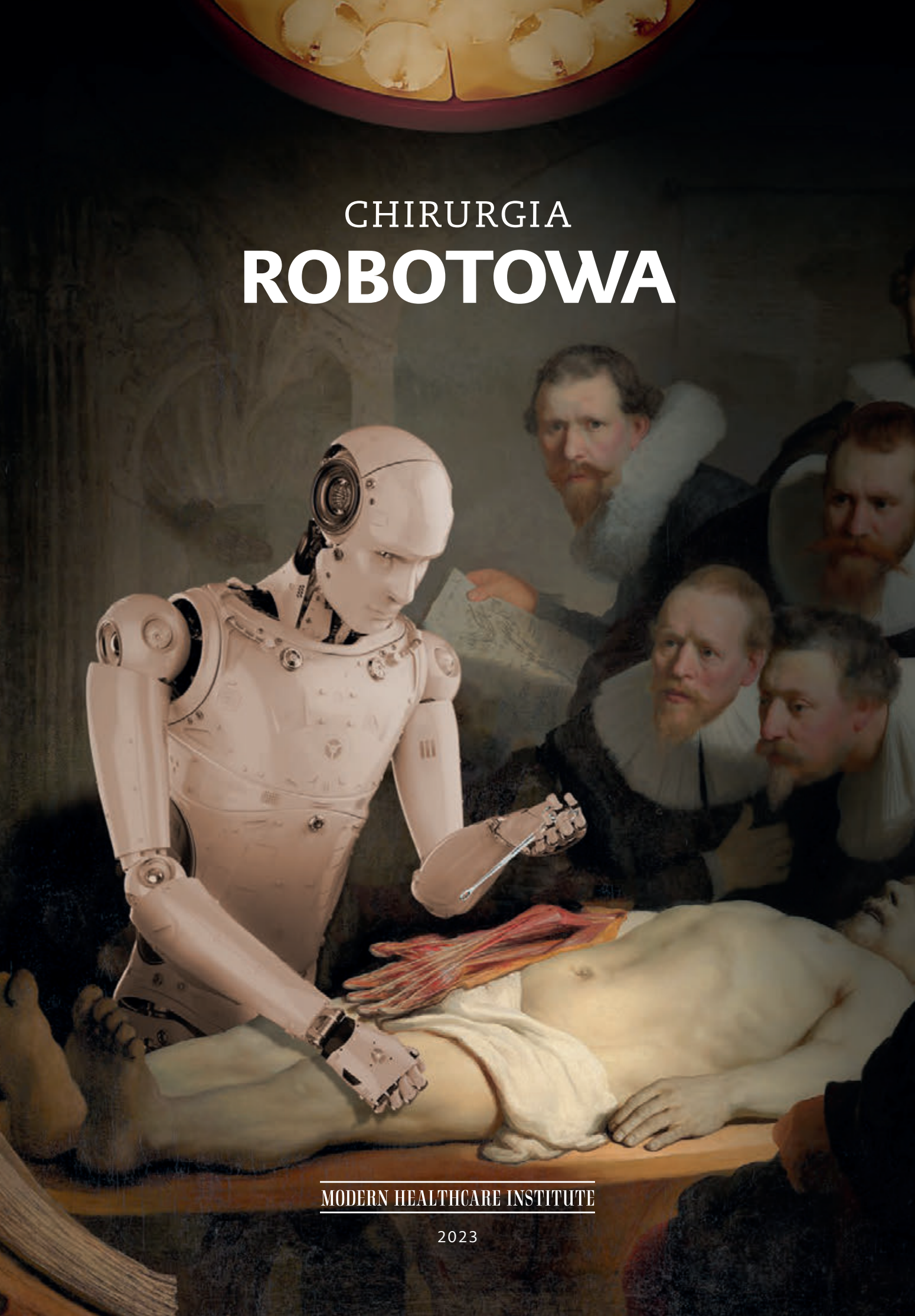




CHIRURGIA **ROBOTOWA**

MODERN HEALTHCARE INSTITUTE

2023

Chirurgia robotowa

Raport 2023

Patronat:



Rzecznik Praw Pacjenta

Partnerzy:



FUNDACJA
WYGRAJMY ZDROWIE



Fundacja Rozwoju Kardiologii
im. prof. Zbigniewa Religi



Instytut Praw Pacjenta
i Edukacji Zdrowotnej



POLSKA KOALICJA
PACJENTÓW ONKOLOGICZNYCH
RAZEM MOŻEMY WIĘCEJ

Autorzy:

- Francesco Cepolina, Ph.D.
- Aleksandra Diyon
- Krzysztof Jakubiak
- prof. dr hab. n. med. Andrzej Matyja
- dr n. med. Maciej Matyja
- Artur Ostrowski
- Roberto P. Razzoli, Professore associato
- Todd Wilson, M.D.

Wydawca:

Modern Healthcare Institute

ISBN: 978-83-968652-2-9



Warszawa, lipiec 2023

© Wydawcą raportu jest
Modern Healthcare Institute sp. z o.o.

Wszelkie prawa zastrzeżone

Wydawca oraz autorzy nie ponoszą
odpowiedzialności za jakiegokolwiek ewentualne
decyzje, które zostaną podjęte na podstawie
niniejszego opracowania.

Niniejszy raport jest objęty
prawami autorskimi.

Zabronione jest powielanie i kopiowanie
oraz wykorzystywanie w takiej formie części
lub całości raportu, w tym wykresów i tabel,
na jakimkolwiek polu eksploatacji
bez pisemnej zgody wydawcy.

Cytowanie fragmentów lub danych zawartych
w raporcie powinno zawierać adnotację
o źródle.

Treści zawarte w niniejszym raporcie nie
mają na celu promowania produktów
leczniczych. Zostały zawarte jedynie w celach
informacyjno-edukacyjnych.

MODERN HEALTHCARE INSTITUTE

Modern Healthcare Institute sp. z o.o.
ul. Zabłocińska 6 lok. 46, 01-697 Warszawa

REGON: 368041956 NIP: 5223098085
KRS: 0000690383

Prezes zarządu: Krzysztof Jakubiak

mhi@mzdrowie.pl
www.mzdrowie.pl

Spis treści

Wstęp	2
Komentarze: Artur Antoniewicz, Mariusz Bidziński, Piotr Czauderna, Tomasz Szydełko, Grzegorz Wallner, Wojciech Zegarski	3
Rozdział 1. Rozwój chirurgii robotowej w Polsce Krzysztof Jakubiak	13
Rozdział 2. Zabiegi prostatektomii w asyście robota Krzysztof Jakubiak	21
Rozdział 3. Rozwój ośrodków chirurgii robotowej Krzysztof Jakubiak	31
Rozdział 4. Wstępny przegląd robotycznych systemów chirurgicznych Francesco Cepolina, Roberto P. Razzoli	51
Rozdział 5. Przewaga kliniczna robotyki Maciej Matyja, Andrzej Matyja	63
Rozdział 6. Szanse na zrewolucjonizowanie chirurgii dzięki robotyce Todd Wilson	69
Rozdział 7. Szkolenia zespołów medycznych w zakresie chirurgii da Vinci Artur Ostrowski	72
Rozdział 8. Szkolenia CMR z wykorzystaniem robota Versius Aleksandra Diyon	77
Piśmiennictwo	79

Wstęp

Chirurgia robotowa stała się popularna, modna i trafiła na czołówki prasy, nie tylko medycznej. Dynamicznie rośnie liczba szpitali wykorzystujących systemy robotowe do wykonywania zabiegów chirurgicznych. Już cztery szpitale w Polsce korzystają z dwóch robotów. Rośnie liczba operacji i różnicowanie wykonywanych procedur, za urologią idzie ginekologia onkologiczna, chirurgia ogólna i kolorektalna, torakochirurgia, kardiochirurgia i kolejne dziedziny. Podniesienie wycen świadczeń i kontraktów szpitalnych spowodowało, że wiele zabiegów robotowych jest dla szpitali rentownych, bez potrzeby kalkulowania osobnych wycen dla operacji w asyście robota.

Duże placówki rozwijają centra chirurgii robotowej, szkolą kolejnych operatorów i wprowadzają roboty w kolejnych procedurach. Na rynku pojawiła się konkurencja producentów, co pozwala mieć nadzieję, że bardzo wysokie koszty zakupu i użytkowania robotów zaczną spadać. Dzięki poprawie rentowności, chirurgia robotowa stała się nagle dostępna niemal w całej Polsce, dla każdego pacjenta, i to bezpłatnie – na zasadzie finansowania przez NFZ. W ubiegłym roku o 25 proc. skurczył się prywatny rynek zabiegów, za które pacjenci płacą z własnej kieszeni.

Ale w rozwoju chirurgii robotowej widać nie tylko blaski. Są także cienie. Nie potrafimy bowiem wyciągać wniosków z doświadczeń innych krajów i popełniamy te same błędy. Nie powstał rejestr zabiegów robotowych. Żadna instytucja nie monitoruje jakości ani efektywności – w tym skuteczności

onkologicznej – robotowych operacji. Brakuje też rejestru operatorów, nie ma publicznego systemu kształcenia ani weryfikowania ich umiejętności. Szkolenia póki co prowadzą wyłącznie producenci robotów, więc dotyczą one sposobu użytkowania sprzętu, a nie doskonalenia umiejętności zabiegowych.

Za chirurgię robotową biorą się i duże, i małe szpitale, zachęczone ich rentownością i marketingową atrakcyjnością. Obowiązujący w Polsce system fee for service powoduje, że szpitale traktują zabiegi robotowe jako potencjalne źródło zysku. Dzięki temu już za chwilę każdy pacjent z rakiem prostaty, w każdym mieście wojewódzkim, będzie miał możliwość wyboru zabiegu w asyście robota. Ale to nie znaczy, że każdy zabieg będzie wykonany dobrze i przyniesie pożądane efekty onkologiczne, czynnościowe, zdrowotne. Zawsze bowiem operację wykonuje koniec końców człowiek, przy pomocy urządzenia.

Jeszcze długo nie będzie robotów w prawdziwym rozumieniu tego słowa, czyli maszyn samodzielnie wykonujących zabiegi. Długo też nie będzie algorytmów sztucznej inteligencji, które zastąpią lekarzy przy podejmowaniu decyzji w czasie operacji. Dlatego ciesząc się z rosnącej liczby systemów i zabiegów robotowych, trzeba pilnować ich jakości. Należy stworzyć system zbierania danych, monitorowania efektów zabiegów i budowania kwalifikacji operatorów – aby zapewnić bezpieczeństwo pacjentom, którzy z taką chęcią oddają swoje ciała w objęcia metalowych ramion.

Chirurgia robotowa w Polsce 2023: umiejętności, certyfikacje, kontrola jakości w chirurgii robotowej

dr hab. n. med. Artur Antoniewicz,

kierownik Oddziału Urologii i Onkologii Urologicznej Międzyzleskiego Szpitala Specjalistycznego

Rozwój chirurgii robotowej zmusza do udzielenia odpowiedzi na szereg pytań np. czy każdy specjalista np. urolog, ginekolog, chirurg, laryngolog etc. może operować robotowo bez udokumentowanych umiejętności? Czy każdy szpital powinien dysponować robotem chirurgicznym? Czy należy certyfikować umiejętności robotowe chirurga? Jaki organ/instytucja może wprowadzać i egzekwować regulacje w zakresie chirurgii robotowej? Jak wreszcie zagwarantować jakość chirurgii robotowej i jak ją mierzyć? Nie ma jednoznacznych odpowiedzi na te pytania. Jednak na kanwie toczącej się w mediach, a nawet w sejmie debaty o tych zagadnieniach, warto podejmować dyskusje wewnątrz środowiska, żeby inspirować do zajęcia stanowiska samych lekarzy, szczególnie tych, którzy stosują chirurgię robotową na co dzień, zanim politycy i inni samozwańczy „regulatorzy” ogłoszą nam zasady funkcjonowania w zawodzie urologa.

Nie ulega wątpliwości, że standardem szkolenia w obsłudze robota jest proces certyfikacji zaproponowany globalnie przez firmę Intuitive, producenta robota chirurgicznego da Vinci. Od wielu lat odbycie wieloetapowego szkolenia obowiązuje wszystkich użytkowników i ma charakter ustrukturyzowanego procesu od asysty w zabiegach i ćwiczeń na symulatorze począwszy, poprzez ćwiczenia na fantomie, wreszcie kurs na preparatach zwierzęcych lub na zwłokach, aż po operacje na żywych zwierzętach oraz ustrukturyzowany nadzór nad pierwszymi operacjami na żywym człowieku (ang. *proctoring*). Cały proces jest w pełni udokumentowany i pozwala na bezpieczne wprowadzenie chirurgii robotowej. W moim przekonaniu program certyfikacji Console Surgeon zaproponowany przez Intuitive to fenomenalny przykład autentycznego

wkładu w wyszkolenie chirurgów robotowych na całym świecie. Tą drogą podążają też inni producenci robotów chirurgicznych, w jakimś sensie naśladując przykład Intuitive, którego *Certificate of Console Surgeon* da Vinci posiada w Polsce obecnie ponad 90 lekarzy.

Z definicji specjalizacji zabiegowej wynika, że każdy specjalista, np. urolog, ma prawo wykonywania operacji chirurgicznych w zakresie swojej specjalności, za który uważa się obszar medycyny definiowany przez program specjalizacji oraz doświadczenie zdobyte w trakcie szkolenia podyplomowego. Nie funkcjonuje żadne określenie sposobu wykonywania tych operacji, a w szczególności, czy ma to być operacja otwarta, endoskopowa, laparoskopowa, czy laparoskopowa w asyście robota chirurgicznego. Jestem zdania, że posiadanie specjalizacji z urologii pozwala bez przeszkód – po odbyciu szkolenia z obsługi robota – na wykonywanie operacji robotowych. Jak podkreślił niedawno w odpowiedzi na interpelację poselską wiceminister Piotr Bromber, w nowym programie specjalizacji z urologii znajduje się staż z chirurgii robotowej i to pozwala uznać, że lekarz ma podstawową wiedzę na temat chirurgii robotowej zdobytą w trakcie szkolenia specjalizacyjnego.

Obecnie jest już w Polsce ponad 40 szpitali wyposażonych w roboty chirurgiczne i ich liczba dynamicznie rośnie. Oczywiście, że nie w każdym szpitalu robot będzie niezbędny, ale w krótkim czasie ich liczba przekroczy 100 i wówczas okaże się, w ilu jeszcze szpitalach będzie on potrzebny. Podobnie jak roboty apteczne w aptekach szpitalnych, tak roboty chirurgiczne w ciągu najbliższych kilku lat zastąpią narzędzia laparoskopowe i zdominują

chirurgię minimalnie inwazyjną, nadając jej nowy wymiar. To proces globalny, którego nie sposób powstrzymać.

Uważam, że ani Ministerstwo Zdrowia, ani CMKP nie mają prawa do uzurpowania sobie przywileju określania, kto ma, a kto nie ma prawa wykonywania operacji robotowych.

Ministerstwo (za pośrednictwem NFZ) określiło na przykład zasady refundacji radykalnej prostatektomii robotowej (procedura L31R), ograniczając ją do ośrodków o określonym doświadczeniu zdobytym wcześniej. CMKP z kolei zamieniło program specjalizacji, włączając doń szkolenie robotowe. Warto z pewnością zrewidować listę ośrodków akredytowanych do szkolenia w urologii pod tym kątem, żeby mieć pewność, że urologów wspólnie szkoli się w ośrodkach dysponujących metodą robotową. Na tym, w moim przekonaniu, rola tych instytucji się kończy. Być może instytucją certyfikującą mogłoby być Polskie Towarzystwo Urologiczne, wzorem chociażby Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego, które od wczesnych lat 90-tych ubiegłego wieku organizuje szkolenia z USG zakończone sprawdzianem i uzyskaniem certyfikatu umiejętności wykonywania badań USG. Na pytanie, czy rzeczywiście jest taka potrzeba i w jaki sposób certyfikować ośrodki, musiałby odpowiedzieć Zarząd Główny PTU. W moim przekonaniu każda regulacja rozwijającej się nowej gałęzi chirurgii urologicznej mogłaby być odczytana jako próba zahamowania jej rozwoju, stąd jakiegokolwiek ograniczenia osobiście oceniam jako sztuczne i nie mające uzasadnienia.

Czy liczba wykonanych zabiegów miałyby stanowić jedyne kryterium oceny doświadczenia ośrodka, a szczególnie lekarza? W moim przekonaniu, oczywiście nie. Ważne jest doświadczenie zawodowe, doświadczenie operacyjne, różnorodność wykonywanych operacji robotowych, liczba personelu włączonego w proces szkolenia etc. Jestem przeciwny uznaniu liczby wykonanych zabiegów, co przez

niektórych jest forowane jako legitymacja do oceny innych, za jedyne kryterium uznania danego chirurga za eksperta. Ważne są wyniki leczenia, troska o losy chorego w przypadku powikłań i zapewnienie mu dalszej opieki pooperacyjnej w procesie leczenia, szczególnie w przypadkach niepowodzeń. Taka postawa odzwierciedla autentyczne zaangażowanie w proces leczenia, a nie ogranicza ten proces wyłącznie do aktu operacji robotowej.

Kwestia jakości operacji jest bardzo łatwa do rozwiązania za pomocą centralnego rejestru chorych leczonych z zastosowaniem chirurgii robotowej. Ministerstwo Zdrowia otrzymało przed kilku laty projekt takiego rozwiązania w oparciu o analizę danych płatnika. Wprowadzenie rejestru było postulowane przeze mnie kilkakrotnie na forum Krajowej Rady Onkologii. Jak dotąd resort nie był zainteresowany takim rozwiązaniem, choć w każdej chwili można zidentyfikować chorych, którzy zostali poddani operacji robotowej refundowanej przez NFZ i określić ich losy, badając przeżycie całkowite, konieczność stosowania terapii uzupełniającej (radioterapia, hormonoterapia, program lekowy, etc). Zadanie to pozostaje nadal w pełni wykonalne.

Podsumowując, długo oczekiwany postęp chirurgii robotowej w urologii w Polsce stał się faktem. Kluczową rolę odegrała decyzja ministra Adama Niedzielskiego o wyższej refundacji procedury radykalnej prostatektomii robotowej od 1 kwietnia 2022 r. Wypada oczekiwać rozszerzenia zakresu procedur robotowych refundowanych w urologii o operacje nerkooszczędzające w raku nerki, nefroureterektomię w raku górnych dróg moczowych oraz radykalną cystektomię robotową z odprowadzeniem moczu wykonywanym wewnątrz ciała chorego u chorych na raka pęcherza moczowego. Umiejętne sterowanie zasadami refundacji pozwoli wyłonić ośrodki, w których jakość leczenia okaże się najlepsza, bez konieczności stosowania metod „ręcznego sterowania” powszechnie znanych z polityki.

Chirurgia z zastosowaniem robota w ginekologii onkologicznej

prof. dr hab. n. med. Mariusz Bidziński, MBA,
konsultant krajowy w dziedzinie ginekologii onkologicznej

Chirurgia nowotworów narządów płciowych kobiety ulega ciąglemu udoskonalaniu. Dzieje się to wskutek postępów wiedzy w zakresie biologii molekularnej oraz nowoczesnej technologii i automatyzacji sprzętu medycznego. Dzisiejszy chirurg to lekarz wyposażony w precyzyjnie działające instrumenty, często także pozwalające pracować bardzo ergonomicznie. Operacje stają się dzięki temu mniej wyczerpujące a jednocześnie bardzo precyzyjne.

System chirurgiczny da Vinci (Intuitive Surgical Inc.) został po raz pierwszy wprowadzony w 2000 roku jako pierwszy zrobotyzowany system chirurgiczny zatwierdzony przez amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków (FDA). Platforma chirurgiczna została ostatecznie dopuszczona do stosowania w nowotworach ginekologicznych w 2005 roku. Od tego czasu wykorzystanie robotów w ginekologii onkologicznej gwałtownie wzrosło a głównie za sprawą lepszej ergonomii w stosunku do innych technik małoinwazyjnej chirurgii. Większa wygoda i precyzja w operacjach u osób z otyłością oraz percepcja głębi dzięki technice 3D – to także niezwykle zalety technik chirurgii robotowej. Dzięki intuicyjnemu charakterowi sprzętu oraz tłumieniu ruchu poprzez filtrowanie drgań i stabilizacji aparatu statystycznie odnotowuje się mniej konwersji w czasie zabiegów z wykorzystaniem robota niż przy zastosowaniu laparoskopii. Łatwiejsze jest także szycie dzięki bardzo zaawansowanym technikom rotacji instrumentów. Chirurgia pozostaje podstawową metodą leczenia raka endometrium, a stosowane podejście ma znaczący wpływ na chorobowość i koszty związane z leczeniem pacjentek otyłych. Otyłość jest dobrze znanym czynnikiem ryzyka rozwoju raka endometrium. Nie jest tajemnicą, że chore nawet z BMI 60, czyli chorobliwie otyłe, były z powodzeniem leczone chirurgicznie z zastosowaniem techniki robotowej. Przy stale wzrastającej częstości występowania raka endometrium i powiększającej się liczbie kobiet otyłych roboty w rękach doświadczonych

lekarzy pozwolą zminimalizować powikłania wśród i pooperacyjne.

Kolejną grupą kobiet, która powinna skorzystać z zastosowania techniki robotowej, są chore w podeszłym wieku. Ponieważ oczekiwana długość życia stale rośnie w krajach uprzemysłowionych, przewiduje się wzrost liczby nowotworów ginekologicznych diagnozowanych w późniejszych dekadach życia. To prawdopodobnie spowoduje bardziej wymagające medyczne i chirurgiczne scenariusze kliniczne. W niektórych scenariuszach wysokiego ryzyka często unika się operacji, co prowadzi do nieoptymalnego leczenia. Jak wykazano w analizie przeprowadzonej przez Alosi i wsp. na grupie 982 chorych po 65. roku życia, dopiero przekroczenie wieku 85 lat w badanej grupie kobiet mogło istotnie pogorszyć wyniki leczenia nowotworów ginekologicznych z wykorzystaniem robota.

Podsumowując, chirurgia wspomagana robotem zmieniła dziedzinę ginekologii onkologicznej w ciągu ostatnich 18 lat. Ta minimalnie inwazyjna platforma chirurgiczna umożliwiła coraz większej liczbie pacjentów dostęp do bezpośrednich korzyści płynących z małoinwazyjnej chirurgii, w tym utraty mniejszej ilości krwi, krótszych pobytów w szpitalu, mniejszej liczby powikłań związanych z ranami i szybszego powrotu do zdrowia.

Rozwój tej techniki chirurgicznej w naszym kraju jest uzależniony w dużej mierze od refundacji tych zabiegów przez płatnika. W najbliższym czasie spodziewana jest odrębna refundacja zabiegów leczenia raka endometrium z wykorzystaniem techniki robotowej, jednak pod pewnymi warunkami. Dotyczy to głównie placówek, które dysponują odpowiednią infrastrukturą, kadrą oraz odpowiednim potencjałem chorych na ten nowotwór. Bezpieczeństwo chorych jest najważniejszym elementem w tym przypadku i wszystko należy sprowadzić do zapewnienia tej grupie kobiet najwyższych standardów opieki.

Wiele kluczowych kwestii i problemów pozostaje nierozwiązanych

prof. dr hab. n. med. Piotr Czauderna,
kierownik Katedry i Kliniki Chirurgii i Urologii Dzieci i Młodzieży GUMED,
przewodniczący Rady ds. Ochrony Zdrowia Narodowej Rady Rozwoju

Chirurgia robotowa rozpoczęła w Polsce swój burzliwy rozwój zaledwie w ostatnich 2-3 latach, kiedy to w samym 2022 r. pozyskano 15 systemów robotycznych, a w latach 2020-21 – jedenaście. Liczba ośrodków chirurgii robotowej w Polsce rośnie lawinowo: na koniec 2022 r. już ponad 40 szpitali dysponowało robotami chirurgicznymi. Niestety rozwój ten nie następował w sposób zrównoważony: trzy województwa miały ponad 5 robotów, zaś w woj. warmińsko-mazurskim nadal nie ma ani jednego robota. Zaś 4 polskie szpitale mają już nawet po 2 roboty. Dla porównania – w Czechach jest obecnie 17 robotów, we Francji i Niemczech ponad 300, a we Włoszech i Wlk. Brytanii pomiędzy 150 a 200.

Narodowy Fundusz Zdrowia szacował, że powstanie 14 ośrodków realizujących prostatektomie robotowe, a jest już ich obecnie dwa razy tyle – 28. W samym 2022 r. wykonano w Polsce blisko 5.000 zabiegów robotowych, z czego 80 proc. sfinansowano ze środków publicznych. Zdecydowaną większość z nich stanowiły prostatektomie. Łączna liczba wszystkich zabiegów robotowych wykonanych do tej pory w Polsce wynosi ok. 9.500, z czego 6000 stanowiły zabiegi urologiczne, a resztę po połowie procedury z chirurgii ogólnej i z ginekologii. W związku z powyższymi danymi trudno uznać chirurgię robotową za eksperyment medyczny, poza pewnymi bardzo szczególnymi wskazaniami, np. w raku szyjki macicy.

Jednocześnie, w związku z tak dynamicznym rozwojem chirurgii robotowej i jej bardzo wysokim kosztem w porównaniu z metodami klasycznymi, jawi się szereg istotnych pytań: przede wszystkim co zrobić, aby zagwarantować bezpieczny i racjonalny

dalszy rozwój chirurgii robotowej w Polsce. Ile systemów robotowych powinno być zainstalowanych? W jakiego typu szpitalach powinny się one znaleźć? Jak zapewnić jakość chirurgii robotowej i w jaki sposób zorganizować tryb szkoleniowy w tym zakresie? Jaka instytucja powinna za to odpowiadać? Czy powinna być to domena Ministerstwa Zdrowia, NFZ, Agencji Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji, towarzystw naukowych, producentów/dystrybutorów sprzętu, czy może jeszcze kogoś innego?

Zdania w środowisku są tu bardzo podzielone. Pozostaje zatem wiele kluczowych i nadal nie rozwiązanych problemów, przy czym ważne jest, aby nie powtarzać błędów poczynionych w innych krajach. Wydaje się niewątpliwe, iż chirurgia robotowa stanowi jakościowy przełom w medycynie zabiegowej, podobny do wprowadzenia technik laparoskopowych i torakoskopowych, zastosowania znieczulenia ogólnego czy też zasad aseptyki.

Jednak aby zapewnić dalszy racjonalny rozwój chirurgii robotowej w Polsce:

1. Konieczna jest standaryzacja ośrodków i operatorów, a także procesu szkoleniowego.
2. Konieczne jest pilne utworzenie obowiązkowego centralnego rejestru zabiegów robotowych.
3. Konieczne jest zachowanie obiektywizmu i przejrzystości odnośnie oceny produktów i procedur w zakresie chirurgii robotowej.

Zasadnym dla realizacji powyższych celów wydaje się być powołanie przez Ministerstwo Zdrowia dedykowanej grupy roboczej (Task Force), która wypracowałaby konsensus interesariuszy i decydentów z uwzględnieniem benchmarkingu europejskiego.

Chirurgia robotowa w Polsce widziana z perspektywy konsultanta krajowego w dziedzinie urologii

prof. dr hab. n. med. Tomasz Szydełko,
dyrektor Uniwersyteckiego Centrum Urologii, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu,
konsultant krajowy w dziedzinie urologii

1.04.2022 roku obudziliśmy się w nowej rzeczywistości. Po wielu latach starań szeroko rozumianych środowisk chirurgicznych, decyzją ministra zdrowia Adama Niedzielskiego wprowadzono możliwość znacznie korzystniejszego, niż w przypadku operacji otwartej i laparoskopowej rozliczenia prostatektomii, wykonanej w asyście robota chirurgicznego. Jednym ze skutków tej decyzji jest dynamicznie zwiększająca się liczba systemów robotowych w Polsce. Ostatnie dane wskazują, że zabiegi wykonywane z użyciem chirurgicznych robotów przeprowadza się obecnie w 40 szpitalach, ale należy przewidywać, że ta liczba w najbliższym czasie szybko wzrośnie.

Jednocześnie z dynamicznie rosnącą liczbą systemów robotowych w Polsce zaczynają pojawiać się obawy, że urządzenia te nie będą należycie wykorzystane, a koszty leczenia znacznie wzrosną. Można spotkać się również z opiniami, że wdrożenie tej nowej techniki chirurgicznej prowadzi do wzrostu liczby powikłań i – aby temu zapobiec – należy szybko wprowadzić restrykcyjne zasady regulujące możliwość zastosowania robotów w poszczególnych ośrodkach. Słyszając te opinie, nie mogę oprzeć się wrażeniu, że wygłaszane są przez te środowiska, które chcą utrzymać swego rodzaju monopol na wykonywanie procedur robotowych. Czym bowiem różni się robot od innych narzędzi, którymi posługuje się chirurg? Należę do pokolenia urologów, którzy zaczynali od operacji klasycznych, później z pasją i zaangażowaniem wprowadzali do codziennej praktyki operacje laparoskopowe, by wreszcie zamienić klasyczną laparoskopię na operacje z użyciem robota. Nie przypominam sobie, żeby przed kilkunastu laty ktoś zastanawiał się jak ograniczyć liczbę operacji laparoskopowych, bo ich wprowadzenie może

zwiększyć liczbę powikłań. Nikt nie starał się również ograniczać liczby ośrodków stosujących techniki laparoskopowe poprzez wprowadzanie limitów wykonywanych procedur niezbędnych do ich refundacji. Nim odpowiemy na pytanie, czy mamy już zbyt wiele systemów robotowych w Polsce, spójrzmy ile mamy obecnie kompletnych zestawów do chirurgii laparoskopowej. Mam wrażenie, że w każdym większym szpitalu jest ich kilka, w większości są dobrze wykorzystane i z pewnością w przyszłości zostaną zastąpione przez systemy robotowe. Innymi słowy, kluczem do optymalnego wykorzystania robotów nie jest ograniczanie ich liczby, ale rozszerzanie zakresu ich stosowania. Nie myślę tu o wskazaniach medycznych, ponieważ te są znane od wielu lat. Mam na myśli wprowadzenie kolejnych procedur, które – tak jak prostatektomia – zostaną odpowiednio wycenione przez Narodowy Fundusz Zdrowia.

Naiwnością byłoby jednak nie dostrzegać wymiaru finansowego szerokiego wprowadzenia procedur robotowych. Leczenie z użyciem robota jest drogie, lub może precyzyjniej – droższe niż leczenie innymi metodami. Można by zatem przyjąć następującą zasadę – jeśli płacimy więcej niż za inne metody chirurgiczne, efekty powinny być lepsze, powikłań mniej, pobyt w szpitalu krótszy, koszty rehabilitacji mniejsze. Konieczna jest zatem weryfikacja wyników leczenia uzyskiwanych w poszczególnych ośrodkach i refundowanie procedur robotowych tam, gdzie te wyniki spełniają ustalone przez płatnika kryteria. Sporządzenie rejestru chorych poddanych operacjom robotowym refundowanym przez Narodowy Fundusz Zdrowia nie wydaje się być trudnym zadaniem. Dysponując takim rejestrem płatnik może w prosty sposób ocenić skuteczność zastosowanego leczenia.

Konieczność oceny skuteczności nowej metody leczenia leży zarówno po stronie płatnika jak po stronie środowiska medycznego. W każdym ośrodku wykonującym operacje robotowe należy zadać sobie pytanie, czy zastosowanie tej techniki operacyjnej poprawiło wyniki leczenia, czy zwiększyło jedynie jego koszt. Bez wątpienia, po stronie środowiska medycznego leży również konieczność dostosowania systemu kształcenia specjalistów do wymogów nowych metod leczenia. Warto zaznaczyć, że zaktualizowany w bieżącym roku program specjalizacji z urologii, opracowany przez zespół ekspertów pod przewodnictwem konsultanta krajowego, zawiera staż kierunkowy w zakresie urologii robotowej, który kończy się kolokwium z wiedzy teoretycznej objętej programem stażu i zaliczeniem sprawdzianu z umiejętności praktycznych. Elementem szkolenia w zakresie urologii

robotowej jest również powstająca z inicjatywy Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Urologicznego sieć jednostek, które byłyby w stanie podzielić się swoimi doświadczeniami w zakresie przeprowadzania operacji z użyciem systemu robotowego.

Chirurgia z użyciem robota staje się wreszcie w Polsce dostępną techniką operacyjną. Można powiedzieć, lepiej późno niż wcale. Przed nami konieczność wprowadzenia kolejnych, refundowanych procedur w urologii, chirurgii, ginekologii i innych dziedzinach zabiegowych. Jestem przekonany, że kluczem do upowszechnienia tej techniki operacyjnej jest kontrola wyników leczenia przez płatnika i system kształcenia lekarzy, dla których robot powinien stanowić jedynie kolejne, nowoczesne narzędzie chirurgiczne.

Czas na zmiany systemowe w edukacji chirurgii

prof. dr hab. n. med. Grzegorz Wallner,
konsultant krajowy w dziedzinie chirurgii ogólnej

Rozwój współczesnej chirurgii związany jest przede wszystkim z postępem technologicznym, z wdrożeniem tzw. technik minimalnie inwazyjnych, w tym technik robotowych. Również od początku XXI wieku zostały wprowadzone nowe standardy świadczenia usług medycznych, obowiązujące zarówno w medycynie, jak również we wszystkich dyscyplinach zabiegowych, w tym oczywiście w chirurgii ogólnej i chirurgii układu pokarmowego. Niezależnie od specjalności cały proces diagnostyczno-terapeutyczny w każdym przypadku powinien uwzględniać obowiązujące standardy czy paradygmaty, między innymi tzw. medycyny opartej o fakty medyczne (*Evidence Based Medicine* – EBM, *Evidence Based Surgery* – EBS), dobrej praktyki klinicznej (*Good Clinical Practice* – GCP) i nadrzędną zasadę bezpieczeństwa pacjenta (*Patient Safety* – PS).

Powyższe standardy jako miernik najwyższej jakości świadczenia usług medycznych zostały powszechnie zaakceptowane, jako obowiązujące, przez organizacje ochrony zdrowia i medyczne towarzystwa naukowe na całym świecie, w tym również przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Konsekwencją ich wdrożenia są również konieczne zmiany w systemie szkolenia specjalizacyjnego, przede wszystkim w zakresie części praktycznego nauczania chirurgii. Wymusza to również pilną potrzebę zmian strategii całego systemu edukacji lekarzy z uwzględnieniem nowych technik i technologii medycznych, szkolenia online, edukacji z wykorzystaniem różnego rodzaju symulacji medycznych, w oparciu o zasady nauczania medycyny czy chirurgii o fakty, tzw. *Evidence Base Education* – EBE). Obowiązek dostosowania systemu szkolenia do obowiązujących standardów w krajach członkowskich Unii Europejskiej wymusza na nas również fakt, że Polska jest sygnatariuszem Karty Bolońskiej.

Mając na uwadze szybko zachodzące zmiany w medycynie, postęp wiedzy, rozwój coraz bardziej

zaawansowanych technik i technologii medycznych, już kilka lat temu grono konsultantów krajowych w chirurgicznych dyscyplinach zabiegowych w Polsce zwróciło się do Ministerstwa Zdrowia i Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego z propozycją zmian w systemie szkolenia specjalizacyjnego, uwzględniających zmieniające się uwarunkowania świadczenia usług medycznych. Między innymi zaproponowano utworzenie sieci centrów szkolenia symulacyjnego (z trenażerami i symulatorami endoskopii, laparoskopii, robotów), w których byłyby zagwarantowane możliwości praktycznego szkolenia w zakresie technik minimalnie inwazyjnych, w tym również technik robotowych. Okres ostatnich 5 lat, a zwłaszcza „czas po pandemii COVID-19” jednoznacznie wskazuje na pilną potrzebę wdrożenia proponowanych zmian w zakresie praktycznego szkolenia podyplomowego rezydentów w dyscyplinach zabiegowych. Mając na uwadze dużą dynamikę, wręcz geometryczny wzrost liczby systemów robotowych instalowanych w naszym kraju, należy szacować, że potrzeby w zakresie szkolenia odnośnie szybko rosnącej liczby lekarzy chętnych do rozpoczęcia szkolenia z użyciem różnych systemów robotowych będą również intensywnie wzrastać. Tylko w 2022 roku i w pierwszym półroczu 2023 roku 21 jednostek szpitalnych rozpoczęło operacje w wykorzystaniem systemów robotowych.

Doceniając duży wysiłek, jaki wkładają firmy w proces szkolenia chirurgów, który umożliwia rozpoczęcie operacji z użyciem robota, należy stwierdzić, że bez rozwiązań systemowych w zakresie technik minimalnie inwazyjnych, w tym operacji robotowych i bez formalnego wsparcia ze strony Ministerstwa Zdrowia, nie będą one w stanie podołać szybko narastającym potrzebom w tym zakresie. Szacując liczbę rezydentów tylko 5 specjalności realizujących moduły podstawowy i specjalistyczny z chirurgii ogólnej (chirurgia ogólna, chirurgia onkologiczna,

chirurgia plastyczna, chirurgia dziecięca, chirurgia klatki piersiowej) na poziomie ponad 1,5 tysiąca lekarzy, trudno sobie wyobrazić, aby firmy robotowe podołały zadaniu wyszkolenia nawet tej liczby rezydentów. Pod uwagę należy wziąć także inne specjalności zabiegowe, przede wszystkim urologię, które również wykorzystują lub będą wykorzystywały systemy robotowe w najbliższej perspektywie 2-5 lat (ponad 10 tysięcy lekarzy).

Warto wspomnieć, że w 2017 roku, ponownie w 2020 roku oraz – ostatnio – w styczniu 2023 roku Zespół Ekspertów powołany przez Ministerstwo Zdrowia na wiosek Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego składał wnioski nie tylko o uaktualnienie programu szkolenia specjalizacyjnego w chirurgii ogólnej, ale też projekt zmian

w systemie szkolenia specjalizacyjnego. Jak do tej pory, problem rozwoju centrum szkolenia symulacyjnego z trenażerami dla technik minimalnie inwazyjnych, technik robotowych i proponowanych zmian w systemie szkolenia podyplomowego rezydentów w zakresie chirurgii ogólnej i innych dyscyplin zabiegowych nie doczekał się pozytywnej reakcji. Podejmowane indywidualne inicjatywy szkolenia w tym zakresie przez jednostki chirurgiczne, czy nawet w ramach CMKP, bez jednoczesnego wsparcia systemowego przez Ministerstwo Zdrowia nie będą miały szansy na przeszkolenie wszystkich rezydentów w zakresie technik minimalnie inwazyjnych. Tym samym wpłynie to na istotne ograniczenie możliwości szerszego wykorzystywania nowoczesnych technologii chirurgicznych, w tym techniki robotowej.

Chirurgia robotowa w Polsce – dynamiczna implementacja nowej technologii, refundacja i tworzenie ośrodków kompetencji narządowej

prof. dr hab. n. med. Wojciech Zegarski,

kierownik Kliniki Chirurgii Onkologicznej, Centrum Onkologii w Bydgoszczy, konsultant krajowy w dziedzinie chirurgii onkologicznej

Postęp w technikach chirurgicznych, który obserwujemy nieprzerwanie od wielu lat, zmienił oblicze i możliwości chirurgii praktycznie we wszystkich jej rodzajach. Wykorzystanie nowoczesnych technologii i zaawansowanego sprzętu medycznego doprowadziło do zmniejszenia ilości powikłań, skrócenia czasu operacji i ograniczenia dolegliwości bólowych związanych z zabiegiem. Dzięki nowoczesnym technologiom możliwe jest zminimalizowanie u pacjenta ograniczeń spowodowanych uszkodzeniami, wynikającymi z przeprowadzenia klasycznego, rozległego zabiegu operacyjnego. Jest to jedna z najważniejszych zalet, widoczna po zakończeniu procesu leczenia.

