

Technologia SGRT – nowy standard nowoczesnej i bezpiecznej radioterapii

Karol Szymerkowski¹, Leszek Piątek²

¹ Clinical Application Specialists Eastern Europe

² Consultronix SA

SGRT (Radioterapia Sterowana Obrazem Powierzchni Ciała Pacjenta) to dynamicznie rozwijająca się technika uwzględniająca technologię STEREO VISION do śledzenia powierzchni ciała pacjenta podczas zabiegu we wszystkich 6. stopniach swobody. Monitoring pozycji pacjenta odbywa się zarówno w trakcie pozycjonowania, jak i dostarczania wiązki terapeutycznej.

Rozwiązania technologiczne VisionRT szybko stają się standardem SGRT, między innymi dlatego, że są zupełnie bezinwazyjne i nie wykorzystują promieniowania jonizującego. Na całym świecie istnieje już ponad 1400 instalacji AlignRT [1].

AlignRT składa się z trzech kamer HD stereo, które śledzą powierzchnię ciała pacjenta i porównują ją z pozycją opracowaną na tomografii komputerowej. Porównanie to odbywa się z submilimetrową dokładnością.

AlignRT może automatycznie wysłać sygnał o przerwaniu wiązki, kiedy pacjent poruszy się i wyjdzie poza założony przez obsługę zakres tolerancji. Niepotrzebne są do tego celu dodatkowe tatuaże, znaczniki czy kontrola rentgenowska – oznacza to więc, że system jest całkowicie bezinwazyjny.

System rzutuje na ciało pacjenta płamisty wzór, używając do tego czerwonego światła. Kamery HD odczytują wzór, a następnie software rekonstruuje powierzchnię ciała pacjenta w 3D. Powierzchnia ta – w czasie rzeczywistym – porównywana jest

z obrazem referencyjnym z TK w formacie DICOM (kontur skin, body lub external) (Rys. 1).

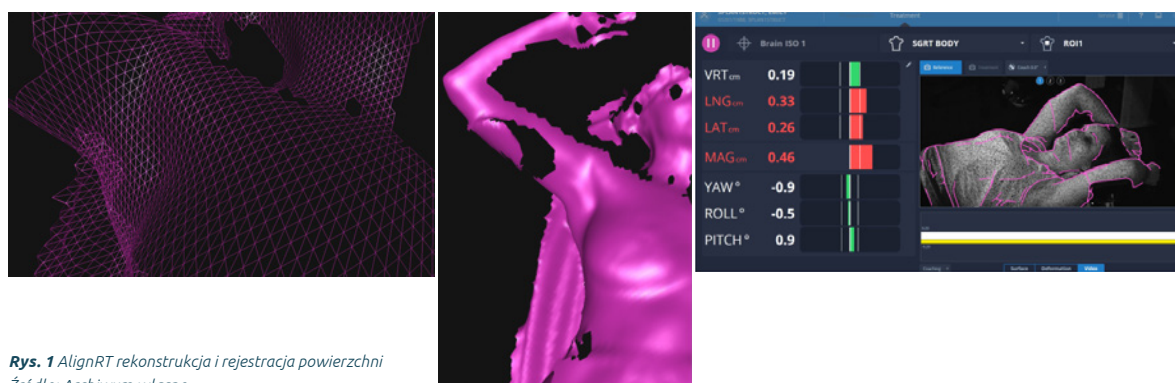
Oznaczanie skóry pacjenta i trwałe tatuaże zawsze były częścią radioterapii. Informacje o 6. stopniach swobody dostarczane przez system AlignRT zapewniają znacznie więcej informacji niż użycie do ustawienia 3 lub 5 punktów. Umożliwia to dokładniejsze ustawienie pacjenta. Badania pokazują, że pełne wykorzystanie AlignRT w symulacji i leczeniu umożliwiło poprawę dokładności, wydajności oraz umożliwiło zupełne wyeliminowanie znaczników skórnych [2].

Bezpieczeństwo pacjenta – DIBH i SRS

Ponad 80 recenzowanych artykułów z czasopism medycznych potwierdza wysoką skuteczność technik SGRT z użyciem AlignRT [3]. W wielu ośrodkach na całym świecie rutynowo wykorzystuje się AlignRT przy zabiegach.

