but, after reaching 20.0 Gy , this index changed and ranged from -17.53% to 2.43% . The relative deviation median at the first session was -2.06% ; however, after reaching 20.0 Gy , the median decreased to -1.55% . There were an increase of the deviation index from the planned dose in 23 (56.1%) patients out of 41 with BSA $> 1.92 \text{ m}^2$, and in 18 (43.9%) – a decrease at the tenth session relative to the first (Fig. 1).

In Group 1 (50 patients), treated on the ROCUS-AM device, the BSA index $> 1.92 \text{ m}^2$ was observed in 8 (16.0%), and the BSA index $< 1.92 \text{ m}^2$ – in 42 (84.0%) patients.

In Group 2 (60 patients), treated on the Clinac 600 C device, the BSA index $> 1.92 \text{ m}^2$ was observed in 33 (55.0%) diseased, and the BSA index $< 1.92 \text{ m}^2$ – in 27 (45.0%) patients.

As can be seen from the presented data, there is a dependence of the dose deviation on the BSA index after receiving 20.0 Gy to the pelvis. Thus, the authors

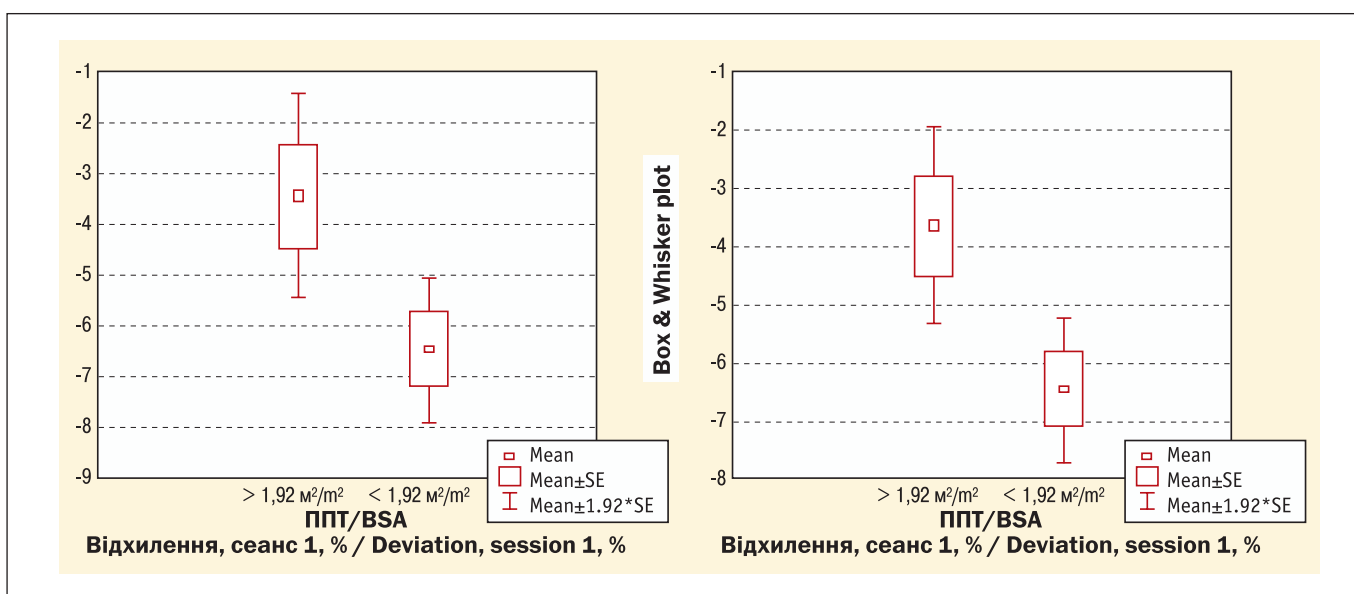


Рисунок 1. Відносне відхилення від запланованої дози залежно від показника ППТ

Figure 1. Relative deviation from the planned dose depending on the BSA index

пацієнок з ППТ < 1,92 м² відмічалось зростання показника відхилення від запланованої дози, а його зменшення спостерігалось у 65,2 % пацієнок. Водночас у 56,1 % пацієнок з ППТ > 1,92 м² відмічалось зростання показника відхилення від запланованої дози, а у 43,9 % він зменшувався. Ці дані вказують на доцільність проведення дозиметрії *in vivo* на етапах проведення променевої терапії для кращого моніторингу прогресу пацієнок у процесі ПТ.

З огляду на багатофакторність впливу індивідуальних показників (маса тіла, зріст, передньозадній розмір, показник індексу маси тіла (ІМТ)) на результати вимірювань автори проаналізували кожен з вищеназваних індексів. Показники ступеня ожиріння залежно від виду опромінення представлені в таблиці 1.

Медіана ІМТ у пацієнок групи 1 склала 26,6 кг/м², а середнє значення – 27,2 кг/м², тоді як у пацієнок групи 2 ці показники склали 34,9 та 34,2 кг/м² відповідно.

При опроміненні на гамма-терапевтичному апараті автори не виявили вірогідної залежності впливу конституціональних особливостей на досліджуваний показник.

У таблиці 2 представлено вплив конституціональних особливостей на фактично отриману дозу слизовою прямою кишки, виміряну за допомогою дозиметрії *in vivo* у пацієнок групи 2, які отримували лікування на апараті Clinac 600 С.

