

Wpływ systemu obrazowania powierzchniowego AlignRT na podniesienie jakości radioterapii u pacjentek z nowotworem piersi lewej

Sylwia Pysklak

Anna Lenart

Paulina Porwoł

Aneta Dąbrowska

Krzysztof Czaja

Warszawa, 24.03 2023 r.



Plan prezentacji

1. Cel
2. Materiały i Metody
 1. Kwalifikacja i przygotowanie pacjenta
 2. Planowanie leczenia
 3. Realizacja napromieniania
3. Wyniki analizy danych
4. Wnioski i podsumowanie

Cel

Czy i w jaki sposób zastosowanie systemu obrazowania powierzchniowego AlignRT wpływa na poprawę jakości realizacji radioterapii z bramkowaniem oddechowym na głębokim wstrzymanym wdechu (DIBH) u pacjentek z nowotworem piersi lewej?

Kwalifikacja pacjenta i przygotowanie do radioterapii

Od października 2021, leczenie techniką DIBH z zastosowaniem Align RT zakończyło ok. **400** pacjentów, z czego ok. **370** to pacjentki z nowotworami piersi, pozostałe przypadki: chłoniaki, nowotwory płuca i jamy brzusznej

Warunki kwalifikacji pacjenta do DIBH:

- zdolność do współpracy
- umiejętność wstrzymania oddechu na min. **30s**
- konieczność nauki oddychania



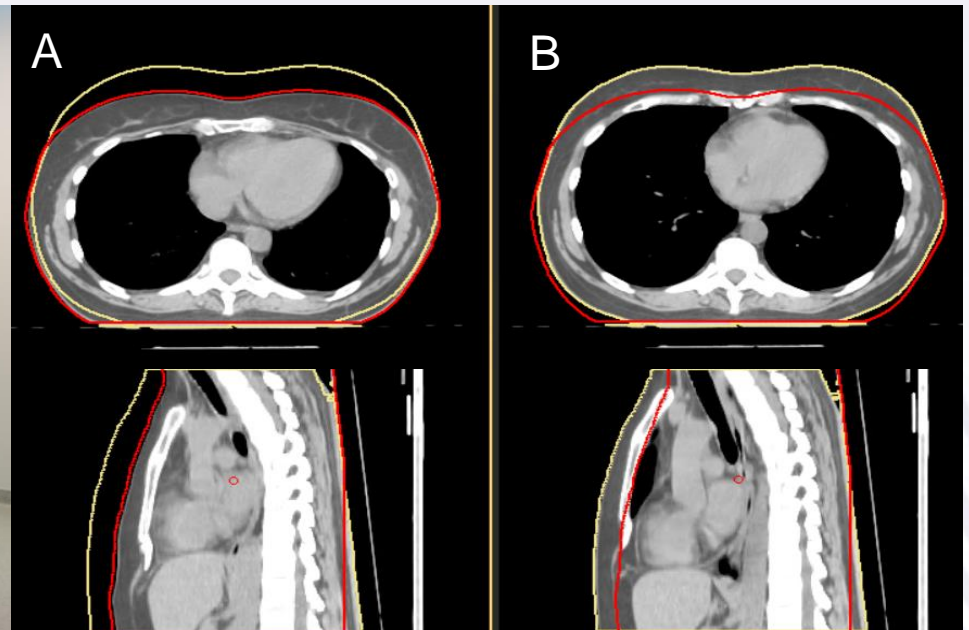
Rys.1. Pacjentka ćwicząca oddychanie przed radioterapią w warunkach domowych [5]

Symulacja i wykonanie tomografii

Pacjent układany jest w pozycji terapeutycznej z zastosowaniem niezbędnych unieruchomień. W pierwszej kolejności wykonywane jest badanie tomograficzne na swobodnym oddechu, następnie druga seria badania na wstrzymanym wdechu.



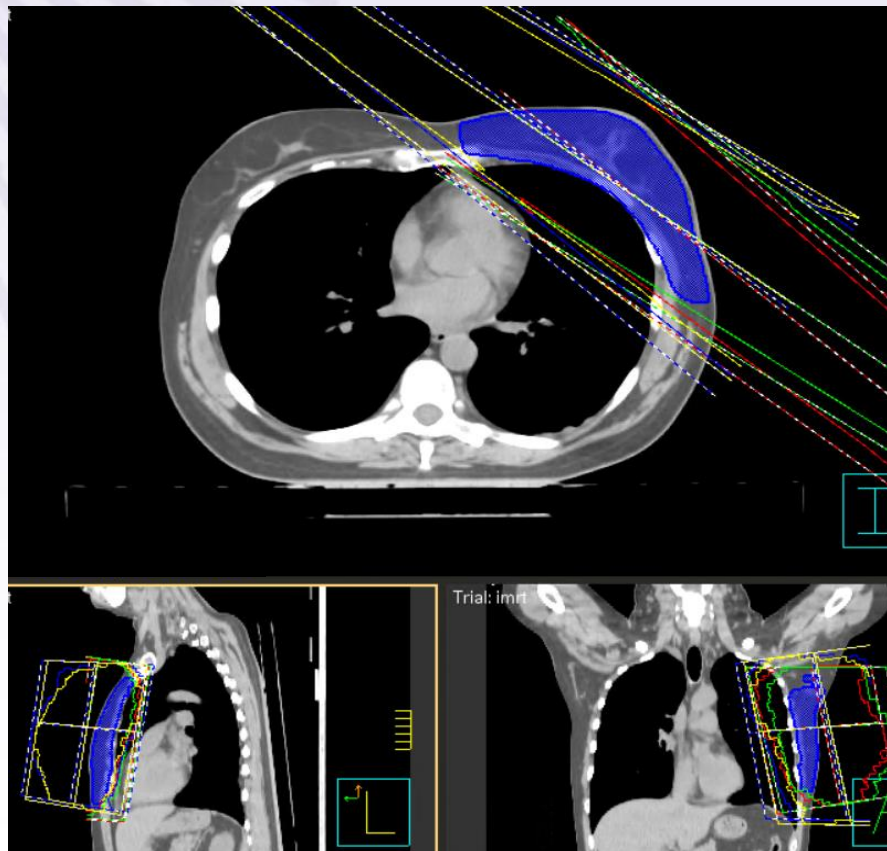
Rys.2. Symulator z unieruchomieniami [materiał własny]