DIBH i SRS

Techniki DIBH (*Deep Inspiration Breath Hold*) stosowane są w celu zminimalizowania dawki, którą może otrzymać serce w trakcie radioterapii lewej piersi. Chociaż wytyczne Amerykańskiego



Rys. 1 AlignRT rekonstrukcja i rejestracja powierzchni
Źródło: Archiwum własne.

Towarzystwa Radioterapii Onkologicznej mówią o potrzebie stosowania technik DIBH do napromieniania lewej piersi, nie ma wskazówek dotyczących wyboru odpowiedniej technologii, która umożliwi leczenie w najbardziej precyzyjny i powtarzalny sposób. Dane z monitorowania powierzchni w czasie rzeczywistym wykazały, że 22% wstrzymań oddechu wykraczało poza docelową tolerancję 5 mm [4]. Pokazuje to, jak bardzo potrzebne jest rozwiązanie technologiczne zapewniające dokładne i powtarzalne leczenie w celu uniknięcia długotrwałego uszkodzenia serca u tych pacjentów.

Opcja DIBH w AlignRT została zaprojektowana do weryfikacji pozycji powierzchni podczas wstrzymania oddechu. Często pacjent zmęczony wstrzymywaniem oddechu wygina plecy i odrywa je od stołu, aby utrzymać głęboki wdech. Niektóre oferowane na rynku systemy nie są w stanie tego wykryć. Odczytują one prawidłową pozycję pacjenta mimo tego, że serce staje się bardziej narażone na działanie dawki terapeutycznej.

Ponieważ AlignRT śledzi pozycje pacjenta w czasie rzeczywistym we wszystkich 6. stopniach swobody w trakcie zatrzymanego wdechu, oderwanie pleców od stołu zostanie wykryte, a proces napromieniania zostanie przerwany dopóki pacjent nie znajdzie się w zaplanowanej pozycji.

Badania przy użyciu SPECT wykonane przed i 6 miesięcy po radioterapii wykazują brak zmian perfuzyjnych serca u pacjentów naświetlanych pod kontrolą AlignRT z opcją DIBH. Dla porównania wady perfuzji wykryto u 27% pacjentów leczonych z powodu raka lewej piersi, na swobodnym oddechu, bez użycia AlignRT [5].

O bezpieczeństwie i skuteczności stosowania AlignRT do procedur DIBH mówi ponad 10 publikacji medycznych. Unikatowa metoda śledzenia powierzchni ciała pacjenta we wszystkich

6 stopniach swobody, proste w użyciu narzędzia coachingowe oraz możliwość wstrzymywania wiązki sprawiają, że jest to sprawdzony system pomagający dostarczać skuteczne i bezpieczne leczenie DIBH.

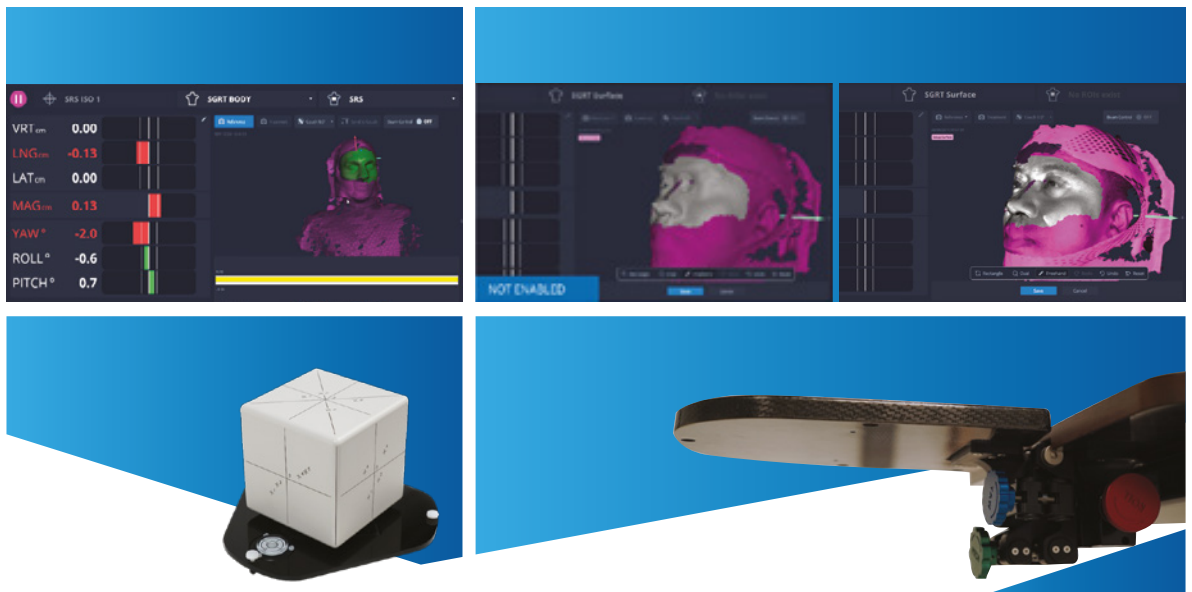
Procedury SRS należą do jednych z najbardziej skomplikowanych procedur radioterapeutycznych. W przeciwieństwie do innych systemów, wspierających leczenie SRS, użycie systemu AlignRT pozwala zapewnić wyjątkowo wysoki komfort pacjenta dzięki możliwości zastosowania otwartych masek, a w niektórych przypadkach zupełnie z masek zrezygnować [6].