Як видно з представлених в таблиці даних, при опроміненні на апараті Clinac 600 С серед усіх розглянутих факторів вірогідний вплив має тільки маса тіла та ІМТ на десятому сеансі опромінення (коефіцієнти кореляції -0,288534 та -0,369646 відповідно).

Зі збільшенням ІМТ фактично отримана доза на слизову прямою кишки, виміряна за допомогою дозиметрії *in vivo* на десятому сеансі опромінення, наближується до розрахункової. При ІМТ 43,0–50,0 кг/м² фактично отримана доза на слизову прямою кишки з більшою долею вірогідності відповідає запланованій дозі та становить 2,0 Гр.

observed an increase in the deviation index from the planned dose in 34.8 % of patients with the BSA index < 1.92 m², and its decrease – in 65.2 % of patients. The authors detected an increase in the deviation index from the planned dose in 56.1 % of patients with BSA > 1.92 m², whereas its decrease was noted in 43.9 % of patients. These data indicate the feasibility of *in vivo* dosimetry throughout the radiation therapy course to better monitor patients' progress.

Considering the multi-factorial influence of individual indicators (weight, height, anterior-posterior size, body mass index (BMI)) on the measurement results, the authors analyzed all the above characteristics. Indices of the obesity degree depending on the type of radiation therapy are presented in Table 1.

The BMI median for patients in Group 1 was 26.6 kg/m², and the mean value was 27.2 kg/m², while for patients in Group 2, this indicator was 34.9 and 34.2 kg/m², respectively.

The authors did not find a statistically significant dependence of the influence of constitutional peculiarities on the studied indicator while using the gamma-therapeutic device.

Table 2 shows the effect of constitutional peculiarities on the actually received dose on the rectal mucosa, measured by *in vivo* dosimetry in Group 2 patients treated on the Clinac 600 C device.

As can be seen from the data presented in the table, when undergoing treatment on the Clinac 600 C device, among all the considered factors, only body weight, and BMI at the tenth irradiation session have a statistically significant effect (correlation coefficient -0.288534 and -0.369646, respectively).

With an increase in the BMI, the actually received dose on the rectal mucosa, measured by *in vivo* dosimetry at the tenth irradiation session, approaches the calculated one. With a BMI of 43.0–50.0 kg/m², the actually received dose on the rectal mucosa with a higher statistical significance corresponds to the planned dose and is 2.0 Gy.

Таблиця 1
Показники ступеня ожиріння залежно від виду опромінення

Table 1
Indices of the obesity degree depending on the type of radiotherapy

Ступінь ожиріння Obesity Degree	РОКУС-АМ / ROCUS-AM Група 1 / Group 1, n = 50, (%)	Clinac 600 C Група 2 / Group 2, n = 60, (%)	Всього / Total n = 110, (%)
Норма / Norm	22 (20,0)	10 (9,0)	32 (29,1)
1 (30,00–34,99)	18 (16,4)	26 (23,6)	44 (40,0)
2 (35,00–39,99)	10 (9,0)	12 (10,9)	22 (20,0)
3 (> 40,00)	0 (0,0)	12 (10,9)	12 (10,9)

Таблиця 2

Вплив конституціональних особливостей на фактично отриману дозу слизовою прямої кишки, виміряну за допомогою дозиметрії *in vivo*

Table 2

The effect of constitutional peculiarities on the actually received dose on the rectal mucosa, measured by *in vivo* dosimetry

Пара змінних Pair of Variables	Кореляції за рейтингом Спірмена / Spearman's rank correlation coefficient			
	Наявна кількість пацієнтів Available total number of patients	Рейтинг Спірмена Spearman's rating	T (N-2)	ρ рівень ρ level
Розмір & 1 сеанс (факт. доза) / Size & session 1 (actual dose)	60	-0,020158	-0,15222	0,879548
Розмір & 1 сеанс (різниця) / Size & session 1 (difference)	60	0,020158	-0,15222	0,879548
Розмір & 10 сеанс (факт. доза) / Size & session 10 (actual dose)	60	0,199603	1,53792	0,129601
Розмір & 10 сеанс (різниця) / Size & session 10 (difference)	60	-0,199603	-1,53792	0,129601
Розмір & відносна різниця / Size & relative difference	60	-0,176855	-1,35661	0,180254
Зріст & 1 сеанс (факт. доза) / Height & session 1 (actual dose)	60	-0,147828	-1,12848	0,263845
Зріст & 1 сеанс (різниця) / Height & session 1 (difference)	60	-0,147828	1,12848	0,263845
Зріст & 10 сеанс (факт. доза) / Height & session 10 (actual dose)	60	-0,178734	-1,3715	0,175595
Зріст & 10 сеанс (різниця) / Height & session 10 (difference)	60	0,178734	1,3715	0,175595
Зріст & відносна різниця / Height & relative difference	60	0,042511	-0,32124	0,749201
Маса тіла & 1 сеанс (факт. доза) / Weight & session 1 (actual dose)	60	0,112271	0,85302	0,397218
Маса тіла & 1 сеанс (різниця) / Weight & session 1 (difference)	60	-0,112271	-0,85302	0,397218
Маса тіла & 10 сеанс (факт. доза) / Weight & session 10 (actual dose)	60	0,288534	2,27515	0,026677
Маса тіла & 10 сеанс (різниця) / Weight & session 10 (difference)	60	-0,288534	-2,27515	0,026677
Маса тіла & відносна різниця / Weight & relative difference	60	-0,227929	-1,76734	0,082524
ІМТ & 1 сеанс (факт. доза) / BMI & session 1 (actual dose)	60	0,191462	1,47275	0,146319
ІМТ & 1 сеанс (різниця) / BMI & session 1 (difference)	60	-0,191462	-1,47275	0,146319
ІМТ & 10 сеанс (факт. доза) / BMI & session 10 (actual dose)	60	0,369646	3,00349	0,00396
ІМТ & 10 сеанс (різниця) / BMI & session 10 (difference)	60	-0,369646	-3,00349	0,00396
ІМТ & відносна різниця / BMI & relative difference	60	-0,19295	-1,48464	0,143149

