

Praca poglądowa/Review paper

Radioterapia piersi lewej – porównanie leczenia techniką bramkowania oddechowego DIBH z techniką na swobodnym oddechu.

Radiotherapy of the left breast - comparison of treatment using the DIBH respiratory gating technique with the free-breathing technique

Wioletta Jakrzewska¹¹ Zakład Fizyki Medycznej, Wielkopolskie Centrum Onkologii, Poznań, Polska

Streszczenie

Rak piersi jest najczęściej występującym nowotworem u kobiet. Radioterapia stanowi bardzo istotną część w leczeniu tego nowotworu. Wraz z większą przeżywalnością chorych na raka piersi, coraz większe znaczenie mają wszelkie długoterminowe skutki uboczne spowodowane leczeniem. Celem tej pracy jest określenie, czy radioterapia z bramkowaniem oddechowym na wstrzymanym głębokim wdechu (DIBH) jest skuteczniejsza w zmniejszaniu narażenia serca w stosunku do radioterapii na swobodnym oddechu (FB). Analizą zostało objętych 50 pacjentek leczonych w latach 2022-2023 z powodu raka piersi lewej, które przeszły operację oszczędzającą pierś. Uzyskane dane pozwalają stwierdzić, że DIBH jest korzystniejszą techniką niż FB. Widoczny jest spadek średniej dawki na serce z $3,29 \pm 1,77$ Gy do $1,43 \pm 0,54$ Gy, V20 dla serca z $5,14 \pm 4,95\%$ do $0,67 \pm 0,81\%$ na korzyść DIBH. Nieco mniejsza różnica, ale wciąż przemawiająca za techniką DIBH jest dla dawek jakie otrzymało płuco lewe, tj. spadek średniej wartości z $7,39 \pm 2,21$ Gy do $7,14 \pm 1,9$ Gy, a V20 z $15,42 \pm 5,17\%$ do $14,55 \pm 3,92\%$.

Abstract

Breast cancer is the most common cancer in women. Radiotherapy is a very important part of the treatment of this cancer. As breast cancer patients survive longer, any long-term side effects caused by treatment become increasingly important. The aim of this study is to determine whether deep breath-hold (DIBH) respiratory-gated radiotherapy is superior to free-breathing (FB) radiotherapy in reducing cardiac exposure. The analysis included 50 patients treated in 2022-2023 for left breast cancer who underwent breast-conserving surgery. The obtained data allow us to conclude that DIBH is a more advantageous technique than FB. There is a visible decrease in the average dose to the heart from 3.29 ± 1.77 Gy to 1.43 ± 0.54 Gy, V20 to the heart from $5.14 \pm 4.95\%$ to $0.67 \pm 0.81\%$ in favor of DIBH. A slightly smaller difference, but still supporting the DIBH technique, is for the doses received by the left lung, i.e. a decrease in the average value from 7.39 ± 2.21 Gy to 7.14 ± 1.9 Gy, and in V20 from $15.42 \pm 5.17\%$ to $14.55 \pm 3.92\%$.

Słowa kluczowe: radioterapia, nowotwór piersi, powikłania kardiologiczne, dibh**Keywords:** radiotherapy, breast cancer, cardiac complications, dibh

Wielkopolskie Centrum Onkologii, ul. Garbary 15, 61-866 Poznań, Polska
Telefon. +48 61 885 05 52
e-mail: wjakrzewska92@gmail.com