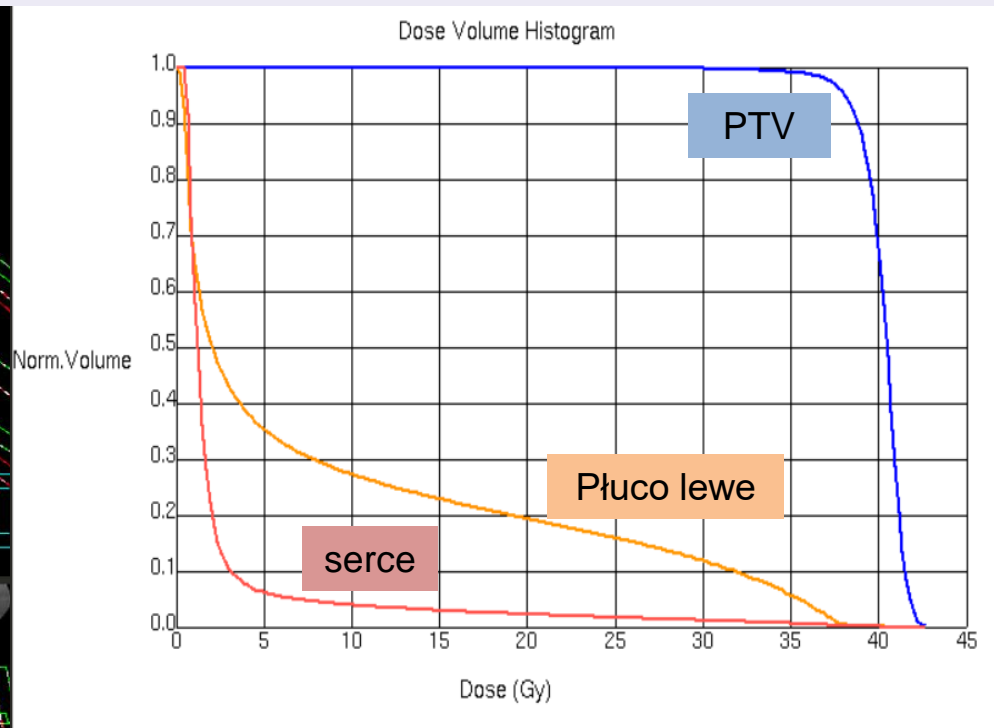
Rys.3. Obrazy z badania tomograficznego na swobodnym oddechu (A) oraz na głębokim wstrzymanym oddechu (B) [materiał własny]

Przygotowanie planu leczenia w TPS

Plany leczenia wykonywane są techniką IMRT – step-and-shoot, układ wiązek zbliżony do tangencjalnych, 4-5 wiązek dla nowotworów w obrębie piersi i ściany klatki piersiowej.



Rys.4. Układ wiązek dla planu IMRT obejmujący pierś lewą [materiał własny]



Płuco Lewe V20<30%

Serce V25<10%

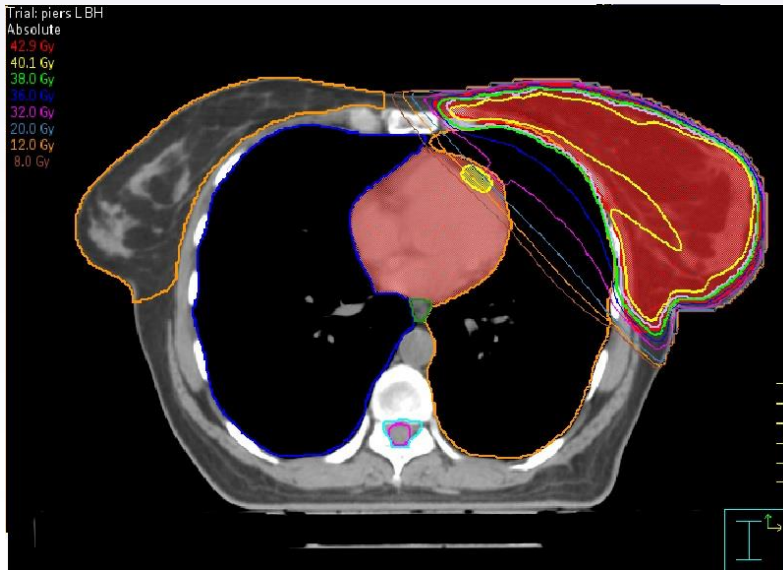
Rys.5. Przebieg histogramu dawka objętość DVH dla serca (linia czerwona), płuca lewego (linia pomarańczowa), i PTV (linia niebieska). [materiał własny]

Przygotowanie planu leczenia w TPS

LAD

Lewa tętnica zstępująca serca
(left anterior descending)

Powikłania kardiologiczne indukowane radioterapią zależą od regionu serca, które znajduje się w polu napromieniania. Ważnym obszarem są naczynia wieńcowe, a przede wszystkim LAD, znajdująca się blisko ściany klatki piersiowej. Konturowanie LAD jako narządu krytycznego podczas radioterapii jest bardzo istotne. Osiągane przez LAD dawki, mogą wpływać na modyfikację strategii leczenia: zmianę techniki planowanej radioterapii, ilości wiązek i/lub ich kąta padania [9].



Rys.6. Przykładowy zakonturowany obszar LAD w TPS [materiał własny]

Dawki tolerancji:

$D_{mean} < 10\text{Gy}$

$V_{30} < 2\%$

$V_{40} < 1\%$

Heart toxicity from breast cancer radiotherapy

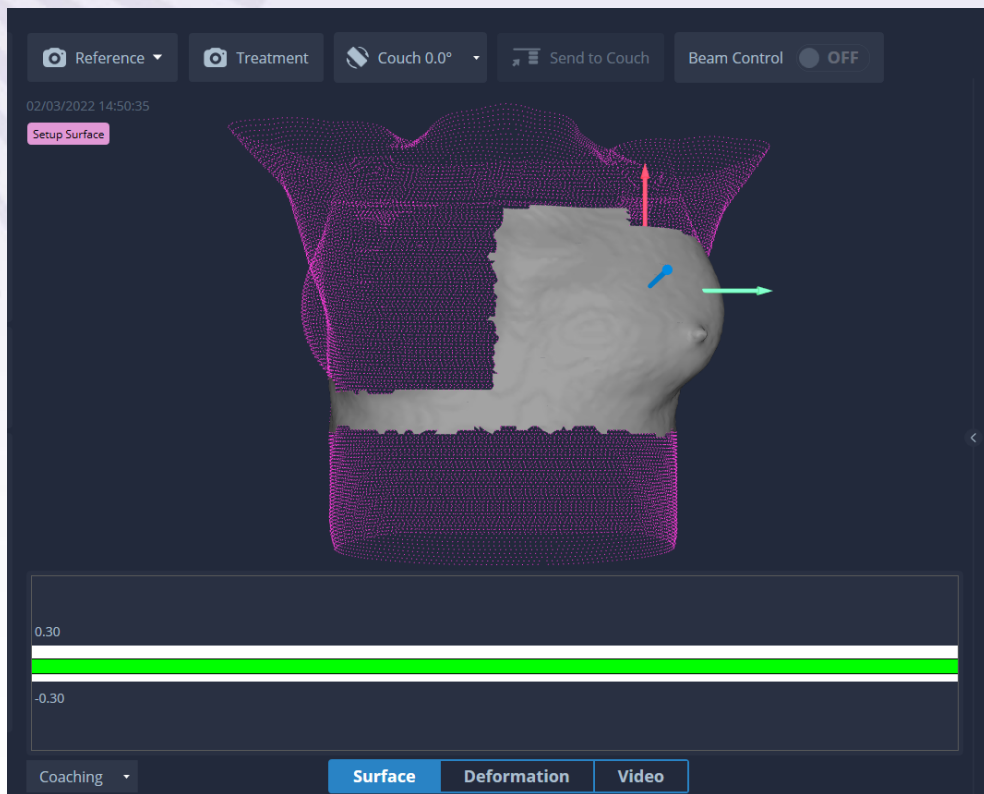
Current findings, assessment, and prevention