Автори застосували кластерний аналіз для вивчення комплексного впливу індивідуальних показників на різницю між розрахованою і отриманою дозою у пацієнтів двох груп. Всі пацієнтки групи 1, які проходили лікування на апараті РОКУС-АМ, при статистичному опрацюванні даних розподілені на два кластери залежно від показників ІМТ та ППТ, що представлені на рисунку 2. Це не самі показники, а стандартизовані дані.

The authors used cluster analysis to study the complex effect of individual indicators on the difference between the calculated and received dose in patients of the two groups. All Group 1 patients treated on the ROCUS-AM device were divided into two clusters during statistical data processing, depending on the BMI and BSA indices shown in Figure 2. These are not the indicators themselves but standardized data.

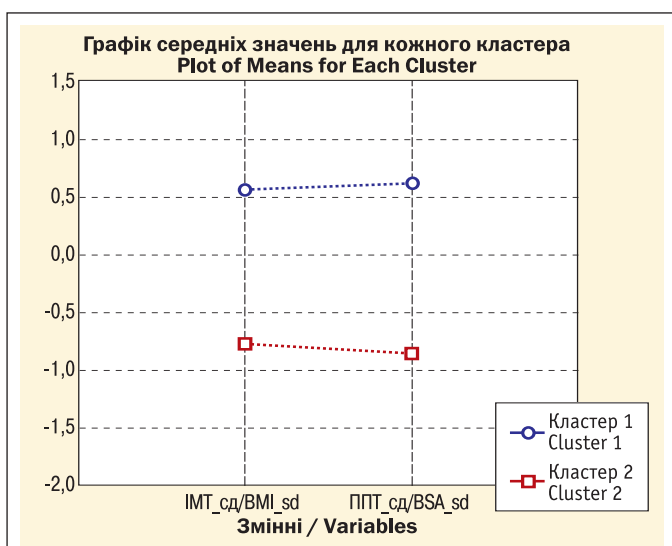


Рисунок 2. Дані кластерного аналізу пацієнтів групи 1 залежно від показників ІМТ та ППТ

Примітка. _сд - стандартизовані дані

Figure 2. Cluster analysis data for Group 1 patients depending on the BMI and BSA indices

Note. _sd – standardized data

Як бачимо на рисунку 2, ці кластери не відрізняються, що підтверджується даними в таблиці 3.

Проаналізувавши всі показники та різницю між сеансами можна зробити висновок, що у пацієнток групи 1 відсутні відмінності на значущому рівні, що підтверджується даними, представленими в таблиці 4.

Всі пацієнтки групи 2, які проходили лікування на апараті Clinac 600 C, були також розподілені на два кластери залежно від показників ІМТ та ППТ (рис. 3).

As presented in Figure 2, these clusters do not differ, which is confirmed by the data in Table 3.

After analyzing all the indicators and the difference between sessions, a conclusion can be reached that Group 1 patients do not exhibit differences at a statistically significant level, which is confirmed by the data presented in Table 4.

All Group 2 patients treated on the Clinac 600 C device were also divided into two clusters depending on the BMI and BSA indices (Fig. 3).

Таблиця 3

Характеристика якості кластеризації пацієнток групи 1

Table 3

Characteristics of the clustering quality in Group 1 patients

Номер кластера Cluster Number	Евклідові відстані між кластерами / Euclidean Distances Between Clusters	
	№1	№2
№1	0,000000	1,98867
№2	1,407788	0,000000

Таблиця 4

Різниця варіабельностей кластерів у пацієнток групи 1 залежно від сеансу

Table 4

The difference in cluster variability in Group 1 patients depending on the RT session

Показник Indicator	U-критерій Манна-Уїтні / Mann-Whitney U-test									
	Rank Sum Gr. 1	Rank Sum Gr. 2	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Gr. 1	Gr. 2	2*1sided exact p
1-й сеанс, різниця Session 1 difference	721,00	455,00	245,00	0,731925	0,464215	0,731925	0,464215	28	22	0,474255
10-й сеанс, різниця Session 10 difference	743,00	433,00	223,00	1,912089	0,233227	1,192089	0,233227	28	22	0,239905
Відносна різниця Relative difference	719,00	457,00	247,00	0,690101	0,490131	0,690101	0,490131	28	22	0,500335

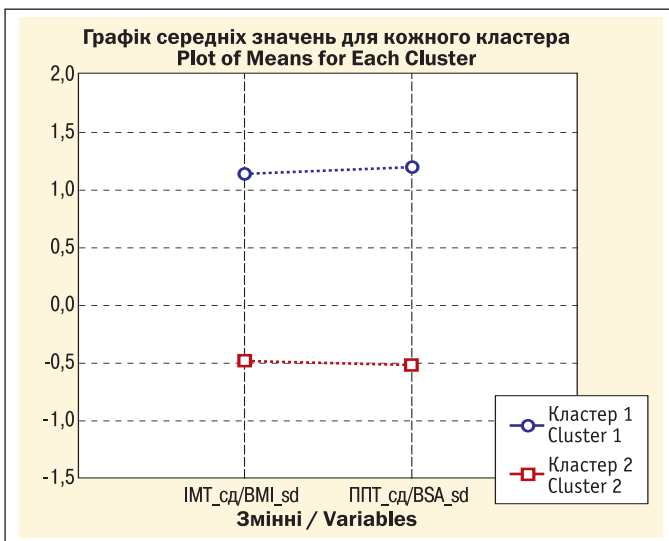


Рисунок 3. Дані кластерного аналізу пацієнток групи 2 залежно від показників ІМТ та ППТ