Stosowanie otwartych masek wraz z systemem AlignRT nie zmniejsza stabilności pozycji pacjenta [7]. System umożliwia ciągły monitoring poprawności ułożenia przez cały czas trwania procedury, zapewniając zerwanie wiązki w przypadku, kiedy pacjent się poruszy. Zakres tolerancji standardowo ustawiony jest na 1 mm (VRT, LNG, LAT) i 1. stopień rotacji (*pitch, roll, yaw*), co zapewnia, że ruch niewykrywalny dla ludzkiego oka spowoduje przerwanie wiązki do czasu, kiedy pacjent nie wróci do odpowiedniej pozycji.

Dokładność AlignRT w procedurach SRS jest oczywiście poparta wieloma dokumentami klinicznymi. Zastosowanie AlignRT nie ogranicza się do stosowania guzów mózgu i przerzutów do mózgu, ale z powodzeniem stosuje się je także w leczeniu nieprawidłowości funkcjonalnych w mózgu, np. nerwoból nerwu trójdzielnego [8].

Kontrola ryzyka

Mimo znaczącego rozwoju, który dokonał się w radioterapii, w dalszym ciągu istnieje pewne ryzyko związane z popełnieniem błędu.



Rys. 2 System otwartych masek do śledzenia ciała pacjenta, dodatkowy fantom do kalibracji izocentrum AlignRT, funkcja 3D photo do dokładnego definiowania ROI oraz Head Adjuster do korekty rotacji

Źródło: Archiwum własne.



Najczęstsze źródła błędów w radioterapii to:

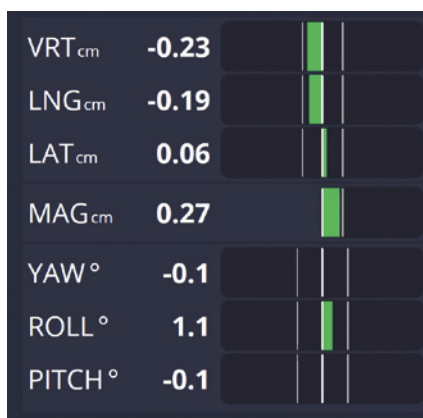
- wykonanie procedury na innym pacjencie niż ten, dla którego procedura była pierwotnie zaplanowana,
- pomylenie regionu, który powinien być napromieniony.

AlignRT posiada opcję o nazwie SafeRT – ID, który pomaga w weryfikacji pacjenta. Zapewnia on automatyczną, bezdotykową i dyskretną identyfikację pacjenta. Weryfikacja pacjenta odbywa się poprzez skanowanie twarzy pacjenta. SafeRT-ID jest proste w obsłudze. Podkreślić należy, że weryfikacja jest bezdotykowa oraz mniej czasochłonna w porównaniu z tradycyjną weryfikacją polegającą na sprawdzeniu dokumentu tożsamości. Standardowe pozycjonowanie pacjenta na stole terapeutycznym obejmuje sprawdzenie tatuaży lub innych znaczników znajdujących się na skórze pacjenta, pozycji laserów oraz wszystkich instrukcji znajdujących się w karcie pacjenta. Istnieją zabezpieczenia, które minimalizują ryzyko popełnienia błędu związanego z nieprawidłowym ułożeniem pacjenta. Systemy te niestety nie są doskonałe i w sposób znaczący obciążają personel dodatkową pracą.