Marc D. Piroth¹ · René Baumann^{2,4} · Wilfried Budach³ · Jürgen Dunst⁴ · Petra Feyer⁵ · Rainer Fietkau⁶ · Wulf Haase⁷ · Wolfgang Harms⁸ · Thomas Hehr⁹ · David Krug^{10,14} · Arnd Röser¹ · Felix Sedlmayer¹¹ · Rainer Souchon¹² · Frederik Wenz¹³ · Rolf Sauer⁶

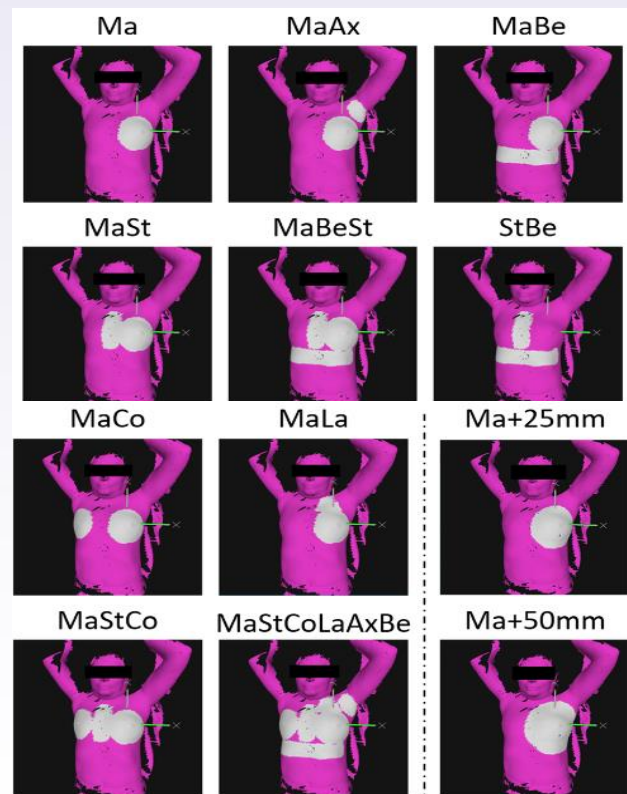
Received: 12 July 2018 / Accepted: 20 September 2018 / Published online: 11 October 2018
© The Author(s) 2018

Realizacja napromieniania

Przed napromienianiem w systemie AlignRT przygotowywany jest obszar zainteresowania ROI, który służy do monitorowania pozycji pacjenta.



Rys.7. Przykładowy obszar zainteresowania ROI dla piersi lewej, który służy do kontrolowania pozycji pacjenta [materiał własny]



Rys.8. Powierzchnie obszarów zainteresowania ROI obejmujące: pierś (Ma), pachę (Ax), mostek (St), pas pod biustem (Be), drugą pierś (Co), węzły chłonne (La) w różnych konfiguracjach [7]

Realizacja napromieniania

Korekta ułożenia pacjenta przed napromienianiem jest prowadzona w systemie AlignRT oraz poprzez wykonanie CBCT.



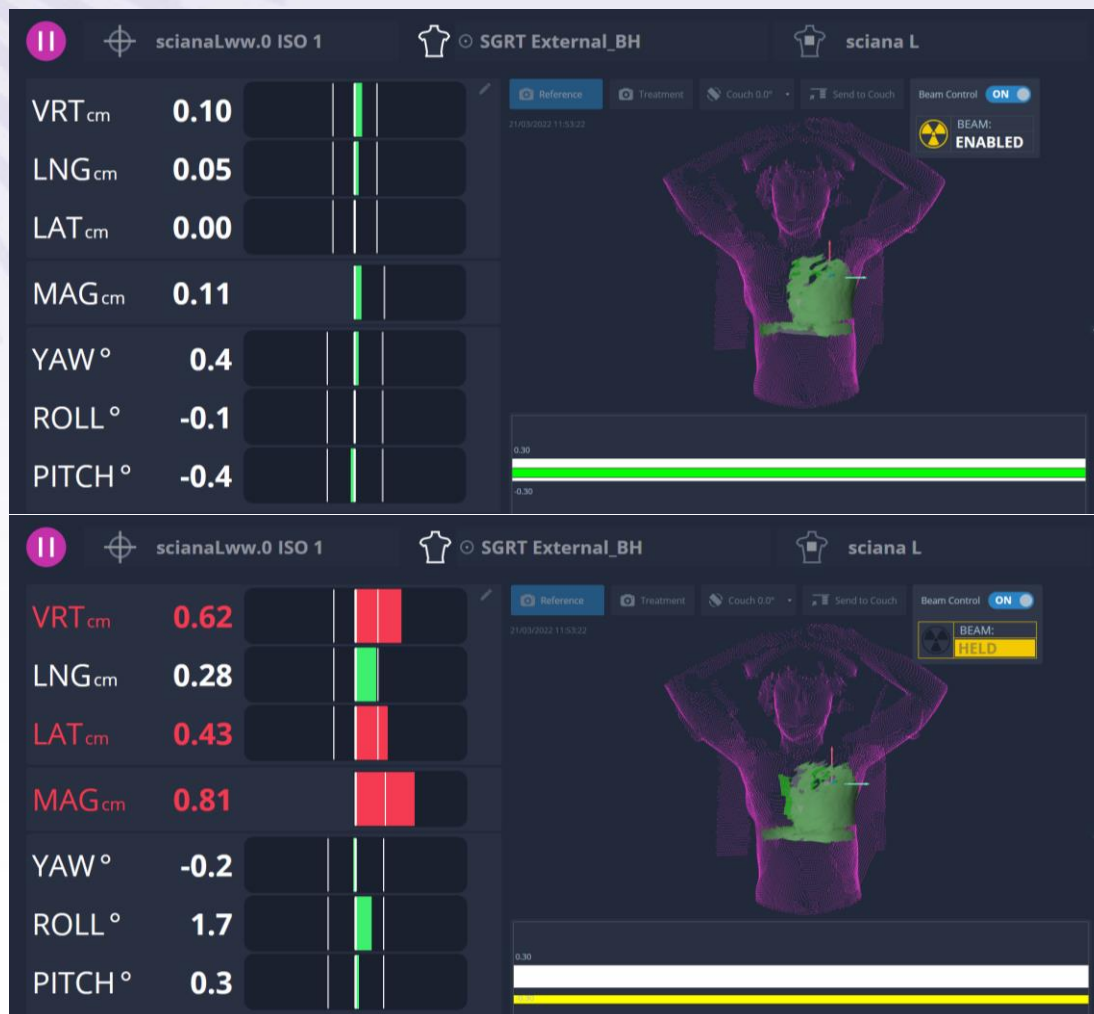
Rys.9. Zestaw unieruchomień [materiał własny]