Примітка. _сд - стандартизовані дані

Figure 3. Cluster analysis data for Group 2 patients depending on the BMI and BSA indices

Note. _sd – standardized data

При аналізі характеристики якості кластеризації пацієнток групи 2 спостерігається вірогідна різниця між кластерами (табл. 5).

Вариабельність кластерів у пацієнток групи 2 залежно від сеансу опромінення представлено в таблиці 6.

У пацієнток групи 2 на значущому рівні серед всіх показників має значення тільки різниця між розрахунковою і фактично отриманою дозою на десятому сеансі (p level < 0,05000). Схематичне зображення отриманих даних міжкластерної різниці у паці-

When analyzing characteristics of the clustering quality in Group 2 patients, a statistically significant difference between the clusters is observed (Table 5).

The cluster variability in Group 2 patients depending on the irradiation session is presented in Table 6.

In Group 2 patients, among all the used indicators, only the difference between the calculated and actually received dose at the tenth session (p level < 0.05000) has a statistically significant value. A schematic representation of the obtained

Таблиця 5

Характеристика якості кластеризації пацієнток групи 2

Table 5

Characteristics of the clustering quality in Group 2 patients

Номер кластера Cluster Number	Евклідові відстані між кластерами / Euclidean Distances Between Clusters Відстані нижче діагоналі / Distances Below the Diagonal Відстані в квадраті вище діагоналі / Distances Squared Above the Diagonal	
	№1	№2
№1	0,000000	2,775801
№2	1,666074	0,000000

Таблиця 6

Різниця варіабельностей кластерів у пацієнток групи 2 залежно від сеансу

Table 6

The difference in cluster variability in Group 2 patients depending on the RT session

Показник Indicator	U-критерій Манна-Уїтні / Mann-Whitney U-test									
	Rank Sum Gr. 1	Rank Sum Gr. 2	U	Z	p -level	Z adjusted	p -level	Gr. 1	Gr. 2	2*1sided exact p
1-й сеанс, різниця Session 1 difference	466,00	1304,00	295,00	-1,21820	0,223	-1,21832	0,223	18	42	0,228604
10-й сеанс, різниця Session 10 difference	411,00	1358,00	240,00	-2,11539	0,034	-2,11548	0,034	18	42	0,033517
Відносна різниця Relative difference	477,00	1293,00	306,00	-1,03712	0,300	-1,03713	0,300	18	42	0,306563

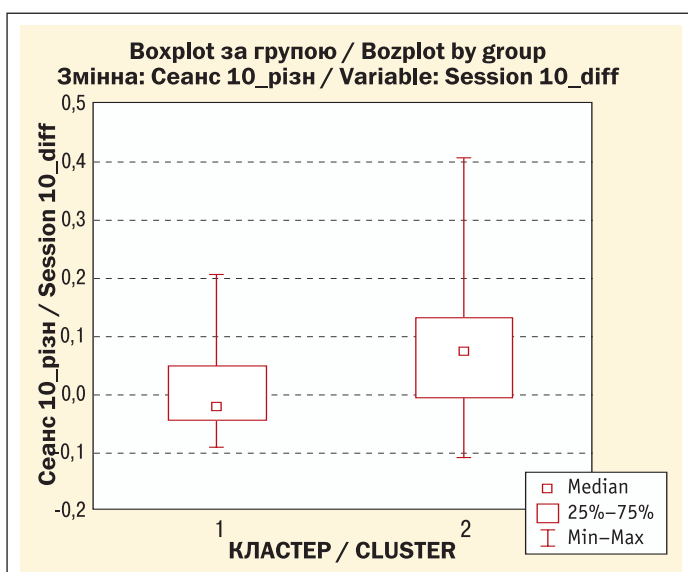


Рисунок 4. Відображення міжкластерної різниці у пацієнток групи 2 на 10-му сеансі

Figure 4. Displaying the intercluster difference in Group 2 patients at the tenth session

енток групи 2 на десятому сеансі представлено на рисунку 4.

В таблицях 7 та 8 представлено опис вхідних параметрів для кожного кластера.

В таблиці 9 представлено кореляційний взаємозв'язок індивідуальних параметрів пацієнток групи 2.

data on the intercluster difference in Group 2 patients at the tenth session is exhibited in Figure 4.

Tables 7 and 8 describe the input parameters for each cluster.

Table 9 shows the correlation of individual parameters of Group 2 patients.