Wstęp

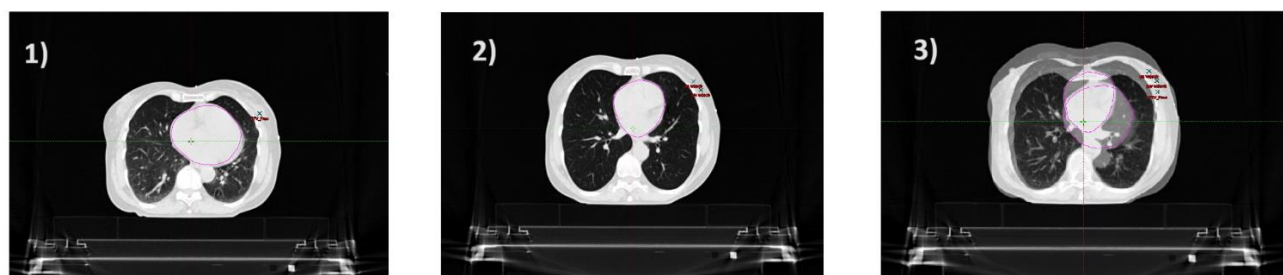
Rak piersi jest najczęściej występującym nowotworem u kobiet. Stanowi on realny problem i wyzwanie współczesnej medycyny. Zauważalny jest postęp w diagnostyce i leczeniu, dlatego warto zastanowić się w jaki sposób zaplanować i przeprowadzić terapię, tak aby pacjent uzyskał jak najlepsze rezultaty. Ważną część takiego leczenia stanowi radioterapia, dzięki której ryzyko nawrotu zmniejsza się. Wraz z większą przeżywalnością chorych na raka piersi, coraz większe znaczenie mają wszelkie długoterminowe skutki uboczne spowodowane leczeniem.[1] Szczególną uwagę należy zwrócić na bliskość serca w trakcie leczenia lewej piersi. Narażenie serca na promieniowanie jonizujące podczas radioterapii raka piersi zwiększa ryzyko wystąpienia choroby niedokrwiennej serca. Przeprowadzone badania pokazują, że ryzyko wystąpienia poważnego zdarzenia wieńcowego wzrasta liniowo wraz ze średnią dawką podaną na serce. Negatywne efekty leczenia mogą ujawniać się nawet kilkanaście lat po ekspozycji serca na promieniowanie jonizujące. [2][3][4] Niezwykle istotne jest więc opracowanie technik, które zapewnią pacjentkom dobrą jakość życia poprzez minimalizowanie toksyczności leczenia onkologicznego. Jedną z nich jest napromienianie na głębokim wdechu (Deep Inspiration Breath Hold-DIBH). System Varian RPM realizuje tę technikę. Składa się on z kamery na podczerwień oraz kostki ze znacznikami odblaskowymi, umieszczonej na pacjencie. Pacjent leży w pozycji terapeutycznej z kostką umieszczoną między wyrostkiem mieczykowatym, a pępkiem. Światło podczerwone emitowane przez kamerę zostaje odbite od znaczników, w efekcie czego kamera wykrywa ich pole. W ten sposób możliwa jest obserwacja ruchów klatki piersiowej. Napromienianie realizowane jest na głębokim wdechu. Jeśli oddech pacjenta będzie płytszy niż dopuszczalny zakres, wiązka promieniowania zostanie automatycznie zatrzymana.[5][6] Zwiększenie objętości płuc powoduje odsunięcie serca od objętości napromieniania, a tym samym od pól terapeutycznych. Daje to pożądaný efekt zmniejszenia średniej dawki jaką otrzymuje serce podczas trwania leczenia [7]. Warto tu nadmienić, że istotna jest odpowiednia kwalifikacja i przeszkolenie pacjenta.

Celem pracy było porównanie dwóch technik, napromienianie na głębokim wdechu (DIBH) oraz na oddechu swobodnym (FB) zastosowanych u pacjentek poddanych radioterapii z powodu nowotworu piersi lewej, które przeszły operację oszczędzającą pierś oraz ocena czy DIBH jest skuteczny w zmniejszeniu narażenia serca.

Materiał i metody

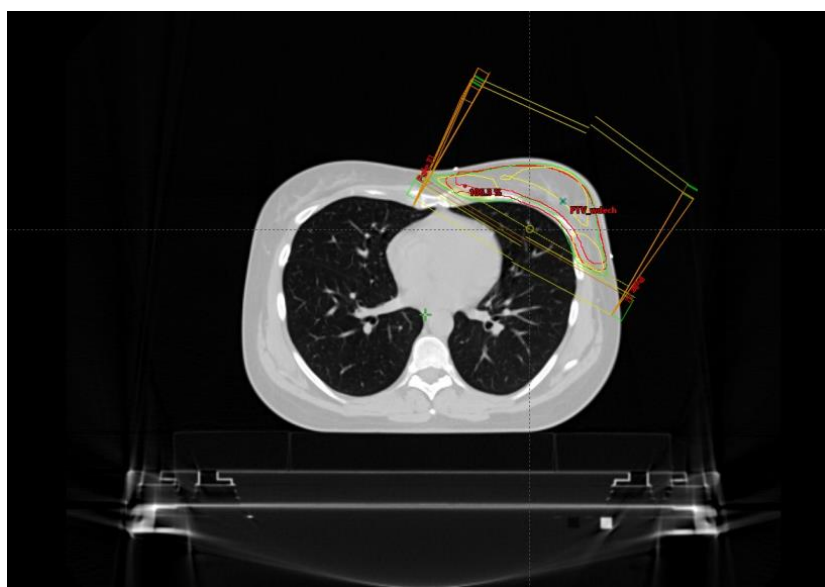
W celu przeprowadzenia analizy wybrano grupę 50 pacjentek leczonych w latach 2022-2023 z powodu raka piersi lewej, które przeszły operację oszczędzającą pierś. Grupę tę stanowiły kobiety dobrane losowo na potrzeby tej pracy.