Chirurgia robotowa mająca początki około 20 lat temu rozwija się różnie, w różnych krajach. Różne są też czynniki, które na to wpływają. Obecnie zabiegi z użyciem chirurgii robotowej są najczęściej wykonywane w chirurgii prostaty, ale także układu moczowego (nerki, pęcherz moczowy). Coraz częściej roboty znajdują też zastosowanie w chirurgii raka jelita grubego, szczególnie dotyczy to odbytnicy.

Zwraca się uwagę, że tak zwana krzywa uczenia, czyli ilość zabiegów, które musi wykonać chirurg, aby biegle posługiwać się robotem, jest zdecydowanie mniejsza niż w przypadku innych technik. Co nie oznacza, że zabiegi może wykonywać każdy. Aby być biegłym w nowoczesnych technikach chirurgicznych, należy zdobyć wpierw doświadczenie ogólnochirurgiczne. Nie może być dobrym operatorem robota chirurg, który dopiero zaczyna uczyć się chirurgii. Posiadane doświadczenie w chirurgii laparoskopowej jest bardzo istotne dla szybszego opanowania techniki robotycznej.

Z ogromnym uznaniem i radością należy powitać to, co dzieje się w Polsce w obszarze chirurgii robotowej w ciągu ostatnich 2-3 lat, po latach trudnej walki nielicznego grona pasjonatów chirurgii małoinwazyjnej – robotycznej o wprowadzenie tej nowoczesnej techniki do polskich szpitali.

Zielone światło, które dał minister zdrowia dla rozwoju technik małoinwazyjnych – robotycznych, spowodowało pojawienie się nowych zestawów robotycznych w licznych szpitalach w Polsce.

W tym miejscu należy zastanowić się, czy wszędzie są właściwie ulokowane. Odpowiedź nie jest jednoznaczna, aczkolwiek powinna być prosta. Robot powinien stanąć w tym szpitalu, gdzie jest wolumen chorych i kompetentni lekarze specjaliści. Robot nie może być pojmowany i traktowany w państwowym szpitalu jako element, który ma przyciągnąć chorych. Tak się – na szczęście – nie dzieje. To efekt wieloletniej pracy nad tworzeniem ośrodków kompetencji leczenia narządowego.

Tak się dobrze składa, że w Polsce w ciągu ostatnich lat powstają takie centra kompetencji leczenia określonych narządów. Dlatego w naturalny sposób zdefiniowane zostały ośrodki kompetencji, które spełniają kryteria ilościowe i jakościowe. Zestaw robotyczny ulokowany w takim miejscu stwarza możliwość dobrego wykorzystania, dla dobrze dobranych chorych. To jest niezwykle ważne dla uzyskiwania dobrych wyników leczenia, sprawnego przebiegu krzywej uczenia operatorów, a także dla dynamiki rozwoju ośrodka pod względem szkolenia kolejnych operatorów i lekarzy asystujących. Jest niezwykle ważne, aby w stosunkowo krótkim czasie

działały dwa zespoły operatorów i aby zespoły różnych specjalności rocznie wykonywały około 400 operacji – co wiąże się z amortyzacją sprzętu. Podstawowe zespoły – to urologia, chirurgia i ginekologia. Robot chirurgiczny, którego wykorzystanie jest mniejsze, nie spełnia swojego zadania.

W Polsce następuje dynamiczny rozwój techniki robotycznej. Firma Intuitive stwarza dobre podstawy szkoleń warsztatowych, certyfikacji i bezpiecznego rozpoczynania wykonywania operacji przez kompetentnych lekarzy. Lekarze pracujący w ośrodku high-volume mogą właściwie kwalifikować chorych do operacji klasycznych, laparoskopowych i robotycznych w zależności od wskazań i kompetencji własnych. W takich centrach następuje bowiem szybki i bezpieczny dla chorych postęp w nabywaniu kompetencji przez lekarzy, którzy mogą wykonywać stopniowo coraz trudniejsze operacje z wykorzystaniem techniki robotycznej.

Dobry specjalista chirurgii narządowej – to lekarz, który potrafi wykonywać operacje wszystkimi technikami wzajemnie się uzupełniającymi. Doświadczenie zdobyte w chirurgii laparoskopowej raka jelita grubego jest niezwykle przydatne dla szybkiego opanowania techniki robotycznej. Technika robotyczna daje również bardzo cenne doświadczenie dla chirurgii laparoskopowej i klasycznej – podnosi umiejętności globalne operatora.

Jestem bardzo szczęśliwy, że po 13 latach oczekiwania oraz starań o rozwój robotyki w Polsce przeszedłem kilkumiesięczną ścieżkę szkolenia i certyfikację – i dzisiaj operacje robotyczne w leczeniu raka jelita grubego są dostępne dla chorych w Centrum Onkologii w Bydgoszczy jako rutynowe operacje, operowani chorzy odnoszą z tych operacji korzyść, a ja – jako operator – mam perfekcyjne warunki jej wykonania.

Rozdział 1.

Rozwój chirurgii robotowej w Polsce

Krzysztof Jakubiak

Rok 2022 był pod wieloma względami przełomowy w rozwoju chirurgii robotowej w Polsce. Nastąpił lawinowy wzrost liczby szpitali stosujących roboty chirurgiczne. Zabiegi w asyście robota wykonało w sumie 40 placówek. Wśród nich było 15 szpitali, w których zabieg robotowy wykonano po raz pierwszy. Dla porównania, w 2021 roku przybyło ich siedem, a w 2020 roku – cztery. Wśród 15 nowych ośrodków znalazło się 11 szpitali publicznych i 4 prywatne.

Coraz większa jest przewaga liczbowa publicznych placówek nad szpitalami prywatnymi. Publiczne ośrodki znacznie szybciej zwiększają wolumen zabiegów i szybciej poszerzają stosowanie robotów na kolejne obszary zabiegowe.

Polski rynek robotów chirurgicznych stał się polem konkurencji dwóch producentów – amerykańskiej firmy Intuitive Surgical produkującej system da Vinci oraz brytyjskiej CMR Surgical oferującej system Versius. Spośród 15 nowych placówek w 2022 roku, 9 stosowało system Versius a 6 – system da Vinci. Prawdopodobnie czwartym kolejnym systemem robotowym na polskim rynku będzie System Hugo RAS firmy Medtronic, który otrzymał Certyfikat Zgodności CE w październiku 2021. Pierwszy system Hugo został uruchomiony w Wielkiej Brytanii 8 czerwca 2023 roku. Producent informuje, że prowadzi rozmowy z liczną grupą polskich szpitali, ale nie doszło jeszcze do podpisania pierwszej umowy na sprzedaż tego systemu. Można się spodziewać, że kolejnymi systemami mogą być japoński Hinotori (Medicaroid od 2021 roku wprowadził na rynek już 35 systemów, w tym

17 w ciągu ostatniego roku) czy szwajcarsko-niemiecki Avatera.

Pojawiły się również tendencje do koncentrowania liczby zabiegów przez niektóre duże ośrodki, zarówno publiczne jak i prywatne. W czerwcu 2023 roku już cztery szpitale dysponowały dwoma systemami robotowymi: dwa publiczne (Wojskowy Instytut Medyczny oraz Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy) posiadały po dwa systemy da Vinci, prywatny Szpital UROVITA z Chorzowa wykorzystywał dwa systemy Versius, a inny prywatny – łódzki Salve Medica – miał do dyspozycji i system Versius, i system da Vinci (wykres 1, 2).

Wszystkie polskie szpitale wykonały w 2022 roku w sumie 4844 zabiegi robotowe, spośród których było 3361 operacji prostatektomii radykalnej – czyli 69 proc. Kolejne obszary, w których wykonywano najwięcej zabiegów – to ginekologia onkologiczna, chirurgia kolorektalna i chirurgia ogólna.

W sumie 670 zabiegów (czyli 14 proc.) wykonano robotami Versius. Pozostałe – to zabiegi na systemach da Vinci, ponieważ jedyny polski robot Senhance pozostaje praktycznie nieużywany.

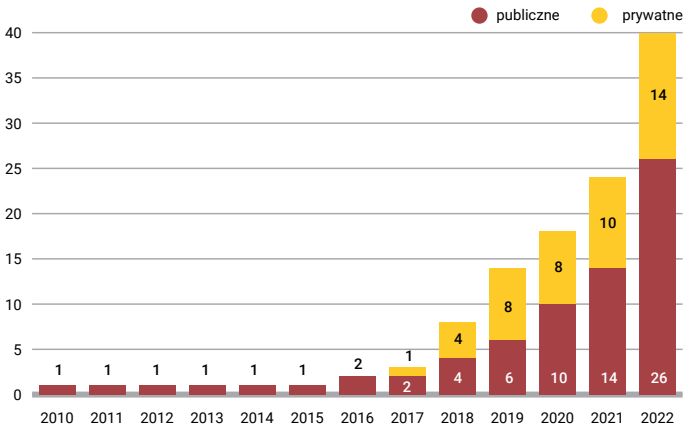
Po raz pierwszy od 2018 roku liczba zabiegów wykonywanych w placówkach publicznych przewyższyła liczbę zabiegów w placówkach prywatnych. Jednocześnie liczba zabiegów robotowych komercyjnych, finansowanych prywatnie przez pacjentów, zmniejszyła się z ok. 1225 w 2021 roku (16 proc. wszystkich) do 900 w 2022 roku (9 proc.). Nadal ich zdecydowaną



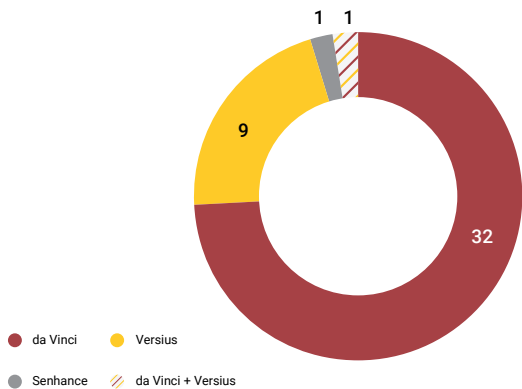
Krzysztof Jakubiak

Modern Healthcare
Institute

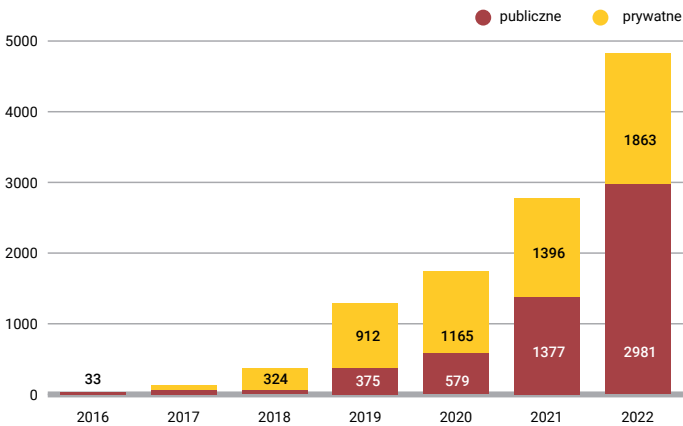
Wykres 1. Liczba szpitali wykonujących zabiegi w asyście robota



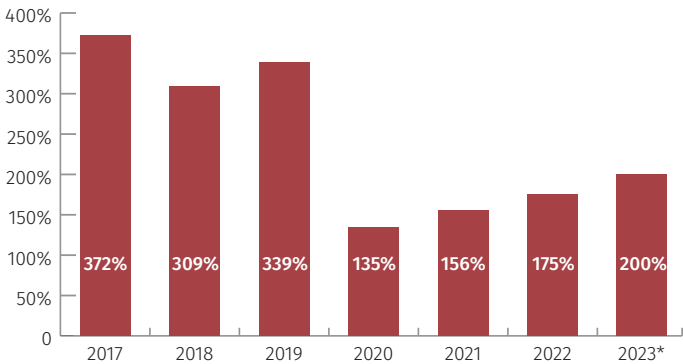
Wykres 2. Rodzaje systemów robotowych wykorzystywanych przez szpitale (2022 rok)



Wykres 3. Liczba zabiegów wykonywanych w asyście uniwersalnych robotów chirurgicznych



Wykres 4. Dynamika wzrostu (rok do roku) liczby zabiegów robotowych w Polsce



większość (69 proc.) stanowiła radykalna prostatektomia. Rynek prywatnych operacji skurczył się przede wszystkim z powodu znacznego podwyższenia wycen NFZ, dzięki czemu kilka dużych prywatnych szpitali podpisało kontrakty z funduszem i zaczęło oferować zabiegi bezpłatnie dla pacjentów (wykres 3, 4).

Wraz ze wzrostem liczby szpitali dysponujących systemami robotowymi, w naturalny sposób wzrasta liczba operatorów wykonujących zabiegi. W 2022 roku zabiegi wykonywało ponad 125 operatorów. Największe ośrodki robotyczne dysponują już zespołami pięciu, sześciu, a nawet większą liczbą wykształconych specjalistów. Według komunikatów firm dystrybuujących systemy robotowe, w połowie 2023 roku w Polsce było ponad 90 certyfikowanych operatorów systemów da Vinci (co jest tożsame z wyszkolonym zespołem, ponieważ szkoleniu podlega dwuosobowy zespół chirurga konsolowego i asystenta oraz instrumentariuszki, anestezjologdy i pracownicy sterylizatorni) oraz około 70 przeszkolonych operatorów systemu Versius.

1.1. Finansowe warunki rozwoju chirurgii robotowej

Od 1 kwietnia 2022 roku Narodowy Fundusz Zdrowia rozpoczął rozliczanie zabiegu prostatektomii radykalnej przeprowadzonego w asyście robota chirurgicznego według osobnej, znacznie wyższej wyceny niż zabiegu przeprowadzonego metodą otwartą czy laparoskopią. Co więcej, od początku lipca 2022 roku NFZ podniósł wyceny wszystkich świadczeń w związku z wprowadzeniem minimalnych wynagrodzeń dla pracowników medycznych. W odniesieniu do wyceny prostatektomii robotowej spowodowało to ustalenie się średniego poziomu finansowania zabiegu na poziomie 28,5 tys. zł, a nawet wyższym, w zależności od współczynnika zwiększającego wartość świadczeń dla szpitali

pracujących w trybie ostrodyżurowym. Tymczasem koszty takich zabiegów, kalkulowane przez szpitale, kształtują się na poziomie ok. 24-25 tys. zł, co oznacza ich finansową rentowność – o ile w kalkulacji kosztów nie zostanie uwzględniona amortyzacja zakupu systemu robotowego.

Efekty decyzji finansowych Ministerstwa Zdrowia przełożyły się na zasadniczą zmianę rentowności również innych procedur wykonywanych z wykorzystaniem robotów, takich jak duże zabiegi ginekologiczne, operacje nerek czy chirurgii przewodu pokarmowego. Dane finansowe szpitali z 1. kwartału 2023 roku wskazują, że przy średniej kwocie refundacji kompleksowych zabiegów ginekologicznych (M11, M20) na poziomie 30,5 tys. zł koszty tych zabiegów w asyście robota chirurgicznego kształtowały się na poziomie 19-20 tys. zł – co oznacza ich bardzo wysoką rentowność, na poziomie 1/3 finansowania NFZ. Niewątpliwie jest to jeden z powodów, dla których ginekologia onkologiczna jest obszarem bardzo dynamicznego rozwoju robotyki.

Do rentownych zabiegów robotowych należały również m.in. operacje gardła i przełyku oraz operacje pęcherza moczowego. Jednocześnie jednak wiele zabiegów wykonywanych dosyć często w asyście robota jest nierentownych, jak na przykład kompleksowe zabiegi jelita grubego, których średnia refundacja przez NFZ wynosiła około 26,5 tys. zł natomiast koszty kalkulowane przez szpitale kształtowały się na poziomie ponad 34 tys. zł. Nierentowne były także niektóre zabiegi urologiczne, jak np. operacje nerek czy moczowodu (Tabela 1).

Obliczając koszty zabiegów robotowych, szpitale nie uwzględniają amortyzacji zakupu systemu ani kosztów serwisu. Przy wykonywaniu 200 zabiegów rocznie, amortyzacja i serwis systemu da Vinci kształtuje się – według wyliczeń Wojewódzkiego

Tabela 1. Wynik finansowy wybranych zabiegów robotowych dla dużego szpitala publicznego (1. kwartał 2023 roku) w złotych

Procedury wykonywane w asyście robota	Średnie koszty	Średni przychód z NFZ	Wynik finansowy jednego zabiegu
M11, M20 Kompleksowe zabiegi górnej części układu rozrodczego (4 zabiegi)	19 182	30 566	11 384
L31R Radykalna prostatektomia (64 zabiegi)	24 720	28 858	4 138
L00 Nefrektomia i inne duże otwarte zabiegi nerek (5 zabiegów)	15 996	14 654	-1 342
F31 Kompleksowe zabiegi jelita grubego (17 zabiegów)	34 125	26 399	-7 726

Źródło: informacje własne

Szpitala Specjalistycznego we Wrocławiu – na poziomie 17,3 tys. zł na jeden zabieg. Przy liczbie 250 operacji rocznie – ta kwota zmniejsza się do 13,8 tys. zł na jeden zabieg. Dlatego tak istotne z punktu widzenia ekonomicznej opłacalności jest wykonywanie jak najwięcej operacji z wykorzystaniem robota zakupionego przez szpital.

Konkurencja rynkowa pomiędzy Intuitive Surgical i CMR Surgical spowodowała, że blisko 10 szpitali mogło wykonywać zabiegi bez kupowania robotów, tylko na podstawie umów dzierżawy czy leasingu operacyjnego. W przypadku takich umów, liczba wykonywanych zabiegów ma mniejsze znaczenie dla rentowności, ale skłania do wykonywania jedynie takich, których wyceny w ramach kontraktu z NFZ są wyższe od kosztów.

Prezentowane przez niemiecką Klinikę Uniwersytecką we Frankfurcie analizy kosztów robotowej prostatektomii wykazały, że wykorzystanie robota da Vinci bilansuje się dla niemieckiego szpitala pod warunkiem wykonania co najmniej 150 operacji rocznie. Koszty jednego zabiegu ulegają bowiem zasadniczej zmianie w zależności od ich liczby w ciągu roku. Przy 100 zabiegach koszt jednego wyliczono na 3015 euro, przy 200 – na 1915 euro a przy 400 operacjach rocznie – koszt jednej spada do 1375 euro.

Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji prowadzi na zlecenie Ministerstwa Zdrowia analizy dotyczące wprowadzenia osobnej, wyższej wyceny kolejnych zabiegów wykonywanych w asyście robota. W tym kontekście warto podkreślić, że niewiele europejskich krajów zdecydowało się na różnicowanie wycen w zależności od tego, jaką metodą jest wykonywany zabieg. W zdecydowanej większości podstawą finansowania zabiegów robotowych jest odpowiednio wysoka wycena procedury chirurgicznej, bez rozróżnienia na rodzaj techniki operacyjnej. Przykładowo, wycena prostatektomii w Czechach wynosi ok. 7,9 tys. euro a w Niemczech ok. 10 tys. euro, czyli więcej niż w Polsce (ok. 6,1 tys. euro).

Publikowane analizy porównujące koszty zabiegów robotowych i laparoskopowych wykazują nieznaczne różnice. Na przykład według analizy ekonomicznej przedstawionej w JAMA na podstawie 190 pacjentów ze Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii, koszty opieki zdrowotnej w grupie zabiegów w asyście robota wyniosły średnio 11.853 GBP lub 13.668 USD (95% CI, 13.025–14.350 USD). Były wyższe niż w grupie laparoskopii konwencjonalnej, gdzie średni koszt wyniósł 10.874 GBP lub 12.556 USD (95% CI, 11.889 USD–13.223 USD),

a różnica ta była istotna statystycznie ($P=0,02$). Głównymi czynnikami wpływającymi na wyższe koszty operacyjne było dłuższe średnie wykorzystanie sali operacyjnej (różnica wyniosła średnio 50,88 minuty [95% CI, 20,26–81,56]; $P=0,001$) oraz średni koszt instrumentów (różnica wyniosła 513 GBP lub 593 USD [95 % CI, 493–693 USD]; $P<0,001$).

Natomiast przekrojowe badanie ponad 15,8 tys. pacjentów poddawanych otwartej lub robotowej prostatektomii radykalnej, histerektomii, częściowej kolektomii, radykalnej lub częściowej nefrektomii wykazało, że chirurgia robotowa wiązała się z niższymi kosztami bieżącymi w porównaniu z procedurami otwartymi.

1.2. Rosnący zakres zabiegów robotowych

Analiza wytycznych w odniesieniu do robotyki w chirurgii onkologicznej, przeprowadzona przez AOTMiT, wykazała że ich potencjalna przewaga jest zróżnicowana w poszczególnych typach zabiegów. We wszystkich wytycznych klinicznych podkreśla się znaczenie specjalistycznych umiejętności i doświadczenia chirurga. Amerykańska NCCN oraz Europejskie Stowarzyszenie Onkologii Medycznej wskazują, że np. w wybranych operacjach ginekologicznych chirurgia robotowa jest potencjalnym ulepszeniem standardowej chirurgii laparoskopowej, zwłaszcza u pacjentek z nadwagą.

Według analizy AOTMiT, potencjalna przewaga robotyki w chirurgii onkologicznej jest wskazywana m.in. w raku prostaty, jelita grubego, okrężnicy, błony śluzowej macicy, głowy i szyi, krtani i gardła. W kolejnych obszarach dotychczasowe wytyczne wskazują, że metody robotowe są porównywalne do innych metod leczenia takich nowotworów, jak rak żołądka, odbytnicy, jajnika, niedrobnokomórkowy rak płuca, gruczołów ślinowych, pęcherza moczowego, nerki. Zastosowanie robotów nie jest natomiast zalecane w przypadku raka jąder.

Na coraz szerszy zakres zabiegów, w których stosowanie robota stanowi wartość dodaną, wskazują także producenci systemów robotowych oraz praktyka kliniczna ich użycia.

Największe – pod względem liczby zabiegów – polskie placówki nadal zawdzięczają swój rozwój przede wszystkim wykonywaniu radykalnej prostatektomii i innym zabiegom urologicznym. W gronie pięciu największych publicznych szpitali tylko jeden – Wielkopolskie Centrum Onkologii – nie wykonuje operacji urologicznych. Ale w coraz większym stopniu rozwijają one robotykę w innych

Tabela 2. Rodzaje zabiegów robotowych wykonywanych w największych placówkach (2022 r.)

Rodzaje zabiegów	Suma 1-5	SPSK nr 2 PUM	Wojskowy Instytut Medyczny	Państwowy Instytut Medyczny MSWiA (d. CSK)	Wielkopolskie Centrum Onkologii	WSS Gorzów Wlkp.	Medicover
prostatektomia	503	167	90	46		200	293
ginekologia (m.in. histerektomia)	322	20	76	49	162	25	39
chir. przewodu pokarmowego	189			101	60	28	
chir. ogólna (m.in. plastyka przepony i opłuczek)	120	74	46				8
kardiochirurgia (m.in. zastawki, pomostowanie tętnic wieńcowych)	93		28	65			
chir. głowy i szyi	33				33		
chir. klatki piersiowej	27		25	2			
inne zabiegi urologiczne (m.in. nefrektomia, cystektomia)	22	19	1			2	38
laryngologia	8		8				
razem	1327	280	274	263	255	255	378
liczba operatorów wykonujących zabiegi		6	6	5	4	4	3

Źródło: informacje od szpitali

obszarach. Drugie miejsce pod względem liczby operacji zajmuje ginekologia onkologiczna, następnie chirurgia przewodu pokarmowego i chirurgia ogólna. Szpitale wprowadzają robotykę do kolejnych zakresów, takich jak m.in. kardiochirurgia, chirurgia głowy i szyi, torakochirurgia, laryngologia czy transplantacje. Poszerzanie zakresu wykonywanych zabiegach widoczne jest zwłaszcza tam, gdzie w strukturach organizacyjnych szpitali utworzono wydzielone centra chirurgii robotowej.

Coraz więcej polskich placówek kupuje wyspecjalizowane systemy robotyczne, przeznaczone do wykonywania jedynie wąskiego zakresu zabiegów. W styczniu 2023 roku w Klinice Neurochirurgii Szpitala Wojewódzkiego św. Łukasza w Tarnowie wykonano pierwszą w Polsce operację kręgosłupa z wykorzystaniem robota MazorX (takich systemów w całej Europie było wówczas 21).

Kilka polskich szpitali posiada roboty ExcelsiusGPS do operacji kręgosłupa z wykorzystaniem implantów – to m.in. Szpital Wojewódzki w Szczecinie (od lutego 2022 roku), Szpital Wojewódzki Nr 2 w Rzeszowie (od sierpnia 2022), Samodzielny Publiczny

Tabela 3. Lista procedur z wykorzystaniem systemu robotowego Versius w Polsce w 2022 roku

Urologia
Prostatektomia radykalna
Częściowa resekcja nerki z powodu guza
Pieloplastyka
Cystektomia radykalna
Ginekologia operacyjna
Histerektomia
Rak trzonu
Chirurgia ogólna
Przednia resekcja odbytnicy
Prawostronna hemikolektomia
Brzuszo-kroczoowa resekcja odbytnicy
Fundoplikacja sposobem Nissena
Totalne wycięcie jelita grubego
Resekcja guza odbytnicy

Źródło: CMR Surgical

Szpital Kliniczny Nr 1 PUM w Szczecinie (od stycznia 2023 roku) oraz nadłużej szpital SPZZOZ w Ostrowii Mazowieckiej (od 2020 roku). Szpital w Ostrowii Mazowieckiej wykonuje także od kilku lat zabiegi endoprotezoplastyki stawu kolanowego przy użyciu dwóch innych systemów robotowych – NAVIO oraz CORI.

Robota do kruszenia kamieni nerkowych Avicenna w 2022 roku zaczęła stosować Klinika Urologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Szpitala Klinicznego Dzieciątka Jezus UCK WUM, a wcześniej (od grudnia 2021 roku) robił to już Szpital Dziecięcy w Dziekanowie Leśnym.

1.3. Rozwój robotyki w Polsce na tle innych krajów

Dane firmy Synektik, dystrybutora systemów da Vinci w Polsce, wskazują, że w porównaniu z innymi krajami Polska nadal posiada relatywnie mniej robotów chirurgicznych w stosunku do liczby mieszkańców. Duże kraje zachodniej Europy mają 4-6-krotnie wyższe nasycenie systemami chirurgii robotowej.

Liczba robotów da Vinci w wybranych krajach Europy, na dzień 1.06.2023:

- Francja – 340
- Niemcy – 330
- Włochy – 180
- Wielka Brytania – 160
- Hiszpania + Portugalia – 110
- Szwecja – 60
- Czechy – 17
- Słowacja – 4

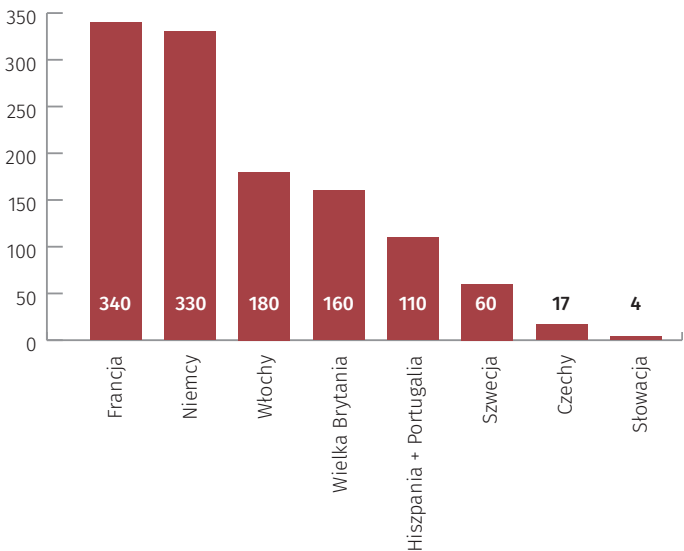
Dla porównania, w Japonii działa obecnie około 570 systemów da Vinci, a dodatkowo również ponad 35 Hinotori oraz pierwsze systemy Hugo. W Korei jest 69 systemów da Vinci, wykorzystywanych przez 51 szpitali. W Indiach działa ponad 50 robotów chirurgicznych.

Na całym świecie działa obecnie ponad 8 tysięcy systemów chirurgii robotowej, przy czym absolutnym liderem tego rynku pozostaje amerykańska Intuitive Surgical Inc., czyli producent systemów da Vinci. Począwszy od 2017 roku, zaczęły wygasać jej kluczowe patenty na rozwiązania technologiczne związane z robotyką, co otworzyło rynek dla nowych graczy. Według danych Intuitive Surgical z 31 marca 2023 roku, najwięcej – 4668 robotów da Vinci (65 proc.) działa w szpitalach amerykańskich, w Europie jest 17 proc. (ponad 1400 robotów), w Azji – 13 proc. (ponad 1300 robotów) a pozostałe 5 proc. (ponad 400 robotów) przypada na inne części świata.

W 2022 roku Intuitive Surgical sprzedał lub udostępnił w inny sposób 1264 systemy da Vinci, w tym 692 na rynku amerykańskim i 572 w pozostałych krajach (Europa – 280, Azja – 244). Inny niż sprzedaż sposób udostępnienia dotyczył 591 systemów, w tym 492 objęły umowy leasingu operacyjnego na okres 24-84 miesięcy, a pozostałe – inne formy, np. dzierżawy lub rozliczeń na podstawie wykonywanych zabiegów.

Przychody ze sprzedaży lub innych form udostępniania da Vinci wyniosły 1,68 mld USD. Oznaczało to lekki spadek w porównaniu z 2021 rokiem (1347 systemów, przychody 1,69 mld USD). Przychody ze sprzedaży części i instrumentów

Wykres 5. Liczba robotów da Vinci w wybranych krajach Europy, na dzień 1.06.2023



wyniosły 3,52 mld USD, a z usług serwisowych – 1,02 mld USD. Firma odnotowała zyski netto na poziomie 21 proc., czyli 1,32 mld USD. Zyskowość bardzo mocno zmniejszyła się w porównaniu z poprzednim rokiem (w 2021 roku zysk netto wyniósł 1,73 mld USD, czyli 30 proc. obrotów). Warto jednocześnie podkreślić, że wydatki firmy na badania i rozwój w 2022 roku wyniosły 879 mln USD, czyli 11 proc. obrotów.

Konkurencja dla robotów da Vinci rozwija się bardzo szybko, co widać zwłaszcza na rynkach azjatyckich i europejskich. Podczas gdy Intuitive Surgical pozostaje światowym liderem, posiadając ponad 90 proc. rynku systemów robotowych, na światowym rynku obecnych jest już kilkunastu producentów. W swoim raporcie rocznym za 2022 rok, Intuitive Surgical wymienił jako swoich rynkowych konkurentów następujące firmy:

- Asensus Surgical Inc. (USA) – Senhance
- avateramedical GmbH (Niemcy)
- CMR Surgical Ltd. (Wielka Brytania) – Versius

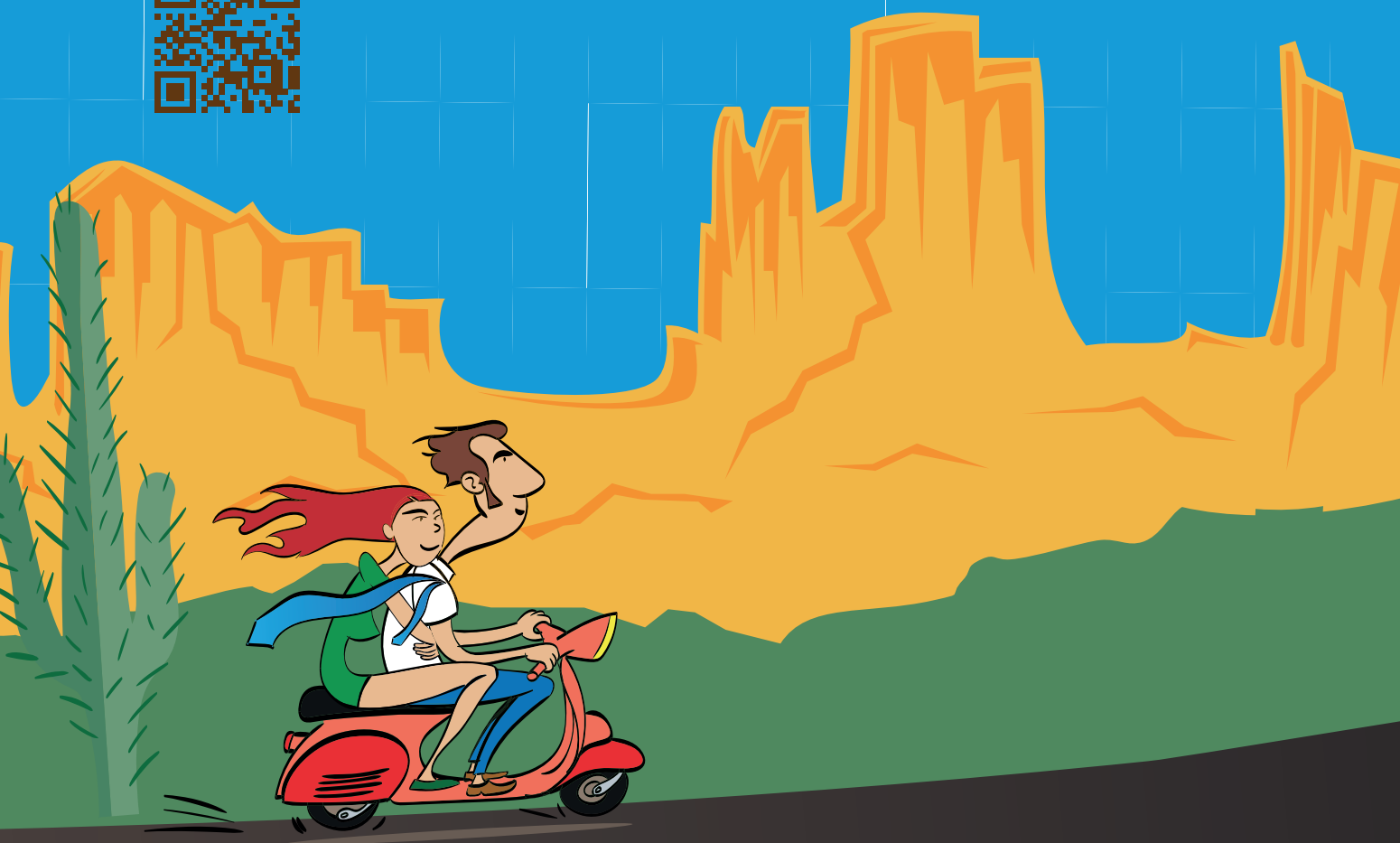
- Johnson & Johnson (USA) – Monarch, Velys, Ottava
- Medcaroid Corporation (Japonia) – Hinotori
- Medrobotics Corporation (USA) – Flex
- Medtronic plc (USA) – Hugo
- meerecompany Inc. (Korea) – Revo
- Olympus Corporation (Japonia)
- Samsung Electronics Co., Ltd. (Korea)
- Shandong Weigao Group Medical Polymer Company Ltd. (Chiny)
- Shanghai Microport Medbot (Group) Co., Ltd. (Chiny) – Toumai, Honghu
- Titan Medical Inc. (Kanada) – Enos

Inne firmy, które są aktywne na międzynarodowym rynku medycznej robotyki – to m.in. EndoQuest (ELS), Moon Surgical (Maestro), Momentus Surgical (Anovo), Monteris Medical (NeuroBlate), Shurui Robotics, Stereotaxis (Genesis RMN, Vdrive, Niobe), Stryker (Mako), Smith&Nephew (Cori), Siemens (CorPath GRX), Vicarious Surgical (Beta 2), Virtual Incision (MIRA), Zimmer Biomet (Rosa).

PORADY I EDUKACJA DLA PACJENTÓW I ICH BLISKICH

- JAK DOBRZE LECZYĆ RAKA GRUCZOŁU KROKOWEGO?
- JAK RADZIĆ SOBIE Z CHOROBA?
- JAK BYĆ DOBRYM WSPARCIEM W CHOROWANIU?

KAMPANIA EDUKACYJNA PROSTATAHISTORIA.PL



ORGANIZATOR:



PATRONAT HONOROWY:



Rzecznik Praw Pacjenta

PATRONI:



OGÓLNOPOLSKA FEDERACJA
ONKOLOGICZNA



Instytut Praw Pacjenta
i Edukacji Zdrowotnej



PROJEKT WSPIERAJĄ:



Zabiegi prostatektomii w asyście robota

Krzysztof Jakubiak

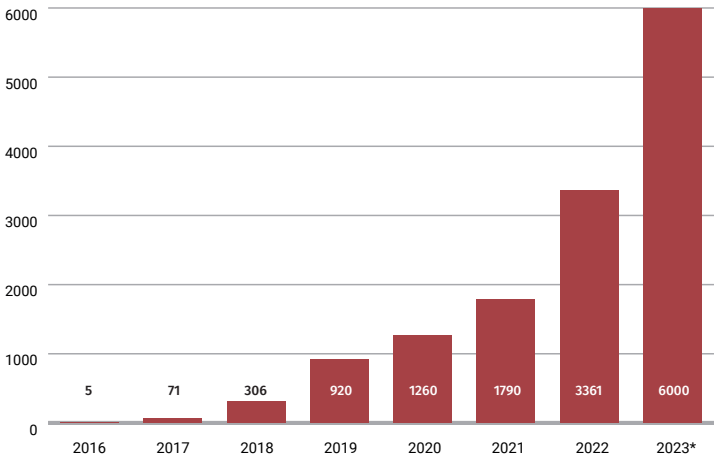
Radykalna prostatektomia w asyście robota (ang. RARP, Robot-Assisted Radical Prostatectomy) jest najczęściej wykonywaną operacją robotową i stanowiła w Polsce 69 proc. zabiegów w 2022 roku.

Według danych Narodowego Funduszu Zdrowia oraz informacji pozyskanych bezpośrednio od placówek medycznych, w 2022 roku w Polsce przeprowadzono w sumie ponad 9900 zabiegów radykalnej prostatektomii, w tym 3361 (czyli około 34 proc.) wykonano w asyście robota, z czego 2460 sfinansowanych przez NFZ (jako procedurę L31R lub jako zabieg laparoskopowy). Oznacza to znaczący wzrost w stosunku do poprzedniego roku, kiedy w Polsce wykonano 1790 robotowych prostatektomii, a spośród nich tylko 530 zabiegów sfinansował NFZ (wykres 1).

Znaczny wzrost odsetka zabiegów robotowych w całej liczbie radykalnej prostatektomii oznacza, że zaczęliśmy nadrobić zaległości, które narażały przez wiele lat w stosunku do innych krajów europejskich. W 2020 roku robotowe zabiegi w krajach zachodniej Europy stanowiły od 31 do 95 proc. wszystkich operacji radykalnej prostatektomii. Przodowały pod tym względem kraje skandynawskie oraz Wielka Brytania. Najwolniej robotyka wprowadzała się do praktyki klinicznej w Niemczech.