Таблиця 7

Вхідні параметри для першого кластера пацієнток, які проходили лікування на апараті Clinac 600 C

Table 7

Input parameters for the first cluster of patients treated on the Clinac 600 C device

Показник Indicator	К-сть пац. Number of patients	Середнє значення Mean value	Медіана Median	Мін–макс Min–max	Нижній – верхній квартиль Lower–upper quartile	Станд. відхилення Stand. deviation
Розмір / Size	18	14,1944	14,5	11 – 16	13,5 – 15	1,284968
Зріст / Height	18	161,1111	162	151 – 176	157 – 164	5,758767
Маса тіла / Body mass	18	108,0556	105,5	96 – 127	101 – 118	8,894626
ІМТ / BMI	18	41,75	41,75	34,8 – 51,5	38 – 45	4,476902
ППТ / BSA	18	2,1356	2,17	2,01	2,05 – 2,18	0,078157

Примітки. ІМТ – індекс маси тіла; ППТ – площа поверхні тіла.
Notes. BMI – body mass index; BSA – body surface area.

Таблиця 8

Вхідні параметри для другого кластера пацієнток, які проходили лікування на апараті Clinac 600 C

Table 8

Input parameters for the second cluster of patients treated on the Clinac 600 C device

Показник Indicator	К-сть пац. Number of patients	Середнє значення Mean value	Медіана Median	Мін–макс Min–max	Нижній – верхній квартиль Lower–upper quartile	Станд. відхилення Stand. deviation
Розмір / Size	42	11,8293	12	9 – 15	11 – 12,5	1,40361
Зріст / Height	42	161,6951	162	151 – 171	158 – 166	5,501
Маса тіла / Body mass	42	79,7927	82	49 – 93	76 – 86	10,36157
ІМТ / BMI	42	30,6049	30,5	18 – 38,5	27,4 – 33,9	4,65838
ППТ / BSA	42	1,8398	1,86	1,52 – 2,01	1,77 – 1,93	0,11464

Примітки. ІМТ – індекс маси тіла; ППТ – площа поверхні тіла.
Notes. BMI – body mass index; BSA – body surface area.

Таблиця 9

Різниця варіабельностей кластерів у пацієнток групи 2 залежно від сеансу

Table 9

The difference in cluster variability in Group 2 patients depending on the RT session

Показник Indicator	U-критерій Манна-Уїтні / Mann-Whitney U-test									
	Rank Sum Gr. 1	Rank Sum Gr. 2	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Gr. 1	Gr. 2	2*1sided exact p
Передньозадній розмір Anterior-posterior size	825,00	945,00	84,0	4,69	0,00	4,72	0,00	18	42	0,00
Зріст / Height	500,00	1269,50	329,5	-0,65	-0,51	-0,65	-0,51	18	42	0,51
Маса тіла / Body mass	909,00	861,00	0,0	6,07	0,00	6,08	0,00	18	42	0,00
ІМТ / BMI	890,00	880,00	19,0	5,76	0,00	5,76	0,00	18	42	0,00
ППТ / BSA	908,50	861,50	0,5	6,06	0,00	6,07	0,00	18	42	0,00

Примітки. ІМТ – індекс маси тіла; ППТ – площа поверхні тіла.
Notes. BMI – body mass index; BSA – body surface area.

Таким чином визначено, що у пацієток групи 2 на значущому рівні серед всіх досліджуваних ознак вагомими є показники передньо-заднього розміру, ІМТ та ППТ.

ОБГОВОРЕННЯ

Більшість жінок з РТМ мають надлишкову вагу або страждають на ожиріння. Попри численні дані щодо негативного впливу надлишкової маси тіла на хірургічне втручання й ад'ювантну хіміотерапію, її вплив на променеву терапію ігнорується [10]. Вчені з Нью-Джерсі досліджували кореляції між ІМТ і відхиленням отриманої дози у 117 пацієнтів, які отримували променеву терапію на малий таз з приводу раку передміхурової залози, та описали, що різниця в отриманій дозі змінюється зі збільшенням ІМТ з 1,3 % для тих, хто має нормальну вагу, до 21,2 % для інших, які страждають на ожиріння [11]. В даному дослідженні при опроміненні на апараті РОКУС-АМ не виявлено впливу антропометричних даних на різницю між отриманою і запланованою дозою, можливо, через відсутність пацієток з вираженим ожирінням; а при опроміненні на апараті Clinac 600 С ІМТ має вірогідний вплив на десятому сеансі опромінення (коефіцієнт кореляції $-0,288534$ та $-0,369646$ відповідно). Зі збільшенням ІМТ фактично отримана доза на слизову прямої кишки, виміряна за допомогою дозиметрії *in vivo*, на десятому сеансі опромінення наближається до розрахункової. При ІМТ $43,0-50,0$ kg/m^2 фактично отримана доза на слизову прямої кишки з більшою долею вірогідності відповідає запланованій дозі та становить $2,0$ Гр.

Тип ожиріння може впливати на похибки, тому що шкірні складки будуть більш рухливими при центральному ожирінні. Виходячи з цього автори провели аналіз інших антропометричних даних, який показав, що пацієнтки відрізняються між собою за показником ППТ, медіана якого становить $1,92$ m^2 . У пацієток з ППТ понад $1,92$ m^2 медіана відносного відхилення на першому сеансі склала $2,1$ %, тоді як при ППТ менше ніж $1,92$ m^2 – $4,1$ %. Згідно з міжнародними даними похибка вища у пацієток з ожирінням, попри використання іммобілізаційних пристроїв [11, 12]. Wu зі співавт. [15] продемонстрували, що середні абсолютні відхилення в трьох поступальних напрямках позитивно корелюють з ІМТ у 30 пацієток з РТМ, які отримували ад'ювантну променеву терапію на малий таз. Однак дані цього дослідження показують деякі зміни у фактично отриманій дозі після отримання $20,0$ Гр на ділянку таза. Так, у $34,8$ % пацієток з ППТ $< 1,92$ m^2 відмічалось зростання показника відхилення від запла-

Thus, it was determined that in Group 2 patients, among all the studied features, only the indices of anterior-posterior size, BMI, and BSA have a statistically significant value.