Dla każdej pacjentki wykonano tomografię komputerową przy użyciu skanera Somatom Definition AS (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) w pozycji leżącej na plecach z rękoma uniesionymi nad głowę. Grubość warstwy wynosiła 3mm. W pierwszej kolejności wykonano TK na oddechu swobodnym, a następnie na głębokim wdechu (rysunek 1). Klinikną objętość napromieniania (CTV) wyznaczył lekarz, obejmowała ona całą pierś. Planowana objętość napromieniania (PTV) utworzono poprzez dodanie 5mm marginesu do CTV. Zostały wyznaczone również narządy krytyczne, tj. serce, oba płuca, główka kości ramiennej.



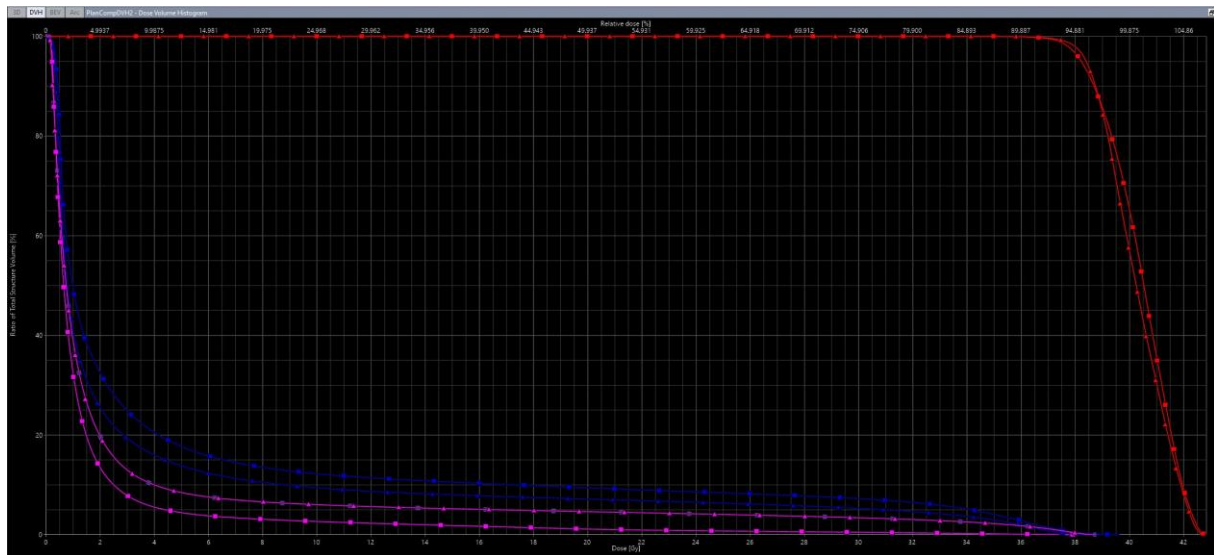
Rysunek 1 Przekroje poprzeczne z tomografii komputerowej 1) wykonanej na swobodnym oddechu 2) wykonanej na głębokim wdechu 3) nałożenie obrazów 1 i 2.

Dla każdej z pacjentek w systemie planowania (Eclipse version 16 planning system, algorithm AA 11031; Varian Medical Systems, Palo Alto, USA) przygotowano po dwa plany leczenia: DIBH oraz FB. Zastosowano technikę 3DCRT, z wykorzystaniem wiązek fotonowych o energiach 6 MV i/lub 15 MV, stosując geometrię wiązek tangencjalnych (rys. 2), dobierając kąty gantry, tak aby uzyskać możliwie optymalny rozkład dawki w PTV, przy zminimalizowaniu ekspozycji na serce, płuca oraz prawą pierś. Całkowita przypisana dawka PTV wynosiła 40,05Gy w 15 frakcjach.