Rys.10. Korekta ułożenia pacjenta przed napromienianiem w systemie AlignRT [materiał własny]

Realizacja napromieniania

Kontrola ułożenia pacjenta w trakcie realizacji napromieniania jest prowadzona w systemie AlignRT w czasie rzeczywistym. W celu ułatwienia pacjentom kontroli nad pozycją ciała, wykorzystywane jest dodatkowe urządzenie Real Time Coach

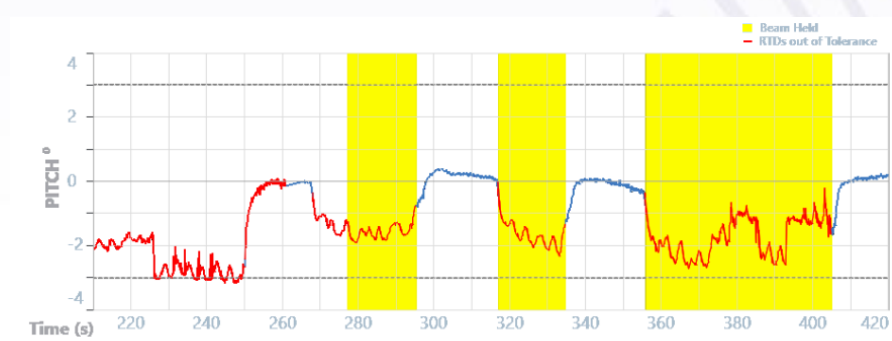
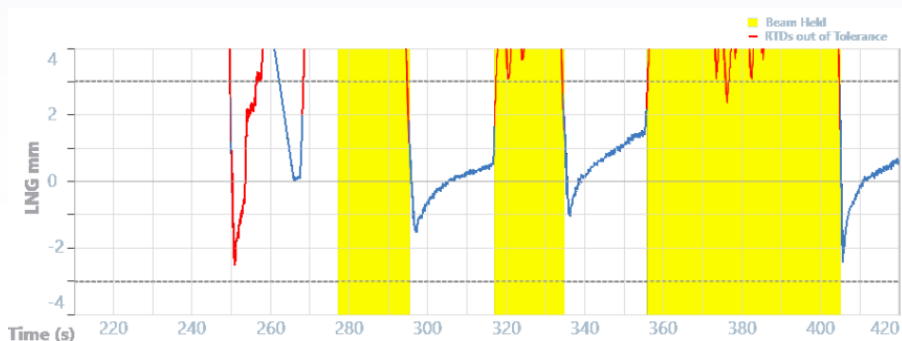
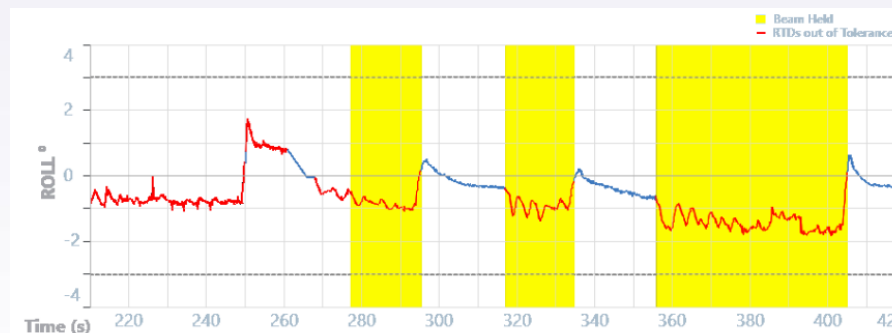
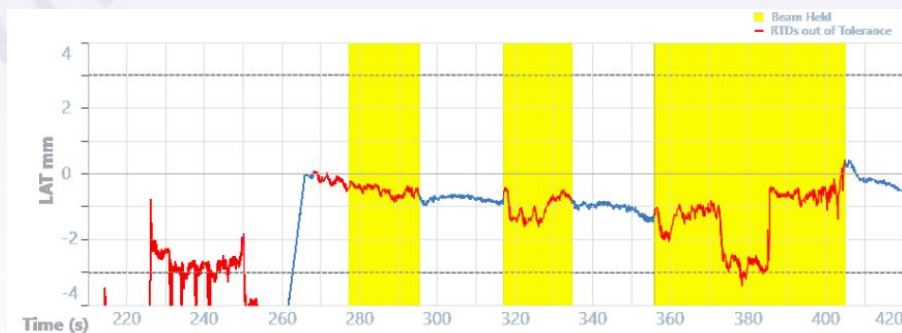
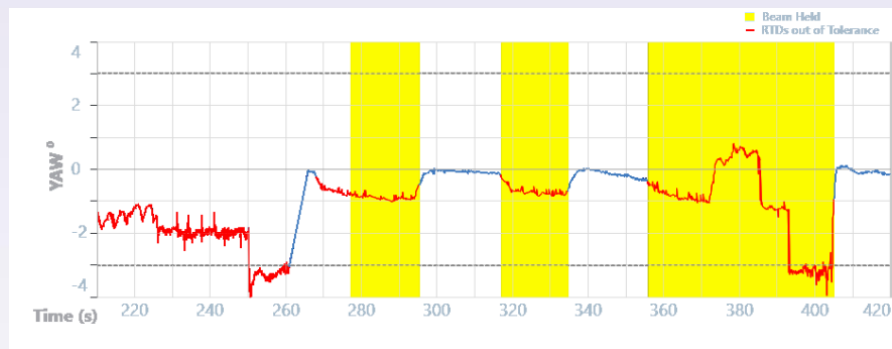
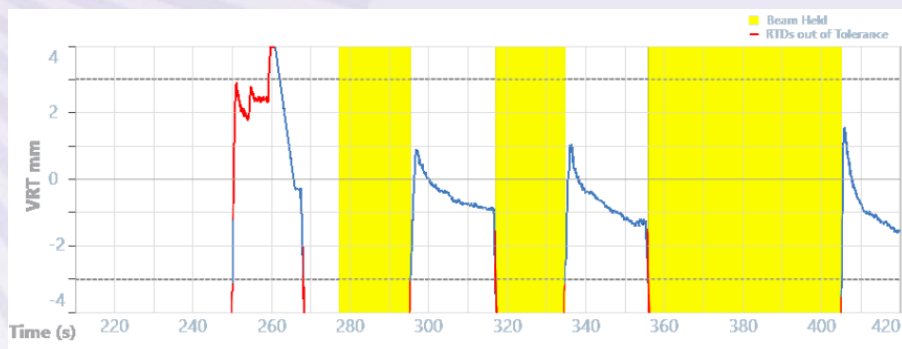