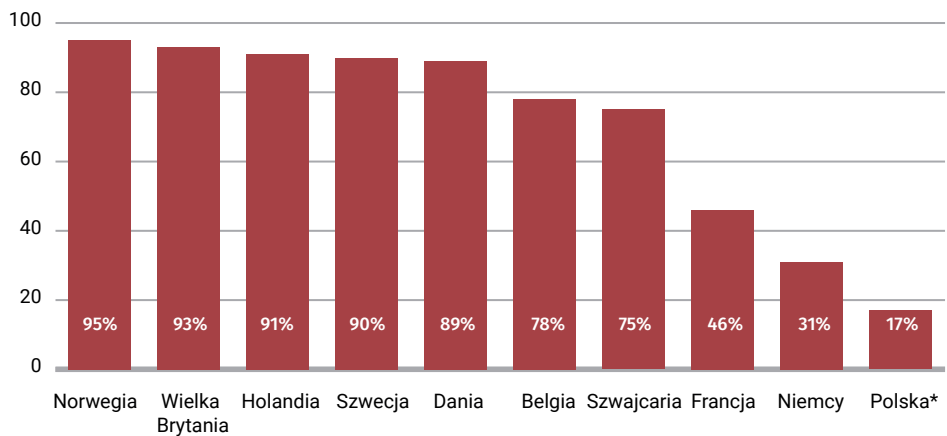
Wykres 1. Liczba zabiegów radykalnej prostatektomii w asyście robota chirurgicznego (prywatne + NFZ)

* – prognoza



Krzysztof Jakubiak

Modern Healthcare
Institute



Wykres 2. Odsetek zabiegów robotowych wśród prostatektomii radykalnej w wybranych krajach Europy (2020 rok):

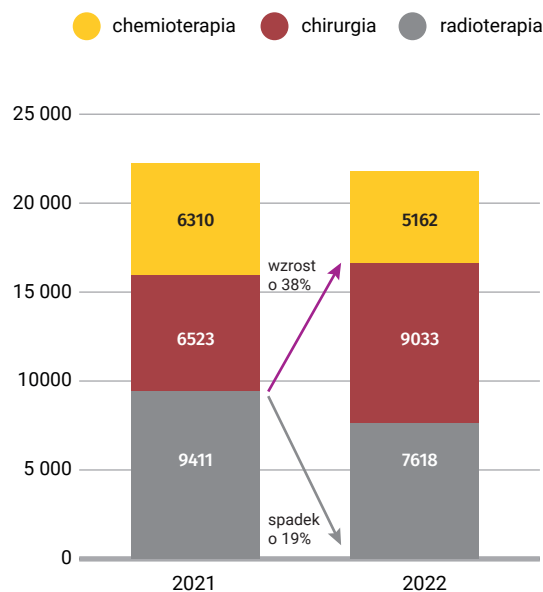
* – w 2020 roku w Polsce wykonano 1260 RARP, a zabiegów prostatektomii wszystkimi metodami było w sumie 7485
(Źródło: Synektik S.A., NFZ, informacje od szpitali)

Odsetek zabiegów robotowych w stosunku do liczby wszystkich operacji prostatektomii w Polsce w 2020 roku wynosił 17 proc., w 2021 wzrósł do 22 proc., a w 2022 roku zwiększył się do 35 proc. Osiągnęliśmy zatem poziom rozwoju robotowej urologii w Niemczech z 2021 roku. Przy obecnym tempie wzrostu, w ciągu najbliższego roku co najmniej połowa prostatektomii w Polsce będzie wykonywana w asyście robota, czyli osiągniemy poziom Francji z 2021 roku.

Rozwój chirurgii robotowej niewątpliwie miał wpływ na zmianę proporcji metod leczenia raka prostaty (C61 wg klasyfikacji ICD-10). W 2022 roku po raz pierwszy liczba pacjentów leczonych chirurgicznie przewyższyła liczbę pacjentów leczonych radioterapią. Odnotowano spadek liczby pacjentów leczonych radioterapią, która dla części pacjentów jest metodą alternatywną dla chirurgii (np. brachyterapia). W 2022 roku 7618 pacjentów (46 proc.) było leczonych radioterapią, podczas gdy rok wcześniej było ich 9411 (59 proc.). Jednocześnie zmalała również liczba pacjentów leczonych chemioterapią – z 6310 pacjentów w 2021 roku do 5162 pacjentów w roku 2022.

2.1. Ewolucja metod zabiegowych w prostatektomii

W ostatnich latach dokonała się rewolucja w urologii zabiegowej, polegająca na upowszechnieniu się technik małoinwazyjnych. W zabiegach prostatektomii metoda otwarta stanowiła większość zabiegów jeszcze w 2017 roku. Udział laparoskopii systematycznie wzrastał z roku na rok, ale w niewielkim tempie. Dopiero dynamiczny rozwój chirurgii robotowej spowodował, że liczba zabiegów klasycznych zaczęła od 2019 roku spadać.



Wykres 3. Metody leczenia raka prostaty (C61), finansowane przez NFZ, wg liczby pacjentów.

Istotnym czynnikiem zaburzającym proces ewolucji chirurgii urologicznej była pandemia COVID-19, w czasie której generalnie spadła liczba operacji w placówkach publicznych. Pandemicznego spadku nie odczuł rynek prywatny. Dopiero w 2022 roku liczba świadczeń finansowanych przez NFZ wróciła do poziomu z 2019 roku, a więc sprzed pandemii. Jednocześnie nastąpiło radykalne zwiększenie wydatków na ochronę zdrowia i związane z tym bardzo znaczące podwyższenie wyceny świadczeń. Skumulowało się to z decyzją o wprowadzeniu odrębnej, podwyższonej wyceny zabiegu w asyście robota.

Skutkiem nałożenia się wszystkich wymienionych czynników był radykalny wzrost liczby operacji prostaty w 2022 roku w sektorze publicznym – o 39 proc., do poziomu ponad 9 tysięcy zabiegów sfinansowanych przez NFZ. Co bardzo istotne, nie zwiększyła się liczba zabiegów techniką klasyczną. Wzrost dotyczył przede wszystkim robotyki oraz

– w znacznie mniejszym stopniu – laparoskopii. W 2022 roku metodą laparoskopii wykonano ponad 4200 zabiegów, ale dane NFZ oraz analizy AOTMiT wykazują, że dynamiczny wzrost robotyki odbywa się także kosztem laparoskopii, której liczba od 2023 roku zacznie maleć.

Tabela 1. Zabiegi prostatektomii radykalnej w Polsce według metody

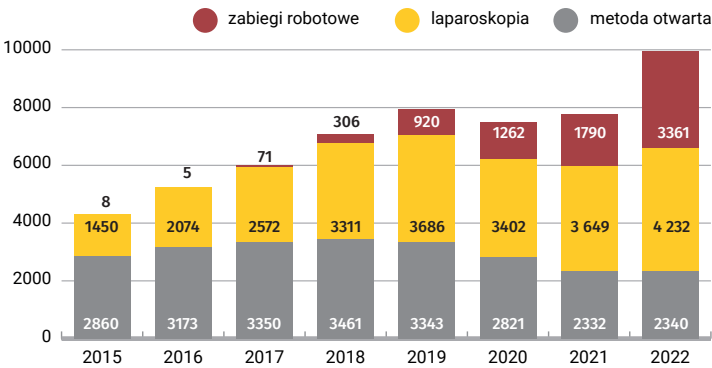
Rok	Metoda otwarta	Laparoskopia	Robot	Razem	W tym finansowana przez NFZ	Finansowana prywatnie
2015	2 860	1 450	8	4 318	4 318	0
2016	3 173	2 074	5	5 252	5 252	0
2017	3 350	2 572	71	5 993	5 943	50
2018	3 461	3 311	306	7 078	6 777	301
2019	3 343	3 686	920	7 949	7 095	854
2020	2 821	3 402	1 262	7 485	6 409	1 076
2021	2 332	3 649	1 790	7 771	6 523	1 248
2022	2 340	4 232	3 361	9 933	9 033	900
2023*	2 000	2 700	6 000	10 700	10 000	700

Źródło: NFZ, dane z ośrodków

* prognoza

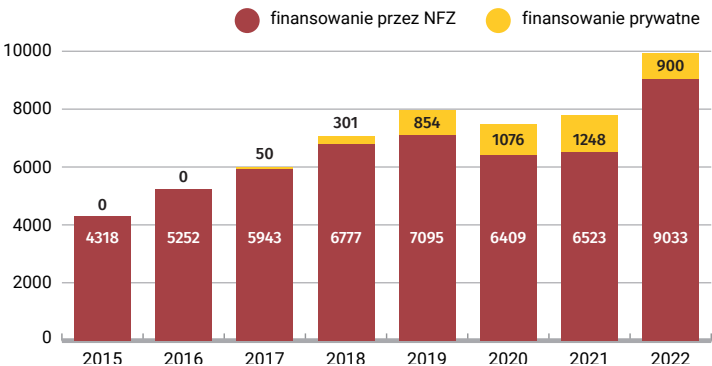
Wykres 4. Liczba zabiegów prostatektomii według metody (NFZ + prywatne)

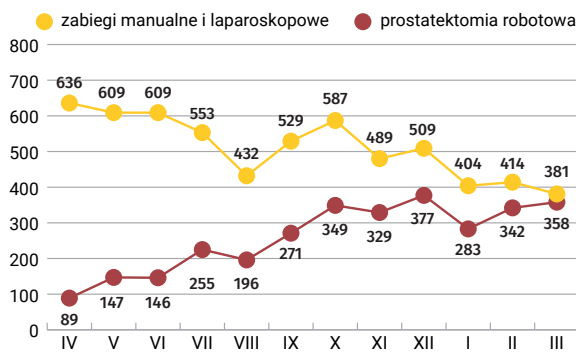
Źródło: NFZ



Wykres 5. Liczba zabiegów prostatektomii radykalnej w podziale na źródło finansowania

Źródło: NFZ, dane z ośrodków





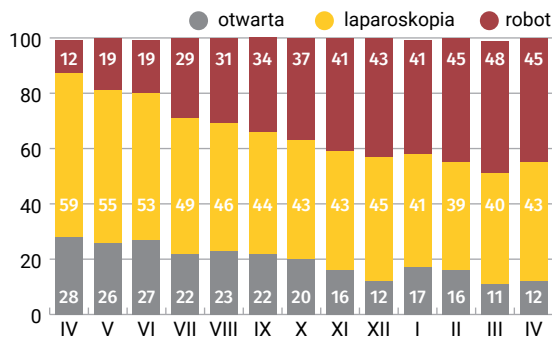
Wykres 6. Liczba zabiegów prostatektomii w układzie miesięcznym, metoda robotowa i metody pozostałe (kwiecień 2022 – marzec 2023).

Źródło: NFZ

Proporcje liczby zabiegów prostatektomii refundowanych przez NFZ w ciągu 2022 roku zmieniały się z miesiąca na miesiąc. Według analiz AOTMiT, w kwietniu NFZ rozliczył 94 zabiegi robotowe oraz 584 zabiegów wykonanych pozostałymi metodami. W sierpniu ta proporcja wynosiła: 217 (robotowe) do 484 (pozostałe). A w grudniu 2022 roku obie te liczby niemal się wyrównały – NFZ rozliczył 337 operacji w asyście robota oraz 377 manualnych i laparoskopowych. Na tej podstawie w prognozie na 2023 rok można założyć, że zabiegi robotowe będą stanowić ponad połowę wszystkich publicznie finansowanych operacji.

2.2. Efektywność prostatektomii w asyście robota

Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji przeanalizowała długość hospitalizacji, związanych z zabiegami robotowej prostatektomii finansowanymi przez Narodowy Fundusz Zdrowia w 2022 roku. Analiza potwierdziła zalety kliniczne zabiegów wykonywanych w asyście robotów chirurgicznych. W porównaniu do innych metod (laparoscopia lub zabiegi otwarte), prostatektomia robotowa pozwoliła skrócić długość hospitalizacji pacjentów. Średnia długość hospitalizacji



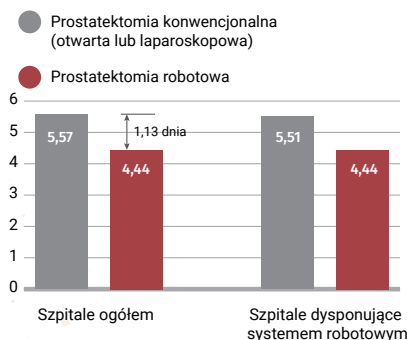
Wykres 7. Proporcje zabiegów prostatektomii radykalnej w układzie miesięcznym (kwiecień 2022 – kwiecień 2023).

Źródło: NFZ

związanej z zabiegiem prostatektomii radykalnej metodą otwartą we wszystkich szpitalach w Polsce wynosiła 5,57 dnia. Natomiast w przypadku zabiegów robotowych wyniosła średnio 4,44 dnia, czyli była o ponad jeden dzień (dokładnie 1,13 dnia) krótsza.

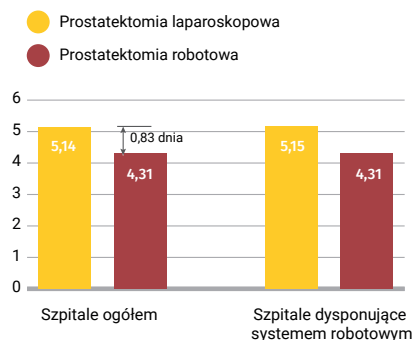
Różnica w długości hospitalizacji przy zabiegach otwartych wykonywanych tylko w tych szpitalach, które dysponują systemami robotowymi, była minimalnie mniejsza – 4,44 dnia w stosunku do 5,51 dnia. Przyczyną jest zapewne fakt, że systemy robotowe posiadają placówki dysponujące większym doświadczeniem w leczeniu zabiegowym, stąd ich ogólny czas hospitalizacji jest nieco krótszy niż ogółem we wszystkich placówkach w Polsce – i to mimo że zajmują się także bardziej skomplikowanymi przypadkami.

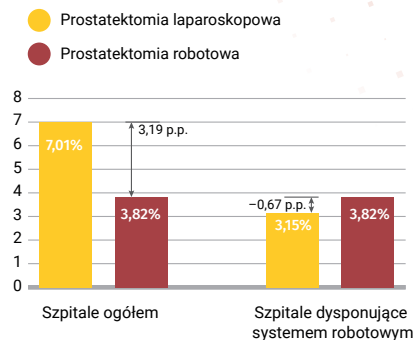
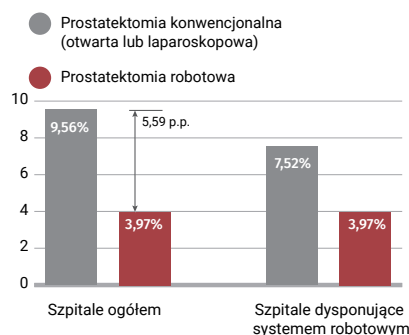
Podobne są wyniki porównania długości hospitalizacji przy zabiegach robotowych i laparoskopowych. Przeciętny czas hospitalizacji związanej z laparoskopową prostatektomią wynosił w Polsce 5,14 dnia i był niecały dzień dłuższy (dokładnie 0,83 dnia) od hospitalizacji związanej z zabiegiem robotowym.



Wykres 8. Długość hospitalizacji (liczba dni trwania świadczenia)

Źródło: AOTMiT





Wykres 9. Odsetek pacjentów wymagających przetoczenia preparatów krwi

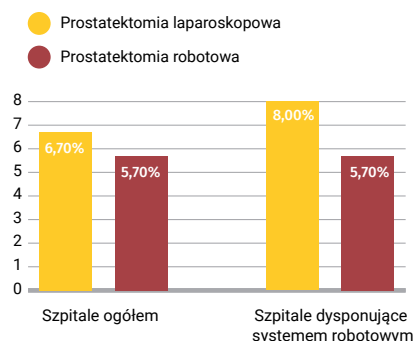
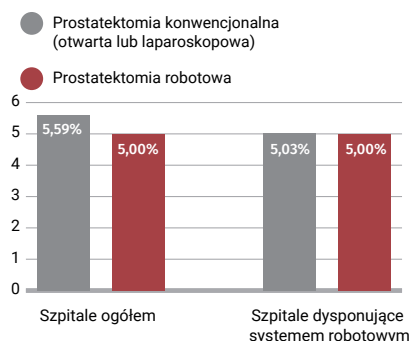
Źródło: AOTMiT

Również porównanie odsetka pacjentów wymagających przetoczenia krwi w związku z zabiegiem prostatektomii wykazało przewagę zastosowania robotów. Odsetek pacjentów, którym przetoczono preparaty krwi po prostatektomii radykalnej z zastosowaniem systemu robotowego był niższy (2,5-krotnie) niż w przypadku zabiegów otwartych czy laparoskopowych. Ogółem we wszystkich szpitalach 9,56 proc. pacjentów wymagało przetoczenia po zabiegu otwartym, podczas gdy w przypadku zabiegów robotowych – jedynie 3,97 proc. Podobnie jak w przypadku czasu hospitalizacji, szpitale posiadające systemy robotowe miały również lepsze wskaźniki od pozostałych placówek – w ich przypadku 7,52 proc. wszystkich pacjentów wymagało przetoczenia.

Przewaga robotyki nad laparoskopią w odniesieniu do przetoczeń preparatów krwi była także widoczna. 7,01 proc. pacjentów po zabiegach laparoskopowych wymagało przetoczenia. Natomiast w szpitalach dysponujących systemem robotowym

i laparoskopią nie było istotnych różnic w odsetku pacjentów wymagających przetoczenia preparatów krwi.

Analiza odsetka pacjentów wymagających rehospitalizacji w okresie 30 dni po zabiegu prostatektomii radykalnej nie wykazała znaczących różnic pomiędzy operacjami przeprowadzonymi w asyście robota i otwartymi. Ogółem w całej Polsce 5,59 proc. pacjentów wymagało rehospitalizacji po zabiegu otwartym, podczas gdy po zabiegu robotowym ten odsetek wyniósł 5 proc. Nieco większa różnica wystąpiła przy porównaniu robotyki i laparoskopii, zwłaszcza w szpitalach, które wykonywały zabiegi przy użyciu obu metod. W szpitalach posiadających roboty po zabiegu laparoskopowym 8 proc. pacjentów wymagało rehospitalizacji w okresie 30 dni po zabiegu, natomiast po zabiegu robotowym było to 5,7 proc. Może to jednak wynikać nie tylko z przewagi jednej metody nad drugą, ale także z kwalifikacji pacjentów do poszczególnych rodzajów zabiegu.



Wykres 10. Odsetek pacjentów wymagających rehospitalizacji w okresie 30 dni od zakończenia świadczenia prostatektomii radykalnej

Źródło: AOTMiT

Tabela 2. Największe ośrodki leczenia raka prostaty metodami radykalnymi, według liczby wykonanych prostatektomii w 2022 roku

L.p.	Ośrodek	Miasto	Liczba zabiegów	Zabiegi robotowe
1	Szpital Medcover	Warszawa	293	tak
2	Szpital Mazovia	Warszawa	285	tak
3	Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka	Bydgoszcz	271	tak
4	Śląskie Centrum Urologii UROVITA	Chorzów	254	tak
5	SPSK Nr 2 PUM	Szczecin	253	tak
6	Wojewódzki Szpital Specjalistyczny	Wrocław	243	tak
7	Świętokrzyskie Centrum Onkologii	Kielce	228	
8	Europejskie Centrum Zdrowia Otwock	Otwock	211	tak
9	Szpital Specjalistyczny im. prof. E. Michałowskiego	Katowice	208	tak
10	Wielospecjalistyczny Szpital Wojewódzki	Gorzów Wielopolski	202	tak
11	Szpital Uniwersytecki	Kraków	199	tak
12	Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. F. Chopina	Rzeszów	198	tak
13	Szpital św. Wojciecha COPERNICUS	Gdańsk	170	tak
14	Szpital św. Anny	Piaseczno	167	tak
15	Mazowiecki Szpital Onkologiczny	Wieliszew	154	tak
16	Szpital Uniwersytecki im. A. Jurasza	Bydgoszcz	150	
17	Specjalistyczny Szpital Miejski im. M. Kopernika	Toruń	143	tak
18	Szpital Morski im. PCK Szpitale Pomorskie	Gdynia	135	tak
19	Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. J. Mikulicza-Radeckiego	Wrocław	133	
20	SPZOZ w Kolbuszowej	Kolbuszowa	130	
21	Szpital św. Rodziny SZOZ Nad Matką i Dzieckiem	Poznań	130	
22	Wojewódzki Szpital Zespolony im. J. Śniadeckiego	Białystok	122	tak
23	Wielospecjalistyczny Szpital w Nowej Soli	Nowa Sól	118	
24	Białostockie Centrum Onkologii	Białystok	117	
25	Dolnośląskie Centrum Onkologii, Pulmonologii i Hematologii	Wrocław	117	
26	Uniwersyteckie Centrum Kliniczne GUMed	Gdańsk	116	tak
27	Szpital Miejski Nr 4	Gliwice	113	tak
28	Uniwersyteckie Centrum Kliniczne WUM	Warszawa	112	tak
29	Centrum Onkologii Ziemi Lubelskiej im. św. Jana z Dukli	Lublin	111	
30	Salve Medica	Łódź	107	tak
31	Wojskowy Instytut Medyczny – PIB	Warszawa	106	tak
32	1. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką	Lublin	105	tak
33	Wojewódzki Szpital Specjalistyczny	Czerwona Góra	101	tak
34	Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II	Bełchatów	100	tak
35	Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II	Siedlce	100	tak

Źródło: NFZ, dane z ośrodków

2.3. Wpływ robotyki na tworzenie się centrów kompetencji urologii zabiegowej

W 2022 roku 136 szpitali rozliczyło z NFZ wykonanie przynajmniej jednego zabiegu prostatektomii. W 2021 roku takich placówek było 137. Jednocześnie niemal podwoiła się liczba szpitali, które rozliczyły co najmniej 100 zabiegów – było ich już 33 (w 2021 roku – 18). W gronie największych ośrodków wykonujących zabiegi radykalnej prostatektomii jest jeden – Szpital Medicover, który nie posiada kontraktu z NFZ, a mimo to wykonał tych zabiegów najwięcej w Polsce. Uwzględniając zabiegi komercyjne, w sumie 35 szpitali wykonało minimum 100 zabiegów prostatektomii w 2022 roku. Znalazło się wśród nich 8 szpitali prywatnych, które – poza Medicoverem – część lub wszystkie operacje wykonały w ramach kontraktów z Narodowym Funduszem Zdrowia (Tabela 2).

Suma zabiegów wykonanych przez 35 największych ośrodków wyniosła 5702, czyli 57 proc. wszystkich prostatektomii wykonanych w Polsce w 2022 roku. Niemal wszystkie zwiększyły rok do roku liczbę wykonywanych zabiegów, co wskazuje na postępującą koncentrację tych procedur.

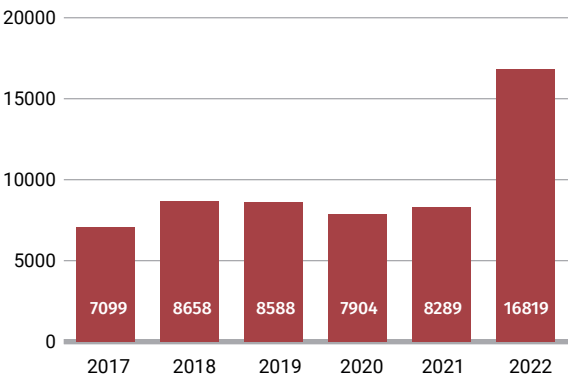
Roboty chirurgiczne posiadała w 2022 już zdecydowana większość tych największych placówek

– 26 na 35. Kolejnych kilka spośród nich już rozpoczęło lub rozpocznie wykonywanie zabiegów robotowych w 2023 roku. To oznacza, że rozwój robotyki sprzyja koncentracji zabiegów w dużych ośrodkach i powinien przynieść efekty w postaci podnoszenia jakości zabiegów i opieki nad pacjentem.

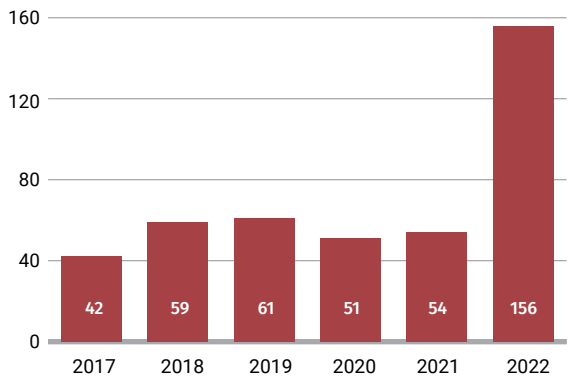
2.4. Publiczne wydatki na zabiegi prostatektomii

Dwukrotne podwyższanie (1 kwietnia i 1 lipca) wyceny świadczeń w 2022 roku doprowadziło do tego, że średnia refundacja przez NFZ radykalnej prostatektomii w asyście robota (kod świadczenia L31R) w 2022 roku wyniosła 27,9 tys. zł. Na sfinansowanie zabiegów L31R wydano w sumie ponad 59 mln zł.

Natomiast wydatki na wszystkie rodzaje zabiegów prostatektomii wykonanych w 2022 roku wyniosły ponad 156 mln zł, co oznacza, że na robotykę przeznaczono 40 proc. Warto zaznaczyć, że w 2021 roku refundacja wszystkich zabiegów kosztowała NFZ jedynie 54 mln zł. Średnia kwota refundacji (niezależnie od metody) wynosiła w 2021 roku 8,3 tys. zł, natomiast w 2022 roku już 16,8 tys. zł, czyli podwoiła się (Wykres 11).



Wykres 11. Średnia wysokość refundacji zabiegu radykalnej prostatektomii w zł (L31, L31R – wszystkie metody)



Wykres 12. Wydatki NFZ na sfinansowanie radykalnej prostatektomii w mln zł (L31, L31R – wszystkie metody)

Tabela 3. Wydatki NFZ na zabiegi prostatektomii według metod, 2022 rok

2022	otwarte	laparoscopia	robot	suma
kwota refundacji	26 383 800 PLN	69 663 000 PLN	59 513 000 PLN	155 559 800 PLN
odsetek budżetu	17%	45%	38%	
liczba zabiegów	2136	4771	2129	9036
odsetek zabiegów	24%	53%	24%	
średnia kwota na zabieg	12 352 zł	14 601 zł	27 953 zł	

Tabela 4. Refundacja zabiegów prostatektomii robotowej (L31R) przez NFZ w 2022 roku

L.p.	Świadczeniodawca	liczba zabie- gów L31R	Wartość refun- dacji (tys. zł)	Średnia kwota refundacji na zabieg (tys. zł)
1	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej Szpital Mazovia	191	5 033,8	26,4
2	Urovita Sp. z o.o. – NZOZ Szpital „Śląskie Centrum Urologii”	189	5 099,5	27,0
3	Wielospecjalistyczny Szpital Wojewódzki w Gorzowie Wiel- kopolskim Sp. z o.o.	163	4 324,4	26,5
4	Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 2 PUM w Szcz- ecinie	147	3 968,4	27,0
5	Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Fryderyka Chopina w Rzeszowie	132	3 470,9	26,3
6	Wojewódzki Szpital Specjalistyczny We Wrocławiu	103	3 148,0	30,6
7	Europejskie Centrum Zdrowia Otwock Sp. z o.o.	101	2 900,0	28,7
8	SPZOZ Wojewódzki Szpital Zespolony im. J. Śniadeckiego	92	2 567,4	27,9
9	Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy	80	2 126,2	26,6
10	SPZOZ Specjalistyczny Szpital Miejski im. M. Kopernika	79	2 125,7	26,9
11	Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. Św. Jana Pawła II w Siedlcach Sp. z o.o.	78	2 081,4	26,7
12	Mazowiecki Szpital Onkologiczny Sp. z o.o.	64	1 704,7	26,6
13	Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. Św. Rafała w Czerwonej Górze	60	1 747,0	29,1
14	Uniwersyteckie Centrum Kliniczne WUM	62	1 663,8	26,8
15	NZOZ Szpital Św. Anny w Piasecznie	60	1 423,9	23,7
16	Med Holding Spółka Akcyjna	60	1 776,8	29,6
17	Międzyleski Szpital Specjalistyczny w Warszawie	59	1 561,9	26,5
18	Centrum Onkologii im. prof. Franciszka Łukaszczyka w Bydgoszczy	57	1 677,5	29,4
19	Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II w Bełchatowie	54	1 573,8	29,1
20	Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Gumed	53	1 859,9	35,1
21	Szpital Miejski nr 4 w Gliwicach Sp. z o.o.	53	1 530,7	28,9
22	Copernicus Podmiot Lecznicy Sp. z o.o.	47	1 549,9	33,0
23	Szpital Pomorskie Sp. z o.o.	46	1 558,2	33,9
24	Państwowy Instytut Medyczny Mswia	43	1 235,6	28,7
25	Salve Medica	33	954,8	28,9
26	1 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SPZOZ w Lublinie	14	447,0	31,9
27	Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej Szpital Uniwersytecki w Krakowie	1	29,1	29,1
Suma		2121	59 140,3	27,9

Źródło: NFZ

Komentarz

Anna Kupiecka

prezes Fundacji Onkocafe – Razem Lepiej, wiceprezes Ogólnopolskiej Federacji Onkologicznej.

Rozwój chirurgii robotowej w Polsce, który dzięki kolejnym edycjom raportu możemy obserwować z bliska i na konkretnych liczbach, jest dużą szansą dla polskich pacjentów. Wzrost liczby ośrodków oferujących profesjonalne świadczenia w leczeniu chirurgicznym raka prostaty przynosi szansę na lepszy, bardziej nowoczesny standard opieki. Z perspektywy pacjenta istotne znaczenie mają takie potencjalne korzyści, jak choćby skrócony czas pobytu w szpitalu. Krótka hospitalizacja i mniejsza liczba skutków ubocznych wprost przekładają się na jakość życia i cały proces powrotu do zdrowia po zabiegu.

Warto również zwrócić uwagę na fakt, że potencjalne korzyści stosowania chirurgii robotowej mają również istotne znaczenie z punktu widzenia kosztów opieki nad pacjentem. Monitorowanie jakości operacji może ograniczyć liczbę koniecznych dalszych interwencji oraz koszty leczenia powikłań, a skrócenie czasu przebywania pacjenta w szpitalu – to zmniejszenie kosztu związanego z hospitalizacją. Jednym zdaniem, dalszy rozwój chirurgii robotowej, uwzględniający kwestie monitorowania jakości opieki jest w interesie wszystkich – zarówno pacjentów, jak i systemu opieki zdrowotnej.

Codzienny kontakt z pacjentami cierpiącymi na raka gruczołu krokowego, który jako Fundacja OnkoCafe – Razem Lepiej utrzymujemy m.in. dzięki kolejnym odsłonom kampanii ProstaTaHistoria, pozwala nam wskazać kolejne obszary, które wymagają poprawy, by system opieki nad pacjentami z rakiem stercza miał charakter kompleksowy. Z rozmów z naszymi podopiecznymi wynika, że jednym z wyzwania jest proces diagnostyki. Pacjenci nadal przechodzą swoistą odyseję, błędząc od lekarza do lekarza, zanim trafią na właściwą ścieżkę leczenia. Jednym ze sposobów, który w naszej ocenie mógłby przyspieszyć

dotarcie pacjenta do kompetentnego i właściwego specjalisty, byłoby umożliwienie wizyty u urologa bez skierowania. Jeżeli w kontekście profilaktyki i diagnostyki urolodzy mieliby pełnić u mężczyzn podobną rolę, jak ginekolodzy w przypadku kobiet, dostęp do tych specjalistów musi być łatwiejszy.

Wydłużony proces diagnostyki, jak też, niestety, ogólna niechęć panów do profilaktyki, jest niewątpliwie jedną z przyczyn tego, że wiele przypadków raka gruczołu krokowego jest leczonych dopiero w stadium zaawansowanym. Ponadto w procesie leczenia wciąż zbyt późno sięgamy w Polsce po najnowsze osiągnięcia medycyny. Rozwój nowych terapii i cząsteczek w ostatnich latach jest bardzo dynamiczny i powinniśmy udostępniać naszym pacjentom nowoczesne leki w jak najkrótszym możliwym czasie. Nie tylko w zakresie chirurgii robotowej, ale na całej ścieżce pacjenta powinniśmy dążyć do tego, by leczyć Polaków zgodnie z międzynarodowymi standardami i aktualną wiedzą medyczną.

Mając na uwadze całą ścieżkę pacjenta i kompleksowe podejście, o które apelujemy i aktywnie zabiegamy, pragnę zwrócić uwagę również na etap powrotu do zdrowia, gdzie również dostrzegamy istotne potrzeby. Brakuje systemowego rozwiązania w zakresie rehabilitacji pacjentów po chirurgii raka prostaty. Pacjenci niejednokrotnie cierpią na różnorodne problemy i dolegliwości, które pojawiają się na etapie leczenia, wymagając rehabilitacji. Obecnie są zmuszeni do poszukiwania jej prywatnie. Dopiero wtedy, kiedy obok nowoczesnej chirurgii zapewnimy chorym dostęp do szybkiej diagnostyki, innowacyjnej farmakoterapii i niezbędnej rehabilitacji, będziemy mogli mówić o stworzeniu kompleksowego systemu opieki nad pacjentami z rakiem gruczołu krokowego w Polsce.



Śląskie Centrum Urologii „Urovita”

to nowoczesny szpital o urologicznym i ginekologicznym profilu działalności z pełnym zakresem możliwości diagnostycznych, leczniczych i operacyjnych.

W ramach szpitala funkcjonuje Izba Przyjęć, Oddział Urologiczny z 51 łózkami oraz Blok Operacyjny z salami operacyjnymi chirurgii robotycznej, salami do zabiegów endoskopowych oraz salami radiologii zabiegowej. Szpital zajmuje się leczeniem chorób układu moczowo-płciowego, obejmując opieką kobiety i mężczyzn.

Oddział Urologiczny funkcjonuje od 2004 r. i jest jednym z większych na terenie województwa śląskiego. Urovita realizuje średnio 5000 hospitalizacji rocznie, w tym 94 proc. stanowią hospitalizacje zabiegowe.



W 2022 roku „Urovita” uruchomiła program chirurgii robotycznej UROBOTIC

W I kwartale 2023 roku według danych NFZ w „Urovicie” wykonano najwięcej prostatektomii radykalnych w asyście robota chirurgicznego w Polsce, finansowanych przez Narodowy Fundusz Zdrowia.

Od lutego 2022 roku wykonano już ponad 500 zabiegów robotycznych, w tym ponad 400 z zakresu urologii (prostatektomie radykalne, cystektomie, NSS) i ponad 100 ginekologicznych (histerektomie).

OPERATORZY ROBOTYCZNI UROLOGIA



lek. Marcin Trzewik
spec. urolog



lek. Norbert Szydłowski-Pęsko
spec. urolog



lek. Bartosz Kadłubicki
spec. urolog



lek. Grzegorz Kwolek
spec. urolog

OPERATORZY ROBOTYCZNI GINEKOLOGIA



dr n. med. Anna Bilska-Janosik
spec. ginekologii onkologicznej



dr n. med. Piotr Stołtny
spec. ginekologii onkologicznej



dr n. med. Tomasz Horzelski
spec. ginekologii onkologicznej



dr n. med. Andrzej Brenk
spec. położnictwa i ginekologii



lek. Mateusz Stolecki
spec. położnictwa i ginekologii



lek. Michał Szpringer
lekarz w trakcie specjalizacji

Rozwój ośrodków chirurgii robotowej

Krzysztof Jakubiak

W grudniu 2022 roku 40 polskich szpitali wykonywało zabiegi w asyście robotów chirurgicznych, wykorzystując systemy da Vinci (30 ośrodków), Versius (11 ośrodków) lub Senhance (1 ośrodek).

Dwa szpitale wykonywały w 2022 roku operacje na dwóch różnych systemach, czyli da Vinci i Versius. W ciągu całego roku aż 15 placówek w całej Polsce wykonało pierwsze operacje robotowe, co oznacza przyspieszenie upowszechniania robotyki (w 2021 roku było 7 nowych placówek). Warto podkreślić, że wykonanie pierwszych zabiegów nie oznacza, że szpital na trwałe dołączył do grona placówek wykonujących zabiegi w asyście robota chirurgicznego. Dwa szpitale, które w 2022 roku wykonały pierwsze zabiegi robotowe, w chwili obecnej nie planują ich kontynuować.

Lista placówek, w których po raz pierwszy w 2022 roku wykonano zabiegi robotowe:

- Śląskie Centrum Urologii UROVITA w Chorzowie (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w lutym, od listopada 2022 wykorzystuje już dwa systemy Versius)
- Szpital Mazovia w Częstochowie (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w marcu systemem da Vinci, obecnie nie wykonuje takich zabiegów)
- Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego w Lublinie (pierwszy zabieg wykonano w kwietniu, stosuje system da Vinci)
- Szpital Certus (EMC) w Poznaniu (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w czerwcu systemem Versius, obecnie nie wykonuje takich zabiegów)
- Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. św. Rafała w Czerwonej Górze (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w lipcu systemem Versius)
- Szpital Miejski Nr 4 w Gliwicach (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w lipcu, systemem Versius)
- Uniwersyteckie Centrum Kliniczne GUMed w Gdańsku (pierwszy zabieg w lipcu, system Versius)
- Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II w Bełchatowie (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w lipcu systemem Versius)
- Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 1 w Lublinie (pierwszy zabieg wykonano w lipcu, systemem Versius)
- Szpital Morski im. PCK w Gdyni (pierwszy zabieg wykonano we wrześniu, systemem da Vinci)
- Szpital Specjalistyczny im. prof. E. Michałowskiego MED Holding w Katowicach (pierwszy zabieg wykonano we wrześniu, systemem da Vinci)
- Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 4 w Lublinie (pierwszy zabieg wykonano we wrześniu, systemem Versius)
- Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w październiku, aktualnie wykorzystuje już dwa systemy da Vinci)
- Wojewódzkie Wielospecjalistyczne Centrum Onkologii i Traumatologii im. M. Kopernika w Łodzi (pierwszy zabieg – prostatektomię – wykonano w listopadzie, systemem da Vinci)
- Opolskie Centrum Onkologii (pierwszy zabieg wykonano w listopadzie, systemem Versius)



Krzysztof Jakubiak

Modern Healthcare
Institute

W pierwszej połowie 2023 roku 8 kolejnych szpitali dołączyło do tej listy. Operacje robotowe z wykorzystaniem systemów Versius zaczęły wykonywać:

- Regionalny Szpital Specjalistyczny im. dr. W. Biegańskiego w Grudziądzu
- Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Puławach
- Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
- Szpital Powiatowy im. T. Chałubińskiego w Zakopanem.

Natomiast systemy da Vinci zaczęły wykorzystywać:

- Szpital Uniwersytecki Nr 2 im. dr J. Biziela w Bydgoszczy
- Szpital Uniwersytecki Nr 1 im. dr A. Jurasza w Bydgoszczy
- Wielospecjalistyczny Szpital Miejski im. J. Strusia w Poznaniu
- Szpital św. Rodziny SZOZ w Poznaniu.