DISCUSSION

Most women with UC are overweight or obese. Despite the numerous data regarding the unfavorable effects of excess body weight on surgery and adjuvant chemotherapy, its influence on radiation therapy is ignored [10]. Researchers from New Jersey examined correlations between BMI and dose deviation in 117 patients (who received pelvic radiation therapy for prostate cancer), positing that the difference in the received dose changes with increasing BMI from 1.3 % for those of normal weight to 21.2 % for others who are obese [11]. In this study, when undergoing treatment on the ROCUS-AM device, zero effect of anthropometric data on the difference between the received and the planned dose was observed, possibly due to the absence of patients with severe obesity. While irradiated on the Clinac 600 C device, BMI has a statistically significant effect at the tenth irradiation session (correlation coefficient -0.288534 and -0.369646 , respectively). With an increase in the BMI, the actually received dose on the rectal mucosa, measured by *in vivo* dosimetry at the tenth irradiation session, approaches the calculated one. With a BMI of $43.0-50.0$ kg/m^2 , the actually received dose on the rectal mucosa with a higher statistical significance corresponds to the planned dose and is 2.0 Gy.

The type of obesity can affect errors because the skin folds will be more mobile with central obesity. Based on this, the authors analyzed other anthropometric data, which showed that patients differ from one other in the BSA index, the median of which is 1.92 m^2 . The relative deviation median at the first session in patients with BSA greater than 1.92 m^2 was 2.1 %, while at BSA less than 1.92 m^2 – 4.1 %. According to international data, the error is higher in obese patients, despite the use of immobilization gear [11, 12]. Wu et al. have demonstrated that average absolute deviations in three translational directions positively correlate with the BMI in 30 UC patients who received adjuvant pelvic radiation therapy [15]. However, the data from this study show some changes in the actually received dose after receiving 20.0 Gy to the pelvis. Thus, in 34.8 % of patients with BSA < 1.92 m^2 , there was an increase in the deviation index from

нованої дози, а у 65,2 % пацієток спостерігалось зменшення цього показника. Водночас у 56,1 % пацієток з ППТ > 1,92 м² відмічалось зростання показника відхилення від запланованої дози, а у 43,9 % – його зменшення, що свідчить про необхідність індивідуального підходу до планування променевої терапії у пацієток з РТМ з ППТ > 1,92 м² та проведення дозиметрії *in vivo* на етапах проведення променевої терапії.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши отримані результати дослідження, слід зазначити, що автори виявили закономірність відхилення між запланованою дозою і результатами дозиметрії *in vivo* у пацієток з РТМ після хірургічного етапу лікування залежно від антропометричних даних.

Проведений аналіз основних антропометричних даних показав, що пацієнтки відрізняються між собою за показником ППТ, медіана якого становить 1,92 м². На 1-му сеансі у пацієток з ППТ понад 1,92 м² медіана відносного відхилення склала 2,1 %, тоді як при ППТ менше ніж 1,92 м² – 4,1 %.

При лікуванні на апараті РОКУС-АМ показник ППТ < 1,92 м² відмічено у 84,0 % пацієток, а на Clinac 600 C – у 45,0 %. Медіана ІМТ у пацієток групи 1 склала 26,6 кг/м², тоді як у хворих групи 2 цей показник склав 34,9 кг/м², що свідчить про переважання у другій групі пацієток з ожирінням.

При опроміненні на гамма-терапевтичному апараті не виявлено вірогідної залежності впливу конституціональних особливостей пацієнтки на різницю між розрахунковою і фактично отриманою дозою на слизову оболонку прямої кишки.

Водночас при опроміненні на апараті Clinac 600 C серед усіх розглянутих факторів вірогідний вплив мають тільки передньозадній розмір, маса тіла та ІМТ на десятому сеансі опромінення: зі збільшенням ІМТ фактично отримана доза на слизову прямої кишки, виміряна за допомогою дозиметрії *in vivo* на десятому сеансі опромінення, наближується до розрахункової. При ІМТ 43,0–50,0 кг/м² фактично отримана доза відповідає запланованій дозі та становить 2,0 Гр.

Подяка

Автори статті висловлюють найщирішу вдячність всім співробітникам відділення променевої терапії ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», особливо інженеру з експлуатації обладнання І. Самофалову за допомогу у проведенні дозиметричних вимірювань.

the planned dose, and 65.2 % of patients had a decrease in this indicator. There was an increase in the deviation index from the planned dose in 56.1 % of patients with BSA > 1.92 m², and in 43.9 % – its decrease. This indicates the need for an individual approach to radiation therapy planning in UC patients with BSA > 1.92 m² and to perform *in vivo* dosimetry at the stages of RT.

CONCLUSIONS

After analyzing the study results, the authors, depending on anthropometric data, established a pattern of deviation between the planned dose and the results of *in vivo* dosimetry in UC patients after the surgical stage of treatment.

The analysis of the principal anthropometric data showed that patients differ from one another in the BSA index, the median of which is 1.92 m². The relative deviation median was 2.1 % at the first session in patients with BSA greater than 1.92 m², while at BSA less than 1.92 m² – 4.1 %.

During treatment on the ROCUS-AM device, the BSA index < 1.92 m² was observed in 84.0 % of patients; on the Clinac 600 C – in 45.0 %. The BMI median in Group 1 patients was 26.6 kg/m², while in Group 2 – 34.9 kg/m², which indicates the predominance of obese patients in the second group.