Rys.11. Kontrola pozycji pacjenta podczas napromieniania w systemie AlignRT [materiał własny]



Rys.12. Zdjęcia urządzeń Real Time Coach – starsza i najnowsza wersja [5]

Realizacja napromieniania



Analiza danych

Analizie poddano 10 pacjentek z nowotworem piersi lewej, ze schematem leczenia do dawki całkowitej 40,05 Gy w 15 frakcjach. Każda frakcja leczenia była prowadzona pod kontrolą AlignRT i CBCT.

Dla każdej pacjentki wyznaczono średnie wartości przesunięć dla poszczególnych kierunków oraz ich odchylenia standardowe w czasie trwania napromieniania z uwzględnieniem zakresu stosowanych tolerancji. Określono również minimalne i maksymalne wartości przesunięć w danym zakresie.

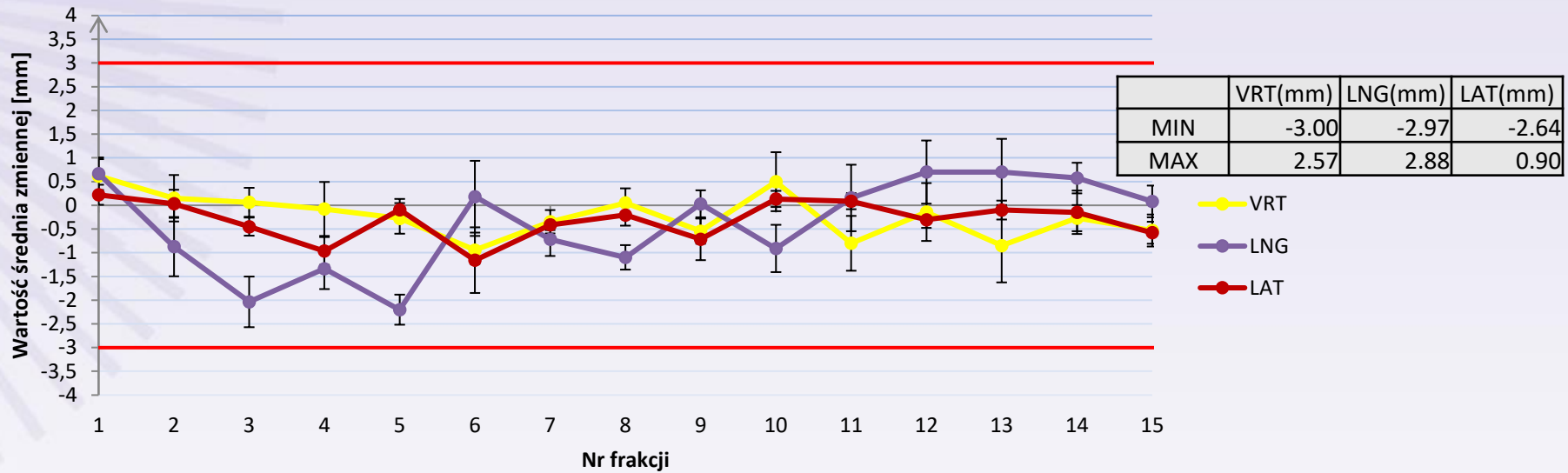


Kierunek rotacji	Zakres tolerancji
Yaw (oś pionowa)	$\pm 3^\circ$
Roll (oś wzdłużna)	
Pitch (oś poprzeczna)	

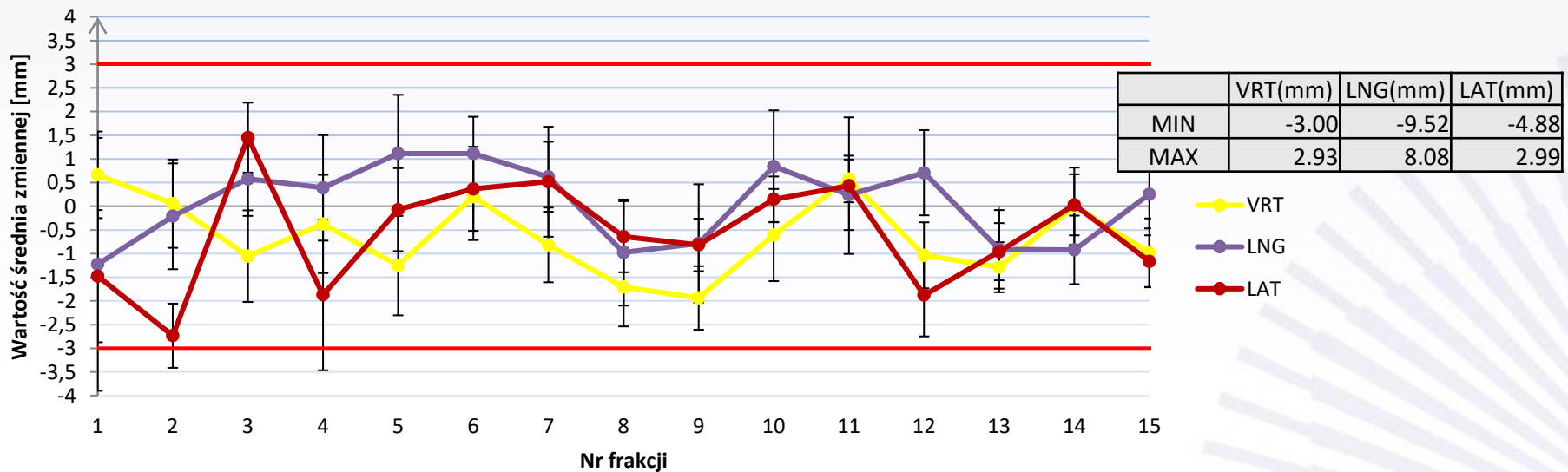
Kierunek translacji	Zakres tolerancji
Vertical (oś pionowa)	$\pm 3\text{mm}$
Longitudinal (oś wzdłużna)	
Lateral (oś poprzeczna)	

Porównano wartości przesunięć dla poszczególnych kierunków, dla wszystkich frakcji danej pacjentki. Porównano również średnie wartości z całego leczenia dla poszczególnych kierunków, dla wszystkich poddanych analizie pacjentów.