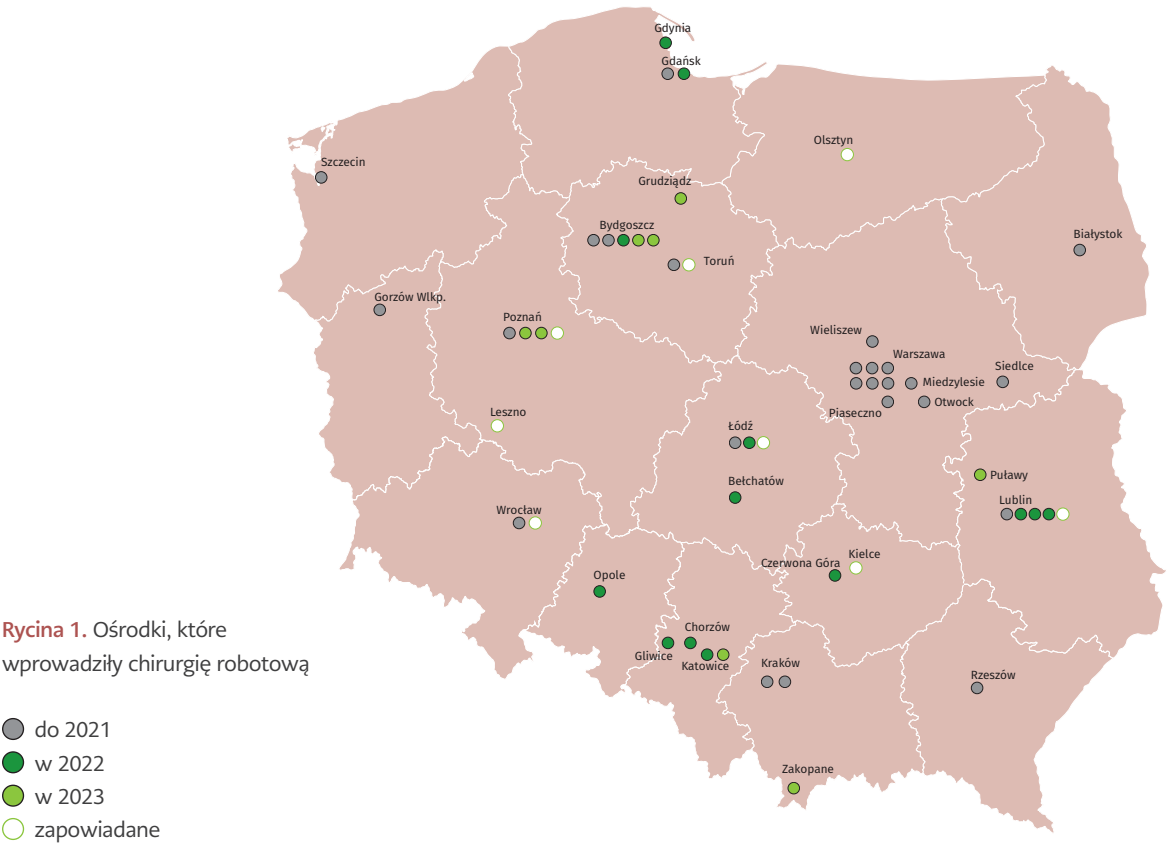
Tabela 1. Placówki wykonujące operacje robotowe

Placówka	Miejscowość	1. zabieg
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny	Wrocław	2010
Specjalistyczny Szpital Miejski im. M. Kopernika w Toruniu	Toruń	2016
Mazovia	Warszawa	2017
Medicover	Warszawa	2018
Szpital św. Elżbiety / Szpital św. Wojciecha LUXMED	Warszawa	2018
Szpital św. Łukasza	Bydgoszcz	2018
Wielkopolskie Centrum Onkologii	Poznań	2018
Szpital Uniwersytecki	Kraków	2018
Wojewódzki Szpital Zespolony im. J. Śniadeckiego	Białystok	2019
Szpital Na Klinach	Kraków	2019
Salve Medica	Łódź	2019
Mazowiecki Szpital Onkologiczny	Wieliszew	2019
Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. Św. Jana Pawła II	Siedlce	2019
Europejskie Centrum Zdrowia	Otwock	2019
SPSK Nr 2 PUM	Szczecin	2020
Szpital św. Wojciecha COPERNICUS	Gdańsk	2020
Państwowy Instytut Medyczny MSWiA	Warszawa	2020
Wojskowy Instytut Medyczny	Warszawa	2020
Międzyleski Szpital Specjalistyczny	Międzylesie	2021
Wielospecjalistyczny Szpital Wojewódzki	Gorzów Wlkp.	2021
Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 1	Rzeszów	2021
Szpital św. Anny (EMC)	Piaseczno	2021
UCK WUM Szpital Kliniczny Dzieciątka Jezus	Warszawa	2021
NZOZ Stadmedica	Bydgoszcz	2021
1. Wojskowy Szpital Kliniczny	Lublin	2021
Śląskie Centrum Urologii UROVITA	Chorzów	2022
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny	Lublin	2022
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. św. Rafała	Czerwona Góra	2022
Szpital Miejski Nr 4	Gliwice	2022
Uniwersyteckie Centrum Kliniczne GUMed	Gdańsk	2022
Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II	Bełchatów	2022

Placówka	Miejscowość	1. zabieg
Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 1	Lublin	2022
Szpital Morski im. PCK (Szpitale Pomorskie sp. z o.o.)	Gdynia	2022
Szpital Specjalistyczny im. prof. E. Michałowskiego MED-Holding	Katowice	2022
Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 4	Lublin	2022
Centrum Onkologii im. F. Łukaszczyka	Bydgoszcz	2022
Wojewódzkie Wielospecjalistyczne Centrum Onkologii i Traumatologii im. M.Kopernika	Łódź	2022
Opolskie Centrum Onkologii	Opole	2022
Uniwersyteckie Centrum Kliniczne SUM	Katowice	2023
Szpital Uniwersytecki nr 2 im. dr J. Biziela	Bydgoszcz	2023
Regionalny Szpital Specjalistyczny im. W. Biegańskiego	Grudziądz	2023
Szpital Uniwersytecki nr 1 im. dr. A. Jurasza	Bydgoszcz	2023
Wielospecjalistyczny Szpital Miejski im. J. Strusia	Poznań	2023
Szpital SPZOZ	Puławy	2023
Szpital św. Rodziny SZOZ	Poznań	2023
Szpital Powiatowy im. Tytusa Chałubińskiego	Zakopane	2023

Kolejne placówki są w trakcie procesów zakupu, dzierżawy lub uruchamiania systemów robotowych – do końca roku planują to zrobić m.in. Szpital Wojewódzki w Poznaniu, Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach, Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. J. Mikulicza-Radeckiego we Wrocławiu,

Wojewódzki Szpital Zespolony im. Rydygiera w Toruniu, Centralny Szpital Kliniczny UM Łodzi, SPZOZ MSWiA z Warmińsko-Mazurskim Centrum Onkologii w Olsztynie, Szpital Zespolony w Lesznie, Centrum Onkologii Ziemi Lubelskiej im. św. Jana z Dukli w Lublinie.



3.1. Regionalne zróżnicowanie rozwoju chirurgii robotowej

Rozwój chirurgii robotowej w poszczególnych regionach Polski jest zróżnicowany. Pierwsze dwa ośrodki dysponujące robotami powstały we Wrocławiu i Toruniu, ale kolejne cztery – to były prywatne szpitale w Warszawie. Po kolejnych kilku robotach, które się pojawiły w Bydgoszczy, Poznaniu, Krakowie, Białymstoku i Łodzi, od końca 2019 roku Mazowsze przejęło prym w rozwijaniu robotyki. Chirurgia robotowa pojawiła się w takich miejscowościach jak Wieliszew, Siedlce, Otwock, Międzyzlesie czy Piasечно, a także – od 2020 roku – w dużych warszawskich szpitalach – Wojskowy Instytut Medyczny, Centralny Szpital Kliniczny MSWiA, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne WUM. Wysokie nasycenie Warszawy i okolic robotami spowodowało, że od 2021 roku żadna nowa mazowiecka placówka nie uruchomiła robotyki. Co prawda warszawski Szpital św. Elżbiety, będący własnością LUXMED, otworzył pracownię robotową z nowym systemem da Vinci w kwietniu 2023, ale jest to kontynuacja wcześniej przejętego ośrodka, działającego od 2018 roku jako Carolina Medical Center/Hifu Clinic.

W 2020 roku szpitale wykonujące zabiegi robotowe znajdowały się w 9 województwach, a połowa wszystkich operacji przypadała na Mazowsze, gdzie wykonano 871 zabiegów. Przeciętna liczba operacji na 100 tys. mieszkańców w całej Polsce wyniosła 4,6 zabiegu. Powyżej średniej znalazły się także województwo kujawsko-pomorskie (10,2 zabiegów), podlaskie (9,5) oraz małopolskie (6,4).

Dzięki intensywnemu otwieraniu nowych ośrodków chirurgii robotowej w wielu nowych placówkach, ich rozmieszczenie na terenie Polski staje się coraz bardziej równomierne, chociaż nadal występują bardzo duże różnice. Nadal nieproporcjonalnie duża liczba placówek i wykonywanych zabiegów

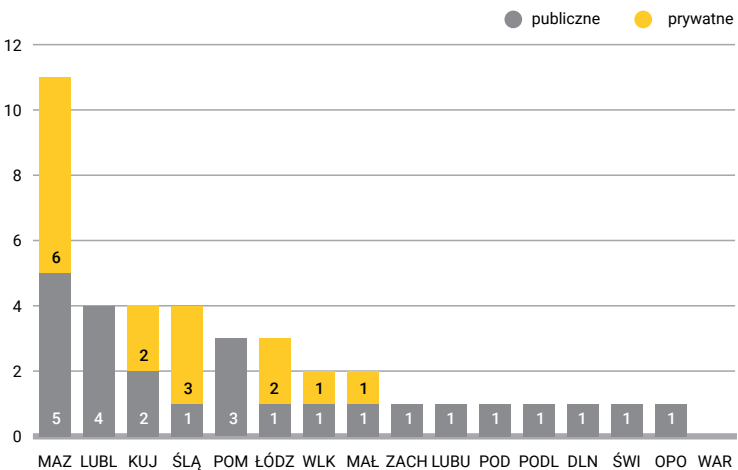
przypada na Mazowsze. 11 mazowieckich szpitali wykonało 43 proc. wszystkich zabiegów (2062 wykonane operacje), co daje średnią 37,4 operacji na 100 tys. mieszkańców. Wśród nich było 5 placówek publicznych, które w sumie wykonały 919 robotowych zabiegów, co daje średnią 16,7 zabiegu na 100 tys. mieszkańców. Udział Mazowsza w liczbie zabiegów uległ jednak widocznemu zmniejszeniu – z 50 proc. w 2020 roku do 42 proc. w 2022 roku.

Od grudnia 2021 roku pierwsze roboty pojawiły się na terenie takich województw jak lubelskie (do września 2022 aż cztery lubelskie szpitale rozpoczęły zabiegi robotowe), śląskie (w 2022 roku roboty pojawiły się w czterech śląskich miastach – Chorzów, Gliwice, Częstochowa, Katowice), opolskie i świętokrzyskie. Na koniec 2022 roku połowa województw, czyli osiem, miała więcej niż jeden ośrodek robotyczny. W kolejnych siedmiu województwach działały pojedyncze systemy, a tylko w jednym województwie, warmińsko-mazurskim, dotychczas nie powstał żaden ośrodek robotowy. Jednak do końca 2023 roku prawdopodobnie tam również, w Olsztynie, pojawi się system da Vinci.

Analiza liczby zabiegów robotowych wykonanych w 2022 roku w zestawieniu z liczbą mieszkańców wykazuje nadal znaczące różnice dostępności robotyki. W całej Polsce na 100 tys. mieszkańców w 2022 roku przypadło średnio 12,8 operacji robotowych. Powyżej tej średniej znalazły się tylko 4 województwa, na czele z Mazowszem, gdzie na 100 tys. mieszkańców przypadało 37,4 zabiegów robotowych.

Zróżnicowana liczba zabiegów robotowych w przeliczeniu liczbę ludności nie wynika jedynie z liczby ośrodków, które wykonują takie zabiegi. Kolejne trzy miejsca – po Mazowszu – pod względem „gęstości” robotyki zajęły bowiem regiony, które mają tylko po jednym ośrodku robotowym,

Wykres 1. Liczba szpitali wykonujących zabiegi w asyście uniwersalnych robotów chirurgicznych (da Vinci, Versius, Senhance)



czyli Zachodniopomorskie (szpital w Szczecinie), Lubuskie (szpital w Gorzowie Wielopolskim) oraz Podlasie (szpital w Białymstoku). Te trzy szpitale wykonują jednak bardzo dużą liczbę zabiegów, co w odniesieniu do niewielkiej liczby mieszkańców sprawia, że wskaźnik dostępności robotyki jest u nich wyższy niż średnia krajowa.

Na drugim końcu, wśród województw z proporcjonalnie najmniejszą liczbą zabiegów robotowych, znalazły się – oprócz warmińsko-mazurskiego

z zerowym wynikiem – województwo opolskie (dopiero w listopadzie 2022 roku Opolskie Centrum Onkologii rozpoczęło zabiegi robotowe) oraz – co jest zaskakujące – województwo dolnośląskie (gdzie w 2010 roku we Wrocławiu powstał pierwszy ośrodek robotyki, ale kolejne wrocławskie szpitale dołączyły dopiero w 2023 roku), a także województwo małopolskie (gdzie dwa ośrodki mają roboty, ale liczba ludności jest relatywnie duża) i świętokrzyskie (w lipcu 2022 jako pierwszy zaczął rozwijanie robotyki szpital w Czerwonej Górze).

Rycina 2. Liczba zabiegów robotowych wykonanych w 2022 roku w stosunku do liczby mieszkańców województwa (liczba zabiegów na 100 tys. mieszkańców)

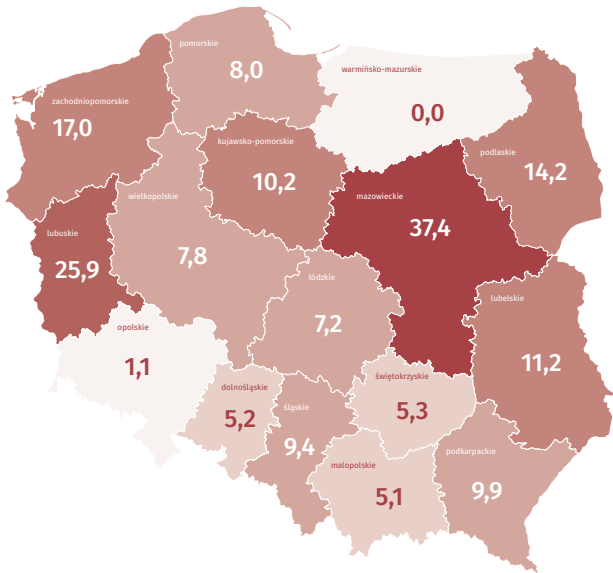


Tabela 2. Liczba operacji robotowych w 2022 roku w poszczególnych województwach

Województwo	Liczba operacji robotowych	Liczba zabiegów na 100.000 mieszkańców	Liczba mieszkańców (tys.)
mazowieckie	2 062	37,4	5 513
lubuskie	255	25,9	985
zachodniopomorskie	280	17,0	1 650
podlaskie	163	14,2	1 149
lubelskie	228	11,2	2 038
kujawsko-pomorskie	205	10,2	2 018
podkarpackie	206	9,9	2 086
śląskie	411	9,4	4 376
pomorskie	188	8,0	2 359
wielkopolskie	272	7,8	3 500
łódzkie	173	7,2	2 395
świętokrzyskie	63	5,3	1 188
małopolskie	176	5,1	3 430
dolnośląskie	152	5,2	2 898
opolskie	10	1,1	949
warmińsko-mazurskie	0	0,0	1 375
Polska	4 844	12,8	37 909

Wykres 2. Liczba zabiegów robotowych wykonanych w poszczególnych województwach (2022 rok)

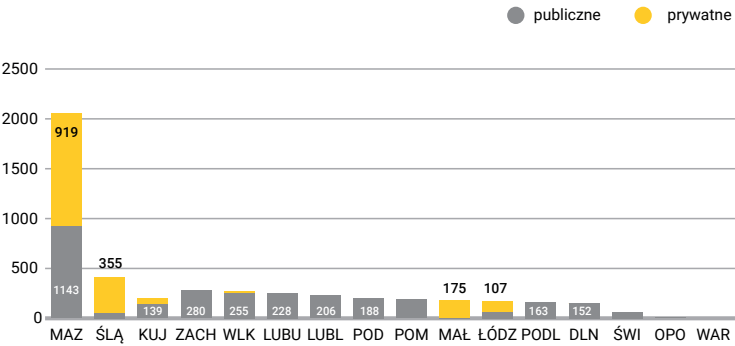
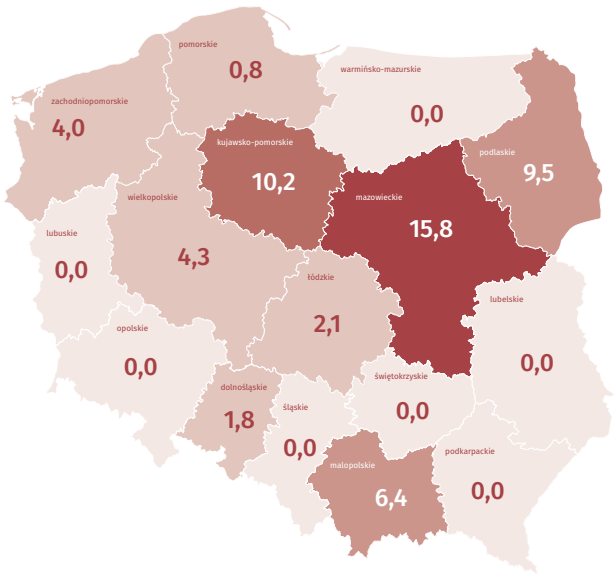


Tabela 3. Liczba operacji robotowych w 2020 roku w poszczególnych województwach

Województwo	Liczba operacji robotowych	Liczba zabiegów na 100.000 mieszkańców	Liczba mieszkańców (tys.)
mazowieckie	871	15,8	5 513
kujawsko-pomorskie	206	10,2	2 018
podlaskie	109	9,5	1 149
małopolskie	220	6,4	3 430
wielkopolskie	152	4,3	3 500
zachodniopomorskie	66	4,0	1 650
łódzkie	51	2,1	2 395
dolnośląskie	51	1,8	2 898
pomorskie	18	0,8	2 359
lubuskie	0	0,0	985
lubelskie	0	0,0	2 038
podkarpackie	0	0,0	2 086
śląskie	0	0,0	4 376
świętokrzyskie	0	0,0	1 188
opolskie	0	0,0	949
warmińsko-mazurskie	0	0,0	1 375
Polska	1 744	4,6	37 909



Rycina 3. Liczba zabiegów robotowych wykonanych w 2020 roku w stosunku do liczby mieszkańców województwa (liczba zabiegów na 100 tys. mieszkańców)

3.2. Liderzy chirurgii robotowej

Panorama polskich szpitali, które wykonują zabiegi w asyście robotów chirurgicznych, uległa w 2022 roku znacznym zmianom, tym niemniej liderzy – czyli placówki, w których wykonuje się najwięcej takich zabiegów – pozostali w dużej mierze ci sami. Nieodmiennie od 2019 roku najwięcej operacji robotowych wykonał prywatny Szpital Medicover w Warszawie.

W 2022 roku wykonano w nim 378 zabiegów, w tym 293 radykalne prostatektomie – wszystkie za pomocą jednego systemu da Vinci. Szpital działa bez kontraktu z NFZ, zabiegi są finansowane przez pacjentów. W ubiegłych latach były to praktycznie tylko zabiegi prostaty, natomiast w 2022 roku w Medicoverze na szerszą skalę zaczęły się rozwijać operacje z zakresu ginekologii onkologicznej oraz chirurgii ogólnej. Szpital Medicover ma trzech operatorów wykonujących zabiegi w asyście robota da Vinci – to dr Paweł Salwa (urologia, 331 zabiegów), dr Joanna Bubak-Dawidziuk (ginekologia, 39 zabiegów) oraz dr Jerzy Draus (chirurgia kolorektalna i przepukliny, 8 zabiegów).

Na drugie miejsce wśród placówek prywatnych wysunęło się Śląskie Centrum Urologii UROVITA w Chorzowie, gdzie lekarze wykorzystują już dwa

systemy Versius. W 2022 roku wykonano tam 254 operacje w asyście robota, w tym 200 zabiegów prostatektomii. Model biznesowy Urovity jest odmienny niż Medicoveru, ponieważ szpital ma kontrakt z NFZ i zabiegi są refundowane. Firma rozwija się także geograficznie i w maju 2023 roku rozpoczęła wykonywanie zabiegów robotowych w szpitalu w Zakopanem.

Równie dużym ośrodkiem chirurgii robotowej, który był w ogóle pierwszym polskim szpitalem prywatnym (i trzecim w ogóle) wykorzystującym (od 2017 roku) robotykę jest warszawski Szpital Mazovia. W 2022 roku wykonano w nim 239 operacji w asyście robota da Vinci, w tym 221 prostatektomii. Szpital także podpisał umowę z NFZ. Mazovia rozwijała się w 2022 roku również geograficznie, najpierw uruchamiając zabiegi robotowe w swoim oddziale w Częstochowie a następnie w Katowicach, po przejęciu Szpitala Specjalistycznego im. prof. E. Michałowskiego. Łącznie, w trzech szpitalach grupy Mazovia wykonano w 2022 roku 340 zabiegów w asyście robotów (mając do dyspozycji dwa systemy da Vinci).

Kolejne duże prywatne ośrodki chirurgii robotowej – to Europejskie Centrum Zdrowia w Otwocku, Szpital św. Anny w Piasecznie oraz Szpital Na Klinach w Krakowie.

Tabela 4. Szpitale prywatne z największą liczbą zabiegów robotowych

	2022	w tym refundowane przez NFZ
Szpital Medicover	378	0
Śląskie Centrum Urologii UROVITA	254	254
Szpital Mazovia w Warszawie	239	191
Szpital św. Anny w Piasecznie	193	60
Europejskie Centrum Zdrowia w Otwocku	173	101

Opinie ekspertów



Krzysztof Przyśliwski

Szpital Medicover

Rozwój chirurgii robotowej w Polsce będzie postępował tak, jak miało i ma to miejsce w Stanach Zjednoczonych i Europie – czyli możemy mówić o dużej dynamice. Spodziewamy się (być może nawet w tym roku) poszerzenia katalogu procedur wykonywanych w asyście robota o nowe wskazania w obszarach chirurgii i ginekologii.

Obecnie wiele szpitali ma ambicję, by posiadać system da Vinci, ale barierą pozostaje wysoka cena robotycznych zabiegów. Jakkolwiek, biorąc pod uwagę rosnącą świadomość pacjentów na temat przewag, jakie oferuje ta technologia, inwestowanie w zabiegi minimalnie inwazyjne wykonywane w asyście robotów, jest uzasadnione i wpisuje się w globalny trend.

Spodziewamy się, że w ciągu najbliższych 3-5 lat liczba robotów zainstalowanych w naszym kraju przekroczy 50. Choć oznacza to dla nas rosnącą konkurencję, cieszymy się, że pacjenci będą mogli skorzystać z większej dostępności, podczas gdy my niezmiennie będziemy budować jakość przeprowadzanych zabiegów w oparciu o doświadczenie naszych operatorów.



dr Paweł Salwa

Szpital Medicover

Operacje w asyście robota mają gigantyczną przewagę nad innymi, starszymi metodami, ale ta metoda jest technicznie bardzo skomplikowana. Przy podejmowaniu decyzji o poddaniu się operacji, takiej jak prostatektomia radykalna, niezwykle ważne jest doświadczenie operatora – lekarza wykonującego zabieg, bo całą operację, każdy ruch i każdy jego milimetr wykonuje operator, a nie maszyna. W mojej ocenie nie wystarczy więc kierować się do danego ośrodka tylko dlatego, że posiada takie urządzenie. Zarówno siebie, jak i każdego bliskiego poddałbym wyłącznie operacji robotycznej w rękach doświadczonego operatora, czyli takiego, który osobiście i w całości wykonał 500-1000 takich operacji. Jest to liczba wskazywana w badaniach naukowych jako potrzebna, aby operator osiągnął poziom ekspercki, a to przekłada się na jak najlepszy efekt operacji.



dr Joanna Bubak-Dawidziuk

Szpital Medicover

Ginekolodzy coraz chętniej podejmują się wykonywania zabiegów z użyciem robota chirurgicznego. Przemawia za tym między innymi znaczna precyzja zabiegów wykonywanych robotowo, a także możliwość

przeprowadzania zabiegów o dużym stopniu skomplikowania, których wykonanie innymi metodami mało inwazyjnymi jest ogromnie trudne, przy jednoczesnym zachowaniu całkowitego bezpieczeństwa u pacjentki. Zastosowań systemu robotycznego w obszarze ginekologii jest bardzo dużo, metoda ta od pewnego czasu zyskuje szczególne uznanie w leczeniu skrajnie zaawansowanej endometriozy m.in. z zajęciem przewodu pokarmowego, nerwów miednicy czy też przepony. Ogromne korzyści przynosi również wykorzystanie robota w przypadku nowotworów ginekologicznych np. raka trzonu macicy. Obserwuje się również znaczne zainteresowanie ginekologią operacyjną z zastosowaniem robota wśród młodych specjalizantek ginekologii, co daje nadzieję, że wkrótce przynajmniej część z nich będzie samodzielными operatorami systemów robotycznych.



dr Marek Zawadzki

Szpital św. Anny w Piasecznie

Aktualnie dzieje się w Polsce to, co stało się w Szwecji 5-7 lat temu. Szwedzi zakupili kilkadziesiąt robotów, mają ich bardzo dużo. Ponieważ robotyka się rozwinęła, obecnie mają problem zupełnie innego rodzaju – operację raka nerki czy prostaty z wykorzystaniem robota pacjent onkologiczny w Szwecji ma wykonywaną w ciągu 2-3 tygodni od decyzji. Natomiast chorzy z innymi chorobami, jak choćby zatrzymaniem moczu czy kamicą nerkową, czekają na swoje zabiegi – do których żadnych robotów nie potrzeba – powyżej trzech miesięcy. W urologii śmiertelność onkologiczna stała się niższa niż śmiertelność chorób nieonkologicznych. Obyśmy nie doszli do takiej samej sytuacji w Polsce, że szpitale posiadające roboty będą łowić wszystkich pacjentów onkologicznych, co przy takiej samej obsadzie personalnej – bo z dnia na dzień nie będziemy mieli większej liczby urologów, anestezjologów czy pielęgniarek – odebrać pozostałym pacjentów od leczenia urologicznego. Wzrosną kolejki do świadczeń pozaonkologicznych.

Powinniśmy sobie zadać pytanie, czy nie wytypować pewnej liczby ośrodków, kilkunastu, do których są kierowani pacjenci onkologiczni – a inne ośrodki urologiczne nie powinny konkurować w tej samej grupie, tylko zajmować się leczeniem pacjentów pozaonkologicznych. Gdybyśmy mieli w Polsce około 15 ośrodków na 7-8 tysięcy prostatektomii rocznie, i zakładając, że grupa pacjentów leczonych radioterapią będzie się przesuwac w kierunku chirurgii, wtedy roboty w tych ośrodkach będą się finansować.



dr Łukasz Nyk

Europejskie Centrum Zdrowia Otwock,
II Klinika Urologii CMKP

Uważam że perspektywy rozwoju chirurgii robotowej w Polsce są duże, ale dostrzegam pewne niebezpieczeństwa i pułapki. To, na co środowisko urologiczne powinno, moim zdaniem, zwrócić szczególną uwagę, to system szkolenia i zakupu kolejnych robotów. Słyszemy o „doraźnych” szkoleniach i zakupie robotów do ośrodków z małym doświadczeniem w urologii onkologicznej i laparoskopowej. Aby gwarantować jakość naszej pracy z wykorzystaniem drogiego sprzętu, czego głównym beneficjentem powinien być chory na nowotwór pacjent, powinniśmy dążyć do stworzenia ośrodków referencyjnych z dużym doświadczeniem chirurgicznym (a takich a naszym kraju nie brakuje), które mogłyby szkolić urologów robotycznych.

Nie jestem przeciwnikiem zakupu robotów do mniejszych ośrodków, bo wierzę, że kiedyś będziemy używać robotów powszechnie do operacji, ale plan ich zakupu (bo zakup odbywa się głównie ze środków publicznych, czyli naszych) powinien być dobrze przemyślany, zaplanowany i poprzedzony odpowiednim szkoleniem zespołu operacyjnego. Uważam, że dodatkowym impulsem do rozwoju urologii robotowej w Polsce będzie wprowadzenie refundacji na inne procedury/operacje. Myślę tu głównie o leczeniu chorych na raka nerki i pęcherza moczowego, czyli operacje resekcji guza nerki z oszczędzeniem jej miąższu i cystektomii radykalnej, ale również operacje rekonstrukcyjne np.: plastyka połączenia miedniczkowo-moczowodowego. Jestem dobrej myśli, bo na co dzień widzę entuzjazm młodych urologów i rezydentów chcących kształcić się i rozwijać w kierunku urologii robotowej.

Spośród placówek publicznych najwięcej zabiegów w asyście robota wykonał Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 2 PUM w Szczecinie – 280. Drugie i trzecie miejsce pod względem liczby zabiegów zajęły warszawskie instytuty: Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy (274 zabiegi) oraz Państwowy Instytut Medyczny MSWiA (dawniej CSK MSWiA), gdzie wykonano 263 zabiegi. Kolejne publiczne placówki z liczbą zabiegów powyżej 200 w 2022 roku pochodziły

z Poznania (Wielopolskie Centrum Onkologii – 255 operacji), Gorzowa Wielkopolskiego (Wielospecjalistyczny Szpital Wojewódzki – także 255 zabiegów), Rzeszowa (Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 1 – 206 zabiegów) oraz Siedlec (Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. św. Jana Pawła II – 203 zabiegi systemem da Vinci, a dodatkowo także 16 operacji z wykorzystaniem specjalistycznego robota neurochirurgicznego ExcelsiusGPS).

Tabela 5. Szpitale publiczne z największą liczbą zabiegów robotowych w 2022 roku

		2020	2021	2022
1	SPSK Nr 2 PUM w Szczecinie	66	183	280
2	Wojskowy Instytut Medyczny	32	205	274
3	Państwowy Instytut Medyczny MSWiA (CSK)	7	137	263
4-5	Wielopolskie Centrum Onkologii	152	182	255
4-5	Wielospecjalistyczny Szpital Wojewódzki w Gorzowie Wlkp.	-	77	255
6	Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 1 w Rzeszowie	-	119	206
7	Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. Św. Jana Pawła II w Siedlcach	95	145	203
8	Wojewódzki Szpital Zespolony im. J. Śniadeckiego w Białymstoku	109	105	163
9	Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu	51	77	152
10	Międzyleski Szpital Specjalistyczny	-	82	117

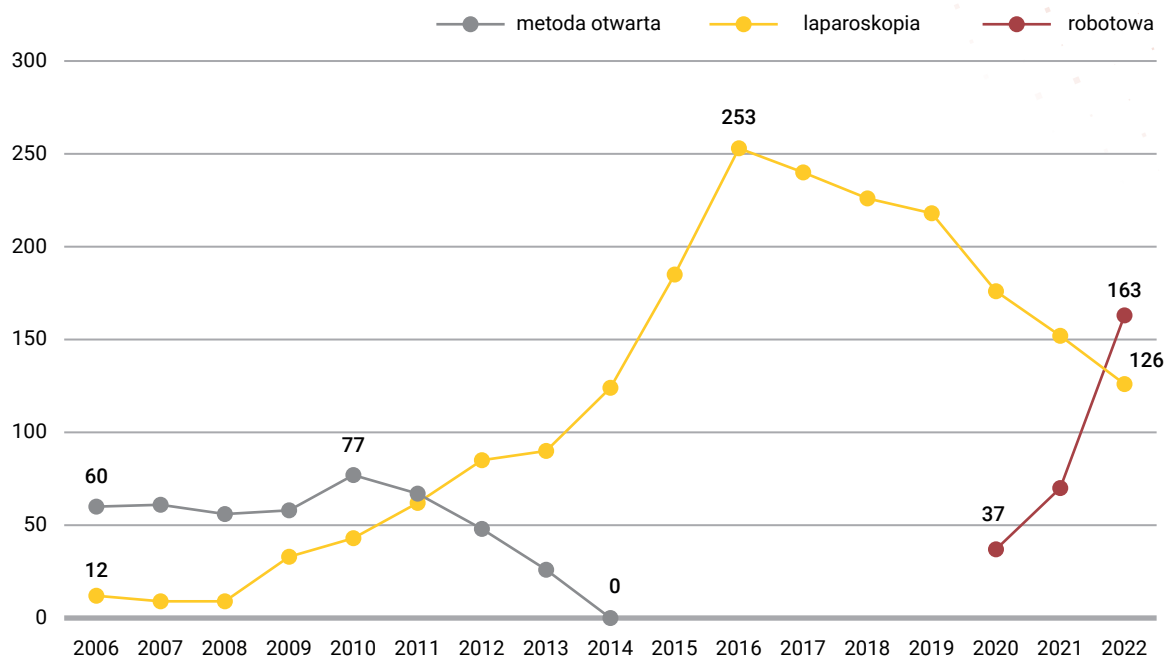
3.3. Rozwój chirurgii robotowej w SPSK Nr 2 PUM w Szczecinie

Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 2 w Szczecinie jest obecnie jedyną placówką w województwie pomorskim, która dysponuje robotycznym systemem chirurgii ogólnej. Pierwszy zabieg w asyście systemu da Vinci wykonał w sierpniu 2020 roku i już po dwóch latach stał się liderem pod względem liczby zabiegów w publicznym sektorze. Kołem zamachowym tego rozwoju są zabiegi radykalnej prostatektomii, których od 2016 roku szpital wykonuje ponad 200 rocznie. Od 2014 roku były one wykonywane wyłącznie metodą laparoskopową. Wraz z uruchomieniem robotyki, liczba zabiegów laparoskopowych w SPSK Nr 2 PUM szybko spada – w 2022 roku po raz pierwszy liczba zabiegów

robotowych (163) przewyższyła laparoskopową metodę prostatektomii (126).

Zabiegi w szczecińskim szpitalu w 2022 roku przeprowadzało 6 operatorów. W obszarze urologii byli to prof. Marcin Słojewski (142 zabiegi), dr Mateusz Wojtarowicz, dr Adam Gołąb i dr Janusz Lisiński, w chirurgii ogólnej – dr Krzysztof Kaseja (74 zabiegi) a w ginekologii prof. Anita Chudecka-Głaz (20 zabiegów).

Dane kliniczne SPSK Nr 2 potwierdzają wysoką jakość wykonywanych zabiegów w asyście robota, zwłaszcza w odniesieniu do szybkiego powrotu pacjenta do zdrowia, mniejszego zakresu transfuzji, powikłań i skutków ubocznych.



Wykres 3. Ewolucja techniki prostatektomii radykalnej w Klinice Urologii i Onkologii Urologicznej PUM (SPSK Nr 2)

Tabela 6. Podsumowanie efektywności zabiegów raka prostaty z wykorzystaniem robota da Vinci w Klinice Urologii i Onkologii Urologicznej PUM (SPSK Nr 2)

Liczba operacji	>400
Średni czas konsolowy trwania zabiegu	134 min. (80 – 240)
Średnia utrata	1,54 mmo/l (0,1 – 4,4)
Konieczność transfuzji	poniżej 1%
Wypis pacjenta	ponad 80% w drugiej dobie
Konwersje do innych form zabiegu	0
Powikłania Clavien > 2	2,7%
Remisja biochemiczna po 12 miesiącach:	94,4%
Pełna kontynencja pacjenta po 6 tygodniach	89,6%
Pełna kontynencja pacjenta po 12 tygodniach	95,2%

Tabela 7. Podsumowanie efektywności zabiegów raka nerki z wykorzystaniem robota da Vinci w Klinice Urologii i Onkologii Urologicznej PUM (SPSK Nr 2)

Liczba operacji	40
Średni wymiar guza	3,23 cm (1,4 – 6,3)
Średni czas konsolowy trwania zabiegu	100 min. (50-180)
Średnia utrata krwi	175 ml (0 – 500)
Konieczność transfuzji	< 5%
Wypis pacjenta	45% – druga doba 31% – trzecia doba
Konwersje do innych form zabiegu	0
Powikłania Clavien > 2	0



dr Krzysztof Kaseja

Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 2
PUM w Szczecinie

Obecnie jako przeszkody, które hamują rozwój chirurgii robotowej, wskazałbym wysoki koszt zakupu samych systemów robotycznych, jak i narzędzi robotycznych, zwłaszcza tych z przeznaczeniem do pojedynczego użycia (tj. narzędzi wysokiej energii, jak vessel sealer czy staplery i ładunki do nich). Przeszkodą jest także brak refinansowania procedur robotycznych (poza prostatektomią). Obecnie trwają negocjacje z Ministerstwem Zdrowia w zakresie refinansowania operacji raka odbytnicy.

Wskazać należy także na praktyczny, stricte medyczny aspekt szkoleń. A mianowicie – brak krajowych ośrodków referencyjnych dedykowanych do szkolenia w zaawansowanych procedurach robotycznych. To nie jest i nie powinno być po stronie dystrybutora systemów (ten wywiązuje się ze swojego zakresu doskonale). Taką rolę powinny mieć medyczne towarzystwa naukowe.

Natomiast o dobrych perspektywach świadczy niewątpliwie obecny dzisiaj 30 proc. wskaźnik prostatektomii z powodu raka wykonywanych w Polsce robotycznie. To ogromny skok ilościowy, a w ciągu najbliższych 5 lat sądzę, że osiągniemy poziom ok. 80 proc.

Na świecie najwięcej procedur robotycznych wykonują chirurdzy, w Polsce obecnie procedury chirurgiczne stanowią zaledwie ok. 12-15 proc. wszystkich operacji wspomaganych robotem. Dalszy ich rozwój jest zależny od poprawy finansowania procedur chirurgicznych oraz rozwoju sektora prywatnego, który będzie oferował dostęp do robotycznych technik, które nigdy nie zdobędą refinansowania ze środków NFZ, takich jak: naprawa złożonych przepuklin brzusznych, przepuklin przeponowych czy nawet przepuklin pachwinowych. To te operacje stanowią o ilości robotycznych zabiegów w skali świata. Operacje onkologiczne generują może 30 proc. tego ruchu.



prof. Piotr Jarzemski

Szpital Uniwersytecki nr 2 im. dr. Jana Biziela
w Bydgoszczy

Perspektywy rozwoju systemu robotowego w Polsce są podobne jak w innych krajach rozwiniętych. Liczba ośrodków wykonujących operacje w asyście robota będzie stale wzrastać. Tempo rozwoju będzie podobne jak w operacji laparoskopowych. W województwie kujawsko-pomorskim wszystkie oddziały urologii wykonują operacje laparoskopowe. W mojej opinii operacje robotowe w najbliższych latach zastąpią zabiegi laparoskopowe i staną się standardem w urologii. Jedynym ograniczeniem rozwoju w Polsce jest brak systemu finansowania, brak możliwości dopłat do operacji z wykorzystaniem robota.

Pozyskanie nowoczesnego sprzętu to jedno, ale prawdziwym wyzwaniem dla szpitala jest wyszkolenie odpowiedniej liczby zespołów potrafiących posługiwać się tą zaawansowaną aparaturą. Aktualnie w Klinice Urologii dysponujemy już trzema zespołami biegłymi w wykonywaniu procedur urologicznych w asyście robota daVinci.

To jednak nie wszystko – zamierzamy szkolić kolejne zespoły, nie tylko urologów, ale również ginekologów, chirurgów, laryngologów. Program jest elementem powstającego nowego bloku operacyjnego (w ramach rozbudowy placówki), na terenie którego zaprojektowane zostały specjalne sale dedykowane systemom robotowym. Do czasu uruchomienia nowego bloku systemy robotowe będą przez szpital wynajmowane. Naszym celem jest uzyskanie odpowiedniej liczby zespołów, których poziom wyszkolenia umożliwi wykonywanie zabiegów zanim powstanie nowy blok operacyjny.

Aktualnie rozpoczęliśmy prace na robocie da Vinci, w marcu w szpitalu odbyła się również prezentacja jeszcze nowszego systemu robotowego Versius. Jesteśmy przekonani, że w kolejnych latach NFZ, wzorem innych krajów europejskich, nie tylko rozszerzy katalog robotowych procedur urologicznych, ale wprowadzi finansowanie zabiegów robotowych w dziedzinie ginekologii, chirurgii i laryngologii. Szpital Uniwersytecki im. dr. Jana Biziela w Bydgoszczy dzięki rozpoczętemu programowi już przygotowuje się na sprostanie nowym wyzwaniom.



prof. Anita Chudecka-Głaz
Samodzielny Publiczny Szpital
Kliniczny Nr 2 PUM w Szczecinie

Chirurgia robotowa znalazła swoje miejsce w ginekologii onkologicznej. Z powodzeniem i dobrymi wynikami operujemy pacjentki z rakiem endometrium.