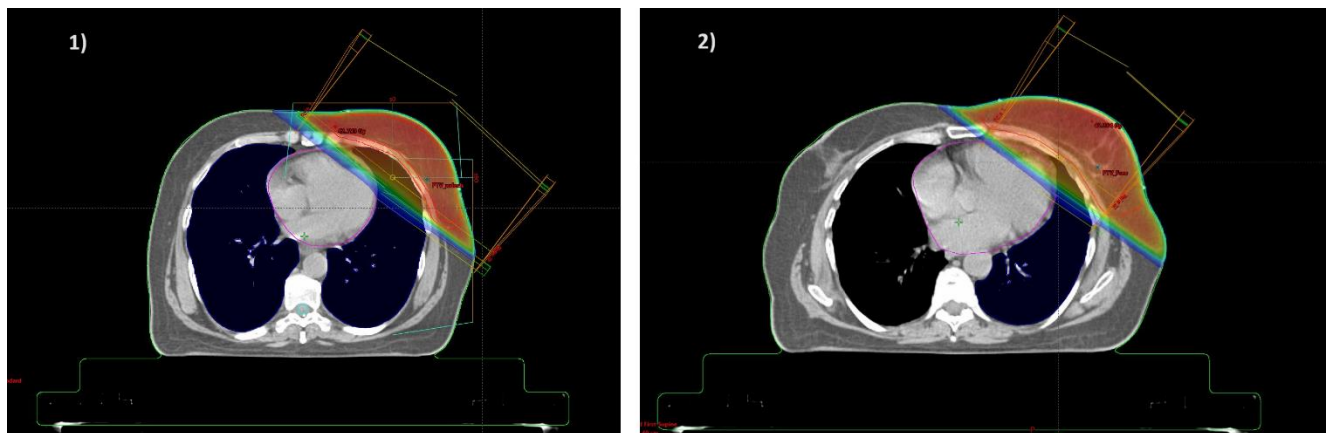


Rysunek 2 Wizualizacja wiązek tangencjalnych na przekroju poprzecznym dla techniki 3DCRT

Do oceny planów leczenia wykorzystuje się histogram dawka-objętość DVH. Dla każdej z pacjentek odczytano wartości dawek jakie otrzymały serce oraz płuco. Na rysunku 3 i 4 przedstawiono porównanie rozkładów dawek dla technik DIBH i FB oraz histogramy porównawcze tych planów.



Rysunek 3 Histogramy DVH dla planów FB i DBH, kolorem różowym przedstawiono histogramy dla serca, niebieskim dla płuca lewego



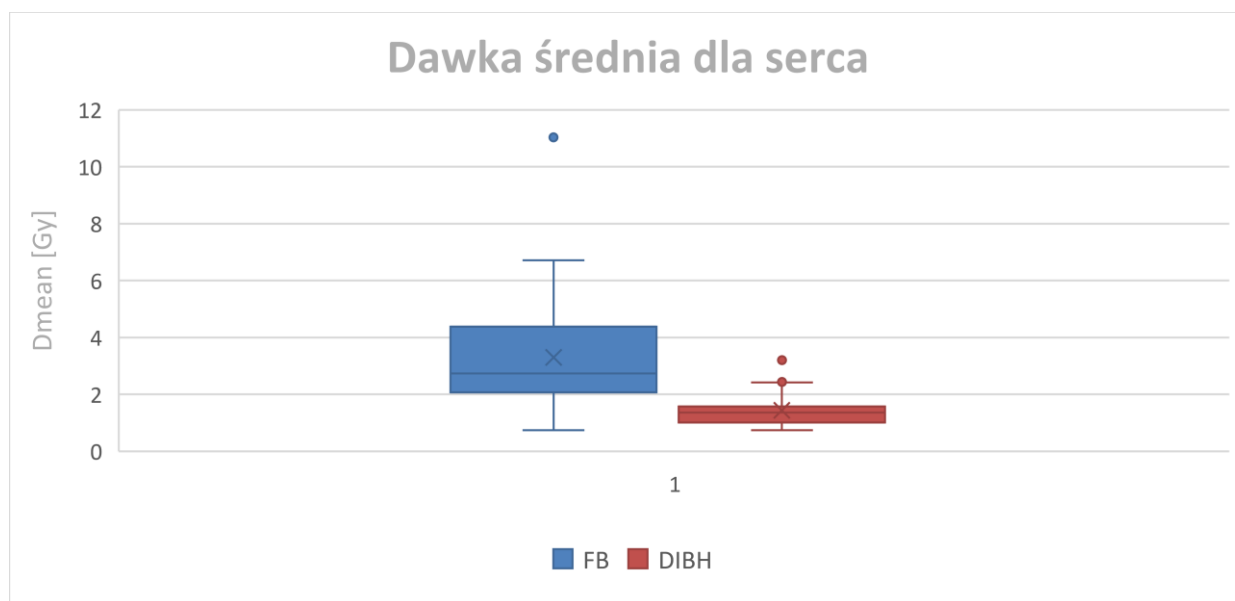
Rysunek 4 Rozkład dawki: i 1) Plan FB 2) Plan DIBH