Pacjentka 7

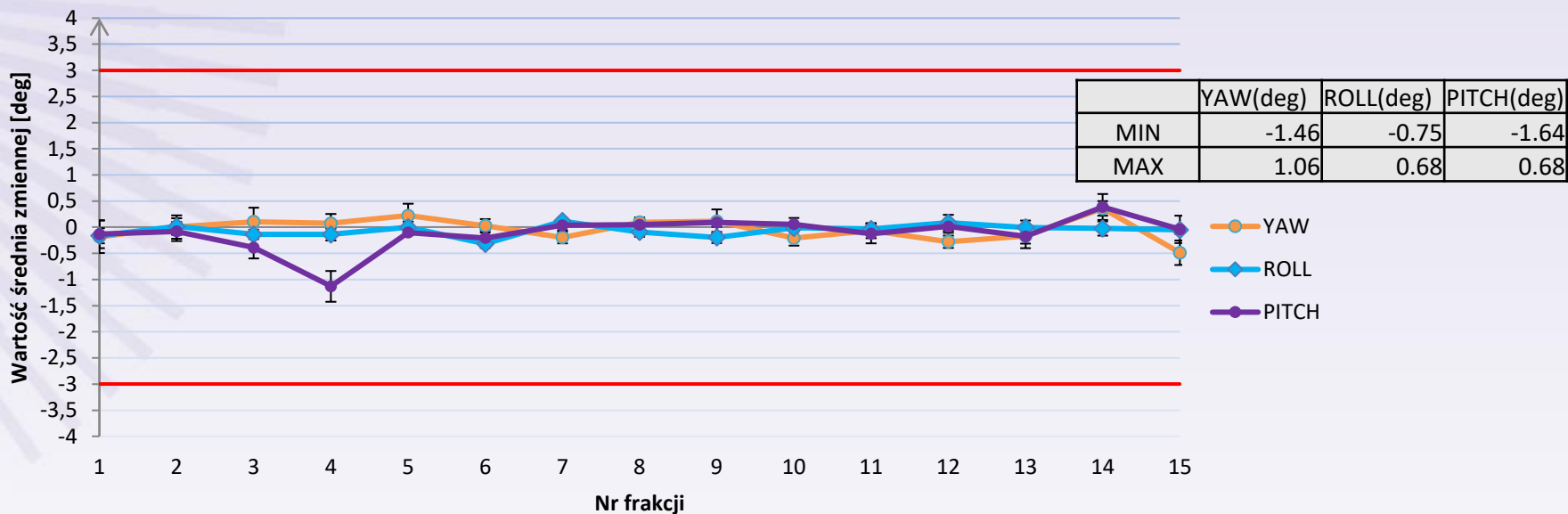


Pacjentka 9

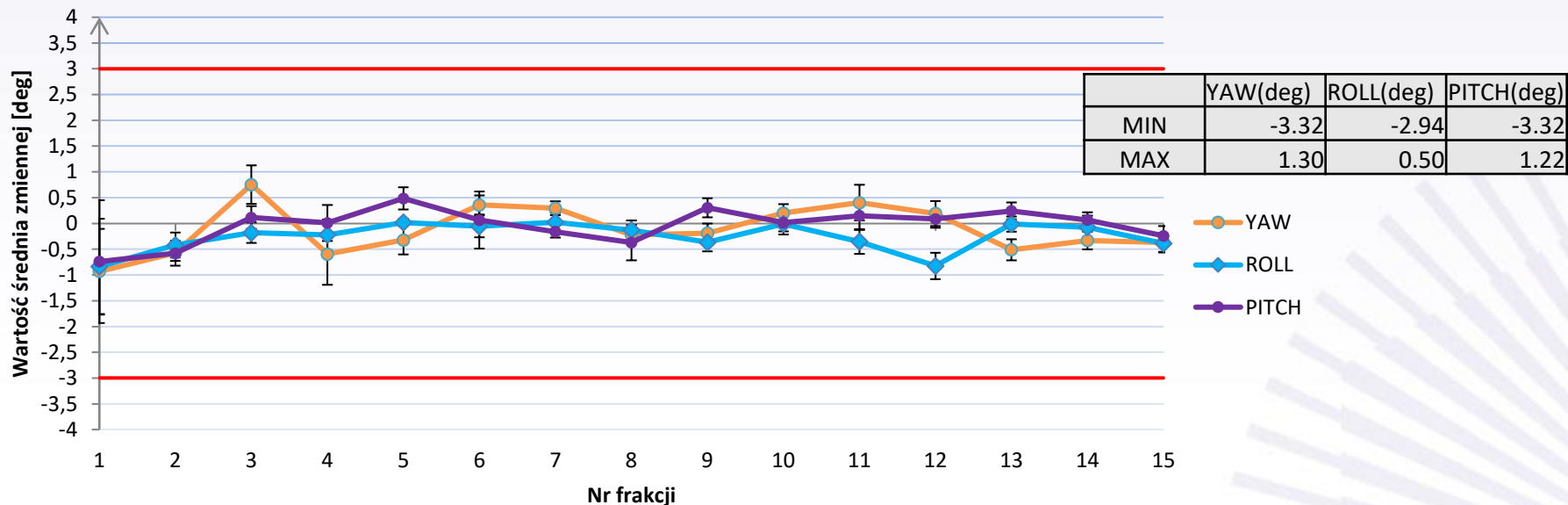


Rys.14. Przykładowe wykresy zależności wartości średnich dla zmiennych Vertical, Long, Lateral dla kolejnych frakcji leczenia pacjentki 7 oraz pacjentki 9.