Głównymi przeszkodami, które spotykamy, są mała liczba patientek z rakiem endometrium, trafiająca do ośrodków specjalistycznych referencyjnych, a tym samym zbyt mała liczba patientek, które mogą skorzystać z najbardziej nowoczesnej chirurgicznej techniki robotowej.

Wynika to z rozproszenia leczenia onkologicznego, braku centralizacji onkologii ginekologicznej. Nadzieje wiążemy z Krajową Siecią Onkologiczną. Być może wtedy patientki z rakiem endometrium będą operowane w najlepiej do tego przygotowanych ośrodkach.



prof. Marcin Słojewski
Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 2 PUM
w Szczecinie

Dość niespodziewany i niezwykle dynamiczny wzrost rynku chirurgii robotowej w Polsce może skutkować wystąpieniem kilku zjawisk, zarówno korzystnych, jak i niepokojących. Z punktu widzenia patienta dostępność technologii robotowej, szczególnie we wskazaniach onkologicznych, niesie szansę na leczenie zgodne z aktualnymi standardami, z mniejszym ryzykiem powikłań, utraty krwi, precyzji preparowania i lepszymi wynikami czynnościowymi takich operacji jak prostatektomia radykalna. Z drugiej jednak strony należy pamiętać, że liczba chorych z rakiem stercza kwalifikowanych do leczenia operacyjnego jest w przybliżeniu w skali naszego kraju stała, a wzrost liczby systemów może prowadzić do sytuacji spadku liczby operacji wykonywanych w danym ośrodku. To z kolei przekłada się na jakość tych procedur. Zakładając nawet fakt krótszej „krzywej nauczania” dla techniki robotowej w porównaniu z np. laparoskopową, to wciąż w ośrodku, w którym dotychczas wykonywało się kilkanaście do kilkudziesięciu takich operacji rocznie, mała jest szansa na uzyskanie i utrzymanie jakości. Realizacja ambicji dyrektorów jednostek medycznych czy poszczególnych lekarzy może się jednym słowem odbywać kosztem patientów. Stąd tak istotną kwestią jest zapewnienie odpowiedniego poziomu szkolenia realizowanego zarówno przez dystrybutorów urządzeń, ale i samodoskonalenia samych zespołów operacyjnych. Ważna jest kontrola liczby i jakości

wykonywanych procedur, analiza wyników i powikłań oraz zewnętrzne audyty potwierdzające utrzymanie poziomu wyszkolenia. Niestety te obowiązki są w wielu miejscach w Polsce lekceważone i niewymuszane przez administrację czy płatnika.

Korzystne byłoby utworzenie z inicjatywy głównych graczy na tym rynku ośrodków szkoleniowych, stworzenie bazy specjalistów szkolących zarówno w tych centrach, jak i na miejscu w ośrodkach wprowadzających roboty do codziennego użytku.

Należy pamiętać, że kupno robota chirurgicznego to nie tylko wprowadzenie nowej zabawki na blok operacyjny. Wymaga to często reorganizacji czasu pracy bloku robotowego, wydzielania dedykowanego personelu, prowadzenia wydzielonej gospodarki materiałowo-magazynowej, stworzenie szybkiej ścieżki sterylizacji i interdyscyplinarnej wymiany materiałów eksploatacyjnych. Do zadań kadry medycznej należy wprowadzenie nowej „kultury” zarządzania poprzez m. in. określenie standardów procedur, ujednolicenie protokołów pomiędzy zespołami (redukcja zmienności w tym zakresie), monitorowanie wyników (czas, powikłania, clinical meetings, wymiana doświadczeń), określenie i likwidacja przeszkód w rozwoju w uzgodnieniu z zarządem jednostki. Ideą jest przyjęcie chirurgii robotowej jako priorytetu, a nie „eksperymentu” medycznego, ekonomicznego lub organizacyjnego. Stawka jest wysoka, bowiem oczekujemy redukcji liczby powikłań, skrócenia czasu hospitalizacji, spadku liczby działań niepożądanych, optymalizacji czasu pracy bloku operacyjnego. Oczekujemy również wzrostu motywacji personelu, doświadczenia chirurgicznego, zwiększenia liczby wskazań oraz w konsekwencji atrakcyjności i konkurencyjności ośrodka.

Oczywiście, ale nie jedyną przeszkodą na drodze do skutecznego wprowadzenia robotyki w poszczególnych jednostkach oraz w całym systemie jest liczba refundowanych procedur oraz poziom tej refundacji. Niestety dostrzegam motywację finansową jako dominującą w przypadku większości ośrodków, decydującą się na instalację nowych systemów. Oby ilość przerodziła się w jakość.



dr Tomasz Kozłowski

Wielkopolskie Centrum Onkologii
w Poznaniu

Najbliższe lata będą okresem dynamicznego wzrostu zarówno ilości, jak i typu przeprowadzanych zabiegów wspomaganych robotowo. Wprowadzenie na szeroką skalę przez kolejne firmy nowych systemów powinno spowodować obniżenie cen zakupu dla szpitali,

zmniejszając barierę finansową. Niewątpliwie jest to szansa na rozwój różnych dziedzin zabiegowych w naszym kraju.

Naturalnym kolejnym krokiem wydaje się być także prowadzenie na szerszą skalę szkoleń w dziedzinach chirurgii robotycznej w polskich szpitalach, ze stworzeniem ośrodków szkoleniowych.

Są jednak także „cienie” – w mojej opinii brak stworzenia tzw. „high volume centers”, poprzedzonego rzetelnym określeniem dostępnych sił, środków i potrzeb zdrowotnych będzie zagrożeniem dla optymalnego wykorzystania robotów medycznych.

Z perspektywy doświadczeń ośrodka, który dotychczas wykonał prawie 900 zabiegów tego typu, bez skupienia działalności

robotów w ośrodkach o największym potencjale i doświadczeniu – trudne będzie osiągnięcie efektu optymalnego zarówno pod względem ekonomicznym, jak i przede wszystkim bezpiecznego i przynoszącego maksymalny zysk pacjentowi.

Kolejną kwestią jest konieczność zapewnienia odrębnego finansowania zabiegów robotowo wspomaganych dla innych dziedzin poza urologią (prostatektomią), gdzie dobrym pomysłem wydaje się jednocześnie utrzymanie warunku minimalnej ilości wykonanych procedur. Z pewnością rzetelny rejestr efektów wykonania zabiegów przy zastosowaniu różnych metod operacyjnych pomógłby w określeniu optymalnego portfolio zabiegów.



prof. Andrzej Nowakowski

Mazowiecki Szpital Wojewódzki im.
św. Jana Pawła II w Siedlcach

Moje aktualne doświadczenie obejmuje nieco powyżej 150 zabiegów robotycznych wykonanych głównie na modelu X oraz w mniejszym stopniu Xi w zakresie ginekologii i ginekologii onkologicznej przeprowadzonych w ciągu 3 lat. Zaczynałem w trudnym pandemicznym okresie i na pierwsze planowane

zabiegi mój zagraniczny proktor nie doleciał ze względu na wstrzymanie lotów. Pierwszy zabieg pod postacią histerektomii zrealizowałem pod okiem proktora-urologa z naszego ośrodka – doktora Piotra Kani, któremu dziękuję za wsparcie i pomoc.

Oceniam, iż krzywa uczenia jest znacznie krótsza niż w przypadku laparoskopii, szczególnie w przypadku zabiegów bardziej skomplikowanych. Wbudowany moduł Firefly umożliwiający detekcję węzła wartowniczego z wykorzystaniem zieleni indocyjaninowej sprawia, iż moim zdaniem chirurgia robotyczna stanie się podstawową metodą leczenia u znacznej części pacjentek z rakiem błony śluzowej trzonu macicy. Uważam, iż jest to wyjątkowa technika szczególnie u kobiet bardzo otyłych, których

odsetek jest bardzo znaczny wśród kobiet z rakiem endometrium. Kilka zoperowanych przez nas, co ważne bezpiecznie i bez powikłań, kobiet miało BMI sięgające 60.

Chociaż w Polsce z pewnością bariera finansowa uniemożliwi szybkie upowszechnienie techniki robotycznej w ginekologii w pełnym portfolio zabiegów operacyjnych, to przy ocenie efektywności kosztowej powinny być brane pod uwagę nie tylko koszty bezpośrednie, jak zakup systemu robotycznego czy narzędzi robotycznych, ale także inne koszty pośrednie, jak chociażby koszty społeczne związane z absencją w pracy itd. Jestem przekonany, że będą niższe niż w przypadku tradycyjnych zabiegów per laparotomiam.



prof. Marek Durlik

Państwowy Instytut Medyczny MSWiA w Warszawie

Pacjenci chwalą operacje robotyczne. Nie chcą mieć na brzuchu dużej blizny, chcą uniknąć zakażenia rany pooperacyjnej, ryzyka powstania zakrzepicy czy infekcji. Podczas zabiegu dystalnej resekcji trzustki pokazujemy, że można usunąć ogon trzustki w przypadku dużego guza torbielatowego z oszczędzeniem śledziony i naczyń śledzionowych, nie niszcząc zdrowych tkanek. Taka operacja jest łatwiejsza przy użyciu optyki robotowej, czyli obrazu wizyjnego 3D full HD.



dr Robert Kozłowski

Wojewódzki Szpital Zespolony im. Śniadeckiego
w Białymstoku

Największą przeszkodą w rozwoju tej dziedziny jest brak refundacji procedur robotowych przez NFZ. Wprowadzenie refundacji prostatektomii robotowej przyniosło lawinowy wzrost ilości wykonywanych procedur. Kryteria kwalifikujące do refundacji prostatektomii robotowej wymagają weryfikacji. Wymóg wykonania scyntygrafii układu kostnego jest w większości przypadków nieuzasadniony merytorycznie. W kolejce do refundacji czekają takie zabiegi urologiczne jak częściowa resekcja nerki, cystektomia (czyli usunięcie pęcherza moczowego z wytworzeniem odprowadzenia moczu).



dr Krzysztof Kamecki

Centrum Onkologii w Bydgoszczy

Zmniejszenie sumarycznych kosztów leczenia pacjentów po zabiegach wykonanych techniką robotową – znaczne skrócenie pobytu w szpitalu i rekonwalescencji,

lepszą jakość życia po leczeniu onkologicznym, skrócenie czasu niezdolności do pracy zawodowej, najniższe ryzyko powikłań pooperacyjnych – to korzyść dla pacjentów przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów opieki zdrowotnej ponoszonych przez państwo.

Technika robotowa przyspiesza leczenie operacyjne – skraca czas operacji, skraca pobyt pacjenta w szpitalu, uwalnia łóżka szpitalne i skraca czas oczekiwania w kolejce na przyjęcie do szpitala i leczenie operacyjne, zmniejsza obciążenie personelu medycznego, wymaga mniejszej liczby osób do przeprowadzenia zabiegu, w efekcie skraca

kolejkę na leczenie operacyjne wszystkich pacjentów, nie tylko korzystających w techniki robotowej (uwolnienie zasobów szpitala i zwiększenie wydajności zabiegowych świadczeń zdrowotnych).

Główne przeszkody rozwoju – to brak finansowania przez Narodowy Fundusz Zdrowia innych typów zabiegów w dziedzinie urologii, ginekologii, chirurgii za pomocą robota chirurgicznego dla świadczeniodawców publicznych, nadal wysoki koszt zakupu wymaganego sprzętu oraz szkolenia personelu medycznego w zakresie przeprowadzania tego typu zabiegów.



dr Mateusz Jobczyk

Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II w Bełchatowie,
Salve Medica w Łodzi

W łódzkim Salve Medica wykonujemy od grudnia 2021 roku zabiegi na obu systemach, wcześniej zabiegi były wykonywane tylko przy użyciu systemu robotycznego da Vinci S. Porównujemy te dwa systemy – są między nimi pewne różnice, każdy z nich ma swoją specyfikę. Różnice dotyczą m.in. obsługi – w systemie Versius wszystko wykonujemy dłońmi, natomiast w da Vinci niektóre czynności, m.in. koagulację i sterowanie kamerą, wykonuje się za pomocą stóp. Druga różnica polega na tym, że Versius ma konsolę otwartą – operator siedzi przed ekranem i ma nałożone okulary 3D. W systemie robotycznym da Vinci S konsola jest zamknięta, czyli operator nieco chowa głowę w konsoli, aby mieć widok 3D. Sterowanie konsolą Versiusa jest bardziej zbliżone do laparoskopii, ponieważ jest wykonywane za pomocą całej dłoni. W systemie da Vinci S konsolą sterujemy przy użyciu placów dłoni, które wkładamy w manetki robota.

Decyzję o odpowiednim systemie robotycznym podejmuje pacjent wraz z operatorem – urologiem. W tym przypadku ważne są także preferencje operatora oraz zakres planowanej operacji. Jeśli chodzi o mnie, obecnie większość operacji wykonuję przy użyciu robota Versius, gdyż szpital zawarł umowę z firmą dystrybuującą ten system robotyczny. Mam tu na myśli Szpital Wojewódzki im. Jana Pawła II w Bełchatowie, w którym na co dzień korzystam z systemu Versius, a operacje są finansowane w ramach kontraktu NFZ. Do końca roku mamy zamiar wykonać co najmniej 50 zabiegów. W Salve Medica w Łodzi, czyli w sektorze prywatnym, również w ostatnim czasie pracowałem przy użyciu robota Versius.



płk dr Jacek Doniec

Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut
Badawczy

Zabieg robotyczny jest naturalną ewolucją zabiegów laparoskopowych. Robot chirurgiczny zapewnia niespotykaną zwinność narzędzi, doskonałą wizualizację (obraz trójwymiarowy, dziesięciokrotne powiększenie operowanego miejsca), wyeliminowanie drżenia rąk chirurga, i co jest nie do przecenienia, wygodną pozycję operatora podczas zabiegu. Niestety posiada także niedogodności, z których największą jest brak odczucia zwrotnego narzędzi podczas operacji, ponadto długi czas dokowania w porównaniu do innych zabiegów oraz ograniczoną możliwość ingerencji asysty w zabieg.

Obecnie robot wykorzystywany jest do skomplikowanych zabiegów, dlatego tak istotne jest doświadczenie chirurga operującego robotem. Aby utrzymywać swoje umiejętności na minimalnym poziomie, chirurg powinien wykonywać co najmniej 50-70 zabiegów rocznie.

Z punktu widzenia pacjenta najważniejszymi korzyściami zabiegu robotycznego są krótszy czas hospitalizacji pozabiegowej, mniejsza śródoperacyjna utrata krwi oraz stosunkowa łatwość operowania pacjentów z wysokim BMI w porównaniu do innych technik operacyjnych. Istotne jest również to, aby robotami dysponowały przede wszystkim wyspecjalistyczne ośrodki, dysponujące odpowiednim doświadczeniem, kadrą medyczną i zapleczem klinicznym, mogące w pełni wykorzystać potencjał i możliwości tych systemów. Niemniej bez strategii płatnika zorientowanej na pacjenta, każda inicjatywa związana z chirurgią robotyczną pozostanie na etapie eksperymentu.



dr hab. n. med.

Roman Sosnowski

Warmińsko – Mazurskie Centrum
Onkologii, SPZOZ MSWiA w Olsztynie

Przed ponad dwudziestoma laty osobiście miałem przyjemność odbyć wielomiesięczny staż urologiczny w jednym z wiodących duńskich ośrodków – Skejby Hospital w Aarhus, gdzie mogłem „fizycznie” dotknąć i pracować z pierwszą wersją systemu robotycznego da Vinci. Rozwiązania techniczne pozwalające na siedem stopni swobody narzędzia pracującego, trójwymiarowy obraz, ergonomiczna pozycja operatora, zlikwidowanie drżenia dłoni chirurga zafascynował mnie i uzmysłowił, jak istotny dokonał się „skok” technologiczny. Wówczas na fali tej fascynacji czy

wręcz oszołomienia każdą wolną chwilę spędzałem na bloku operacyjnym czy w specjalnym „laboratorium robotycznym”, przyglądając się zabiegom i w miarę możliwości nabierając umiejętności pracy na systemie robotycznym.

Ponieważ system da Vinci był zupełną nowością, mało znanym produktem w Polsce przygotowałem wraz z duńskimi kolegami wiele filmów, prezentacji, opisów technicznych tego urządzenia, które później wielokrotnie wykorzystywałem i przedstawiałem w Polsce. Jednym z najczęściej pokazywanych był film ukazujący poruszającą się końcówkę pracującą narzędzia z nałożonym drugim filmem, ukazującym analogiczne poruszanie się ludzkiej dłoni, co miało uzmysławiać jak bardzo precyzyjnym urządzeniem jest nowy system robotowi dokładnie odwzorowujący ruchy operatora.

Pozostaje wiele obszarów związanych z robotyką w Polsce, wymagających określenia zasad funkcjonowania, m.in. certyfikacji, centralizacji, dostępności, finansowania itp. Prace te powinny być jak najszybciej wykonane, bo tylko

dzięki temu będziemy mogli tworzyć i rozwijać sprawnie działającą chirurgię robotyczną m.in. w zakresie urologii.

Przed prawie trzema dekadami powstał pierwszy system robotyczny da Vinci. Wówczas opracowana koncepcja kontroli poruszania końcówek operacyjnych poprzez sterowanie wieloma linkami i dedykowanymi silniczkami była unikatowa i przełomowa. Dzięki tej technologii udało się odwzorować ruchy dłoni chirurga, co stało się przełomem technologicznym. Ciekawe, że przez kolejne ponad dwie dekady zasadnicza koncepcja zawiadywania narzędziem pracującym nie zmieniła się, choć nastąpiło wiele innowacji technicznych w systemie robotycznym. Główna idea pozostała ta sama. Jak będzie wyglądało pracujące narzędzie za kolejne dwie dekady? Czy nadal będą to linki pociągające bransze graspera czy nożyczek? Czy doczekamy się systemów sterujących zdalnie narzędziami a kontrolę nad nimi będziemy prowadzić z wykorzystaniem sygnałów płynących z mózgu bez kontroli manualnej? – czas pokaże.



dr n. med. Paweł Wisz

specjalista w dziedzinie urologii, członek
zarządu Europejskiego Towarzystwa
Urologicznego – Sekcja Robotyczna
(ERUS)

Wprowadzenie robotów do chirurgii pozwoliło diametralnie zmienić model kształcenia przyszłych operatorów. Te nowe możliwości nie pozostają bez znaczenia dla poprawy wyników leczenia pacjentów.

Przed wszystkim należy przejść na sposób myślenia o szkoleniu chirurgów, w którym zdobycie wiedzy na temat procedur i umiejętności technicznych, aż do uzyskania odpowiedniego poziomu umiejętności, odbywa się poza salą operacyjną. Takie podejście do szkolenia nie opiera się wyłącznie na wolumenie czy ilości wykonanych zabiegów. Opiera się na nauczaniu umiejętności, celowanego działania i oferowaniu szczeremu nadzorowanemu doświadczeniu operacyjnemu, które daje mu możliwość zintegrowania zdobytej już wiedzy i technicznych umiejętności operacyjnych.

Chirurdzy korzystający z zaawansowanych technologii, takich jak robotyka chirurgiczna, doskonale zdają sobie sprawę z tego, że ilość wykonanych zabiegów

niekoniecznie określa umiejętności operacyjne i należy szybko dążyć do wskaźników wydajności/efektywności, które oznaczają wykwalifikowaną umiejętność. Przykładem może być program progresji opartej na biegłości (PBP), który został oceniony i poddany licznym badaniom. W jednym z najnowszych badań dokonano metaanalizy wyników. W porównaniu do szkolenia tradycyjnego, uczestnicy szkolenia PBP uzyskiwali znacząco lepsze wyniki. Trening PBP zmniejszył liczbę błędów wykonawczych o 60 proc. i skrócił czas zabiegu o 15 proc. oraz zwiększył liczbę poprawnie wykonywanych kroków w procedurze zabiegowej o 47 proc.



prof. dr hab. Piotr Chłosta

Katedra i Klinika Urologii Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

Nie mam najmniejszej wątpliwości, że wnikliwie analizy rozwoju chirurgii z asystą robotów

w Polsce, przeprowadzane systematycznie przez szefa Modern Healthcare Institute są opracowaniami godnymi najwyższego szacunku i wdzięczności ze strony wszystkich środowisk medycznych, zwłaszcza tych, które zajmują się upowszechnieniem i wdrażaniem uznanych technologii w leczeniu chorych.

Ewolucja w tym względzie już się dokonała. I jest moim zdaniem przejawem największego w dziejach postępu w dziedzinie chirurgii dróg moczowych. Dla chorego korzyści są oczywiste. Wszelkie kryteria chirurgii znikomo inwazyjnej (mniejszy uraz, mniejsza

utrata krwi, mniejsze zużycie leków przeciwbólowych, szybka rekonwalescencja, szybki powrót do aktywności życiowej i zawodowej, krótka hospitalizacja, doskonały efekt kosmetyczny, znikomy odsetek transfuzji) są dla naszych pacjentów spełnione. Dla urologa – to nowe wyzwanie, piękno operacji z asystą telemanipulatora i szansa zaoferowania swoim podopiecznym najnowocześniejszych zdobyczy uro – technologii. Dla menadżerów, przy uwzględnieniu nakładu inwestycyjnego, przynosi spektakularne korzyści dla instytucji: szybki obrót chorymi i wzrost prestiżu ośrodka.



Zbigniew Nawrat

Fundacja Rozwoju Kardiochirurgii im. prof. Zbigniewa Religi w Zabrze
Zakład Biofizyki, Wydział Nauk Medycznych w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

Dlaczego roboty w chirurgii?

Odpowiedź jest prosta – bo w Polsce nie ma młodych chirurgów. I jeśli nie zmienimy warunków pracy i płacy – to nie będzie. W wyjątkowych specjalnościach medycznych mamy wybitnych specjalistów, ponieważ to jest wyzwanie, które zawsze znajdzie ochotników gotowych na poświęcenia. Ale nie chirurgów ogólnych, czyli tych, którzy są na pierwszej linii – usuwają chore wyrostki robaczkowe, wycinają pęcherzyki żółciowe, operują przepukliny i inne choroby przewodu pokarmowego, leczą

urazy, zaopatrują ostre rany, wycinają nowotwory.

Zamykane są w kraju kolejne oddziały, kliniki chirurgii. O ile na operację prostaty można się spokojnie wybrać za granicę, o tyle w przypadkach nagłych takiego wyboru nie ma. Wśród moich studentów 20 lat temu każdy chciał być jak Religa, dzisiaj w 300-osobowym kole naukowym może znaleźć takich ze trzech. Rezydentury są wykorzystywane w 1/3. Jeśli nie uczynimy chirurgii znowu atrakcyjnym zawodem – przede wszystkim dzięki technologii, zarówno tej odciążającej od żmudnych obowiązków dokumentacyjnych, ale też tej wspomagającej decyzje na podstawie spersonalizowanych danych, faktów medycznych do narzędzi wykonawczych mechatronicznych i robotowych – to będzie kiepsko.

Roboty w chirurgii są potrzebne także w prostych zabiegach (jeśli w końcu koszty użytkowe spadną), ale przede wszystkim – w bardzo skomplikowanych operacjach, od mózgu przez kręgosłup, ortopedię do każdego miękkiego organu. Dlatego, że pozwalają sprawnie dotrzeć do celu operacji, dają

efektywność w sposób bezpieczny i mniej inwazyjny.

Roboty powinny także odciążyć personel medyczny w procesie leczenia i obsługi pacjenta na wielu etapach: od przyjęcia pacjenta, przez zaopatrzenie, transport, przygotowanie spersonalizowanych porcji leków, sterylizację pomieszczeń, pralnie, kuchnie itd. itp. Wtedy uwolnimy ręce i głowy tych ludzi, pielęgniarek, lekarzy, obsługę, którzy tam pracują.

Ile tych robotów

Pytanie, ile mamy mieć robotów? Skupmy się na chirurgicznych. Razem z moją doktorantką próbowaliśmy na to pytanie odpowiedzieć już w 2015 roku. Analizując liczbę robotów da Vinci w odniesieniu do populacji i efektywność ich wykorzystania w wielu krajach oceniliśmy wtedy, że warto dążyć do tego, aby w Polsce jeden robot przypadał na 1,2 mln mieszkańców. Należałoby je odpowiednio rozmieścić na terenie naszego kraju [1,2]. Próbowaliśmy również opracować wskaźnik korzyści pacjenta, będąc obiektywną i miarodajną metodą oceny efektywności i inwazyjności dostępnych terapii, na przykładzie

Jak każdy proces ewolucyjny, tak i ten generuje powstanie nowego gatunku. W dziedzinie chirurgii z asystą robotów – nowego gatunku lekarza. Jest nim tzw. „certyfikowany operator systemu (i tu nazwa systemu)”. Niestety z punktu widzenia etyki zawodowej i ogólnego pojęcia w dziedzinie medycyny narządowej, np. urologii, nie różni się on niczym od typowego wycinacza narządów, nie będącego potem odpowiedzialnym za dalsze losy zoperowanego przez siebie chorego. Dotyczy to szczególnie chorych z wielochorobowością i chorych, u których uzyskane wyniki

pooperacyjne były zaskakująco różne od domniemanych.

Standardy szkolenia w obsłudze telemanipulatorów opracowane przez producentów (składają się z dobrze ustrukturyzowanych, a jeszcze lepiej udokumentowanych i śledzonych) pozwalają bez przeszkód opanować pewien schemat postępowania operacyjnego – schemat, który musi być bezwzględnie przestrzegany według reguł producenta. Mało tego, niejednokrotnie powoduje szybkie zależenie się na drodze typowego „wycinactwa”. Kryteriami skuteczności i najwyższej jakości chirurga posługującego się telemanipulatorem jest

wyłącznie ilość zwербowanych chorych i ilość wykonanych operacji, z pominięciem ich wyników (zarówno tych onkologicznych, jak i czynnościowych). Ilość samodzielnie wykonanych zabiegów, o której mowa, często nie ma nic wspólnego z ich jakością.

Rozwiązaniem w tym względzie mógłby być rejestr chorych np. na raka stercza, leczonych operacyjnie, przez partykularnego chirurga, w partykularnym ośrodku, w odniesieniu do konkretnego stopnia zaawansowania choroby przed operacją.

nowotworu gruczołu krokowego. Co jednak symptomatyczne, uczelniana komisja Wydziału Zdrowia Publicznego SUM uznała, że analiza – po co, dlaczego, ile i za ile robotów oraz co z tego mają mieć pacjenci – nie nadaje się na doktorat.

Dzisiaj wiemy znacznie więcej na temat skuteczności robotów chirurgicznych w różnych dziedzinach, poszerzamy ich zastosowanie i robotów trzeba pewnie więcej. Są miliony operacji, które można wykonywać robotowo zamiast stosując laparoskopię. Jednak w centrum uwagi powinna być zawsze korzyść pacjenta.

Dlaczego roboty potrzebują AI

AI jest niezbędnym elementem robota, w szczególności medycznego. Sztuczna inteligencja i roboty odnoszą się do nowego paradygmatu pracy. Roboty potrzebują sztucznej inteligencji, aby móc działać autonomicznie, podejmować decyzje i wykonywać złożone zadania. Sztuczna inteligencja pozwala robotom uczyć się na podstawie doświadczenia i dostosowywać się do nowych sytuacji, czyniąc je bardziej elastycznymi i wszechstronnymi. Bez sztucznej inteligencji

roboty ograniczałyby się do wykonywania z góry określonego zestawu zadań i wymagałyby ciągłej interwencji człowieka (telemanipulatory) oraz specjalizowanego programowania w celu przystosowania się do nowych środowisk lub sytuacji.

Roboty medyczne napędzane sztuczną inteligencją są wyposażone w zaawansowane czujniki, kamery i inne narzędzia oceniające stan urządzenia i efekty działania [3]. Lekarz zwykle podejmuje decyzje obciążone dużym ryzykiem w warunkach braku pełnej informacji o pacjencie. Im mniej inwazyjna metoda chirurgii, im mniejszy dostęp wszystkich zmysłów do oceny sytuacji, im trudniejszy do przeanalizowania zbiór danych diagnostycznych i oceny wszystkich parametrów pacjenta podczas operacji – tym większy pożytek z AI [4].

Obecnie w Zabrze rozwijamy prace dotyczące użycia robota Robin Heart do przeprowadzania teleoperacji. Musimy usamodzielnic robota, aby zmniejszyć ryzyko operacji na wypadek przerwy lub dużych opóźnień w komunikacji operatora z robotem. Żeby robot mógł podjąć decyzję „co robić”,

gdy nie ma kontaktu z lekarzem (operatorem telemanipulatora) – robot musi „wiedzieć”, co robi. Musi również znać swój zakres obowiązków w sytuacjach zagrożenia życia pacjenta, obserwując czujnie pole operacji. Tego nie da się zrobić bez wprowadzenia sztucznej inteligencji.

Źródła:

- [1] Karolina KroczeK, Zbigniew Nawrat. Sytuacja na rynku urządzeń medycznych w Polsce i wybranych państwach UE. The situation on the market of medical devices in Poland and selected EU countries. Medical Robotics Reports – 6/2017 str 15-27
- [2] Karolina KroczeK, Piotr KroczeK, Zbigniew Nawrat. Medical robots in cardiac surgery – application and Perspectives Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2017; 14 (1), s.1-5.
- [3] Zbigniew Nawrat Introduction to AI-driven surgical robots. Art Int Surg 2023;3:90-7
- [4] Nawrat Z. MIS AI – artificial intelligence application in minimally invasive surgery, Mini-invasive Surg 2020;4:28

Versius®

Wyjątkowo mały i modułowy

Naszym celem było stworzenie robota chirurgicznego, który będzie bardziej dostępny dzięki swojej konstrukcji.

Szpitalom mogą zmaksymalizować wykorzystanie robota Versius, ponieważ mały i modułowy system można łatwo przemieszczać między każdą salą operacyjną, niezależnie od jej wielkości.



Transforming surgery.
For good.

cmrsurgical.com



Wstępny przegląd robotycznych systemów chirurgicznych

Francesco Cepolina, Ph.D., Roberto P. Razzoli, Professore associato

4.1. Wprowadzenie

W ostatnich dziesięcioleciach roboty powoli wychodziły poza przemysł, aby służyć bliżej ludzi. Obecnie roboty świadczą już różnego rodzaju usługi. Odgrywają coraz ważniejszą rolę przy wspomaganiu chirurgów w wykonywaniu szerokiego zakresu operacji, głównie chirurgii minimalnie inwazyjnej.^{1,2} W rzeczywistości, po okresie sceptycyzmu, dzięki rozwojowi nowych technologii systemy robotyczne są bardziej niezawodne, a wielu pacjentów bez obaw decyduje się na operacje robotyczne. Szacuje się, że na całym świecie około 3 proc. operacji wykonywanych jest przy użyciu robotów, oferując pacjentom korzyści chirurgii minimalnie inwazyjnej, mniej powikłań, krótszy pobyt w szpitalu i szybszy powrót do normalnej aktywności. W okresie pandemii rola robotów w telemedycynie jest jeszcze ważniejsza. Szpitale z natury są miejscami, w których istnieje wysokie prawdopodobieństwo kontaktu i infekcji; możliwość pomocy pacjentowi, przy jednoczesnym zachowaniu dystansu społecznego, zapewnia dodatkowe bezpieczeństwo wszystkim pracownikom medycznym, a także pacjentowi.

Ogólnie rzecz biorąc, chirurgia robotyczna potrzebuje ograniczonych przemieszczeń, wysokiej dokładności, niewielkich rozmiarów i mniejszych, ale wystarczających, sił.³ Mimo że roboty chirurgiczne mają na celu ułatwienie pracy chirurgom, nadal muszą pozostawić miejsce na antropocentryczne podejście. Nie jest też konieczne, by naśladowały te same gesty chirurga w celu wykonania tego samego zadania. Krawcy szyją za pomocą rąk; maszyna do szycia wykonuje to samo zadanie optymalizując cały proces w inny sposób.

Sukces robotów chirurgicznych na rynku wynika z ich skuteczności, łatwości użytkowania, wszechstronności i kosztów. Robotyczne systemy chirurgiczne (RASS) umożliwiają przeprowadzanie zabiegów chirurgii minimalnie inwazyjnej przy użyciu bardzo zmyślnych instrumentów, zapewniających mniejszy i mniej urazowy dostęp do ciała pacjenta.^{4,5} Pozwala to na szybsze gojenie, skracając czas hospitalizacji, a tym samym koszty ponoszone przez pacjenta. Wykorzystanie ramion robota do pozycjonowania i trzymania narzędzi chirurgicznych odciąża asystentów chirurgicznych od fizycznych zadań związanych z trzymaniem, podczas gdy zaufanie do zwiększonej dokładności pozycjonowania i pracy prowadzi do psychicznego odciążenia chirurgów. Co więcej, robotyczne systemy chirurgiczne mogą potencjalnie zwiększyć bezpieczeństwo chirurgów i pacjentów.

Coraz bardziej dostępną funkcją jest siłowe sprzężenie zwrotne, pozwalające lekarzom na zapewnienie bardziej immersyjnej teleobecności; siłowe sprzężenie zwrotne można z powodzeniem wdrożyć nawet w przypadku niedrogich zdalnych procedur skanowania ultrasonograficznego.^{6,7}

W ostatnich latach wiele firm produkujących roboty chirurgiczne zniknęło, a ostatnio miały miejsce



Francesco Cepolina



Roberto P. Razzoli

Wydział Inżynierii Mechanicznej, Energii, Produkcji,
Transportu i Modeli Matematycznych,
Uniwersytet w Genui

znaczące przejęcia producentów robotów chirurgicznych. Rynek ten odnotował wzrost o 16 proc. w latach 2019-2020. Oczekuje się, że trend na rynku robotów chirurgicznych będzie nadal rosnący, przy średniorocznym tempie wzrostu na poziomie ponad 17,5 proc. od 2021 do 2027 roku.⁸ Unia Europejska w ostatnich dziesięcioleciach sponsorowała i sponsoruje narodziny nowych robotów chirurgicznych. Ogólnie rzecz biorąc, biznes ten wymaga wielu badań, pieniędzy i czasu, aby certyfikować procedury chirurgiczne. Obecnie istnieje już złożona grupa patentów związanych z chirurgią robotyczną; nowe pomysły muszą być dobrze „uksztaltowane”, aby nie „wpaść” w istniejący patent. Ponadto, jak zwykle, wczesne patenty chirurgiczne chronią ogólne koncepcje, takie jak na przykład podstawowe koncepcje związane z „chirurgią zdalną”.

Choć dziś systemy robotów chirurgicznych nadal nie są rozpowszechnione ze względu na złożoność technologiczną, trudną sytuację patentową, bariery regulacyjne, brak standardów, wysokie koszty i niezbędne przygotowanie chirurgów do nowych procedur, jutro scenariusz może być inny. Z punktu widzenia społeczeństwa i etyki ważne jest, aby roboty chirurgiczne były dostępne dla szerokiego grona odbiorców.

4.2. Robotyczne systemy chirurgiczne – stan wiedzy

Robotyczne systemy chirurgiczne zostały pokrótce przedstawione poniżej. Jest to bardzo dynamiczny rynek, na którym wciąż trwają negocjacje dotyczące przejść między branżami referencyjnymi oraz widać zainteresowanie i zaangażowanie naukowców w proponowanie nowych rozwiązań opartych na obecnych technologiach. W związku z tym niniejszy artykuł nie jest wyczerpujący.

1. System Zeus™

W 1995 roku firma Computer Motion wyprodukowała system Zeus, który został certyfikowany przez Agencję Żywności i Leków (FDA) w 2001 roku, łącząc dwa ramiona robotyczne zdolne do trzymania instrumentów z robotem Aesop, opracowanym wcześniej przez tę samą firmę Computer Motion. Lekarze mogą wykonywać czynności chirurgiczne dzięki bezpośredniemu lub zdalnemu sterowaniu.⁹ Zeus jest wyposażony we wspomagane komputerowo urządzenie do zdalnego sterowania, które współdziała z ramieniem robota. Aby poprawić precyzję ruchów ramienia robota podczas operacji, system Zeus filtruje drżenie ludzkiej ręki. W 2001 r. system Zeus pomógł lekarzom w pomyślnym zakończeniu pierwszej „operacji Lindbergh”, przeprowadzonej przez zespół francuskich chirurgów z Nowego Jorku

na pacjencie w Strasburgu we Francji. ZEUS został wycofany z produkcji w 2003 roku, po tym jak firma Computer Motion została połączona ze swoim konkurentem Intuitive Surgical.

2. Sprzęt Da Vinci®

System chirurgiczny Da Vinci® narodził się w Kalifornii. Po kilku latach inwestycji w badania, robot stał się produktem. Roboty chirurgiczne muszą przejść rygorystyczne testy przed ich zastosowaniem; zwykle dużo czasu zajmuje, zanim procedury chirurgiczne zostaną zatwierdzone przez amerykańską Agencję Żywności i Leków (FDA). Da Vinci® uzyskał zgodę FDA w 2011 roku.

Dziś da Vinci® jest punktem odniesienia w dziedzinie robotyki chirurgicznej. Robot chirurgiczny da Vinci® firmy Intuitive Surgical to wszechstronny system, który został zaakceptowany na całym świecie dzięki różnym generacjom systemów chirurgii robotycznej, takich jak kardiologia, laparoscopia, neurochirurgia, mikrochirurgia, ortopedia i okulistyka. Już w 2020 roku istniało ponad 5500 sztuk Da Vinci® na całym świecie i przeprowadzono z ich wykorzystaniem ponad siedem milionów operacji.

Robot Da Vinci® opiera się na klasycznej konfiguracji nadrzędny-podrzędny; posiada cztery ramiona i może być sterowany za pomocą dwóch konsol. Trzy ramiona mogą przenosić narzędzia chirurgiczne, a jedno trzyma kamerę. W ostatnim modelu Xi każde ramię posiada trzy stopnie swobody i jest wyposażone w zastrzeżony Endo Wrist, który zapewnia dodatkowy stopień swobody dla manipulacji przypominającej ludzką. Dwie kamery na konsoli głównej zapewniają powiększony widok 3D pola operacyjnego. Konsola główna została stworzona z myślą o potrzebach chirurga; posiada regulowane pętle na palce, regulowaną odległość wewnątrzgałkową, wyścielany zagłówek i podłokietniki. Ruch instrumentu jest możliwy dzięki napędzanym kablami przegubom na dystalnym końcu instrumentu.

Intuitive Surgical® nieustannie wprowadza innowacje. Każdego roku firma publikuje kilka patentów związanych z robotami chirurgicznymi i narzędziami chirurgicznymi. Na przykład, patent US2004/0261179A1 obejmuje kilka montowanych na suficie i podłodze ramion do konfiguracji robotów chirurgicznych. Ramiona robotyczne montowane na suficie zapewniają chirurgom więcej wolnej przestrzeni w pobliżu pacjenta. Uproszczone jest również sprzątanie pomieszczenia i przemieszczanie łóżka pacjenta.

Intuitive Surgical® Ecosystem obejmuje trzy główne obszary: od wiodących w branży innowacji platform chirurgicznych po szkolenia kliniczne i wsparcie klienta. Aby zoptymalizować zarówno wartość kliniczną, jak i ekonomiczną, konieczne jest traktowanie całego ekosystemu jako jednego zintegrowanego procesu.