While using the gamma-therapeutic device, no statistically significant dependence of the influence of the patient's constitutional peculiarities on the difference between the calculated and the actually received dose on the rectal mucosa was detected.

At the same time, when undergoing treatment on the Clinac 600 C device, among all the considered factors, only anterior-posterior size, body weight, and BMI at the tenth irradiation session have a statistically significant effect: with an increase in the BMI, the actually received dose on the rectal mucosa, measured by *in vivo* dosimetry at the tenth irradiation session, approaches the calculated one. With a BMI of 43.0–50.0 kg/m², the actually received dose corresponds to the planned one and is 2.0 Gy.

Gratitudes

The article's authors express their sincere gratitude to all employees of the radiology department of the SO «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», especially to the equipment operation engineer I. Samofalov for his help in conducting dosimetric measurements.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Conflict of interest

The authors claim that there is no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Molecular approaches for classifying endometrial carcinoma / J. M. Piulats, E. Guerra, M. Gil-Martin et al. *Gynecol. Oncol.* 2017. Vol. 145, no. 1. P. 200–207.
2. Siegel R. L., Miller K. D., Jemal A. Cancer statistics, 2015. *CA Cancer J. Clin.* 2015;Vol. 65, no. 1. P. 5–29. doi: 10.3322/caac.21254.
3. Global cancer observatory: cancer today / J. Ferlay, M. Ervik, F. Lam et al. Lyon, France: International agency for research on cancer. 2018. URL: <https://gco.iarc.fr/today> [дата звернення 15.06.2021]
4. Свинцицкий В. С., Лигирда Н. Ф. Рак шейки матки. *Практическая онкогинекология*: монография / под ред. Л. И. Воробьевой. Киев: Нац. инст. Рака, 2012. С. 51–78.
5. Stage I and II endometrial adenocarcinoma: analysis of 2009 FIGO staging revision and impact on survival by adjuvant therapy / B. Cahan, J. H. Kim, T. E. Schultheiss et al. *Am. J. Clin. Oncol.* 2018. Vol. 41, no. 3. P. 302–306.
6. Role of radiation therapy in the multidisciplinary management of uterine carcinosarcoma / J. R. Gunther, E. N. Christensen, P. K. Allen et al. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2018. Vol. 28, no. 1. P. 114–121. doi: 10.1097/IGC.0000000000001135.
7. Verification of absorbed dose using diodes in cobalt-60 radiation therapy / M. A. Gadhi, S. Fatmi, G. M. Chughtai et al. *Australas Phys. Eng. Sci. Med.* 2016. Vol. 39, no. 1. P. 211–219. doi: 10.1007/s13246-016-0422-5.
8. Pelvic organ motion during radiotherapy for cervical cancer: understanding patterns and recommended patient preparation / G. Eminowicz, J. Motlib, S. Khan et al. *Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol.)*. 2016. Vol. 28, no. 9. P. e85–91.
9. Impact of prone versus supine positioning on small bowel dose with pelvic intensity modulated radiation therapy / V. J. Gonzalez, C. R. Hullett, L. Burt et al. *Adv. Radiat. Oncol.* 2017. Vol. 2, no. 2. P. 235–243. doi: 10.1016/j.adro.2017.01.005.
10. Kim H, Beriwal S, Huq MS, Kannan N, Shukla G, Houser C. Evaluation of set-up uncertainties with daily kilovoltage image guidance in external beam radiation therapy for gynaecological cancers. *Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol.)*. 2012. Vol. 24, no. 2. P. 39–45. doi: 10.1016/j.clon.2011.09.007.
11. Role of image guided radiation therapy in obese patients with gynecologic malignancies / T. S. Bray, A. Kaczynski, K. Albuquerque et al. *Pract. Radiat. Oncol.* 2013. Vol. 3, no. 4. P. 249–255. doi: 10.1016/j.pro.2012.09.001.
12. Impact of body-mass factors on setup displacement during pelvic irradiation in patients with lower abdominal cancer / W. C. Wu, Y. R. Chang, Y. L. Lai et al. *Radiol. Oncol.* 2019. Vol. 53, no. 2. doi: 10.2478/raon-2019-0017.
13. Kwak Y. K., Lee S. W., Kay C. S., Park H. H. Intensity-modulated radiotherapy reduces gastrointestinal toxicity in pelvic