Wyniki

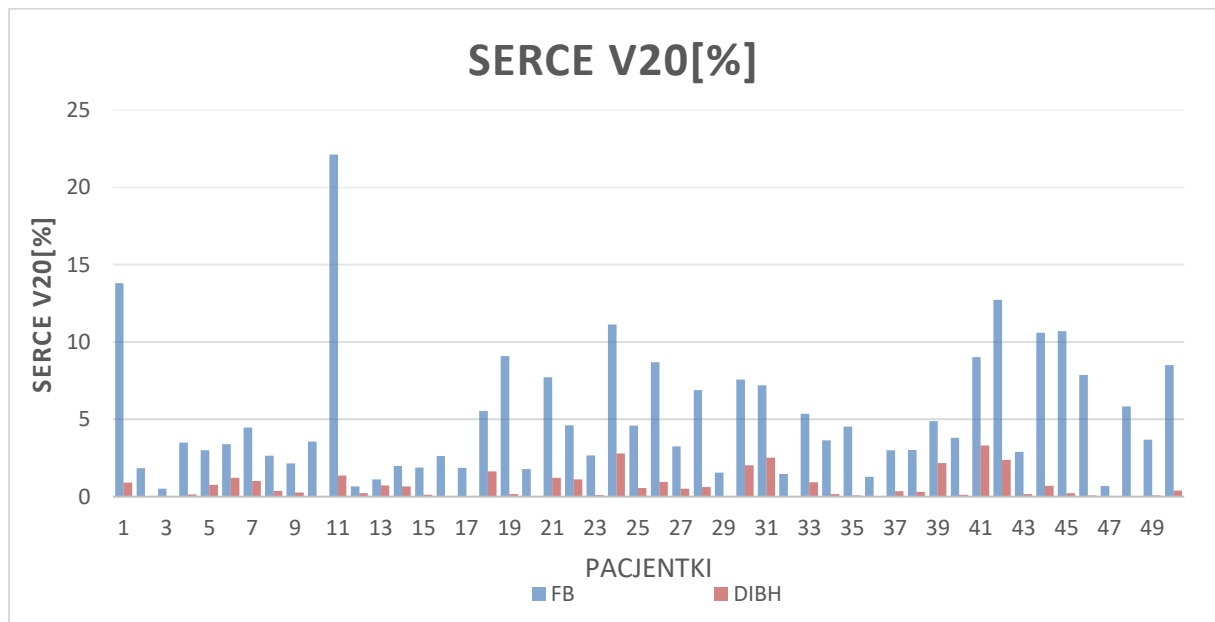
Dane uzyskane z planów leczenia DIBH oraz FB wykonanych dla 50 pacjentek. Odczytano wartość średnią jaką otrzymało serce, objętość serca, w której została zdeponowana dawka 20Gy, średnią wartość dawki dla płuca lewego oraz objętość płuca lewego, w której została zdeponowana dawka 20Gy. Zostały one przedstawione na wykresach 1-4.