3. System robota chirurgicznego M7

W 1995 r. firma SRI (Stanford Research Institute) utworzyła Intuitive Surgical, Inc. W 1998 r., SRI opracowała zdalnego robota chirurgicznego M7. M7 posiada dwa antropomorficzne ramiona robotyczne z siedmioma stopniami swobody. Chirurgi mogą przeprowadzać teleoperacje za pomocą stereowizji. Każde ramię waży 4,5 kg. Zademonstrowano także system mikrochirurgiczny do zszywania uszkodzeń rogówki. Misja NASA Extreme Environment Mission Operations (NEEMO) odbyła się w oceanie, w stałym podwodnym laboratorium Aquarius na Florydzie. W kwietniu 2006 roku, podczas 9. projektu NEEMO, system M7 został wykorzystany do przeprowadzenia operacji jamy brzusznej w czasie rzeczywistym na symulatorze pacjenta. W maju 2007 r., podczas 12. projektu NEEMO, za pomocą M7 przeprowadzono operację na symulatorze pacjenta przy zerowej grawitacji. We wrześniu 2007 roku Robot M7 przeprowadził na pokładzie samolotu NASA C-9 pierwszy pokaz chirurgiczny w locie bez grawitacji.¹⁰

4. Urządzenie Raven IV

Laboratorium Bionics Uniwersytetu Kalifornijskiego w Santa Cruz opracowało system robotyki chirurgicznej Raven IV. Aby odtworzyć oryginalną dynamikę interakcji dwóch chirurgów z miejscem operacji, Raven IV posiada 4 robotyczne ramiona i 2 kamery. Dwóch chirurgów może operować zdalnie, przy użyciu dwóch konsol chirurgicznych. Podobnie jak Da Vinci®, jeden lub większa liczba asystentów może fizycznie współpracować z robotem, wymieniając narzędzia lub wchodząc w interakcje z tkankami.

Jednym z głównych zadań Raven IV jest umożliwienie zdalnej operacji wykonywanej wspólnie przez dwóch chirurgów.¹¹ Podobnie jak Da Vinci®, każde ramię chirurgiczne oparte jest na kulistym mechanizmie ze zdalnym centrum umieszczonym w punkcie wejścia narzędzia do ludzkiego ciała. Projekt tego systemu chirurgicznego jest lekki i kompaktowy. Urządzenie Raven IV zostało pomyślnie przetestowane; dwóch chirurgów było w stanie zdalnie wykonać podstawowe zadania chirurgii laparoskopowej.

5. Urządzenie igłowe PMAR

Laboratorium PMAR (projektowanie i pomiary dla robotyki i automatyki) z Uniwersytetu w Genewie

proponuje chirurgicznego robota równoległego, o nazwie PmarNeedle. PmarNeedle – to robot (komponent podrzędny) zaprojektowany specjalnie do diagnostyki igłowej, czyli jednej z obecnych przestrzeni chirurgii minimalnie inwazyjnej. Wymiary robota są niewielkie w porównaniu z robotami używanymi do laparoskopii. Chociaż jego siła jest mniejsza niż w przypadku zwykłego, pełnowymiarowego robota chirurgicznego, to wystarczy, aby umożliwić przeprowadzenie nawet konwencjonalnych zabiegów laparoskopowych. Każdy równoległy robot systemu składa się z górnego mechanizmu łączącego dwa ramiona konstrukcji bazowej. Oba ramiona mają różną geometrię, aby zagwarantować największą bezkolizyjną przestrzeń roboczą; wymiary robota są syntetyzowane na podstawie wymagań chirurgicznych. Kinematyka robota jest wyśrodkowana na „dziurce od klucza”; w przypadku błęd sterowania geometria nie pozwala instrumentowi na uszkodzenie skóry i żeber w pobliżu „dziurki od klucza”. Kinematyczne i dynamiczne modele robota zostały zbadane w celu zdefiniowania zasad sterowania. Do symulacji wybrano środowisko Simulink-SimMechanics, a do monitorowania ruchu robota zastosowano wirtualne czujniki. Zaimplementowano prawa sterowania prostego, proporcjonalnego i pochodnego z filtrami kompensacji nieliniowości i bez nich. Stworzono prototyp makiety robota.

6. Urządzenie MiroSurge

Niemieckie Centrum Lotnictwa i Kosmonautyki (DLR) stworzyło MiroSurge, minimalnie inwazyjny system telechirurgiczny, przeznaczony głównie do prac badawczych. Scenariusz zdalnej operacji chirurgicznej obejmuje konsolę główną oraz teleoperatora, składającego się z 3 robotów chirurgicznych (MIRO). Zazwyczaj dwa roboty przenoszą narzędzia chirurgiczne MICA wyposażone w zminiaturyzowane czujniki siły/momentu obrotowego, aby rejestrować siły reakcji z obsługiwaną tkanką. Stereoskopowy laparoskop z obrazem wideo jest prowadzony przez jednego lub większą liczbę robotów.¹² Podobnie jak przy Da Vinci®, chirurg zdalnie steruje operacją z konsoli; ma do dyspozycji endoskopowy widok 3D, siłowe sprzężenie zwrotne i przywróconą koordynację ręka-oko. Zarówno strumień obrazu stereo, jak i zmierzone siły, są wyświetlane dla chirurga na konsoli głównej. Charakterystyka działania MIRO została zaprojektowana tak, aby podążać za ustabilizowanym ruchem bijącego serca.

7. System robota chirurgicznego MSR-5000 REVO-I

Południowokoreańska firma Meere Company, wykorzystując swoje wcześniejsze doświadczenie w opracowywaniu minimalnie inwazyjnych systemów chirurgicznych, w 2015 roku stworzyła

MSR-5000 REVO-I. System REVO-I jest stosowany w konfiguracji nadrzędny-podrzędny, podobnie jak Da Vinci®. Składa się z wózka operacyjnego obsługującego cztery ramiona z 12 stopniami swobody, które mogą być wyposażone w instrumenty wielokrotnego użytku (do 20 razy), dwukrotnie więcej niż w przypadku instrumentów Da Vinci®, oraz konsolę sterowaną przez chirurga z systemem wizyjnym o wysokiej rozdzielczości (HD) z haptycznym sprzężeniem zwrotnym. Konsola sterująca REVO precyzyjnie przenosi ruchy dłoni chirurga na ramiona robota, ułatwiając chirurgowi kierowanie zabiegiem chirurgicznym. Do chirurga wysyłane są sygnały ostrzegawcze, aby poinformować go o możliwych problemach i nieoczekiwanych zdarzeniach. System został zatwierdzony przez Koreańską Agencję Żywności i Leków w sierpniu 2017 roku.

Firma Meere opracowała również RevoSim – system szkoleniowy w rzeczywistości wirtualnej (VR), dzięki któremu początkujący chirurdzy robotyczni mogą poprawić swoje umiejętności psychomotoryczne i obsługę instrumentów oraz zyskać pewność siebie wymaganą do przeprowadzania operacji robotycznych.

8. Robotyczny system chirurgiczny Senhance (ALF-X)

W lutym 2010 r. włoska SOFAR SpA, we współpracy z Wydziałem Nauk Weterynaryjnych Uniwersytetu w Lodi (Włochy), opracowała badanie eksperymentalne w celu przetestowania nowego urządzenia robotycznego Telelap ALF-x w celu oceny technicznej wykonalności głównych procedur chirurgicznych *in vivo*. W 2015 roku firma SOFAR została przejęta przez amerykańską firmę Trans-Enterix.

Specyficzna funkcja chirurgiczna systemu robotycznego Telelap ALF-x jest podobna do systemu Da Vinci® i tym samym konkuruje z nim na rynku. Robotyczny system Telelap ALF-x może monitorować oko lekarza, sprawdzać kąt endoskopu i aktywować różne narzędzia chirurgiczne.¹³ Ponadto, głównymi cechami tego systemu są przetwarzanie percepcji i wartości siłowego sprzężenia zwrotnego, co pozwala lekarzowi wyczuć siłę wywieraną przez narzędzie chirurgiczne na tkankę. Posiada opatentowane urządzenie do pomiaru siły przykładanej przez instrument chirurgiczny do tkanki. Jego czułość wynosi 0,35 N. Patent ten zapewnia prawdziwe wyczucie dotyku, dzięki czemu obsługa jest bezpieczniejsza i bardziej niezawodna.

W 2016 r. firma Trans-Enterix ponownie wprowadziła na rynek robotyczny system chirurgiczny ALF-X As Senhance.

9. Robotyczny system chirurgiczny Hugo™

Chirurgiczny system robotyczny Hugo – to platforma robotyczna z konfiguracją „nadrzędny-podrzędny”, zaprojektowana do różnych procedur przez firmę Medtronic. System podrzędny składa się z ramion robota chirurgicznego z 7 stopniami swobody. Każde z nich, zamontowane na pojedynczej podstawie, może przenosić narzędzia specyficzne dla procedury chirurgicznej. Urządzenie nadrzędne zapewnia chirurgowi wizualizację miejsca zabiegu w jakości HD, wymagającą okularów 3D i intuicyjnych interfejsów haptycznych.¹⁴ System obejmuje opartą na chmurze opcję zapisywania nagrań z zabiegu Touch Surgery™ Enterprise z dedykowanymi modułami oprogramowania do obsługi optymalizacji programu robotyki i opcją szkolenia. System Hugo™ RAS w październiku 2021 r. otrzymał zatwierdzenie znaku CE (certyfikacja europejska) uprawniające do sprzedaży systemu w Europie do zabiegów urologicznych i ginekologicznych.

10. Minimalnie inwazyjny system robotyczny Versius

Cambridge Medical Robotics Surgical, brytyjska firma założona w 2014 roku, opracowała Versius – robotyczny system, który ma na celu umożliwienie robotycznych, minimalnie inwazyjnych operacji dla szerokiej gamy zabiegów chirurgicznych, w tym ginekologicznych, urologicznych i jelita grubego. Jest on zaprojektowany modułowo i składa się z wielu identycznych ramion, z których każde jest zamontowane na pojedynczym wsporniku i może obsługiwać małe instrumenty laparoskopowe (o średnicy 5 mm). Każde ramię posiada 7 stopni swobody. Konsola główna obejmuje obrazowanie 3D-HD z kamery endoskopowej z kontrolerami w postaci joysticków; dostępne jest dotykowe sprzężenie zwrotne.¹⁵

11. System Ottawa

System Ottawa firmy Johnson & Johnson został opracowany we współpracy z założoną w 2015 r. firmą Verb Surgical (Santa Clara).¹⁶ Będzie oferować większą elastyczność i kontrolę niż systemy dostępne obecnie na rynku, głównie w obszarze robotyki w zakresie tkanek miękkich. Nowy system Ottawa posiada sześć ramion, które zostaną zintegrowane ze stołem operacyjnym, aby zapewnić większą kontrolę i elastyczność podczas operacji.¹⁷ Platforma ma konstrukcję, która umożliwia dostęp do pacjenta, zwiększa przestrzeń na sali operacyjnej i usprawnia przepływ pracy. Firma planuje obecnie rozpocząć procesy weryfikacji i walidacji Ottawa i rozważa zaangażowanie się w badania kliniczne tego urządzenia w kolejnych latach.

12. System chirurgiczny Bitrack

RobSurgical Systems, spółka wydzielona z Universitat Politècnica de Catalunya (UPC, Hiszpania),

została stworzona w celu wykorzystania systemu Bitrack, który jest laparoskopowym robotem chirurgicznym zaprojektowanym w UPC.¹⁸ System Bitrack składa się z czterech robotycznych ramion zamontowanych na kolumnie za pomocą przegubu pryzmatycznego, który zapewnia liniowe stopniowanie swobody. Każde ramie może niezależnie obracać się wokół kolumny. Ramiona o dwóch różnych architekturach są umieszczone na dwóch poziomach. Dwa górne ramiona mają architekturę przegubowego ramienia robota o selektywnej zgodności, aby uniknąć zakłóceń z dwoma dolnymi ramionami. Dolne ramiona, o antropomorficznej architekturze, są ramionami operacyjnymi. Kinematyka systemu jest badana w celu zminimalizowania zakłóceń pomiędzy ramionami. Redundancja systemu jest ustawiona na minimalnym poziomie (7 stopni swobody) i, wraz z kontrolą współpracy, jest wykorzystywana do usprawnienia procedur chirurgicznych i unikania kolizji. Za pomocą lekkiej, otwartej konsoli chirurg może kontrolować procedury, wspierane również przez funkcje wizyjne i haptyczne sprzężenie zwrotne. System oczekuje na zatwierdzenia regulacyjne ze strony CE i FDA.

13. Robotyczny system chirurgiczny Enos z pojedynczym dostępem

System chirurgiczny Enos to jednoportowy robotyczny system chirurgiczny zaproponowany w 2020 r. przez kanadyjską firmę Titan Medical – platforma robotyczna w konfiguracji nadrzędny-podrzędny. Robot podrzędny jest w stanie poruszać się, podnosić, pochylać i obracać w 25 mm rurce wprowadzającej, dwóch przegubowych elastycznych ramionach i dwóch oświetlonych systemach kamer; kamera 2D o wysokiej rozdzielczości i kamera 3D o wysokiej rozdzielczości, które pod kontrolą chirurga zapewniają płynną widoczność pola operacyjnego.

Hiper-redundantne instrumenty wieloprzegubowe Titan Medical mogą zręcznie pozycjonować efektor końcowy do chwytania, szycia, cięcia i koagulacji. Otwarta architektura przewiduje możliwość przyszłej adaptacji do nowych funkcji i nowych efektorów końcowych. Główna stacja robocza Enos jest wyposażona w wyświetlacz 3D o wysokiej rozdzielczości, który zapewnia immersję chirurgiczną i świadomość sytuacyjną na sali operacyjnej. Interfejs uchwytu jest ergonomiczny i wygodny dla chirurga.¹⁹ Niewielka powierzchnia Enos pozwala zmniejszyć powierzchnię sali operacyjnej szpitala i obniżyć koszty operacyjne.

14. Robotyczny system chirurgiczny Hinotori

Japońskie firmy Kawasaki Heavy Industries, firma wiodąca w dziedzinie robotów przemysłowych,

oraz Sysmex, doświadczony gracz biznesowy w dziedzinie medycyny, założyły w 2013 Mediaroid w ramach współpracy joint venture. Mediaroid rozpoczął opracowywanie systemu robota chirurgicznego Hinotori i narzędzi roboczych oraz wsparcia dla personelu medycznego, w tym usług sieciowych i Internetu rzeczy.

System chirurgiczny opiera się na koncepcji „współistnienia ludzi i robotów”. Składa się z trzech elementów: kokpitu chirurga, jednostki operacyjnej i jednostki wizyjnej. Ramiona jednostki operacyjnej są inspirowane ludzkimi i zaprojektowane, aby były tak kompaktowe jak ludzkie ramiona, co przyczynia się do płynniejszej pracy, ponieważ zmniejsza zakłócenia między ramionami lub między ramieniem a asystentem; ramiona są zręczne dzięki 8 stopniom swobody i poruszają się płynnie niczym ludzkie.

Kokpit chirurga ma ergonomiczną budowę, aby zmniejszyć fizyczne i naprężeniowe obciążenie chirurgów. Umożliwia chirurgowi oglądanie i kontrolowanie pola operacyjnego i narzędzi poprzez ich obsługę za pomocą rąk i stóp. Jednostka wizyjna zapewnia wysokiej rozdzielczości obraz 3D na stereoskopowej przegłądarce i obsługuje płynną komunikację głosową między chirurgami i asystentami.²⁰ System chirurgiczny Hinotori został zatwierdzony przez japońskie organy regulacyjne w sierpniu 2020 r.

15. System mikrochirurgiczny Symani

System Chirurgiczny Symani® – to elastyczna platforma zaprojektowana przez włoską firmę Medical Micro Instruments w celu usprawnienia procedur chirurgicznych w dowolnym obszarze anatomicznym. Składa się z dwóch ramion robotycznych, które można wyposażać w opatentowane robotyczne mikroinstrumenty NanoWrist®. 7 stopni swobody nadgarstka zapewnia precyzję i kontrolę niezbędną do łatwej obsługi przez chirurgów podczas wykonywania delikatnych procedur i zakładania szwów. System oferuje 7-20-krotne skalowanie ruchu z filtracją drżenia, aby sprostać wymaganiom i złożoności mikrochirurgii i super-mikrochirurgii. To połączenie pozwala chirurgom skalować ruchy dłoni podczas wykonywania precyzyjnych zadań chirurgicznych.

Konsola Symani jest ergonomiczna i umożliwia chirurgowi bezpośrednie sterowanie manipulacjami w taki sam sposób, jak w przypadku ręcznego oprzyrządowania. Konsola może być używana z systemem wizualizacji 3D typu heads-up.²¹ Symani otrzymało znak CE w październiku 2020 roku.

16. System chirurgiczny Avatera

W 2019 r. niemiecka firma Avatera Medical otrzymała akceptację KE na komponenty robotycznego systemu chirurgicznego opracowanego wspólnie z Uniwersytetem Leibniza. System jest bardzo kompaktowy i składa się z 4 ramion robotycznych z 7 stopniami swobody do zwinnego przenoszenia instrumentów, w tym endoskopu.

Firma opracowała serię narzędzi chirurgicznych o średnicy zmniejszonej do zaledwie 5 mm, przeznaczonych do zastosowań urologicznych i ginekologicznych, aby zapewnić pacjentowi minimalną inwazyjność.

Wraz z przejęciem akademickiego spin-offu FORWARDttc, firma ulepsza swój system chirurgiczny, integrując doświadczenia w zakresie przetwarzania obrazu, sztucznej inteligencji, rzeczywistości wirtualnej i przetwarzania w chmurze.²²

17. Urządzenie MrBot

MrBot z Johns Hopkins University – to zdalnie sterowany robot umożliwiający dostęp do gruczołu krokowego. Jest sterowany za pomocą obrazów rezonansu magnetycznego. MrBot został zaprojektowany do wykonywania przez krocze wkłuć igły i przezskórnych interwencji, takich jak biopsja, ablace termiczne lub brachyterapia.²³ Często roboty mają metalową ramę i są napędzane silnikami elektrycznymi, jedynie materiały niemagnetyczne i dielektryczne są „przezroczyste” dla MRI. Z tego powodu, MrBot jest wykonany wyłącznie z tworzyw sztucznych, ceramiki i gumy. Zabronione jest również korzystanie z energii elektrycznej – pneumatyczne uruchamianie odbywa się za pomocą nowego silnika krokowego,²⁴ z kontrolnym sprzężeniem zwrotnym przekazywanym przez enkoder świetlny. Dokładność MrBota jest wysoka; eksperymenty celowania igłą pod kontrolą MRI wykazały, że końcówka igły może być umieszczona w odległości 1 mm od pożądanego celu wybranego na obrazie. Rozmiar MrBot jest wystarczająco mały, aby zmieścić się w maszynie MRI blisko nóg pacjenta.

18. Urządzenie Acubot i obrotowa igłownica

Robot Acubot ma za zadanie zautomatyzować i poprawić dokładność przezskórnej nefrolitotomii. AcuBot posiada połączenie szeregowo umożliwiające 6 stopni swobody i może być sterowany lokalnie lub zdalnie. Czas i dokładność robotycznych teleoperacji są podobne do lokalnie wspomaganych interwencji robotycznych. Robot powstał w wyniku współpracy między Guy's Hospital w Londynie i Johns Hopkins University. Końcówka AcuBota jest wyposażona w obrotową igłownicę.

Większość robotów igłowych orientuje prowadnicę igły, a następnie wprowadza ją ręcznie. Efektor końcowy obrotowej igłownicy to w pełni sterowany element do wprowadzania, obracania, zwalniania igły oraz pomiaru siły. Jest to jeden z najbardziej złożonych, bogatych w funkcje sterowników igłowych.²⁵ RND może obracać igłę podczas jej wprowadzania niczym wiertarka. Czujniki siły mierzą interakcję między dyszą a pacjentem i siłę wprowadzania igły. Siłowe sprzężenie zwrotne może być wykorzystywane do śledzenia i podążania za ruchem oddechowym pacjenta.

19. System robotyczny Flex

Medrobotics prowadzi badania nad kinetycznie rozproszonym elastycznym systemem („ramieniem węża”), aby umożliwić lekarzom operowanie nieliniowymi krętymi ścieżkami przez pojedynczy dostęp w ciele. Kluczową zaletą jest to, że robot pozwala uniknąć stosowania płuco-serc wymaganych do operacji na otwartym sercu (np. naprawy zastawki). Co więcej, ten mniej inwazyjny sposób operowania pozwala na lepszą rekonwalescencję pacjenta i zmniejsza ryzyko związane z obecnymi procedurami. Firma pracuje nad dokładnością pozycjonowania i trójwymiarowym widokiem scenariusza operacyjnego.²⁶

20. System robotyczny Mazor X Stealth

Nowy robotyczny system Mazor X Stealth firmy Medtronic do wspomaganej chirurgii kręgosłupa został wprowadzony na rynek w 2019 roku, po przejęciu przez Medtronic firmy Mazor Robotics, specjalizującej się w budowaniu systemów naprowadzania dla chirurgii kręgosłupa i mózgu w formie minimalnie inwazyjnych procedur. Mazor X Stealth składa się z robotycznego ramienia, które prowadzi implanty kręgosłupa i narzędzia podczas zabiegu oraz oprogramowania do planowania procedury chirurgicznej. Najnowsza wersja Mazor X Stealth integruje technologię nawigacji stealth firmy Medtronic z interoperacyjnym skanerem ramienia w platformie robotycznej.

Przyszłe wersje powinny obejmować lepszą kompatybilność robota z instrumentami, dalszy rozwój systemu nawigacji i odnowiony system obrazowania, który zostanie zintegrowany z istniejącym oprogramowaniem do planowania i nawigacji²⁷.

21. Robotyczny system cewnikowy Sensei X

Sensei X firmy Hansen Medical Inc. – to robotyczny system do manipulacji cewnikami sercowymi. Składa się z urządzenia nadrzędnego w zdalnej stacji roboczej, które przetwarza ruch użytkownika, kontrolowanego przez elektromechaniczne

urządzenie podrzędne, zawierające wewnętrzną prowadnicę o zakresie 275 stopni w zewnętrznej prowadnicy o zakresie 90 stopni. Ruch każdego komponentu jest sterowany przewodami trakcyjnymi za pośrednictwem zdalnego joysticka lub przycisków na konsoli głównej. Manipulacja zapewnia swobodę ruchu i możliwość manewrowania narzędziem cewnika w trzech wymiarach za pomocą zdalnego sterowania.²⁸ Sensei X jest wyposażony w system nawigacji i czujników IntelliSense™, który umożliwia ilościowe określenie siły przykładanej przez końcówkę cewnika. Wszystkie informacje są zintegrowane i wyświetlane wizualnie na odpowiednich monitorach, w tym w formie mapowania 3D, ICE, fluoroskopii i zapisów EKG.

22. Cewnik naczyniowy CorPath GRX

W 2019 r. firma Siemens Healthineers przejęła firmę Corindus Vascular Robotics, która opracowała system CorPath GRX, umożliwiający precyzyjną kontrolę trajektorii wieńcowych przewodników i urządzeń balonowo-stentowych. CorPath GRX pomaga poprawić bezpieczeństwo pracy operatorów interwencyjnych, umożliwiając im wykonywanie zabiegów ze stacji roboczej chronionej przed promieniowaniem.²⁹

23. Cewnik kardiologiczny Aeon Phocus

System Aeon Phocus został opracowany przez firmę Aeon Scientific, która odłączyła się od ETH (Szwajcarskiego Federalnego Instytutu Technologii) w Zurychu. Jest to system prowadzenia cewnika do leczenia zaburzeń rytmu serca. Wykorzystując pola magnetyczne generowane przez elektromagnesy, opatentowana technologia pozwala na zdalne sterowanie instrumentami interwencyjnymi, takimi jak cewniki i przewodniki u pacjentów z dużą precyzją, zmniejszając w ten sposób inwazyjność i maksymalizując skuteczność, bezpieczeństwo i wydajność.³⁰ Uniwersyteckie Centrum Medyczne we Fryburgu rozpoczęło dystrybucję jednego z tych cewników wewnątrzsercowych w kwietniu 2021 roku, podkreślając wysoką dokładność systemu i zwiększone bezpieczeństwo operatorów.

24. Robot endoskopowy Viki

Viki firmy Endocontrol Medical – to lekki robot endoskopowy.³¹ Jego rolą jest utrzymywanie i przesuwanie endoskopu precyzyjnie, zgodnie z poleceniami chirurga, zapewniając jednocześnie stabilne obrazy i optymalizując ekspozycję pola operacyjnego. Jest on zwykle używany do operacji laparoskopowych na układzie pokarmowym, urologicznym i ginekologicznym. Robot umożliwia chirurgowi bezpośrednio sprawdzanie jego pozycji bez pomocy asystenta.

25. Robotyczny system endoskopowy ARES

Firma Auris Surgical Robotics stworzyła Ares, zdalnie sterowany system endoluminalny zaprojektowany w celu poprawy wizualizacji dróg oddechowych podczas bronchoskopii.³² Obejmuje konfigurację podrzędny-nadrzędny. Wózek podrzędny (po stronie pacjenta) zawiera zasilacz, moduły sterujące i robota z dwoma ramionami, każde ramię z 6 stopniami swobody i instrumentalnym mechanizmem napędowym z dodatkowymi 4 aktywnymi stopniami swobody. Nadrzędna konsola chirurga, w tym interakcja haptyczna z dotykowym siłowym sprzężeniem zwrotnym, umożliwia chirurgowi manipulowanie instrumentami ze wzmocnionymi wyczuwalnymi siłami oraz postrzeganie konsystencji tkanki i naprężeń wywieranych przez instrumenty. Instrumenty laparoskopowe są mocowane za pomocą magnesów, co ułatwia ich wymianę i ponowne użycie.

Ares uzyskał certyfikat FDA w zakresie leczenia i diagnostyki chorób płuc. W 2019 r. firmę Auris Surgical Robotics przejęła firma Johnson & Johnson.

4.3. Inteligentne narzędzia wspomagające chirurgię robotyczną

Wielu badaczy z przemysłu i środowiska akademickiego opracowuje i prowadzi badania nad sprzętem i oprogramowaniem w celu poprawy wydajności robotycznych operacji chirurgicznych. Poniżej wymienione są i opisane niektóre z nich.

1. Urządzenie Freehand®

The Freehand® firmy Prosurgics to zdalnie sterowany kontroler kamery laparoskopowej wprowadzony na rynek w 2009 roku. Chirurg, używając pedału i ruchów głowy, może kontrolować pozycję zakresu. Urządzenie Freehand® zostało zaprojektowane w celu obniżenia kosztów robota na sali operacyjnej, oferując kompaktowy i łatwy w użyciu instrument.³³ Sprzęt zapewnia stabilne obrazy podczas zabiegów „przez dziurkę od klucza”. Chirurg musi mieć opaskę na głowie, aby komunikować się z robotem. Sterownik działa bez użycia rąk w następujący sposób: najpierw chirurg, poruszając głową, wybiera kierunek pochylenia i obrotu zakresu, a następnie inicjuje ruch za pomocą pedału aktywacji. Możliwe jest również zdalne przybliżenie kamery. Konfiguracja robota jest szybka: Freehand® można łatwo przymocować bezpośrednio do ramy łóżka szpitalnego.

2. Urządzenie LAP Mentor™

LAP Mentor™ firmy Simbionix™ to system szkoleniowy w dziedzinie chirurgii laparoskopowej. Chirurg może wypróbować procedury

chirurgiczne na wirtualnym pacjencie. Anatomia człowieka jest renderowana przez oprogramowanie symulacyjne; wizualizacja jest realistyczna. Wirtualni pacjenci pochodzą z biblioteki 3D realistycznych anatomii stworzonych na podstawie obrazów prawdziwych pacjentów.³⁴ System szkoleniowy jest modułowy: w zależności od wykonywanej symulacji można zastosować określone, wymienne uchwyty. Dostępne jest również dotykowe sprzężenie zwrotne.

LAP Mentor™ Express to ekonomiczna przenośna wersja platformy Lap Mentor™ – oprogramowanie działa na laptopie, rozmiar wirtualnego symulatora jest tu zminiaturyzowany. Dostępna jest szeroka gama modułów procedur chirurgicznych. Chirurg może nabrać wprawy we wprowadzaniu igły, zakładaniu szwów i wiązaniu węzłów przy użyciu modułów szycia. Inne moduły umożliwiają wykonywanie takich zadań jak cholecystektomia, przepuklina pooperacyjna, bypass żołądka, zabiegi jelita grubego oraz salpingostomii. Trudne i nietypowe zabiegi mogą być wykonywane w dowolnym momencie bez żadnego ryzyka.

3. Urządzenie Axesse™

Axesse™ firmy Elekta to system radioterapii stereotaktycznej z modulacją intensywności 6 stopni swobody: zabieg jest przeprowadzany w oparciu o obraz 3D.³⁵ Zastosowania obejmują radiochirurgię stereotaktyczną, radioterapię stereotaktyczną, radioterapię stereotaktyczną ciała i radiochirurgię (radiochirurgia stereotaktyczna ciała). System obrazowania umożliwia wizualizację tkanek miękkich; za każdym razem, gdy pacjent wykonuje nową sesję terapii, robot celuje dokładnie w docelowe tkanki. Pacjent jest unieruchamiany za pomocą podciśnienia, aby umożliwić lepszą dokładność leczenia. Odstęp 900 mm wokół pacjenta poprawia komfort podczas zabiegu.

4.3. Kluczowe technologie wspomagające

Pomimo ogromnych korzyści, jakie robotyka chirurgiczna oferuje zarówno pacjentowi, chirurgowi, jak i społeczeństwu, nadal istnieją ograniczenia w wykonywanych procedurach, wynikające przede wszystkim ze zminiaturyzowanej konstrukcji mechatronicznej, percepcyjnych interfejsów haptycznych, a także ze wzrostu autonomii, którą rozwój nowych systemów robotyki ma na celu poprawić.

Poniżej przedstawiamy omówienie najistotniejszych kluczowych technologii, które leżą u podstaw obecnych i przyszłych zmian, przy czym nie

stanowi ono pełnego przeglądu tematów badawczych w tej dziedzinie.

1. Konstrukcja mechaniczna w kierunku miniaturyzacji

Robotyczne narzędzia muszą mieć małą średnicę, aby zminimalizować rany pacjenta, muszą być wystarczająco sztywne, aby umożliwić wystarczającą dokładność pozycjonowania i siłę manipulacji; ponadto, muszą zapewniać wystarczającą zręczność ruchów, aby dotrzeć do miejsca operacji bez uszkodzania narządów i wykonać tam zadania chirurgiczne.

Aby spełnić te konkurencyjne wymagania, konieczna jest miniaturyzacja połączeń, przegubów i narzędzi końcowych, w tym siłowników³⁶ i czujników.³⁷ Zręczność można uzyskać za pomocą odpowiedniej liczby uruchamianych stopni swobody lub za pomocą ramienia z niedosterowaną i miękką strukturą ciągłą, aby uniknąć obrażeń u pacjenta.³⁸ Konstrukcja robota podrzędnego musi być inspirowana biologicznie³⁹ i biokompatybilna⁴⁰ w zakresie zastosowania odpowiednich struktur i materiałów.

Ze strukturami i narzędziami robotów chirurgicznych zostaną zintegrowane bio-nanokomponenty.^{41,42} Miękkie roboty, ze względu na swoją wszechstronność, mają potencjał, aby zapewnić rozwiązania dla zastosowań, których sztywne roboty nie są w stanie rozwiązać w zadowalający sposób, na przykład w dziedzinie chirurgii, gdzie będą odgrywać kluczową rolę również ze względu na ich nieodłączne bezpieczeństwo. Rozwój robotyki miękkiej jest napędzany głównie przez postęp w trzech kluczowych obszarach: inteligentnych materiałach, matematycznym modelowaniu systemów kompatybilnych i technologiach wytwarzania.

2. Sensoryka i percepcja

Stosowanie robotycznych systemów chirurgicznych wprowadza nowy scenariusz na sali operacyjnej, w którym chirurg jest oddzielony od robota i pacjenta i nie wchodzi w interakcję z pacjentem bezpośrednio, ale za pośrednictwem konsoli zdalnego sterowania. Konieczne jest ich wirtualne zbliżenie i poprawa haptycznej percepcji tego, co się dzieje, przez chirurga, z odzwierciedleniem sił wywieranych między robotem a pacjentem, głównie podczas złożonych operacji tkankowych, takich jak ablacja i szycie, które czasami wymagają współpracy między instrumentalnymi narzędziami.⁴³

Haptyczne sprzężenie zwrotne jest połączeniem sprzężenia kinestetycznego i dotykowego. Pierwsze

z nich mierzy siłę, jaką system przykładają do pacjenta i przekierowuje ją do ręki chirurga za pośrednictwem urządzenia sprzężenia zwrotnego. Drugie ma na celu stworzenie wrażenia, że opuszek palca chirurga próbuje zetknąć się z pacjentem lub materiałem chirurgicznym. Czujniki dotykowe i haptyczne umożliwiające siłowe sprzężenie zwrotne z wysoką rozdzielczością zostały zaprojektowane przez kilku badaczy, aby zapewnić chirurgowi dobrą czułość i natychmiastowość trwającej operacji.⁴⁴

Dostępne są już zaawansowane systemy wizyjne, ale nadal podlegają ulepszeniom w celu zapewnienia chirurgowi wyraźnego widoku scenariusza, aby zminimalizować możliwość popełnienia błędu.⁴⁵ Nowe systemy sztucznego wzroku oferują nie tylko wyraźne widzenie w 3D, ale dzięki zaawansowanym metodom rozszerzającym przestrzenno-czasowe uczenie głębokie do 4D zapewniają chirurgowi dogłębną analizę wielowymiarowych reprezentacji obrazu obszaru interwencji, dzięki czemu operacja chirurgiczna jest bardziej skuteczna.

3. Teleoperacja a autonomia

Powierzając robotowi podrzędne narzędzie operacyjne, należy zagwarantować maksymalną przejrzystość trwającej procedury dla głównego chirurga, który działa zdalnie, poprzez zapewnienie prostych, natychmiastowych i intuicyjnych interfejsów.⁴⁶ Chirurg uzyskuje wiedzę o miejscu operacji i postępie zabiegu chirurgicznego za pośrednictwem interfejsów, które przetwarzając informacje otrzymane z systemu multisensorycznego na miejscu, oferują mu realistyczną i haptyczną percepcję sytuacji, na której można oprzeć decyzje dotyczące kierowania operacją. Równie ważne jest, aby decyzje podejmowane przez chirurga były przekazywane w dokładny, prosty i skuteczny sposób do systemu robotycznego, który fizycznie wykonuje zadania w ramach operacji za pomocą odpowiednich inteligentnych interfejsów.

Teleoperacja, która odbywa się na dużą odległość, na przykład gdy chirurg jest wzywany do operowania pacjenta, który znajduje się na statku lub na platformie na morzu lub w kosmosie lub na polu walki, może dziś z powodzeniem wykorzystywać technologie 5G i Internetu rzeczy.

W różnych dziedzinach szybko się rozwija i staje się wszechobecna sztuczna inteligencja. Również w obszarze robotyki podejmowane są próby, aby przynajmniej częściowo przenieść wiedzę i metody interwencji chirurgicznej chirurgów do systemów robotycznych.^{47,48} Jest to wyzwanie, które wiąże się nie tylko z problemami techniczno-naukowymi,

ale przede wszystkim etycznymi i związanymi ze społeczną akceptacją. W przyszłości proponowane będą autonomiczne inteligentne roboty chirurgiczne, a ich wydajność zostanie przetestowana w prostych operacjach.⁴⁹ Właściwe będzie wprowadzenie procedur bezpiecznego wycofania oraz zarządzania anomaliami w przypadku nieoczekiwanych zdarzeń.⁵⁰

4.4. Symulacja umożliwiająca precyzyjną opiekę i szkolenie

Wirtualne systemy symulacji chirurgicznej, które mogą odtworzyć model systemu chirurgicznego i wizualizować cały proces chirurgiczny a priori na komputerze, są bardzo przydatne do szkolenia chirurgów⁵¹ i zapewniają im narzędzie do ulepszania procedur chirurgicznych poprzez serię testów i prób w celu oceny ich skuteczności i wyników.⁵²

Symulacja chirurgiczna wykorzystuje głównie technologie rzeczywistości wirtualnej (VR) i rozszerzonej (AR) w modelu sprzętowym i programowym systemu robotycznego do symulacji i prowadzenia różnych procedur operacyjnych.⁵³ Cel wdrożenia obejmuje planowanie operacji z powiązanymi testami, wskazówki podczas operacji, działanie asystenta podczas operacji, a czasem sugestie dotyczące rehabilitacji pooperacyjnej.

Wirtualna rzeczywistość, symulacja i cyfrowy bliźniak mają na celu odtworzenie rzeczywistej sytuacji w środowisku pozbawionym ryzyka, przy niższych kosztach. Są one wykorzystywane zarówno do trenowania umiejętności stażystów w każdej sytuacji, jak i do testowania systemu przed jego fizycznym wdrożeniem.

Ponieważ prawdziwy system robotyczny, zanim zostanie wprowadzony na rynek, jest wykorzystywany w ramach rzeczywistej interwencji na modelach fantomowych, *in vitro* i *ex vivo*, w dużej mierze wykorzystywane są VR i cyfrowe bliźniaki. Są one bardzo obiecujące dla udoskonalenia i poprawy obu bliźniaków: symulatora i systemu chirurgicznego.

Obecnie tego rodzaju symulatory stopniowo stają się nowym kierunkiem badań. Obejmuje on: kinematykę robota, modele dynamiczne i wizualne, reprezentację 3D i AR pól chirurgicznych, modelowanie i symulację właściwości fizycznych złożonych miękkich i twardych obiektów, takich jak ludzkie narządy obecne w scenariuszu, modele i obraz 3D ścieżek nawigacji i wspomagających technik chirurgicznych, moduły szkoleniowe symulacji.⁵⁴

4.5. Porównanie wybranych systemów robotycznych

Omówione powyżej systemy robotyczne są porównane w formie tabeli (Tabela 1). Każdy system jest klasyfikowany według spektrum zastosowań i funkcji. Wybrano ograniczony zakres funkcji, aby porównać systemy. Systemy chirurgiczne zajmują dużą przestrzeń sali operacyjnej: w nagłych przypadkach swobodny dostęp do pacjenta może mieć kluczowe znaczenie. Lekarz nie jest już w stanie używać swoich zmysłów do bezpośredniej interakcji z pacjentem: stąd najważniejsze stają się intuicyjna reprezentacja scenariusza operacji i haptyczne sprzężenie zwrotne.

Do porównania wprowadzono również pewne cechy „fizyczne”, takie jak: modułowość i rekonfiguracja systemu oraz miniaturyzacja narzędzi chirurgicznych. Przedstawione systemy robotyczne znajdują się na różnych etapach rozwoju: projekty badawcze w fazie rozwoju, systemy w fazie testów, wreszcie systemy robotyczne komercyjnie dostępne na rynku. Kryterium przyjęte przy tworzeniu tego podsumowania jest subiektywne. Co więcej, scenariusz szybko się zmienia; każdy system robotyczny jest na bieżąco aktualizowany o ulepszone funkcje i może być używany do coraz szerszego spektrum zastosowań.

4.6. Wnioski

Artykuł nie ma na celu wyczerpującego przeglądu robotycznych systemów chirurgicznych; wybrano i opisano tylko kilka robotycznych urządzeń dla każdego konkretnego obszaru zastosowania. Celem jest pokazanie, jak wiele krajów jednocześnie rozwija i udostępnia na rynku zaawansowane urządzenia, które ostatecznie przyczynią się do wydłużenia średniej długości życia i poprawy jego jakości.