REFERENCES

1. Piulats JM, Guerra E, Gil-Martin M, Roman-Canal B, Gatius S, Sanz-Pamplona R, et al. Molecular approaches for classifying endometrial carcinoma. *Gynecol Oncol.* 2017;145(1):200-207.
2. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2015. *CA Cancer J Clin.* 2015;65(1):5-29. doi: 10.3322/caac.21254
3. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Pineros M, et al. Global cancer observatory: cancer today. Lyon, France: International agency for research on cancer [Internet]. 2018. Available from: <https://gco.iarc.fr/today>.
4. Svintsitsky VS, Ligidra NF. [Cervical cancer.] In: Vorobieva LI, editor. *Practical gynecological oncology*. Kyiv: National Institution of Cancer; 2012. p. 51-78. Russian.
5. Cahan B, Kim JH, Schultheiss TE, Wong JYC, Chen YJ. Stage I and II endometrial adenocarcinoma: analysis of 2009 FIGO staging revision and impact on survival by adjuvant therapy. *Am J Clin Oncol.* 2018;41(3):302-306.
6. Gunther JR, Christensen EN, Allen PK, Ramondetta LM, Jhingran A, Fleming ND, et al. Role of radiation therapy in the multidisciplinary management of uterine carcinosarcoma. *Int J Gynecol Cancer.* 2018;28(1):114-121. doi: 10.1097/IGC.0000000000001135.
7. Gadhi MA, Fatmi S, Chughtai GM, Arshad M, Shakil M, Rahmani UM, et al. Verification of absorbed dose using diodes in cobalt-60 radiation therapy. *Australas Phys Eng Sci Med.* 2016;39(1):211-219. doi: 10.1007/s13246-016-0422-5.
8. Eminowicz G, Motlib J, Khan S, Perna C, McCormack M. Pelvic organ motion during radiotherapy for cervical cancer: understanding patterns and recommended patient preparation. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2016;28(9):e85-e91.
9. Gonzalez VJ, Hullett CR, Burt L, Rassiah-Szegedi P, Sarkar V, Tward JD, et al. Impact of prone versus supine positioning on small bowel dose with pelvic intensity modulated radiation therapy. *Adv Radiat Oncol.* 2017;2(2):235-243. doi: 10.1016/j.adro.2017.01.005.
10. Kim H, Beriwal S, Huq MS, Kannan N, Shukla G, Houser C. Evaluation of set-up uncertainties with daily kilovoltage image guidance in external beam radiation therapy for gynaecological cancers. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2012;24(2):39-45. doi: 10.1016/j.clon.2011.09.007.
11. Bray TS, Kaczynski A, Albuquerque K, Cozzi F, Roeske JC. Role of image guided radiation therapy in obese patients with gynecologic malignancies. *Pract Radiat Oncol.* 2013;3(4):249-255. doi: 10.1016/j.pro.2012.09.001.
12. Wu WC, Chang YR, Lai YL, Shiao AC, Liang JA, Chien CR, et al. Impact of body-mass factors on setup displacement during pelvic irradiation in patients with lower abdominal cancer. *Radiol Oncol.* 2019;53(2). doi: 10.2478/raon-2019-0017.
13. Kwak YK, Lee SW, Kay CS, Park HH. Intensity-modulated radiotherapy reduces gastrointestinal toxicity in pelvic radiation therapy with

- radiation therapy with moderate dose. *PLoS One*. 2017. Vol. 12, no. 8. P. e0183339. doi: 10.1371/journal.pone.0183339.
14. Tan LT, Tanderup K, Kirisits C, de Leeuw A, Nout R, Duke S, et al. Image-guided adaptive radiotherapy in cervical cancer. *Semin Radiat Oncol*. 2019. Vol. 29, no. 3. P. 284–298. doi: 10.1016/j.semradonc.2019.02.010.
15. Lin L. L., Hertan L., Rengan R., Teo B. K. Effect of body mass index on magnitude of setup errors in patients treated with adjuvant radiotherapy for endometrial cancer with daily image guidance. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2012. Vol. 83, no. 2. P. 670–675. doi: 10.1016/j.ijrobp.2011.07.026.
- moderate dose. *PLoS One*. 2017;12(8):e0183339. doi: 10.1371/journal.pone.0183339.
14. Tan LT, Tanderup K, Kirisits C, de Leeuw A, Nout R, Duke S, et al. Image-guided adaptive radiotherapy in cervical cancer. *Semin Radiat Oncol*. 2019;29(3):284-298. doi: 10.1016/j.semradonc.2019.02.010.
15. Lin LL, Hertan L, Rengan R, Teo BK. Effect of body mass index on magnitude of setup errors in patients treated with adjuvant radiotherapy for endometrial cancer with daily image guidance. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012;83(2):670-675. doi: 10.1016/j.ijrobp.2011.07.026.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Сухіна Олена Миколаївна, доктор медичних наук, професор, головний науковий співробітник відділу радіології групи променевої терапії ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», професор кафедри онкології та дитячої онкології Харківської медичної академії післядипломної освіти, Харків, Україна, ORCID: 0000-0002-1272-0764

Сімбір'ова Анна Сергіївна, кандидат медичних наук, науковий співробітник відділу радіології групи променевої терапії, ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», доцент кафедри «Онкологія, радіологія та радіаційна медицина» медичного факультету ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Харків, Україна, ORCID: 0000-0003-1456-3392

Сухін Владислав Сергійович, доктор медичних наук, провідний науковий співробітник відділу онкохірургії, лікар-онкогінеколог відділення онкогінекології ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», доцент кафедри «Онкологія, радіологія та радіаційна медицина» медичного факультету ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Харків, Україна, ORCID: 0000-0002-4403-3707

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olena M. Sukhina, Doctor of Medicine, Professor, chief clinical researcher of the Radiation Therapy Group of the Radiology Department at the SI «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Professor for the Department of Oncology and Pediatric Oncology at the Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-1272-0764

Anna S. Simbirova, Candidate of Medical Science, researcher of the Radiation Therapy Group of the Radiology Department at the SI «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Senior lecturer at the Department of Oncology, Radiology and Radiation Medicine, Medical Faculty, V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: 0000-0003-1456-3392

Vladyslav S. Sukhin, Doctor of Medicine, leading clinical researcher of the Oncosurgery Division, oncogynecologist of the Oncogynecology Department at the SI «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Senior lecturer at the Department of Oncology, Radiology and Radiation Medicine, Medical Faculty, V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-4403-3707.

Стаття надійшла до редакції 20.07.2021

Received: 20.07.2021