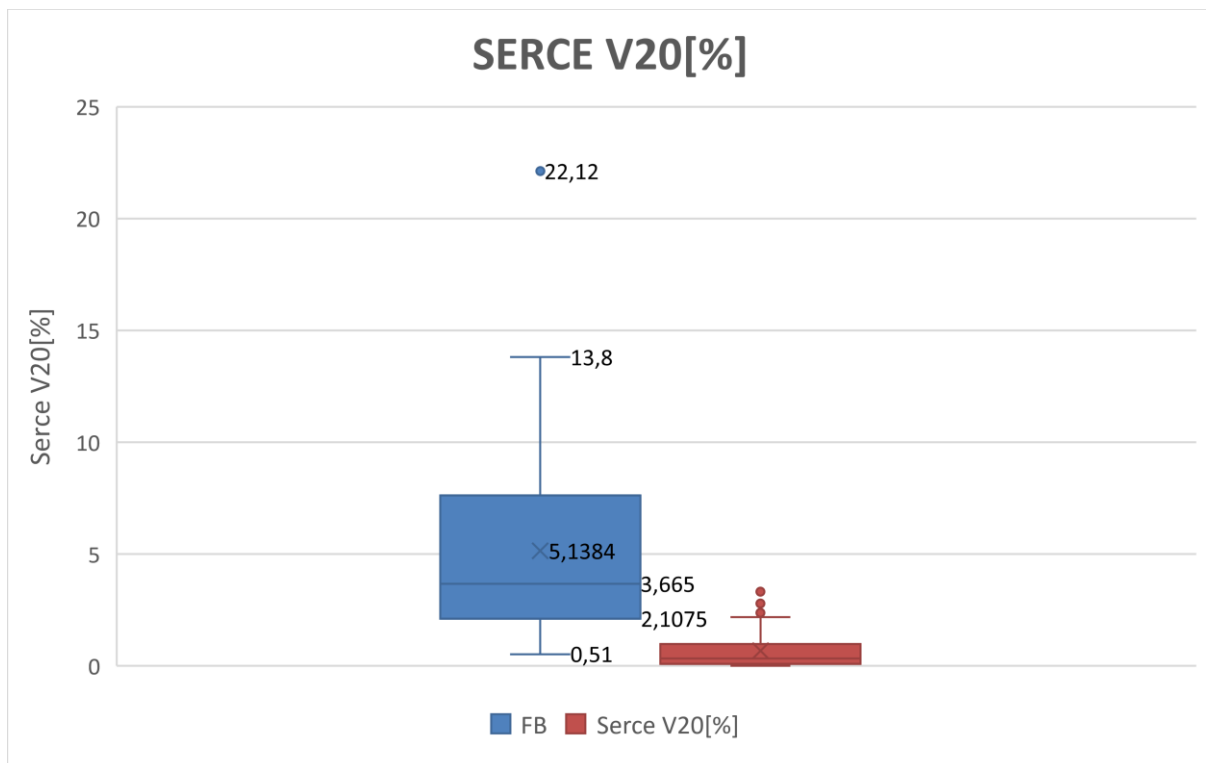
Wykres 1a Średnia dawka na serce jaką otrzymały pacjentki w planach FB i DIBH



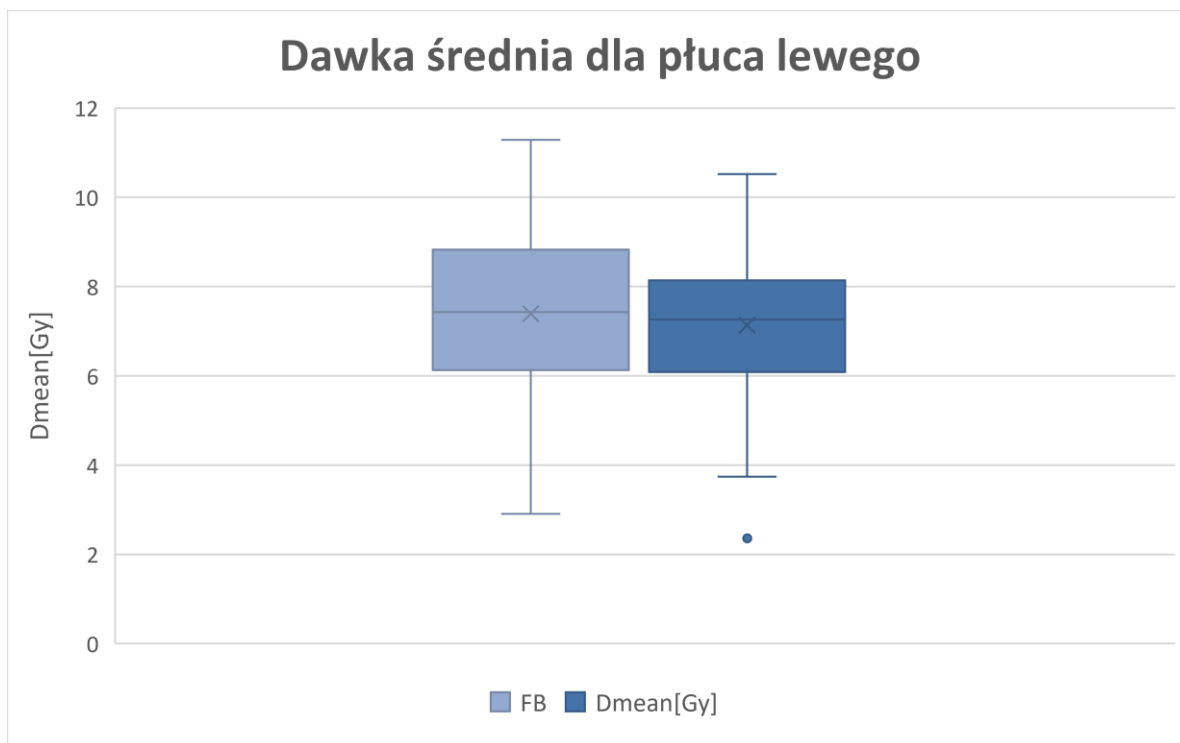
Wykres 1b Średnie, minimalne oraz maksymalne wartości dawki średniej jaką otrzymało serce w planach FB i DIBH



