

# CyberKnife S7 – radioterapia najwyższej precyzji

Przemysław Wocial

TMS Sp. z o.o., e-mail: przemyslaw.wocial@tms.com.pl

## Wprowadzenie

Od ponad 10 lat w Polsce pacjenci leczeni są robotem CyberKnife firmy Accuray. Pierwsza dostępna w naszym kraju wersja systemu, model VSI, zapoczątkowała erę cybernetycznej radiochirurgii stereotaktycznej. W 2012 roku pojawił się nowy model CyberKnife M6 z innowacyjnym kolimatorem wielolistkowym MLC. Firma Accuray, idąc z duchem czasu i rozwojem technologicznym, w 2020 roku zaprezentowała światu jeszcze szybszą, nowocześniejszą wersję robota CyberKnife S7. Do chwili obecnej w Polsce zainstalowano 5 noży cybernetycznych: 1 w Poznaniu, 2 w Gliwicach, 1 w Wieliszewie i 1 w Krakowie. Szacunkowo w naszym kraju radiochirurgii z użyciem robota CyberKnife poddało się już ponad 10 000 pacjentów. Przechodząc do przedstawienia możliwości tego systemu, warto odpowiedzieć sobie na pytanie:

**Co CyberKnife S7 może zaoferować pacjentom oraz użytkownikom, aby radioterapia naszych czasów była przede wszystkim jeszcze bardziej skuteczna?**

Głównym celem i zadaniem tej metody leczenia jest bardzo precyzyjne i powtarzalne dostarczenie możliwie jak największej dawki promieniowania w określonym obszarze zmiany nowotworowej i jednocześnie jak najlepsza ochrona sąsiadujących z guzem zdrowych tkanek. Właśnie taka radioterapia jest możliwa dzięki wykorzystaniu CyberKnife S7, jedyne urządzenie na świecie skonstruowanego po to, aby z **submilimetrową dokładnością niechirurgicznie leczyć zmiany nowotworowe** w dowolnym obszarze ciała pacjenta, m.in. prostaty, płucach, mózgu, kręgosłupie, wątrobie, trzustce czy nerkach, zmniejszając przy tym prawdopodobieństwo uszkodzenia tkanek zdrowych.



Rozwiązania zaimplementowane w robocie CyberKnife umożliwiają podanie jednorazowo wysokiej dawki promieniowania, zapewniając przy tym najwyższą precyzję leczenia, bezpieczeństwo dla pacjenta oraz skrócenie czasu całej terapii.

## CyberKnife S7

Głowica akceleratora CyberKnife może przemieszczać się w przestrzeni wokół pacjenta, z mechaniczną precyzją rzędu zaledwie **0,12 mm**. Linac celuje w guza pod wieloma różnymi kątami niekomplanarnymi wiązkami, podając dawkę promieniowania z wydajnością 1000 MU/min. Dostępne trzy rodzaje kolimatorów (Fixed, IRIS, InCise 2) pozwalają na uzyskanie wysoce konformalnych rozkładów dawki. Umożliwiają one napromienianie punktowe bardzo małych zmian oraz większych obszarów. Kolimatory stałe (Fixed) cechuje niezmienna geometria wiązki oraz doskonała odtwarzalność leczenia, co pozwala na uniknięcie

błędów dozymetrycznych przy napromienianiu bardzo małych pól, natomiast dzięki zastosowaniu kolimatora o zmiennej aperturze (IRIS) i kolimatora wielolistkowego (InCise 2) możliwe jest użycie różnych rozmiarów wiązki i kształtów pól w jednej ścieżce napromieniania, co znacząco skraca czas leczenia pacjenta. Dodatkowo, pozwalają na jeszcze lepsze dopasowanie wiązek promieniowania i rozkładu dawki w leczeniu dużych guzów o nieregularnym kształcie.

**RoboCouch, stół posiadający możliwość ruchu aż w 6 stopniach swobody**, zapewnia w sposób ciągły korekcję położenia pacjenta. Eliminuje to konieczność użycia inwazyjnych unieruchomień, takich jak rama stereotaktyczna lub kompensatory ruchu, co ma bardzo duże znaczenie dla komfortu chorego podczas napromieniania.