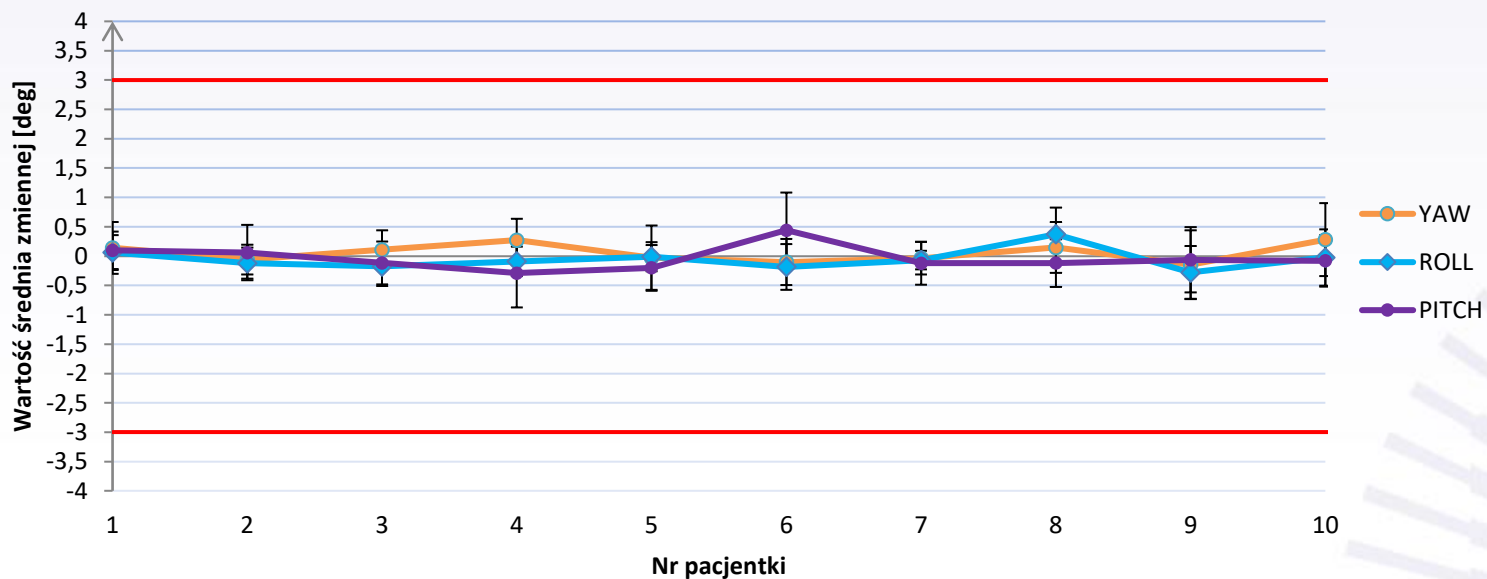
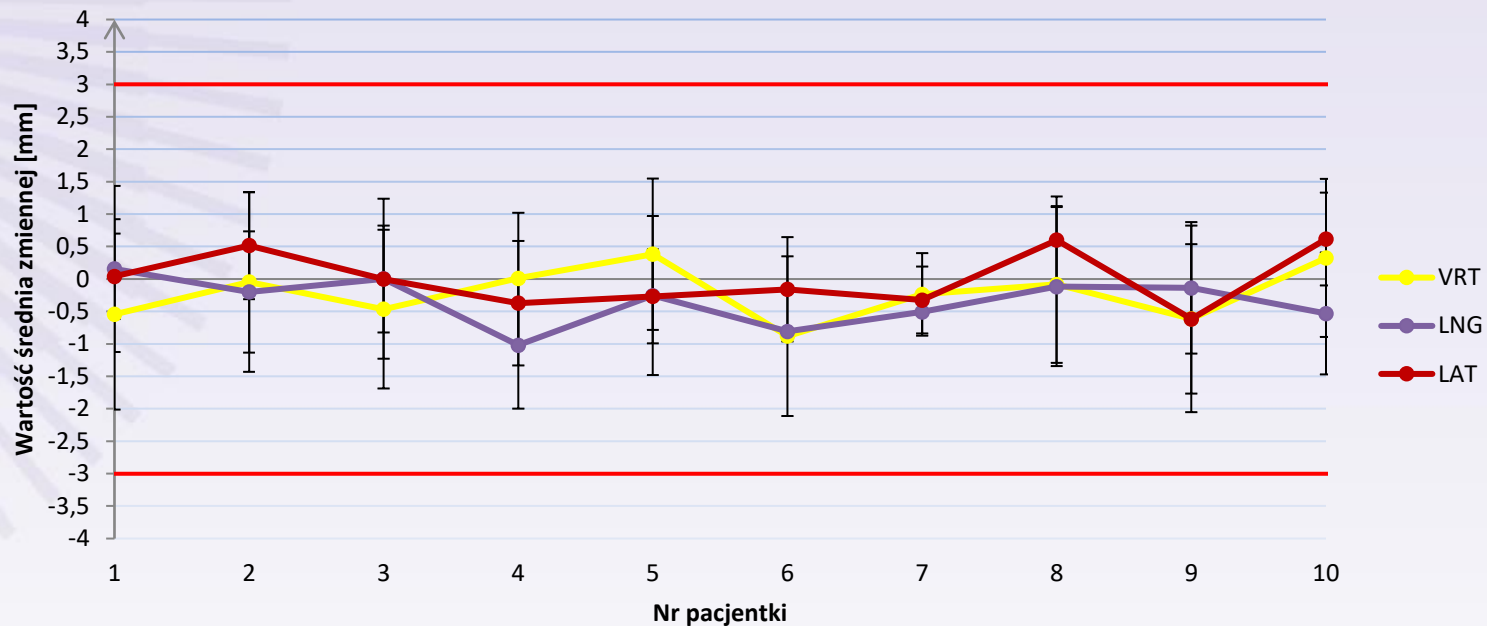
Pacjentka 7



Pacjentka 9



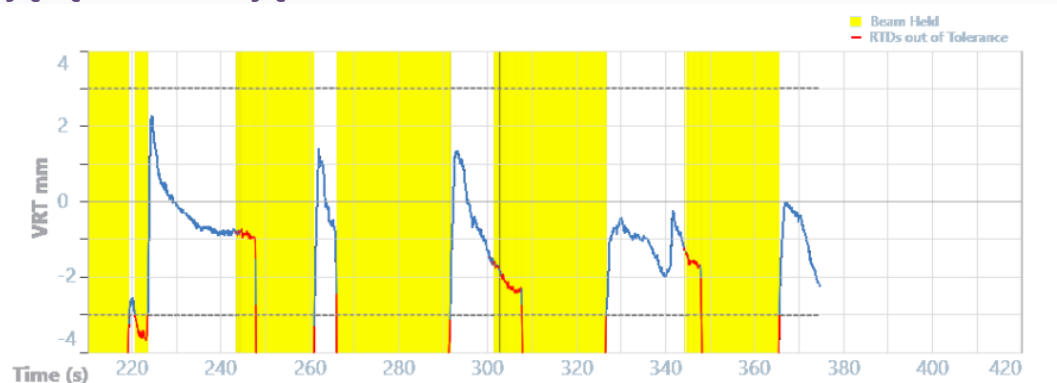
Rys.15. Przykładowe wykresy zależności wartości średnich dla zmiennych Yaw, Roll Pitch dla kolejnych frakcji leczenia dla pacjentki 7 oraz pacjentki 9.