Pionierzy chirurgii robotycznej zbudowali już swoją reputację w tej dziedzinie, która jest obecnie wykorzystywana również przez nowe firmy. Postrzeganie pacjentów radykalnie zmienia się od strachu przed tym, co nieznane, do zaufania niezawodnemu narzędziu technologicznemu. Bogata historia udanych badań klinicznych pomaga pacjentom odetchnąć z ulgą. Powiew zaufania do tej technologii wpływa zarówno na pacjentów, jak i firmy. Inwestorzy zapewniający kapitał wysokiego ryzyka, aniołowie biznesu i rządy udostępniają fundusze na przyszły rozwój, ponieważ uważają, że jest to odpowiedni czas na inwestycje.

Obserwujemy wyścig technologiczny, który się rozpoczyna. Podczas gdy pierwsze patenty na robotykę chirurgiczną wygasają, pojawia się chmura nowych patentów chroniących nowe, obiecujące pomysły.

Czynniki społeczno-polityczne również mają tendencję do promowania zaawansowanych technologii w dziedzinie medycyny. Rządy nieustannie starają się scentralizować przepisy. Łatwiej jest penetrować rynek, na którym ta sama certyfikacja jest dostępna dla coraz większej liczby krajów. Dla każdej konkretnej procedury medycznej konieczne jest uzyskanie świadectwa bezpieczeństwa. Proces certyfikacji wymaga czasu, wysiłku i kosztów; efekt skali uzyskuje się, gdy ta sama procedura jest automatycznie akceptowana w kilku krajach.

Chirurgia robotyczna znajduje się już na zaawansowanym poziomie, z wyrafinowanymi rozwiązaniami obejmującymi kilka obszarów, w których wysoka dokładność, filtrowanie drgań, kontrola siły, ochrona przed promieniowaniem itd. sugerują wstawienie siłownika podrzędnego, zapewniającego skuteczność i niezawodność zdalnej obsługi pod kontrolą chirurga. Podczas wykonywania zadań chirurgicznych maksymalne siły, które muszą być wywierane przez efekторы końcowe są rzędu kilkuset gramów. Staje się jasne, że kolejna generacja robota chirurgicznego będzie naprawdę kompaktowa.

Aby stworzyć roboty medyczne przyszłości, można zastosować dwie różne metody projektowania. Konserwatywne podejście sugeruje miniaturyzację obecnych urządzeń medycznych, podczas gdy podejście przełomowe może obejmować zupełnie nowe architektury robotyczne, specjalnie dostosowane do wyników, które należy osiągnąć. Następną generację robotów medycznych może na przykład wywodzić się z dalszej miniaturyzacji robotów równoległych, pochodzących ze świata automatyki, lub może być formą „rosnących” bio-nano-robotów.

Największym wyzwaniem badawczym jest jednoczesna potrzeba uzyskania mikromanipulacji w lokalnych interwencjach i surowego ruchu na poziomie obsługi.

Konflikt ten można rozwiązać za pomocą konfiguracji nadrzędny/podrzędny, aby wykonywać mikromanipulacje przez zminiaturyzowane urządzenia podrzędne, skalowane z ruchu naturalnej wielkości

przez kontroler nadrzędny. Architektura ta wymaga jednak specyficznej infrastruktury informacyjnej, z naciskiem na bezpośredni i pośredni potencjał efektorów, a także na możliwości oferowane przez wsparcie ze strony zintegrowanych komputerów. Ogólnie rzecz biorąc, duża luka między badaniami a przemysłem w dziedzinie robotyki chirurgicznej może zostać wypełniona poprzez znaczne inwestycje w rozwój, patenty i reklamy. Naszym życzeniem jest, aby roboty kolejnej generacji były lepsze,

bardziej opłacalne, a tym samym dostępne dla szerszego grona odbiorców.

Tekst oryginalny:
Francesco Cepolina, Roberto P. Razzoli, An introductory review of robotically assisted surgical systems, *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery* published by John Wiley & Sons Ltd. 2022.

System robotyczny	Spektrum zastosowań	Cechy							
		ilość przestrzeni zajmowanej w sali chirurgicznej: D = duża, Ś – średnia, M – mała	dostępność do pacjenta w razie potrzeby D = dobra, Ś – średnia, O = ograniczona	skuteczne i intuicyjne przedstawienie chirurgowi scenariusza operacji BD = bardzo dobre, D = dobre, P = przyzwoite	modułowość i rekonfiguracja systemu D = dobra, Ś – średnia, O = ograniczona	miniaturyzacja narzędzi chirurgicznych S = standardowa, Z = zaawansowana	haptyczne/światowe sprzężenie zwrotne T = tak, N – nie	certyfikacja T = tak, N – nie	na rynku T = tak, N – nie
Zeus™	Klatka piersiowa,	D	O	P	D	S	N	T	N
da Vinci®	Klatka piersiowa, urologia	D	O	BD	Ś	Z	W trakcie badania	T	T
M7	Klatka piersiowa	M	D	D	O	S	T	N	N
Raven IV	Klatka piersiowa	M	O	D	D	S	N	N	N
PMAR	Klatka piersiowa	M	O	D	O	S	N	N	N
Mirosurge	Klatka piersiowa	M	Ś	D	D	Z	T	N	N
MSR-5000 REVO-I	Klatka piersiowa, urologia	D	O	D	O	S	T	T	T
ALF-X	Klatka piersiowa, urologia, ginekologia	D	O	D	D	Z	T	T	T
Hugo	Urologia, ginekologia.	M	D	BD	Ś	Z	T	T	T
Versius	Klatka piersiowa, urologia, ginekologia	M	Ś	D	D	Z	T	T	T
Ottava	Klatka piersiowa	M	Ś	D	D	S	-	N	N

System robotyczny	Spektrum zastosowań	Cechy							
		ilość przestrzeni zajmowanej w sali chirurgicznej: D = duża, Ś – średnia, M – mała	dostępność do pacjenta w razie potrzeby D = dobra, Ś – średnia, O = ograniczona	skuteczne i intuicyjne przedstawienie chirurgowi scenariusza operacji BD = bardzo dobre, D = dobre, P = przyzwóite	modułowość i rekonfiguracja systemu D = dobra, Ś – średnia, O = ograniczona	miniaturyzacja narzędzi chirurgicznych S = standardowa, Z = zaawansowana	haptyczne/siłowe sprzężenie zwrotne T = tak, N – nie	certyfikacja T = tak, N – nie	na rynku T = tak, N – nie
Bitrack	Klatka piersiowa, urologia, ginekologia	D	O	D	Ś	S	T	N	N
Enos	Urologia, ginekologia	M	D	D	Ś	S	N	Oczekiwane w 2022	
Hinotori	Klatka piersiowa, urologia	D	O	BD	Ś	Z	N	T	T
Symani	Chirurgia otwarta	Ś	Ś	D	O	Z	N	T	T
Avatera	Klatka piersiowa, urologia, ginekologia	D	O	BD	Ś	Z	T	T	T
MrBot	Urologia	M	Ś	D	D	S	N	N	N
Acubot	Urologia	M	Ś	D	D	S	N	T	T
Flex	Chirurgia transoralna, urologia	s	D	D	Ś	s	N	T	T
Mazor X	Kręgosłup, mózg	s	D	BD	Ś	-	N	T	T
Sensei cewnik	Chirurgia wewnętrzna-czyniowa	s	D	BD	Ś	Z	T	T	T
Cewnik GRX	Chirurgia wewnętrzna-czyniowa	s	D	D	Ś	Z	T	T	T
Aeon	Chirurgia wewnętrzna-czyniowa, serce	D	Ś	BD	D	Z	N	T	T
Viky endosc.	Klatka piersiowa, urologia, ginekologia	M	D	D	D	S	N	T	T
Ares endosc.	Chirurgia transoralna	Ś	Ś	D	D	S	T	T	T

Rozdział 5.

Przewaga kliniczna robotyki

dr n. med. Maciej Matyja, prof. dr hab. n. med. Andrzej Matyja

Pomysł na zastosowanie robotyki w chirurgii pojawił się już w 1967 roku. Od tamtego czasu minęły ponad trzy dekady, kiedy w wyniku współpracy Departamentu Obrony USA z innowacyjnymi start-upami i uznanymi agencjami badawczymi został ukończony pierwszy w pełni funkcjonalny wielofunkcyjny robot chirurgiczny. Pierwotnie wielozadaniowe systemy robotyczne były skonstruowane z myślą o chirurgii urazowej, aby móc potencjalnie wykonywać operacje znajdując się w znacznej, a co za tym idzie bezpiecznej odległości od pola bitwy, linii frontu. Chociaż postęp technologiczny, w tym postęp telechirurgii na przestrzeni czasu ewoluował, zainteresowanie rynku odwróciło się od tego celu.

Przeprowadzona przez prof. Jacquesa Marescaux w 2001 operacja cholecystektomii, kiedy operatora od pacjenta dzielił Ocean Atlantycki, w czasie której opóźnienie wynosiło zaledwie 155 ms, była prawdopodobnie najdroższym jak dotąd zabiegiem chirurgicznym na świecie – ponad 1 milion dolarów wyniosły koszty samych usług telekomunikacyjnych. Wątpliwości również budziła kwestia potencjalnego bezpieczeństwa pacjenta, znajdującego się na innym kontynencie niż zespół chirurgiczny. W związku z tym skupiono się na rozwoju technologii samego urządzenia, tak aby było jak najbardziej ergonomiczne oraz miało przewagę nad innymi, dotychczas powszechniejszymi technikami chirurgii małoinwazyjnej.

Aktualnie chirurgia robotowa jest wdrażana przez specjalistów wielu odmiennych specjalizacji zabiegowych – chirurgii ogólnej, urologii, ginekologii, kardiochirurgii, torakochirurgii czy laryngologii. Przez specjalistów wykonujących zabiegi przy pomocy robota podkreślana jest w szczególności artykulacja narzędzi, czyli dodatkowy zakres ruchu narzędzia imitujący ruch nadgarstka, co pozwala na używanie narzędzi w sposób precyzyjny w trudno dostępnych jamach ciała, takich jak np. miednica. Precyzja obrazu uzyskiwana przez system robotyczny pozwala na redukcję drżenia, powiększenie obrazu i stabilizację kamery, co powinno prowadzić do zmniejszenia urazów tkanek i zmniejszenia śródoperacyjnej utraty krwi. Biorąc pod uwagę szereg wykorzystanych technologii, ich połączenie powinno prowadzić do obniżenia ilości konwersji.



dr n. med.
Maciej Matyja



prof. dr hab. n. med.
Andrzej Matyja

II Katedra Chirurgii Ogólnej
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

5.1. Chirurgia ogólna, chirurgia onkologiczna narządów jamy brzusznej

Dostęp robotowy w chirurgii jelita grubego oferuje szczególne korzyści w sytuacjach, które są trudne technicznie: wąska miednica, nisko położony guz w odbytnicy, precyzyjne szycie wewnątrzustrojowe (w tym wykonywanie zespoleń). Przy prawostronnej hemikolektomii zwraca się uwagę na korzyść wynikającą z precyzji wysokiego podwiązania naczyń przy zabiegu CME (ang. *complete mesocolic excision*).

W przypadku chirurgii trzustki chirurgia robotowa wiąże się z możliwością wykonania precyzyjnych zespołów, w tym zespołów naczyniowych. Technika małoinwazyjna, robotowa, zmniejsza śródoperacyjną utratę krwi. W przypadku nowotworów złośliwych pankreatoduodenektomia robotowa wiąże się z wyższym odsetkiem resekcji R0 (radikalnych onkologicznie) w porównaniu z techniką klasyczną, jednocześnie te dwie metody nie różnią się zasadniczo pod względem ilości usuniętych węzłów.

Chirurgia wątroby jest technicznie trudna ze względu na złożoną anatomię wątroby, z intensywnym i zróżnicowanym układem naczyniowym i żółciowym. Dlatego w szczególności duże hepatektomie są często wykonywane przez otwartą resekcję, ale mniejsze hepatektomie – techniką minimalnie inwazyjną. Chirurgia robotowa pozwalająca na wizualizację 3D ułatwia dostęp do pola operacyjnego. Operacje robotowe wątroby są bezpieczne i możliwe do przeprowadzenia po ustabilizowaniu się stromej krzywej uczenia się zespołu chirurgicznego.

W chirurgii żołądka, w zakresie bezpieczeństwa, trudności technicznej i adekwatności onkologicznej, chirurgia robotowa i laparoskopowa są porównywalne, jednak w przypadku chirurgii robotowej można zaobserwować wyższy odsetek usuniętych węzłów chłonnych.

Mamy coraz więcej doniesień naukowych dotyczących wzrostu wykorzystania chirurgii robotowej w leczeniu operacyjnym przepuklin. Szczególnie istotną przewagę obserwujemy w leczeniu przepuklin przedniej ściany brzusznej, gdzie poza umieszczeniem siatki przepuklinowej konieczne jest uwolnienie poszczególnych mięśni będących składowymi powłok jamy brzusznej (tzw. *component separation*). Operując małoinwazyjnie ograniczamy ilość powłok w porównaniu z chirurgią klasyczną – szczególnie w zakresie infekcji skóry i tkanki podskórnej.

5.2. Urologia

Chirurgia robotowa w nowotworach prostaty się wiąże się z krótszym czasem zabiegu, zmniejszoną utratą krwi i większą szansą na zachowanie pęczka nerwowo-naczyniowego. Ponadto operacja przy użyciu robota może być również korzystna dla zachowania funkcji seksualnych, mniejszego ryzyka zaburzeń erekcji, co ściśle wynika z wspomnianego wyżej oszczędzania nerwów. Chirurgia robotowa zmniejsza również ryzyko nietrzymania moczu.

Wśród pacjentów z rakiem pęcherza moczowego bez przerzutów poddawanych radykalnej cystektomii robotowej, w porównaniu z otwartą cystektomią

obserwowano zdecydowanie krótszy czas hospitalizacji oraz statystycznie istotne zmniejszenie śmiertelności okołoperacyjnej.

Nefrektomia robotowa zapewnia wyniki radykalności onkologicznej takie same jak technika laparoskopowa czy technika otwarta. Największą korzyść obserwuje się w zabiegach częściowej nefrektomii – dzięki artykulacji narzędzi zmniejsza się techniczna trudność wykonania tego zabiegu.

5.3. Ginekologia

W łagodnych chorobach ginekologicznych wykazano potencjalne korzyści robota w porównaniu z konwencjonalną laparoskopią u kobiet otyłych oraz w przypadku dużych macic. Zmniejszona zostaje utrata krwi, zmniejszony ból pooperacyjny i krótszy pobyt w szpitalu w porównaniu histerektomią przezpochwową czy laparoskopową.

Przy minimalnie inwazyjnych operacjach mięśniaków macicy chirurgia robotowa zyskała na popularności, ponieważ jest to operacja wymagająca dużej ilości szwów, a pomoc ramion robota sprawia, że szycie jest prostsze technicznie. W przypadku endometriozы technologia 3D może znacznie poprawić jakość preparowania chirurgicznego w skomplikowanych przypadkach, gdzie często mamy do czynienia ze znaczną ilością zrostów.

Chirurgia robotowa jest również wykorzystywana w ginekologii onkologicznej. Opisane korzyści technologii w porównaniu z laparotomią wydają się oczywiste – znacznie mniej poważnych powikłań, takich jak rozejście się rany, krwawienie, uraz urologiczny. Chirurgia robotowa wiąże się w tych przypadkach również z krótszym okresem hospitalizacji.

5.4. Laryngologia

Rozwój chirurgii robotowej nowotworach głowy i szyi przynosi obiecujące wyniki. Funkcja połykania u większości pacjentów po zabiegach wykonanych w asyście robota powraca do wartości wyjściowych. Również wskaźnik ilości gastrostomii, stałej tracheostomii u pacjentów po operacjach robotowych jest niski. Transoralna chirurgia robotowa poszerzyła arsenał metod leczenia ukierunkowanych na redukcję deficytów funkcjonalnych przy jednoczesnym zachowaniu doskonałych wyników onkologicznych.

5.5. Chirurgia klatki piersiowej

Zrobotyzowana chirurgia klatki piersiowej wykonywana ze wskazań onkologicznych, najczęściej w przypadku raka płuca, jest techniką bezpieczną

i skuteczną. Technika robotowa pozwala na osiągnięcie takich samych lub lepszych wyników operacji onkologicznych w porównaniu do VATS (*Video Assisted Thoracic Surgery*). Robot jako narzędzie może zminimalizować wszystkie defekty związane z ręką chirurga (np. drżenie, ruchy mimowolne, niedokładność), gwarantując większą jednorodność operacji niezależnie od operatora. Potencjalnie ułatwia czynności takie jak limfadenektomia i szycie przy lobektomii, czy też np. przy plikacji przepony.

5.6. Kardiochirurgia

W kardiochirurgii technologia robotyczna jest najczęściej wykorzystywana do przeprowadzania operacji zastawki mitralnej i operacji pomostowania aortalno-wieńcowego. Zabiegi kardiochirurgiczne z użyciem robota pozwalają na uniknięcie sternotomii. Korzyści z tego wynikające – to mniejszy ból pooperacyjny, mniejsze krwawienie, krótszy czas hospitalizacji oraz lepszy efekt kosmetyczny.

5.7. Podsumowanie

Ewolucja w medycynie, a szczególnie w specjalizacjach zabiegowych, jest procesem nieuniknionym, trwa ciągle progres. Nie ma wątpliwości, że robot zwiększa możliwości chirurga, poprawiając obraz operacyjny i zapewniając większą precyzję dzięki narzędziom artykulacyjnym czy ulepszeniom

cyfrowym. Równie ważną kwestią jest potencjalna korzyść dla pacjenta.

Argumenty przeciwko chirurgii robotowej, takie jak brak dotykowego sprzężenia zwrotnego czy długa krzywa uczenia są stopniowo obalane. Wykazano, iż sprawny chirurg laparoskopowy zdecydowanie szybciej jest w stanie opanować technikę robotową, a tym samym skrócić krzywą uczenia i zwiększyć bezpieczeństwo pacjenta.

Najczęściej poruszaną kwestią przeciwko chirurgii robotowej są względy ekonomiczne. W przeszłości podobne argumenty były podnoszone przeciwko popularyzacji innych technik małoinwazyjnych. Jednak bezpośredni koszt technik małoinwazyjnych można zrekompensować skróceniem czasu pobytu i krótszym okresem rekonwalescencji pacjentów. Obecnie najbardziej znanym dostępnym wielozadaniowym robotem chirurgicznym jest system chirurgiczny da Vinci firmy Intuitive Surgical Inc., natomiast na rynku pojawiły się modele innych firm, m. in. Versius (CMR Surgical) czy Hugo (Medtronic). Pojawienie się kolejnych systemów przełamuje monopol i zwiększa rywalizację, co w konsekwencji może spowodować, iż robotyka w chirurgii stanie się bardziej przystępna cenowo, a co za tym idzie – bardziej rozpowszechniona.

Komentarz

prof. dr hab. n. med. Tomasz Drewa, kierownik Katedry Urologii i Andrologii Collegium Medicum UMK,
prezes zarządu Polskiego Towarzystwa Urologicznego

Szybki wzrost dostępności wspomagających systemów robotycznych w Polsce jest dla mnie wspaniałą wiadomością. Zawsze bardzo zależało mi na jak najszybszym wprowadzeniu zabiegów laparoskopowych wspomaganych systemami robotycznymi, co udało się z opóźnieniem i problemami w Toruniu dopiero w 2016 roku (Tab. 1, str. 24).

Należy się jednak poważnie zastanowić, jak ten trend utrzymać i wykorzystać pracujące w szpitalach systemy robotyczne. Podstawą jest oczywiście proces refundacyjny, który powinien być jak najlepszy i obejmujący jak najwięcej operacji. To jednak może nie zapewnić sukcesu. Rozpoczęcie operacji robotycznych jest zawsze pewnym wyzwaniem ekonomicznym i logistycznym dla każdego szpitala. Odwiedzając oddziały w Wielkiej Brytanii czy Niemczech widziałem nieużywane systemy, z którymi szpitale nie mogły sobie poradzić i zagospodarować. To było zresztą jedną z przyczyn funkcjonowania rynku systemów zakupionych „z drugiej ręki”, który takie jednostki chętnie zbywały. Problemem, z którym musi poradzić sobie każdy szpital, jest uzyskanie jak najszybciej dużej liczby procedur, bo ten manewr rzeczywiście znakomicie poprawia rentowność (str. 8). Osiągnąć to należy dwoma sposobami – poprzez szybkie nabycie umiejętności przez operatorów oraz wyszkolenie operatorów reprezentujących różne dziedziny.

W programie kształcenia bardzo ważne jest wsparcie producentów, ich programy szkolenia oraz nauka sprawnej obsługi, „proctoring” i „mentoring”, które operatorom kształcącym się poza ośrodkiem robotycznym są niezbędne (str. 63). Sam proces certyfikacji producenckiej jest bardzo dobrze zorganizowany przez Intuitive Surgical (szkolenia CMR nie przeszedłem), ale w mojej ocenie raczej jest dokumentem dla chirurga, a nie dla pacjenta. Proces certyfikacji zapewnia przede wszystkim bezpieczne środowisko pracy dla operatora, o czym mogłem przekonać się osobiście. Odpowiedniej liczby operacji nie da się przeprowadzić bez reorganizacji pracy sali operacyjnej i dedykowania instrumentariuszek oraz

personelu pomocniczego tym zabiegom oraz maksymalne wydłużenie czasu pracy sali operacyjnej, co może nie być łatwe w szpitalach publicznych. Opierając się o własne doświadczenie: w tym zakresie możliwe jest wykonanie 3–4 operacji dziennie, a przy 2–3 specjalnościach system powinien być wykorzystany w 100%. Według mojego doświadczenia, te systemy mogą pracować nawet 10 lat, co przy dobrym wykorzystaniu może przynieść znakomite przychody i przyczynić się do utrzymania korzystnego trendu.

Laparoskopia wspomagana robotem to niesłychany postęp w chirurgii, i mówię to jako chirurg z wieloletnim doświadczeniem laparoskopowym. Jak zawsze uważałem, że nie powinniśmy wracać do operacji klasycznych, tak obecnie nie widzę potrzeby wykonywania operacji laparoskopowych w większości wskazań i zakresów operacyjnych, jeżeli dostępne są systemy robotyczne. Doskonale ten sposób myślenia opisuje wykres przedstawiony przez zespół prof. Słojewskiego (wykres 3; str. 33). Wraz z urologami Szpitala im. Jurasza w Bydgoszczy jak i Szpitala im. Kopernika w Toruniu wprowadzamy od ponad 10 lat tę zasadę, dzięki czemu zrezygnowaliśmy całkowicie z operacji klasycznych otwartych w przypadku raka prostaty czy raka pęcherza i w większości przypadków raka nerki. Mam też nadzieję, że nastąpi w końcu taki dzień, iż nie będzie urologa, który nadal będzie uważał, że „podczas operacji otwartej lepiej dotknąć, dokładniej zobaczyć i oczywiście precyzyjniej wytnąć chorobę, której na pewno nie da się zoperować kamerą”. Walka z takimi przesądami nie jest łatwa, ale obserwując trend przedstawiony w Tabeli 1 (str. 15) jestem optymistą. Widać, iż chirurdzy proponujący tzw. „lepsze operacje otwarte” zostaną naturalnie zignorowani przez coraz bardziej świadomych pacjentów. W wielu krajach Europy już to nastąpiło (wykres 2, str. 14).

Inną kwestią jest wyszkolenie urologa w zakresie wszystkich technik operacyjnych, tak aby mógł wykonać konwersję zabiegu robotycznego do laparoskopowego czy „suboptymalnie” do operacji otwartej. O ile

„chirurdzy robotyczni” pokolenia, które reprezentują, są biegli w każdej z tych technik, o tyle mam świadomość, że wykształciłem urologów, którzy uczestniczyli tylko w zabiegach laparoskopowych dotyczących prostaty czy pęcherza moczowego, a niedługo będą tacy, którzy będą potrafili operować tylko i wyłącznie przy wsparciu robota. To jest poważne zadanie szkoleniowe dla ośrodków oraz pytanie edukacyjne, jak powinno wyglądać szkolenie chirurga konsolowego. Analizując nieliczne na szczęście przypadki niepowodzeń operacji robotycznych widzimy, że powikłania powstały wskutek braku podjęcia decyzji o konwersji lub złego jej przeprowadzenia. Dlatego też nie można zapominać, iż zabiegi robotyczne w urologii są jedynie elementem procesu leczenia. Nie można tego ograniczać wyłącznie do wycięcia narządu.

Wykształcony urolog jest odpowiedzialny za cały proces leczenia pacjenta, wraz z obserwacją i naprawą powikłań czy to śródoperacyjnych, czy późnych. Wykształcenie urologa w zakresie sprawnego wycięcia prostaty przy użyciu systemu robotycznego bez możliwości nabycia przez niego wiedzy i umiejętności w zakresie operowania powikłań w obrębie jamy brzusznej, tj. szycia jelit, wykonywania zespożeń, szycia naczyń krwionośnych – nie jest pełne. W większości ośrodków nie można liczyć na pomoc chirurga naczyniowego czy ogólnego w zakresie endoskopowego szycia naczyń czy jelit. Pracujący w małych ośrodkach operator musi liczyć tylko na własne umiejętności (np. małe szpitale prywatne). Musimy zdawać sobie sprawę, że tylko taki urolog, który opanował różnorodne techniki operacji i naprawy powikłań, minimalizuje ryzyko. I raczej jest to urolog w szpitalu specjalistycznym z dużym zapleczem różnych oddziałów, który przeszedł gruntowne szkolenie urologiczne. Spłylenie problemu kształcenia do wykonania określonej liczby danego typu operacji nie rozwiązuje problemu powikłań. To jedynie minimalizuje ryzyko ich powstania, ale nie poprawia bezpieczeństwa w zakresie naprawy powikłań.

Kształcenie w zakresie technik robotycznych musi być takie samo, jak w zakresie technik laparoskopowych czy klasycznych – czyli całościowe, w szerokim zakresie, oparte o jednostkę kliniczną czy oddział, który zajmuje się nie tylko operowaniem, ale i leczeniem powikłań i długoterminowym prowadzeniem pacjentów po operacji. Kształcenie prowadzone przez producentów sprzętu zajmuje w tym systemie bardzo ważne miejsce, ale nie zastąpi kształcenia medycznego, którego najważniejszym elementem jest zrozumienie pacjenta i istoty jego choroby. Od tego zależy poprawne leczenie. Tutaj dotykamy sedna sprawy – musimy mianowicie nadal kształcić urologów a nie „urologów robotowych”. Mamy w Polsce

wiele ośrodków urologicznych o dużym potencjale szkoleniowym oraz wielu urologów z doświadczeniem endoskopowym i robotycznym (Tabela 2, str. 18; Tabela 5, str. 32). Nie widzę przeszkód, aby ośrodki te kontynuowały swoje zadania szkoleniowe również w zakresie szkolenia robotycznego. Towarzystwo naukowe i Komisja Akredytacyjna powinny natomiast pilnować, aby nie dochodziło do kształcenia urologów w ośrodkach wykonujących wąski zakres procedur – bo wcześniej czy później doprowadzi to do wypaczenia myślenia o chorobie jako całości oraz spowoduje nieprawidłowości.

Niestety procedura refundacyjna dotycząca radykalnej prostatektomii z wsparciem systemu robotycznego, dopuszczając chirurgów i chirurgów onkologicznych jako operatorów, w tym zakresie sprowadza to zagadnienie tylko do zabiegu „wycięcia prostaty”, pozostawiając całościowe leczenie choroby bez zabezpieczenia. Nie powinno się dopuścić do sytuacji, w której operator nie ma pojęcia o chorobie i leczeniu jej powikłań, na które to zagadnienia 6-letni program specjalizacyjny w dziedzinie urologii przeznaczają setki godzin. Uważam – podobnie jak prof. Antoniewicz (str. 3) – że musi dojść do ponownej akredytacji ośrodków w oparciu o nowy program specjalizacyjny. W mojej ocenie ten proces powinien być ewolucyjny. Należy pamiętać, że proces kształcenia urologa odbywa się przez całe życie zawodowe (*Continuous Medical Education*) i tutaj ponownie potrzebne jest wsparcie producentów, którzy dbają o aktualizacje techniczne, ale i ułatwiają kontakty z ośrodkami o szerszych profilach lub większym doświadczeniu w operacjach robotycznych (pięciofazowa standaryzacja procesu szkolenia, str. 63). Proces kształcenia nie powinien być skokowy, musi być płynny, co gwarantuje uzyskanie i utrzymanie poziomu eksperckiego. Tak się dzieje w chirurgii od lat i systemy robotyczne jako „narzędzia” używane do operacji wpisują się, tak jak inne narzędzia, w rozwój urologa, który prostatektomię radykalną o niewielkim stopniu trudności wykona samodzielnie już po kilkudziesięciu zabiegach. Natomiast zaawansowany rak prostaty będzie trudny do usunięcia mimo wykonania i 500 operacji, a powikłania zagrażające życiu lub drastycznie obniżające komfort zdarzają się i tym, którzy wykonali 1000 zabiegów. Ważne jest, aby operacje te odbywały się w pełnoprofilowych szpitalach z oddziałami urologicznymi, wykonującymi szeroki wachlarz procedur urologicznych, zapewniając bezpieczeństwo pacjentowi. Podkreślę to jeszcze raz – jedynym certyfikatem potwierdzającym wiedzę i umiejętności w dziedzinie urologii jest certyfikat po zdanych państwowym egzaminie specjalizacyjnym, który w Polsce ma formułę przygotowaną przez European Board of Urology.

MODERN HEALTHCARE INSTITUTE

Prestiżowy magazyn dla koneserów systemu ochrony zdrowia

Co dwa miesiące głosy wybitnych ekspertów, znawców, głównych graczy, krytyków i liderów opinii



*Ekskluzywna forma,
minimalistyczna grafika.
I żadnych zdjęć – tylko te rysunki :)*

Prenumerata pocztowa z wysyłką na imienny adres!

Chcesz otrzymać „OBSERWACJE”

– zamów wysyłkę emailami:

mhi@mzdrowie.pl

Rozdział 6.

Szanse na zrewolucjonizowanie chirurgii dzięki robotyce

dr Todd Wilson

Podczas gdy od ponad wieku odnotowywano znaczące postępy w stosowaniu technologii robotycznych w opiece zdrowotnej, powszechne zastosowanie robotyki w celu zaspokojenia szeregu potrzeb medycznych i chirurgicznych zaczęło gwałtownie rosnąć w połowie lat 80-tych XX wieku.

Wielu znawców branży wymienia pierwsze użycie zrobotyzowanego ramienia chirurgicznego PUMA 560 do wykonania nielaparoskopowej biopsji neurochirurgicznej jako przełomowe wydarzenie stanowiące początek nowoczesnej ery w chirurgii robotycznej. Od tego czasu, innowacje w technologii robotycznej nadal są szybko rozwijane, znajdując zastosowanie w wielu różnych obszarach, w tym w chirurgii ogólnej oraz chirurgii jelita grubego, kręgosłupa, ginekologicznej i urologicznej.

Korzyści z minimalnie inwazyjnej chirurgii robotycznej dla chirurgów i pacjentów

Powody szybkiego i stale rosnącego zastosowania robotyki chirurgicznej, która umożliwia minimalnie inwazyjne operacje, są dobrze znane. Technologie te umożliwiają chirurgom wykonywanie wielu zabiegów i uzyskiwanie dostępu do docelowych miejsc za pomocą zaledwie kilku małych nacięć w ciele, w porównaniu z tradycyjną chirurgią „na otwartym ciele”, która może skutkować znacznie wyższym poziomem urazów zdrowych tkanek i widocznymi bliznami. Niektóre roboty chirurgiczne potrafią obecnie osiągnąć poziom precyzji, elastyczności i mobilności, który nie jest możliwy przy zastosowaniu samej ludzkiej ręki,

zwłaszcza w trudno dostępnych obszarach ciała. Technologie robotyczne są również wspierane przez zaawansowane kamery, które mogą zapewnić powiększone widoki obszaru chirurgicznego w wysokiej rozdzielczości, a ostatnio także obrazowanie 3D, które jest dużo lepsze od patrzenia gołym okiem.

Dzięki tym zaletom, minimalnie inwazyjna chirurgia robotyczna jest obecnie uważana za złoty standard dla wielu rodzajów chirurgii. Technologie te umożliwiają dostęp do różnych miejsc w ciele w sposób, który jest bezpieczniejszy i zapewnia pacjentom lepsze wyniki. Zaawansowane materiały i możliwości produkcyjne pozwalają produkować zrobotyzowane instrumenty, które są wystarczająco małe i elastyczne, aby dotrzeć nawet do trudno dostępnych miejsc. W ostatnich latach chirurdzy i zaawansowani endoskopiści opracowali również strategie wykorzystania elastycznych instrumentów robotycznych do wykonywania wielu zabiegów przez naturalne jamy ciała, w tym usta, odbytnicę i pochwę. Podejście to, znane jako chirurgia endoluminalna, umożliwia chirurgom wykonywanie różnych zabiegów bez konieczności przecinania zdrowej tkanki, znacznie zmniejszając blizny i stres związany z naprawą rany.



dr Todd Wilson

Chirurg prowadzący i dyrektor ds. medycznych w Surgical Innovation and Robotic Institute w Memorial Hermann Hospital – Texas Medical Center. Dyrektor ds. medycznych EndoQuest Robotics.

Duże ilości danych gromadzonych od lat 80. potwierdzają, że minimalnie inwazyjna chirurgia robotyczna może zapewnić pacjentom szeroki zakres korzyści, w tym mniejszy ból podczas rekonwalescencji, mniejsze ryzyko infekcji, mniejszą utratę krwi i krótszy pobyt w szpitalu w porównaniu z tradycyjnymi metodami. Chociaż minimalnie inwazyjna chirurgia robotyczna jest dobrze udokumentowana, co skutkuje optymalnymi wynikami klinicznymi dla pacjentów, jest ona stosowana głównie w ośrodkach medycznych, które mogą sobie pozwolić na tę technologię i niezbędne szkolenie personelu. Cieszy jednak fakt, że liczba szpitali i ośrodków ambulatoryjnych oferujących te możliwości szybko rośnie wraz z rosnącym zapotrzebowaniem ze strony pacjentów. Ponadto, nowe technologie wspierają również szersze możliwości w zakresie zdalnej minimalnie inwazyjnej chirurgii robotycznej, z potencjalnym rozszerzeniem dostępu do milionów nowych pacjentów w przyszłości. W związku z tym oczekuje się, że do 2025 roku rynek chirurgii robotycznej przekroczy poziom 7 miliardów dolarów.

Stosowanie zaawansowanych strategii w chirurgii robotycznej

Naukowcy i liderzy innowacji w dziedzinie technologii medycznych kontynuują badania nad nowymi podejściami do minimalnie inwazyjnej chirurgii robotycznej, uzyskując postępy w kilku kluczowych obszarach, w tym w rozwoju miniaturowych robotów, zastosowaniu uczenia maszynowego, zaawansowanej analizie danych i nowych podejściach do technologii wizualizacji. Poniżej przedstawiono przegląd postępów uzyskiwanych obecnie w zakresie innowacji w chirurgii robotycznej, które mogą zapewnić nowy poziom bezpieczeństwa i korzyści dla pacjentów:

- **Endoluminalna chirurgia robotyczna:** Wielu chirurgów sprawdza zastosowanie chirurgii endoluminalnej, w której dostęp do miejsc uzyskują poprzez naturalne jamy lub otwory ciała. Opcje endoluminalnej chirurgii robotycznej były w przeszłości ograniczone, ponieważ większe i mniej elastyczne narzędzia mogły być używane podczas zabiegu tylko pojedynczo. Ostatnio technologia rozwinęła się, umożliwiając lekarzom jednoczesne użycie do trzech specjalnie zaprojektowanych narzędzi chirurgicznych. Naukowcy testują obecnie te zaawansowane technologie w chirurgii endoluminalnej dla wskazań w zakresie górnego i dolnego odcinka przewodu pokarmowego, z możliwością przyszłych zastosowań w kolejnych zabiegach klinicznych.
- **Roboty in vivo:** Miniaturowe roboty chirurgiczne in vivo mogą umożliwić chirurgom obrazowanie

miejsz operacji pod wieloma kątami wewnątrz ciała w celu lepszej wizualizacji. Technologia ta została zaprojektowana w celu zapewnienia dodatkowych punktów widzenia i nieograniczonych manipulatorów, które mogą pomóc poprawić bezpieczeństwo i zmniejszyć urazy pacjentów. Roboty można również zaprojektować tak, aby odgrywały aktywną rolę w wykonywaniu niektórych zabiegów chirurgicznych. Dostępne opcje obejmują zarówno roboty stacjonarne, jak i mobilne in vivo do użytku w szeregu zabiegów, w tym w cholecysektomii, prostatektomii i nefrektomii.

- **Roboty kapsułkowe:** Zminiaturyzowane endoskopy, znane jako roboty kapsułkowe, mogą odgrywać kluczową rolę we wspieraniu niektórych procedur chirurgicznych, a także w testach diagnostycznych i ukierunkowanym dostarczaniu leków. Są one zazwyczaj mniejsze niż tradycyjne kapsułki z lekiem, co może zmniejszyć ryzyko urazu tkanek i umożliwić szybszy dostęp. Składają się z biokompatybilnych obwodów i obwodów elektronicznych, które mogą być wykorzystywane do przechwytywania i przesyłania obrazów oraz przeprowadzania testów, takich jak wykrywanie temperatury ciała in vivo czy monitorowanie pH.
- **Mikroboty:** Mikroboty o rozmiarach od kilku mikronów do jednego milimetra potrafią dotrzeć do wielu miejsc w organizmie, aby wspierać diagnostykę i monitorowanie postępu choroby w czasie rzeczywistym, z dostępem przez układ krążenia. Przykłady potencjalnych zastosowań obejmują pomiar poziomu glukozy u osoby z cukrzycą, dostarczanie terapii bezpośrednio do miejsc nowotworów lub pomoc przy przeprowadzaniu delikatnych operacji, w oku czy nawet w mózgu.
- **Robotyka chirurgiczna wykorzystująca uczenie maszynowe:** Naukowcy badają również wiele nowych zastosowań uczenia maszynowego w celu poprawy wydajności robotyki chirurgicznej w minimalnie inwazyjnych zabiegach. Dzięki uczeniu maszynowemu, technologie chirurgiczne będą pewnego dnia pozwalać na monitorowanie, rejestrowanie i przewidywanie wyników leczenia pacjentów poprzez ocenę danych i rozpoznawanie wzorców. Informacje te można następnie wykorzystać do identyfikacji i potwierdzenia optymalnych strategii, aby zmniejszyć ryzyko i poprawić wyniki wielu różnych zabiegów chirurgicznych, w niektórych przypadkach w czasie rzeczywistym.

Możliwości zastosowania tych i innych ważnych postępów w technologii robotycznej w szerszym

zakresie minimalnie inwazyjnych operacji w nadchodzących latach prawdopodobnie osiągną nowy poziom. Lekarze będą mieli dostęp do większej liczby technologii robotycznych, aby zapewnić jeszcze lepszy poziom wglądu, precyzji i kontroli, podczas gdy pacjenci będą mogli poddawać się minimalnie inwazyjnym zabiegom ze zwiększoną pewnością co do potencjalnego ryzyka i korzyści, takich jak mniejsze urazy, szybszy powrót do zdrowia, a w wielu przypadkach – brak

widocznych blizn. Aby urzeczywistnić te korzyści, firmy produkujące urządzenia medyczne muszą oferować kompleksowe szkolenia i wsparcie związane z nowymi technologiami robotycznymi, które mogą umożliwić lekarzom i placówkom opieki zdrowotnej ich szybkie i skuteczne wdrożenie. Mając na uwadze te elementy, prawdopodobne jest, że liczba zastosowań technologii robotycznych w chirurgii będzie w nadchodzących latach rosła wykładniczo.