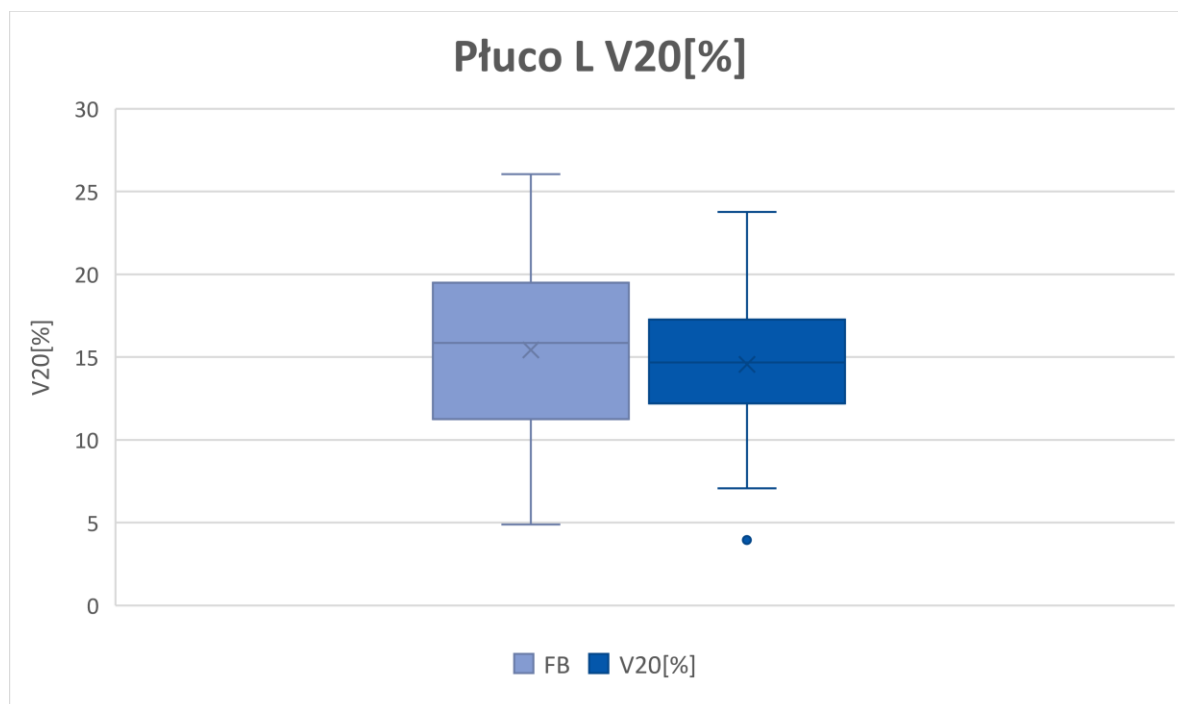
Wykres 2a Objętość serca, w której została zdeponowana dawka 20Gy dla planów FB oraz DIBH



Wykres 2b Średnie, minimalne oraz maksymalne wartości , objętość serca, w której została zdeponowana dawka 20Gy dla planów FB i DIBH



Rysunek 5 Średnie, minimalne oraz maksymalne wartości dawki średniej jaką otrzymało płuco L w planach FB i DIBH



Rysunek 6 Średnie, minimalne oraz maksymalne wartości , objętość płuca L, w której została zdeponowana dawka 20Gy dla planów FB i DIBH

Zgodnie z oczekiwaniami można zauważyć, że zarówno dawki jakie otrzymuje serce, jak i płuco dla techniki realizowanej na głębokim wstrzymanym wdechu są niższe niż otrzymane dla swobodnego oddechu. Zestawienie uśrednionych danych zebranych dla wszystkich przeanalizowanych pacjentek przedstawiono w tabeli 1.