Rys.16. Porównanie wartości średnich dla poszczególnych zmiennych wszystkich badanych pacjentek.

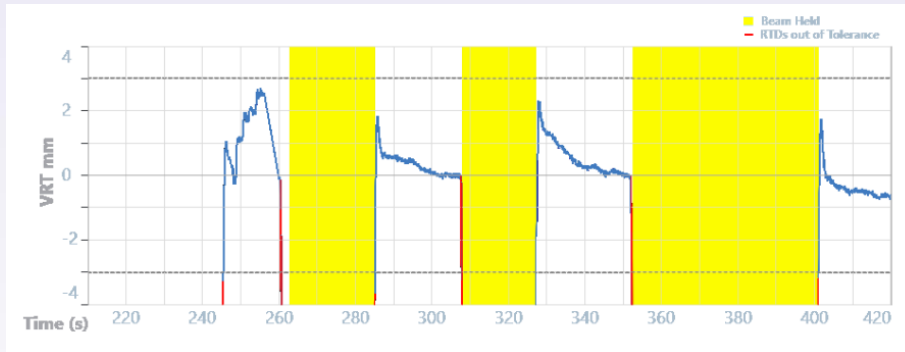
Wnioski

- System do radioterapii sterowanej powierzchnią ciała pacjenta Align RT wraz z tomografią CBCT pozwala nam na zwiększenie dokładności ułożenia pacjenta przed oraz w trakcie napromieniania.
- System SGRT jest w stanie precyzyjniej pokazać niezgodności ułożenia pacjenta na podstawie obrazu powierzchni jego ciała w wybranym obszarze ROI, co jest szczególnie ważne w leczeniu nowotworów znajdujących się blisko skóry.
- System pozwala na prowadzenie radioterapii bramkowanej oddechem, wiązka jest przerywana, gdy monitorowana pozycja pacjenta podczas radioterapii ulegnie zmianie poza przyjętą tolerancję.



Wnioski

- System ułatwia współpracę z pacjentem, dzięki Real Time Coach umożliwia kontrolę oddechu – pacjent obserwując monitor kontroluje nabieraną ilość powietrza.



- Po każdej zrealizowanej frakcji leczenia, z systemu można wygenerować raport o pozycji pacjenta w każdej sekundzie trwania terapii. Analiza danych pozwala na ustalenie tendencji ruchu pacjenta i zmodyfikowania tolerancji dla danej lokalizacji.
- Analiza danych pokazała, że dla pacjentek z nowotworem piersi lewej istnieje możliwość zawężenia tolerancji dla wszystkich 6 kierunków przesunięć/rotacji

Wnioski

- Analiza danych pokazuje, że pacjentkom łatwiej jest utrzymać właściwą rotację (Yaw, Roll, Pitch) niż przesunięcia (Vrt, Long, Lat) względem pozycji referencyjnej ciała.
- System AlignRT jest systemem bezkontaktowym w odróżnieniu od innych metod typu wskaźnik czy kostka RPM.
- System umożliwia również monitorowanie pozycji ciała pacjenta podczas realizacji leczenia wiązkami niekoplanarnymi.
- System wymaga zastosowania odpowiedniego bolusa, który nie odbija światła projektora systemu, gdyż zniekształca to trójwymiarową rekonstrukcję powierzchni ciała.
- Kadra musi być odpowiednio przeszkolona i wykwalifikowana, aby zdefiniować prawidłowo obszar zainteresowania ROI, który jest kluczowy dla poprawnej realizacji napromienienia pod kontrolą systemu Align RT.

Podsumowanie

Zastosowanie systemu AlignRT podczas realizacji radioterapii na głębokim wstrzymanym wdechu DIBH wpływa na bezpieczeństwo napromieniania pacjenta i poprawę powtarzalności jego realizacji, poprzez ciągłą kontrolę ułożenia pacjenta w pozycji terapeutycznej.

Dzięki możliwości automatycznego wyłączenia wiązki, w przypadku utraty poprawnej i zgodnej z zaplanowaną pozycji pacjenta, ryzyko wystąpienia błędów i wypadków związanych z napromienieniem niewłaściwego obszaru ciała jest minimalne.

Właściwa kwalifikacja i przygotowanie pacjenta pozwala usprawnić przebieg seansu terapeutycznego oraz ma znamieny wpływ na jakość i powtarzalność jego realizacji.

Czas trwania seansu skraca się jedynie w przypadku poprawnej współpracy pacjenta z obsługą (skuteczne przeszkolenie, trening w warunkach domowych, utrzymywanie oddechu dłużej niż 30 sek).

Bibliografia

- [1] <https://www.visionrt.com/applications/dibh/>
- [2] Manual AlignRT
- [3] K. Szymerkowski i in. *Technologia SGRT-nowy standard nowoczesnej i bezpiecznej radioterapii*, Inżynier i Fizyk Medyczny 4/2020 vol.9
- [4] J. Wendykier i in. *Radioterapia sterowana obrazem powierzchni pacjenta AlignRT – pierwsze doświadczenia*, Inżynier i Fizyk Medyczny /2018 vol.7
- [5] Materiały szkoleniowe z AlignRT
- [6] M. Mucha *Porównanie spełnienia kryteriów dla narządów krytycznych w napromienianiu pacjentek z nowotworami piersi techniką na wstrzymanym oddechu (DIBH) i swobodnym oddechu (Free Breathing)*, praca magisterska, czerwiec 2020
- [7] T. Sauer i in. *Region of interest optimization for surface guided radiation therapy of breast cancer*, J Appl Clin MedPhys, Volume 22, Issue 10, October 2021, Pages 152-160
- [8] J. Topczewska-Bruns i in. *Zastosowanie radioterapii sterowanej obrazem (IGRT) za pomocą kilowoltowej stożkowej tomografii i komputerowej (kV CBCT) w codziennej praktyce klinicznej* NOWOTWORY Journal of Oncology 2013, volume 63, number 4, 305–310
- [9] M. Biedka, E. Żmuda *Konturowanie zstępującej lewej tętnicy wieńcowej u chorych na raka piersi – perspektywa radiologa onkologa* Biuletyn PTO NOWOTWORY 2020; 5, 2: 77–81



DZIĘKUJE ZA UWAGĘ