Ortogonalny system obrazowania, wyposażony w dwie pary lamp RTG i detektorów, umożliwia śledzenie na żywo ruchu guza i adaptację napromieniania w trakcie całej sesji leczenia w celu uzyskania jak największej precyzji i jak najlepszej ochrony narządów krytycznych. W połączeniu z czterema metodami śledzenia guza oraz algorytmem korekcji ruchów oddechowych pacjenta pozwala uzyskać precyzję napromieniania poniżej **0,95 mm**, co czyni go najdokładniejszym systemem do radioterapii na świecie.



Ryc. 1 Układ obrazowania systemu CyberKnife S7

CyberKnife wyposażony jest w **system Synchrony**, który jest w stanie synchronizować w czasie rzeczywistym pozycję wiązki promieniowania z ruchem oddechowym obszaru napromienianego guza. System automatycznie koryguje każdy ruch pacjenta, analizując zmiany jego faz oddechowych. Nie jest to bramkowanie (*gating*), nie jest to wstrzymywanie oddechu, ale dynamiczne i ciągłe podążanie za ruchem oddechowym pacjenta. Technika ta pozwala na lepsze ograniczenie dawki w narządach krytycznych, pozbycie się marginesu ITV oraz zastosowanie mniejszego marginesu PTV dla targetu.

Integralną częścią systemu CyberKnife jest **Precision**, system planowania leczenia wyposażony w prosty i intuicyjny dla użytkownika interfejs. Zaawansowane narzędzia planowania umożliwiają skrócenie czasu napromieniania i zwiększenie wydajności procesu planowania leczenia. Spośród najważniejszych innowacyjnych rozwiązań można bez wątpienia wymienić optymalizator rozkładu dawki VOLO, który dzięki wykorzystaniu obliczeń przy użyciu procesorów kart graficznych, jest w stanie

optymalizować i uzyskiwać w krótkim czasie skomplikowane plany leczenia. Warto również wspomnieć o Precise RTX – funkcji umożliwiającej importowanie rozkładów dawki poprzednich planów leczenia pacjenta z dowolnego systemu zgodnego z formatem DICOM, tworzenie automatycznej deformacji obrazów i konturów oraz deformację rozkładu dawki z poprzednich etapów leczenia na nową serię obrazów CT. Szacunkowo 25% pacjentów leczonych radioterapią będzie w przyszłości potrzebować ponownego napromieniania [1]. Najwyższą precyzją CyberKnife S7 w połączeniu z terapią adaptacyjną sprawiają, że system ten jest idealnym narzędziem w leczeniu wznów miejscowych i pojedynczych przerzutów.

## Wnioski

Wciąż pojawiające się nowe wyzwania w leczeniu nowotworów, takie jak napromienianie bardzo małych pierwotnych zmian nowotworowych, wznów lub przerzutów, czy napromienianie guzów bardziej odpornych na promieniowanie, wymaga zastosowania terapii o wysokiej precyzji i zaawansowanej technologii. CyberKnife S7 znajduje zastosowanie w szerokim zakresie wskazań, oferując lepszy i bardziej dokładny rodzaj terapii, a także możliwość leczenia w przypadkach, w których klasyczna radioterapia nie spełnia swojego zadania. Z tego też powodu innowacyjne technologie stają się coraz bardziej popularne i pożądane.

Zachęcamy do obejrzenia krótkiej prezentacji i zapoznania się z możliwościami systemu CyberKnife S7 na przykładzie napromieniania guza znajdującego się w płucach (kod QR).



## Piśmiennictwo

1. M.B. Barton, S. Allen, G.P. Delaney, H.M. Hudson, Z. Hao, R.W. Allison, Y.M. van der Linden: *Patterns of Retreatment by Radiotherapy*, Clinical Oncology, 26(10), 2016.

Wyłącznym dystrybutorem  
urządzeń firmy Accuray w Polsce jest:

TMS Sp. z o.o., ul. Wiertnicza 84, 02-952 Warszawa,  
www.tms.com.pl