	FB	DIBH
Dmean serce [Gy]	3,29±1,77	1,43±0,54
V20 serce [%]	5,14±4,95	0,67±0,81
Dmean płuco L [Gy]	7,39±2,21	7,14±1,9
V20 płuco L [%]	15,42±5,17	14,55±3,92

Tabela 1 Parametry otrzymane dla serca i płuca L dla planów FB i DIBH

Wynikiem analizy uzyskanych danych jest widoczny spadek średniej dawki na serce z 3,29±1,77Gy do 1,43±0,54Gy, V20 dla serca z 5,14±4,95% do 0,67±0,81% na korzyść DIBH. Nieco mniejsza różnica, ale wciąż przemawiająca za techniką DIBH jest dla dawek jakie otrzymało płuco lewe, tj. spadek średniej wartości z 7,39±2,21Gy do 7,14±1,9Gy, a V20 z 15,42±5,17% do 14,55±3,92%

Omówienie i wnioski

Celem radioterapii jest możliwie najlepsze napromienienie planowanej objętości leczonej, przy równoległym zaoszczędzeniu narządów krytycznych. Każdy plan powinien spełniać kryterium pokrycia co najmniej 95% PTV przez 95% przypisanej dawki. [8] Oznacza to, że obecna polityka kliniczna radioterapii piersi powinna dążyć do ograniczenia dawek promieniowania jakie otrzymują serce oraz płuca, jednocześnie spełniając kryterium napromieniania PTV. Istotne jest więc, aby dobrać odpowiednią technikę leczenia.

Wśród 50 kobiet objętych tym badaniem, średnia dawka jaką otrzymało serce na głębokim wdechu wyniosła 1,43±0,5Gy, a dla planów realizowanych na swobodnym oddechu 3,29±1,77Gy. Według literatury istnieje liniowa zależność między częstotliwością wystąpienia choroby wieńcowej, a średnią dawkę jaką otrzyma serce. Wzrost ten wynosi ok 7,4% na każdy 1Gy. Ryzyko zaczęło wzrastać w trakcie 5 lat od rozpoczęcia terapii i utrzymywało się nawet 20 lat. [2]

Wyniki tego badania oraz dane literaturowe przemawiają za tym żeby dołożyć wszelkich starań w celu uzyskania najlepszej możliwej ochrony serca i płuca. Radioterapia z wykorzystaniem bramkowania oddechowego daje takie możliwości, wykazując przewagę nad radioterapią realizowaną na swobodnym oddechu.

Konflikt interesu/Conflict of interest

Nie występuje. / None.

Etyka/Ethics

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych. / The content presented in the article is consistent with the principles of the Helsinki Declaration, EU directives and unified requirements for biomedical magazines.

Bibliografia

- [1] Bartlett, Frederick R., et al. "Voluntary breath-hold technique for reducing heart dose in left breast radiotherapy." *JoVE (Journal of Visualized Experiments)* 89 (2014): e51578.
- [2] Darby, Sarah C., et al. "Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer." *New England Journal of Medicine* 368.11 (2013): 987-998.
- [3] Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group. "Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10 801 women in 17 randomised trials." *The Lancet* 378.9804 (2011): 1707-1716.
- [4] Whelan, Timothy J., et al. "Does locoregional radiation therapy improve survival in breast cancer: a meta-analysis." *Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed Reviews [Internet]*. Centre for Reviews and Dissemination (UK), 2000.
- [5] Latty, Drew, et al. "Review of deep inspiration breath- hold techniques for the treatment of breast cancer." *Journal of medical radiation sciences* 62.1 (2015): 74-81.
- [6] Pedersen, Anders N., et al. "Breathing adapted radiotherapy of breast cancer: reduction of cardiac and pulmonary doses using voluntary inspiration breath-hold." *Radiotherapy and oncology* 72.1 (2004): 53-60.
- [7] Bartlett, Frederick R., et al. "Voluntary breath-hold technique for reducing heart dose in left breast radiotherapy." *JoVE (Journal of Visualized Experiments)* 89 (2014): e51578.
- [8] Malicki, Julian, and Krzysztof Ślosarek. *Planowanie leczenia i dozymetria w radioterapii (Tom 2)*. VM Media Sp. z oo VM Group Sp. k. Grupa Via Medica, 2018.
- [9] Borgonovo, Giulia, et al. "Deep inspiration breath hold in post-operative radiotherapy for right breast cancer: a retrospective analysis." *reports of practical Oncology and radiotherapy* 27.4 (2022): 717-723.