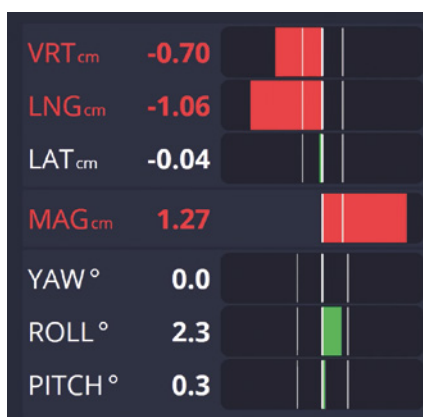
Najczęściej stosowane procedury terapeutyczne zakładają, że raz ułożony pacjent pozostaje w dobrej pozycji przez cały proces napromieniania. W przypadku, kiedy pacjent się poruszy, jego pozycja powinna zostać odtworzona za pomocą weryfikacji obrazowej. Dzięki stosowaniu systemu AlignRT ruch pacjenta zostaje wykryty, co umożliwia zmianę jego ułożenia przed zrobieniem zdjęcia weryfikacyjnego i zmniejszenie dodatkowej ekspozycji na promieniowanie.

SGRT w czasach pandemii

Pandemia COVID-19 uświadomiła wszystkim, że praktyka kliniczna realizacji niektórych standardowych procedur radioterapeutycznych może ulec zmianie. Amerykańskie Towarzystwo Radioterapii Onkologicznej (ASTRO) w swoich zaleceniach dotyczących pracy w trakcie pandemii zwraca szczególną uwagę na ograniczanie bezpośredniego kontaktu z pacjentem oraz próbe (tam, gdzie to możliwe i naukowo uzasadnione), wdrożenia procedur hipofrakcjonowanych. W obu przypadkach system AlignRT sprawdza się w 100%. Jako system całkowicie bezdotykowy i pozwalający na ograniczanie kontaktu technik-pacjent – z jednej strony. Natomiast jako system ultraprecyzyjny i bezpieczny sprawdza się przy leczeniu hipofrakcjonowanym – z drugiej strony. AlignRT zapewnia dodatkowy „zestaw oczu” monitorujący pacjenta od samego początku procedury do dostarczenia ostatniej jednostki monitorowej. Ciągły monitoring pozycji pacjenta znacząco zwiększa bezpieczeństwo zarówno samego pacjenta, jak i osób realizujących procedurę. Po każdym kursie terapeutycznym AlignRT generuje raport z danej sesji terapeutycznej, dostarczając nam dokument poświadczający poprawność i dokładność napromieniania. Technologia SGRT stała się standardowym elementem leczenia radioonkologicznego na całym świecie. W listopadzie 2019 połączono siły ACR (z ang. American College of Radiology), a także ASTRO wpisały SGRT



Rys. 3 AlignRT daje sygnał, że pacjent znajduje się w odpowiedniej pozycji. Leczenie może być kontynuowane
Źródło: Archiwum własne.



Rys. 4 AlignRT daje sygnał, że pacjent znajduje się poza ustaloną tolerancją. Leczenie nie może być kontynuowane
Źródło: Archiwum własne.

do zaktualizowanych rekomendacji dot. leczenia SBRT. Podkreślono, że jest to wypadkowa bardzo dobrych wyników badań klinicznych opublikowanych na przestrzeni kilku ostatnich lat.

Literatura

1. alignrtedu.com/cancer-treatmentcenter.
2. M. Sueyoshi, et al.: Eliminating Daily Shifts, Tattoos, and Skin Marks: Streamlining Isocenter, 2018.
3. www.visionrt.com/education.
4. M. Kügele et al.: J Appl Clin Med Phys. 2018 Jan; 19(1): 25-38.
5. T.M. Zagar et al.: *Utility of Deep Inspiration Breath Hold for Left-Sided Breast Radiation Therapy in Preventing*, 2017.
6. L.I. Cervino et al.: *Frame-less and mask-less stereotactic radiosurgery: a feasibility study*, 2010.
7. B. Chinsky et al.: *Feasibility of Using a Commercially Available Surface Guided Radiotherapy System with An Open-Face SRS Immobilization System*, Medical Physics, 43(6), 2016, 3611-3611.
8. B. Baker et al.: *Trigeminal Rhizotomy Performed with Modern Image-guided Linac: Case Report*, 2013.