Szkolenia zespołów medycznych w zakresie chirurgii da Vinci

Artur Ostrowski

Firma Intuitive Surgical zbudowała holistyczny system technologii, edukacji i wsparcia dla zespołów klinicznych. Składa się z rozwiązań technologicznych, zabezpieczających potrzeby pacjentów, lekarzy i szpitali. Są one zintegrowane i tworzą jeden organizm, otoczony gruntowną edukacją i szkoleniem w zakresie użytkowania, wykorzystania i rozwoju oraz wsparty pełnym serwisem, analizą i analityką każdego przypadku medycznego.

Za podstawę implementacji systemu chirurgii robotycznej da Vinci w jednostce medycznej firma Intuitive Surgical uznaje dostarczenie kompleksowych rozwiązań w zakresie:

- 4. generacji platformy rozwiązań systemów da Vinci (modele: da Vinci X, da Vinci Xi): artykułacyjnych narzędzi robotycznych, zaawansowanych instrumentów specjalistycznych, technologii Single-Site, zintegrowanych systemów wizyjnych (endoskopu 3D HD z torem wizyjnym), bezprzewodowej integracji ze stołem operacyjnym;
- rozbudowanego, wielostopniowego i specjalistycznego systemu treningu i edukacji zespołów operatorów i personelu pomocniczego w systemie modułowym: treningi online, trening praktyczny na systemie da Vinci, trening w wirtualnej rzeczywistości operacyjnej symulatora SimNow (pozwalający przeprowadzić wirtualne zabiegi medyczne i szczegółowe ćwiczenia manualne), certyfikacja w jednym z kilkudziesięciu centrów edukacyjnych, programy Fellow, wsparcie mentorów z całego świata, edukacja Peer-to-Peer.



Ponad 90 proc. systemów chirurgicznych da Vinci na świecie jest podłączonych do centrów serwisowych, co pozwala na monitoring diagnostyczny w czasie operacji. Certyfikowani inżynierowie techniczni są dostępni 24 godziny na dobę. Lokalni specjaliści techniczno-kliniczni udzielają wsparcia szkoleniowego i aplikacyjnego. Optymalizacja cyklu pracy zespołów operacyjnych, analiza procedur medycznych i użycia systemu chirurgii robotycznej stanowią podstawę dalszego doskonalenia rozwoju, standaryzacji pracy i uzyskiwania najlepszych wyników klinicznych.



Artur Ostrowski

dyrektor zarządzający
da Vinci, Synektik S.A.

Szkolenia mają zapewnić wdrożenie Curriculum Szkoleniowego w celu standaryzacji procedur przedoperacyjnych, operacyjnych i pooperacyjnych. Portfolio szkoleniowe jest przygotowane dla każdego z członków zespołu uczestniczącego w zabiegu

z wykorzystaniem systemu chirurgii robotycznej da Vinci: personelu pomocniczego (pielęgniarek czystych, brudnych), operatora, asystenta medycznego, anestezjologa i pielęgniarki anestezjologicznej. Cykl szkoleniowy obejmuje: standaryzowane ścieżki szkoleniowe, platformę Intuitive Learning, ćwiczenia praktyczne na systemie da Vinci, implementację znormalizowanego procesu i podział kompetencji.

Intuitive Surgical współpracuje z bazą ok. 300 miejsc stypendiów szkoleniowych na całym świecie, 10 stowarzyszeniami ze szkoleniami da Vinci, ponad 8400 chirurgami w centrach nauczania, 144 ośrodkami akademickimi z programami dla rezydentów i 1926 chirurgami przeszkolonymi według Curriculum da Vinci od 2012 roku.

Od lipca 2018 roku Intuitive Surgical rozpoczęła na rynku polskim współpracę z firmą Synektik S.A, udzielając jej autoryzacji na dostawę rozwiązań technicznych chirurgii robotycznej da Vinci, przeprowadzenie szkoleń zespołów klinicznych, weryfikację i szkolenie zespołów Centralnej Sterylizatorni oraz certyfikowanego serwisu technicznego. Synektik S.A. stworzyła strukturę organizacyjną, pozwalającą na zabezpieczenie rozwiązań ekosystemu dla pacjenta, lekarza i jednostki szpitalnej.

Rekomendowana, standaryzowana ścieżka szkoleniowa dla wszystkich członków zespołu obejmuje 5 faz:

1. Faza wprowadzenia do technologii,
2. Faza obserwacji zabiegów,
3. Faza współpracy z mentorem na systemie da Vinci,
4. Faza implementacji chirurgii robotycznej do harmonogramu zabiegów szpitalnych,
5. Podnoszenie kompetencji.

1. Faza wprowadzenia do technologii da Vinci obejmuje zakres szkoleń online, jak również szkolenie in-service dla personelu lekarskiego i pomocniczego.

Moduł szkoleniowy online (Intuitive Learning Management System) dostępny jest na edukacyjnym portalu internetowym. Stanowi źródło wiedzy o systemie da Vinci, narzędziach i klinicznym zastosowaniu technologii. Jest dostępny dla każdego użytkownika, w każdej fazie procesu szkolenia. Każdy z użytkowników posiada indywidualne konto z planem szkoleniowym, który obejmuje filmy instruktażowe techniczne oraz kliniczne. Może także rejestrować się w dodatkowych planach edukacyjnych (np. narzędzi Endowrist czy symulacji zabiegów klinicznych na symulatorze SimNow®).

Użytkownik może monitorować postępy w nauce, oglądać filmy techniczne i kliniczne dedykowane określonej ścieżce edukacyjnej oraz po zakończonym szkoleniu online uzyskać certyfikat Intuitive Surgical świadczący o nabytej wiedzy.

Szkolenie in-service prowadzone jest przez specjalistę wsparcia techniczno-klinicznego i realizowane przez zespoły w oparciu o ćwiczenia praktyczne na systemie da Vinci.

Program szkoleniowy składa się z modułów:

A. dla personelu pomocniczego (pielęgniarek czystych, cyrkulujących):

- komponenty systemu da Vinci,
- ustawienie, podłączenie i uruchomienie systemu da Vinci na sali operacyjnej,
- system wizyjny,
- wózek robotyczny pacjenta,
- obłożenie ramion robotycznych i/lub kolumny robotycznego wózka pacjenta,
- narzędzia chirurgii robotycznej Endowrist, endoskopy da Vinci,
- ustawienia portów dokowania i dokowanie systemu da Vinci,
- zintegrowany generator energetyczny,
- ustawienia śródoperacyjne i użycie systemu da Vinci,
- rozwiązywanie problemów,
- zakończenie procedury medycznej,
- przygotowanie narzędzi Endowrist i endoskopów do reprocessingu.

B. dla zespołu lekarskiego:

- komponenty systemu da Vinci,
- wózek robotyczny pacjenta,
- narzędzia chirurgii robotycznej Endowrist, endoskopy da Vinci,
- ustawienia portów dokowania i dokowanie systemu da Vinci,
- zintegrowany generator energetyczny,
- interakcje konsoli chirurgicznej,
- ustawienia śródoperacyjne i użycie systemu da Vinci,
- rozwiązywanie problemów.

W zależności od konfiguracji systemu, szkolenia dla wszystkich lub wybranych zespołów obejmują także moduły:

- zintegrowany stół operacyjny,
- zaawansowane narzędzia chirurgii robotycznej (np.: stapler SureForm, narzędzie zamykające naczynia do 7 mm średnicy – Vessel Sealer Extend),
- symulator wirtualnej rzeczywistości operacyjnej – SimNow®.

Każdy z modułów obejmuje prezentację i ćwiczenia na systemie chirurgii robotycznej przez członków zespołów klinicznych. Szkolenia prowadzone są w małych grupach, wymagają od uczestników zaangażowania, skupienia i systematycznej pracy. Szkolenie in-service dla zespołów lekarskich kończy się testem wiedzy online, na indywidualnym koncie edukacyjnym użytkownika portalu edukacyjnego.

Po zaliczonym teście wiedzy, zespół lekarski (operator z pierwszym asystentem) rozpoczyna proces szkolenia praktycznego na тренаżerze lub symulatorze wirtualnych zabiegów operacyjnych SimNow®. Celem tego modułu jest nauka techniki operacyjnej za pomocą systemu chirurgii robotycznej da Vinci, nauka sprawności wykorzystania narzędzi Endowrist, akcesoriów oraz endoskopów w polu operacyjnym. Szkolenie obejmuje ćwiczenia manualne dla operatora, który wykorzystuje konsolę chirurgiczną, robotyczne ramiona wózka pacjenta, narzędzia Endowrist i tor wizyjny. Ćwiczenia mają na celu wypracowanie prawidłowego ruchu narzędzi i endoskopu w polu operacyjnym, nauki szycia i zespolenia. Ćwiczenia przeprowadzane są na тренаżerze, ewentualnie także z wykorzystaniem symulatora wirtualnej rzeczywistości pola operacyjnego SimNow®, który umożliwia przeprowadzenie wirtualnych ćwiczeń określonych, newralgicznych elementów zabiegu operacyjnego. Ćwiczenia praktyczne są zakończone przeglądem filmów z przebiegu procedur medycznych przeprowadzonych z wykorzystaniem systemu da Vinci.

Przygotowany merytorycznie i praktycznie zespół lekarski (operator wraz z pierwszym asystentem) zostaje zakwalifikowany do certyfikacji i skierowany do jednego z kilkudziesięciu certyfikowanych centrów szkoleniowych Intuitive Surgical. Przechodzi tam program ćwiczeń praktycznych oraz merytorycznych, łącznie z pierwszym przeprowadzeniem zabiegów na materiale zwierzęcym lub ludzkim. Certyfikat wydany przez centrum szkoleniowe potwierdza znajomość technicznego wykorzystania systemu chirurgii robotycznej da Vinci przez zespół lekarski do pracy z systemem chirurgii robotycznej da Vinci przy przeprowadzeniu zabiegów operacyjnych.

2. Faza obserwacji przeprowadzania zabiegów chirurgii robotycznej da Vinci oraz organizacji pracy zespołu medycznego na sali operacyjnej odbywa się w certyfikowanym centrum klinicznym. Może się odbyć przed rozpoczęciem procesu szkolenia wprowadzającego do technologii da Vinci lub w jego trakcie. Obowiązkowo bierze w niej udział zespół

lekarski, a w zależności od specyfiki specjalizacji medycznej – dodatkowo instrumentariuszki oraz ewentualnie lekarz anestezjolog lub pielęgniarka anestezjologiczna.

Faza obserwacji ma na celu zwrócenie uwagi szkolącego się zespołu na organizację i przebieg zabiegu. Lekarze i pielęgniarki mają możliwość zadawania pytań, konsultacji merytorycznej, skonsultowania zakresu doposażenia w sprzęt w zależności od specyfiki zabiegu oraz zapoznania się ze wskazówkami operatorów i zespołu pomocniczego.

3. Faza współpracy z mentorem przy przeprowadzaniu zabiegów operacyjnych.

Po zakończeniu procesu certyfikacji zespołu lekarskiego operator planuje i kwalifikuje listę pacjentów do przeprowadzenia pierwszych zabiegów. Lekarz operator, w zależności od potrzeb, może uzyskać wsparcie mentora klinicznego.

Mentor jest certyfikowanym (przez Intuitive Surgical lub przez Synektik S.A.) lekarzem operatorem systemu chirurgicznego da Vinci (czwartej generacji) posiadający doświadczenie z wykonania minimum kilkuset zabiegów operacyjnych z wykorzystaniem da Vinci, udokumentowanych pozytywnymi wynikami klinicznymi na podstawie przeprowadzonych analiz medycznych. Lekarz operator posiada możliwość nawiązania współpracy i uzyskania wsparcia przy przeprowadzaniu pierwszych zabiegów. Może szczegółowo omówić z mentorem planowane zabiegi i ich przebieg.

Przed przeprowadzeniem pierwszego zabiegu zespoły kliniczne (pielęgniarskie i lekarskie), przeprowadzają wspólną aranżację zabiegu operacyjnego. Jest to element szkolenia, nazywany „Dry Run”. Aranżacja zabiegu operacyjnego ma na celu przećwiczenie przebiegu procedury i wspólnej pracy lekarzy i pielęgniarek, jeszcze bez udziału pacjenta. To ćwiczenie angażuje wszystkich członków zespołu klinicznego i pozwala odpowiedzieć na ewentualne pytania, które mogłyby się pojawić w czasie pierwszego zabiegu. Zespół ma czas, aby przygotować, skonsultować i ewentualnie uzupełnić braki w instrumentarium, pozycjonowanie fantoma pacjenta na stole, ustalić preferencje ustawienia wózka robotycznego pacjenta przy stole operacyjnym, sprawdzić sposób dokowania do specyficznej procedury medycznej i usprawnić komunikację między członkami zespołu.

Standaryzacja pracy każdego z członków zespołu jest najlepszą metodą implementacji nowej

	Pielęgniarka cyrkulująca	Pielęgniarka czysta	Druga pielęgniarka czysta/ pierwszy asystent	Anestezjolog	Chirurg
Przybycie zespołu	Organizuje salę operacyjną Sprawdza oprzyrządowanie	Otwiera sterylne narzędzia, akcesoria, endoskop	Pomaga przy otwieraniu opakowań sterylnych	Kontaktuje się z pacjentem	Kontaktuje się z pacjentem
Ustawienia	Transportuje pacjenta	Przygotowuje sterylnie obłożenia ramion robotycznych i/lub kolumny	Pomaga w obłożeniu ramion robotycznych (w strefie brudnej)	Transport pacjenta	Przygotowuje się na sali operacyjnej
Pacjent na sali operacyjnej	Przygotowuje instrumenty Uczestniczy w pozycjonowaniu pacjenta	Obkłada sterylne ramiona robotyczne, stół, pacjenta	Pomaga w sterylnym ubraniu zespołu lekarskiego i pielęgniarskiego	Intubacja	Bierze udział w pozycjonowaniu pacjenta do zabiegu
Zakończone przygotowania	Podłącza gazy medyczne	Asystuje z narzędziami	Pomaga przy sterylnym obłożeniu pacjenta	Pozycjonowanie stołu operacyjnego (pomaga przy bezprowodowej integracji stołu operacyjnego z systemem da Vinci)	Ubiera się w sterylny fartuch
Założenie portów dostępowych	Podjeżdża wózkim robotycznym pacjenta	Czyści narzędzia i endoskop, asystuje przy ich wymianie w ramionach robotycznych	Pomaga w dokonywaniu ramion robotycznych Wprowadza narzędzia Endowrist do ciała pacjenta	Monitoruje pacjenta	Rozbiera się ze sterylnego fartucha
Czas pracy przy konsoli chirurga da Vinci	Pracuje z dokumentami	Asystuje pierwszemu asystentowi przy zamykaniu nacięcia	Asystuje		Pracuje przy konsoli chirurgicznej da Vinci
Chirurg poza konsolą chirurgiczną da Vinci	Zdejmuje obłożenia ramion robotycznych Sprawdza ilość użyć wielorazowych narzędzi Endowrist Wyłącza gazy medyczne Wyłącza zasilanie	Wyprowadza ramiona robotyczne ze sterylnego pola operacyjnego Czyści narzędzia Endowrist i endoskop – przygotowanie do reprocessingu	Oddokowuje ramiona robotyczne Uczestniczy w zamknięciu nacięcia pacjenta	Wybudza pacjenta	Ubiera się w sterylny fartuch i zamyka nacięcia pacjenta
Zamknięcie nacięcia					Pracuje z dokumentacją medyczną

technologii. Zakończony sukcesem moduł „Dry Run” ułatwia przeprowadzenie pierwszego zabiegu operacyjnego z udziałem mentora klinicznego.

4. Faza implementacji chirurgii robotycznej rozpoczyna się wraz z pierwszym zabiegiem. Intuitive Surgical rekomenduje przeprowadzenie pierwszych kilku zabiegów operacyjnych ze wsparciem klinicznym mentora. W tej fazie procesu szkolenia zespół medyczny (lekarski i pielęgniarski) korzysta z wiedzy i doświadczenia mentora. Lekarz operator ma możliwość uzyskania wskazówek technicznych,

dotyczących optymalnego wykorzystania narzędzi w polu operacyjnym na każdym kroku zabiegu.

Nieustanne podnoszenie kwalifikacji operatorów i zespołów lekarskich przyczynia się do uzyskania coraz lepszych wyników klinicznych pacjentów. Według firmy Intuitive Surgical, w celu utrzymania, rozwoju umiejętności praktycznych w przeprowadzaniu zabiegów chirurgii robotycznej, każdy operator powinien wykonywać minimum 10 zabiegów da Vinci kwartalnie. W celu dalszego rozwoju i wykonywania nowego typu procedur medycznych

przez początkującego operatora liczba wykonanych procedur powinna wzrastać z kwartału na kwartał.

5. Podnoszenie kompetencji. Ocena rozwoju kompetencji i implementacji chirurgii robotycznej jest możliwa dzięki monitorowaniu efektów klinicznych zabiegów. Intuitive Surgical opracowała szczegółowy program szkoleń zaawansowanych, które przeprowadzane są dla wykwalifikowanych operatorów (z co najmniej rocznym doświadczeniem), które odbywają się w certyfikowanych centrach szkoleniowych przy udziale mentorów. Lekarze operatorzy wraz ze swoimi asystentami ćwiczą wykonywanie zaawansowanych procedur medycznych.

Intuitive Surgical opracowała także portfolio szkoleń wirtualnych, szkoleń praktycznych, wykładów, spotkań operatorów z mentorami i dyskusji

o przypadkach klinicznych – angażując operatorów do ciągłego doskonalenia swoich umiejętności operatorskich i zoptymalizowania wykorzystania zaawansowanej technologii w polu operacyjnym w celu uzyskania najlepszego wyniku klinicznego dla pacjentów.

Opracowany został również program szkoleń dotyczących przygotowywania narzędzi wielokrotnego użytku Endowrist, akcesoriów oraz endoskopów. Specjaliści wsparcia centralnych sterylizatorni szpitala przeprowadzają praktyczne ćwiczenia kolejnych etapów procesu zarówno po stronie brudnej, czystej, jak i sterylnej. W programie są również szkolenia adresowane do anestezjologów, dotyczące pozycjonowania pacjenta do zabiegu i szczególnych warunków znieczulenia dla danej procedury, prowadzenia pacjenta przed oraz po zabiegu.

Szkolenia CMR z wykorzystaniem robota Versius

Aleksandra Diyon

Właściwe przeszkolenie operatorów medycznych jest kluczowym elementem dla zapewnienia bezpieczeństwa pacjentów i efektywnego zarządzania systemem opieki zdrowotnej. Dobrze wyszkolony, kompetentny chirurg robotyczny ma największe szanse na poprawę wyników oraz na zapewnienie pacjentom najwyższego standardu opieki.

W Polsce mamy obecnie 70 certyfikowanych chirurgów (w specjalizacjach: urologia, ginekologia i chirurgia ogólna), którzy są przeszkoleni do pracy z systemem Versius – produkowanym przez firmę CMR Surgical. Aktualnie system wykorzystywany jest w 14 szpitalach w Polsce, gdzie od stycznia 2022 do lipca 2023 wykonano ponad 1500 zabiegów. Dodatkowo, zespół chirurgiczny wspierany jest przez 85 certyfikowanych pielęgniarek. Kluczowym elementem naszej misji jest troska o to, by cały zespół operacyjny posiadał odpowiednie umiejętności i wiedzę, które są niezbędne dla dbania o zdrowie i życie pacjentów.

Początkowe wprowadzenie robotów chirurgicznych na rynek wiązało się z tradycyjnym podejściem do szkolenia, które oparte było na liczbie godzin spędzonych przy systemie, wymaganych do uzyskania przez chirurga statusu biegłego operatora. Ta metoda, mimo że sprawdzona, miała jednak swoje ograniczenia. Obecnie, mamy do dyspozycji bardziej efektywne i skuteczne metody szkolenia

zespołu chirurgicznego. W CMR Surgical, stosujemy podejście oparte na danych metrycznych, które umożliwia nam optymalizację pracy całego zespołu chirurgicznego. Naszym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa pacjentów poprzez ciągły rozwój kompetencji zarówno chirurgów, jak i ich zespołów, stosując nowoczesną, kompleksową metodę szkolenia operatorów, która skupia się na rozwijaniu praktycznych umiejętności, a nie tylko na liczbie przepracowanych godzin.

Nasz siedmioetapowy program szkoleniowy zawiera moduły e-learningowe, szkolenia z wykorzystaniem urządzeń przenośnych i wirtualnej rzeczywistości oraz wsparcie instruktora chirurgicznego. Program ten ma na celu rozwijanie kluczowych kompetencji przez chirurgów i ich zespoły na każdym etapie procesu nauki, gwarantując standaryzację niezbędnych umiejętności. Doświadczeni instruktorzy współpracują z chirurgami, aby przekazać im praktyczne doświadczenia z wykorzystania systemu Versius, uwzględniając jego możliwości i ograniczenia. Kluczem do sukcesu jest tutaj wykorzystanie technologii umożliwiającej precyzyjne gromadzenie szczegółowych danych. Dzięki temu, nasze zespoły szkoleniowe mogą dokładnie monitorować postępy i predyspozycje każdego uczestnika szkolenia, a następnie dostosować program nauczania do indywidualnych potrzeb każdego zespołu chirurgicznego.



Aleksandra Diyon

General Manager Eastern Europe, CMR Surgical

Szczegółowe informacje na temat programu szkoleniowego CMR Surgical

- **Siedmioetapowy program szkoleniowy CMR Surgical** skupia się na chirurgach i zespole chirurgicznym, pomagając im w osiągnięciu kluczowych kompetencji na każdym etapie procesu szkoleniowego, co zapewnia standaryzację umiejętności chirurgicznych.
- **Ścieżka szkoleniowa** wykorzystuje najnowocześniejsze technologie, w tym moduły z wykorzystaniem wirtualnego trenera, platformę e-learningową oraz elementy wirtualnej rzeczywistości. Moduły te obejmują szkolenie z obsługi kontrolerów, korzystania z konsoli Versius, praktyczne szkolenie w centrum szkoleniowym oraz osobistą obserwację nauczyciela (preceptora) chirurgicznego podczas pierwszych zabiegów i jego późniejszy nadzór za pośrednictwem zdalnego tele-mentoringu.
- **Poziomy umiejętności** są oceniane za pomocą wskaźników opartych na danych i testów porównawczych, które są rejestrowane za pomocą narzędzi technologii szkoleniowej i standaryzowanych danych obserwacyjnych preceptorów i zespołu certyfikowanych trenerów technicznych CMR.
- Gromadzenie tych danych umożliwia nam **spersonalizowanie szkolenia**, co skraca czas nauki, zmniejsza koszty, jakie muszą ponieść zespoły, aby osiągnąć biegłość, a także ułatwia standaryzację operacji, mając na celu poprawę wyników dla pacjentów.

Ścieżka szkoleniowa jest podzielona na następujące etapy:

- Szkolenie teoretyczne (eLearning)
- Szkolenie chirurgów na symulatorze (wirtualny trener)
- Opcjonalne szkolenie zespołów chirurgicznych w wirtualnej rzeczywistości
- Trzydniowe szkolenie praktyczne w centrum szkoleniowym (zajęcia wykorzystujące cadavery oraz manekiny)

- Ocena podstawowych umiejętności chirurgicznych
- Próbnny zabieg
- Zabiegi pod okiem preceptora: pięć pierwszych dni zabiegowych

Ukończenie szkolenia jest potwierdzane przez nabycie bezterminowego certyfikatu dla określonej roli członka zespołu (operator konsoli, pierwszy asystent, sterylna instrumentariuszka/instrumentariusz, pielęgniarka/pielęgniarski cyrkulacyjny).

Podsumowując, każdy uczestnik szkolenia musi wykazać się określonym zestawem kluczowych umiejętności, które są wymagane do osiągnięcia danego poziomu, a następnie – do przejścia na kolejny etap treningu. Nie jest możliwe ukończenie szkolenia bez spełnienia tych wymagań, opierając się jedynie na liczbie godzin szkolenia. Innymi słowy, nie jest to kwestia ilości czasu, ale jakości, która jest oceniana przez trenerów na podstawie jasno określonych wskaźników. Zespoły chirurgiczne są oceniane zarówno pod kątem wiedzy na temat robota i jego możliwości, jak i pod względem umiejętności efektywnego wykorzystania urządzenia w symulowanym środowisku operacyjnym.

Już wkrótce innowacyjne aktualizacje w systemie Versius

CMR Surgical zapowiedziała, że na koniec IV kwartału 2023 roku wprowadzi do systemu Versius nowe, zaawansowane rozwiązania technologiczne. Wśród nich znajdują się funkcja obrazowania fluorescencyjnego przy użyciu zieleni indocyjaninowej (ICG – Indocyanine Green) oraz bipolarne narzędzie o zaawansowanej energii, przeznaczone do zamykania dużych naczyń. Wszystkie już działające roboty Versius na rynku będą mogły zostać wyposażone w funkcję obrazowania ICG oraz skorzystać z nowych narzędzi. To innowacyjne uaktualnienie umożliwi jeszcze precyzyjniejsze działanie, co przełoży się na dalsze zwiększenie standardu opieki nad pacjentami.

Piśmiennictwo do rozdziału 4

1. Bogue R. The rise of surgical robots. *Ind Robot.* 2021.
2. Zhang X, Ma X, Zhou J, et al. Summary of medical robot technology development. *IEEE ICMA.* 2018:443-448.
3. Khandalavala K, Shimon T, Flores L, et al. Emerging surgical robotic technology: a progression toward microbots. *Ann. Laparosc. Endosc. Surg.* 2018(5):1-18.
4. Díaz CE, Fernández R, Armada M, et al. State of the art in robots used in minimally invasive surgeries. Natural orifice transluminal surgery (NOTES) as a particular case. *Ind Robot.* 2015.
5. Díaz CE, Fernández R, Armada M, et al. A research review on clinical needs, technical requirements, and normativity in the design of surgical robots. *Int. J. Med. Rob. Comp. Ass. Surg.* 2017;13(4).
6. Bucolo M, Buscarino A, Fortuna L, Gagliano S. Force feedback assistance in remote ultrasound scan procedures. *Energies.* 2020;13: 3376.
7. Bucolo M, Bucolo G, Buscarino A, et al. Remote ultrasound scan procedures with medical robots: towards new perspectives between medicine and engineering. *Appl. Bionics Biomech.* 2022.
8. Sumant U. Surgical robots market size, glob. Trends 2021–2027. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/surgical-robot-ots-market>
9. Marescaux J, Rubino F. The ZEUS robotic system: experimental and clinical applications. *Surgical Clinics.* 2003;83(6):1305-1315.
10. Brodie A, Vasdev N. The future of robotic surgery. *Ann R Coll. Surg. Eng.* 2018;100(7):4-13.
11. Rosen J, Lum M, Sinanan M, Hannaford B. Raven: developing a surgical robot from a concept to a transatlantic teleoperation experiment. *Surg. Rob.* 2011:159-197.
12. Seibold U, Kübler B, Bahls T, et al. The DLR MiroSurge surgical robotic demonstrator. *Enc. Med. Rob.* 2019(1):111-142.
13. Lococo A, Larocca V, Marino F, De Filippis AF, Cesario A, Lococo F. Experimental robotic pulmonary lobectomy with the TELELAP/ALFX system in the ovine model. *Surg Innovat.* 2015;22(3):252-256.
14. Millan B, Nagpal S, Ding M, Lee JY, Kapoor A. A scoping review of emerging and established surgical robotic platforms with applications in urologic surgery. *Soc. Intern. d'Urologie J.* 2021;2(5): 300-310.
15. Morton J, Hardwick RH, Tilney HS, et al. Preclinical evaluation of the versius surgical system, a new robot-assisted surgical device for use in minimal access general and colorectal procedures. *Surg Endosc.* 2021;35(5):2169-2177.
16. Whooley S. Ottawa surgical assistant robot finally unveiled by Johnson & Johnson. *The Robot Report.* 2020. Accessed: 2020-12-06. <https://www.therobotreport.com/ottawa-surgical-assistant-robot-finally-unveiled-by-johnson-johnson/2020>
17. Klodmann J, Schlenk C, Hellings-Kuß A, et al. An introduction to robotically assisted surgical systems: current developments and focus areas of research. *Curr. Rob. Reports.* 2021;2(3):321-332.
18. Casals Gelpi A, Frigola Bourlon M, Amat Girbau J. Bitrack: a friendly four arms robot for laparoscopic surgery. *Proc. 10th Conf. New Tech. Comp./Rob. Ass. Surg.* 2020:96-97.
19. Alip SL, Kim J, Rha KH, Han WK. Future platforms of robotic surgery. *Urologic Clinics.* 2022;49(1):23-38.
20. Bahreinian L. Humanizing the robot: medicaroid's vision for the future of robotic surgery. *Rob. Surg.* 2021:165-169.
21. Ballestín A, Cuadros M. Microsurgery education in Spain. *Issues of Reconstr. and Plast. Surg.* 2021;24(1):97-102.
22. Liatsikos E, Tsaturyan A, Kyriazis I, et al. Market potentials of robotic systems in medical science: analysis of the Avatera robotic system. *World J Urol.* 2021:1-7.
23. Podder TK, Fenster A. Robotics in brachytherapy. *Robotics Brachytherapy. Emerg. Tech. Brachyther.* 2017:177-196.
24. Ludwig W, Badaan S, Stoianovici D. Robotic systems in urological surgery: current state and future directions. *Rob. Genitourin surg.* 2018:901-908.
25. Semins MJ, Stoianovici D, Matlaga BR. Percutaneous Nephrolithotomy Access: Robotic. *Smith's Textbook of Endour.* 2019:269-274.
26. Manzo CE, Hartz KM, Walsh L, Lester C, Mathew A. Sa2062 transanal endoscopic submucosal dissection using the Flex® robotic system (medrobotics) by a gastroenterologist: a case series. *Gas-trointest Endosc.* 2020;91(6):AB264-AB265.
27. O'Connor TE, O'Hehir MM, Khan A, et al. Mazor X Stealth robotic technology: a technical note. *World neurosurg.* 2021;145:435-442.
28. Russo AD, Fassini G, Conti S, et al. Analysis of catheter contact force during atrial fibrillation ablation using the robotic navigation system.
29. Britz GW, Panesar SS, Falb P, et al. Neuroendovascular-specific engineering modifications to the CorPath GRX robotic system. *J. neurosurg.* 2019;133(6):1830-1836.
30. Hwang J, Kim JY, Choi H. A review of magnetic actuation systems and magnetically actuated guidewire and catheter-based micro-robots for vascular interventions. *Intell. Serv. Rob.* 2020;13(1):1-14.
31. Troccaz J, Dagnino G, Yang GZ. Frontiers of medical robotics: from concept to systems to clinical translation. *Annu Rev Biomed Eng.* 2019;21:193-218.
32. Peters BS, Armijo PR, Krause C, Choudhury SA, Oleynikov D. Review of emerging surgical robotic technology. *Surg Endosc.* 2018;32(4): 1636-1655.
33. Anderson O, Arulampalam T. The FreeHand system. *Handbook of Rob. and Image-Guided Surg.* 2020:57-78.
34. Oussi N, Enochsson L, Henningssohn L, Castegren M, Georgiou E, Kjellin A. Trainee performance after laparoscopic simulator training using a Blackbox versus LapMentor. *J. Surg. Res.* 2020;250:1-11.
35. Zeng KL, Myrehaug S, Soliman H, et al. Stereotactic body radiotherapy for spinal metastases at the extreme ends of the spine: imaging-based outcomes for cervical and sacral metastases. *Neuro-surgery.* 2019;85(5):605-612.
36. Craker R, Johnson BV, Sakthivel H, et al. Design of a miniaturized actuation system for robotic lumbar discectomy tools. *Intern. Design Eng. Tech. Conf. and Comp. and Inform. in Eng. Conf.* 2020;83990: V010T10A041.
37. Bandari N, Dargahi J, Packirisamy M. Miniaturized optical force sensor for minimally invasive surgery with learning-based nonlinear calibration. *IEEE Sensor J.* 2019;20(7):3579-3592.
38. Gao RZ, Ren CL. Synergizing microfluidics with soft robotics: a perspective on miniaturization and future directions. *Biomicrofluidics.* 2021;15(1):011302.
39. Stilli A, Althoefer K, Wurdemann HA. Soft robotics. Bio-inspired antagonistic stiffening. *Develop. Support Tech.* 2018:207-214.
40. Halder A, Sun Y. Biocompatible propulsion for biomedical micro/nano robotics. *Biosens. Bioelectr.* 2019;139:111334.
41. Soto F, Chrostowski R. Frontiers of medical micro/nanorobotics: in vivo applications and commercialization perspectives toward clinical uses. *Frontiers in bioeng. and biotech.* 2018;6:170.
42. Ummat A, Dubey A, Mavroidis C. Bionanorobotics: a field inspired by nature. *Biomimetics Biol. Insp. Tech.* 2005:201-227.
43. Mikada T, Kanno T, Kawase T, Miyazaki T, Kawashima K. Suturing support by human cooperative robot control using deep learning. *IEEE Access.* 2020;8:167739-167746.
44. Hamza-Lup FG, Bergeron K, Newton D. Haptic systems in user interfaces: state of the art survey. *Proc. Of the 2019 ACM Southeast Conf.* 2019:141-148.
45. Fuerst B, Fer DM, Herrmann D, Kilroy PG. The vision of digital surgery. *Digital Surg.* 2021:11-23.
46. Li K, Ji S, Niu G, et al. Master-slave control and evaluation of force sensing for robot-assisted minimally invasive surgery. *Ind Robot.* 2020.
47. Thai MT, Phan PT, Hoang TT, Wong S, Lovell NH, Do TN. Advanced intelligent systems for surgical robotics. *Adv. Intell. Systems.* 2020;2(8):1900138.

48. Sandoval J, Laribi MA, Faure JP, Breque C, Richer J-P, Zeghloul S. Towards an autonomous robot-assistant for laparoscopy using exteroceptive sensors: feasibility study and implementation. *IEEE Rob Autom Lett*. 2021;6(4):6473-6480.
49. Attanasio A, Scaglioni B, De Momi E, Fiorini P, Valdastris P. Autonomy in surgical robotics. *Annual Rev. of Control, Rob. and Auton. Systems*. 2021;4:651-679.
50. Goldberg K. Robots and the return to collaborative intelligence. *Nat Mach Intell*. 2019;1(1):2-4.
51. Schlottmann F, Long JM, Brown S, Patti MG. Low confidence levels with the robotic platform among senior surgical residents: simulation training is needed. *J. rob. Surg*. 2019;13(1):155-158.
52. Rangarajan K, Davis H, Pucher PH. Systematic review of virtual haptics in surgical simulation: a valid educational tool? *J. surg. educ*. 2020;77(2):337-347.
53. Hertz AM, George EI, Vaccaro CM. Head-to-head comparison of three virtual-reality robotic surgery simulators. *J Soc Laparoendosc Surg J. Soc. Laparoend. Surg*. 2018;22(1).
54. Collins JW, Wisz P. Training in robotic surgery, replicating the airline industry. How far have we come? *World J Urol*. 2019:1-7.

Piśmiennictwo do rozdziału 5:

1. George EI, Brand TC, LaPorta A, Marescaux J, Satava RM. Origins of Robotic Surgery: From Skepticism to Standard of Care. *JSLs*. 2018 Oct-Dec;22(4):e2018.00039. doi: 10.4293/JSLs.2018.00039. PMID: 30524184; PMCID: PMC6261744.
2. Sivathondan PC, Jayne DG. The role of robotics in colorectal surgery. *Ann R Coll Surg Engl*. 2018 Sep;100(Suppl 7):42-53. doi: 10.1308/rcsann.supp.2.42. PMID: 30179049; PMCID: PMC6216750.
3. Lane T. A short history of robotic surgery. *Ann R Coll Surg Engl*. 2018 May;100(6_sup):5-7. doi: 10.1308/rcsann.supp1.5. PMID: 29717892; PMCID: PMC5956578.
4. Williamson T, Song SE. Robotic Surgery Techniques to Improve Traditional Laparoscopy. *JSLs*. 2022 Apr-Jun;26(2):e2022.00002. doi: 10.4293/JSLs.2022.00002. PMID: 35655469; PMCID: PMC9135605.
5. Morrell ALG, Morrell-Junior AC, Morrell AG, Mendes JMF, Tustumi F, DE-Oliveira-E-Silva LG, Morrell A. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. *Rev Col Bras Cir*. 2021 Jan 13;48:e20202798. English, Portuguese. doi: 10.1590/0100-6991e-20202798. PMID: 33470371.
6. Mantzavinou A, Uppara M, Chan J, Patel B. Robotic versus open pancreaticoduodenectomy, comparing therapeutic indexes; a systematic review. *Int J Surg*. 2022 May;101:106633. doi: 10.1016/j.ijsu.2022.106633. Epub 2022 Apr 26. PMID: 35487420.
7. Bittner R, Bain K, Bansal VK, Berrevoet F, Bingener-Casey J, Chen D, Chen J, Chowbey P, Dietz UA, de Beaux A, Ferzli G, Fortelny R, Hoffmann H, Iskander M, Ji Z, Jorgensen LN, Khullar R, Kirchhoff P, Köckerling F, Kukleta J, LeBlanc K, Li J, Lomanto D, Mayer F, Meytes V, Misra M, Morales-Conde S, Niebuhr H, Radvinsky D, Ramshaw B, Raney D, Reinhold W, Sharma A, Schrittwieser R, Stechemesser B, Sutedja B, Tang J, Warren J, Weyhe D, Wiegering A, Woeste G, Yao Q. Update of Guidelines for laparoscopic treatment of ventral and incisional abdominal wall hernias (International Endohernia Society (IEHS))-Part A. *Surg Endosc*. 2019 Oct;33(10):3069-3139. doi: 10.1007/s00464-019-06907-7. Epub 2019 Jun 27. Erratum in: *Surg Endosc*. 2019 Jul 12; PMID: 31250243; PMCID: PMC6722153.
8. Bittner R, Bain K, Bansal VK, Berrevoet F, Bingener-Casey J, Chen D, Chen J, Chowbey P, Dietz UA, de Beaux A, Ferzli G, Fortelny R, Hoffmann H, Iskander M, Ji Z, Jorgensen LN, Khullar R, Kirchhoff P, Köckerling F, Kukleta J, LeBlanc K, Li J, Lomanto D, Mayer F, Meytes V, Misra M, Morales-Conde S, Niebuhr H, Radvinsky D, Ramshaw B, Raney D, Reinhold W, Sharma A, Schrittwieser R, Stechemesser B, Sutedja B, Tang J, Warren J, Weyhe D, Wiegering A, Woeste G, Yao Q. Update of Guidelines for laparoscopic treatment of ventral and incisional abdominal wall hernias (International Endohernia Society (IEHS))-Part A. *Surg Endosc*. 2019 Oct;33(10):3069-3139. doi: 10.1007/s00464-019-06907-7. Epub 2019 Jun 27. Erratum in: *Surg Endosc*. 2019 Jul 12; PMID: 31250243; PMCID: PMC6722153.
9. Liu R, Wakabayashi G, Palanivelu C, Tsung A, Yang K, Goh BKP, Chong CC, Kang CM, Peng C, Kakiashvili E, Han HS, Kim HJ, He J, Lee JH, Takaori K, Marino MV, Wang SN, Guo T, Hackert T, Huang TS, Anusak Y, Fong Y, Nagakawa Y, Shyr YM, Wu YM, Zhao Y. International consensus statement on robotic pancreatic surgery. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2019 Aug;8(4):345-360. doi: 10.21037/hbsn.2019.07.08. PMID: 31489304; PMCID: PMC6700012.
10. Guerrini GP, Esposito G, Magistri P, Serra V, Guidetti C, Olivieri T, Catellani B, Assirati G, Ballarin R, Di Sandro S, Di Benedetto F. Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: The largest meta-analysis. *Int J Surg*. 2020 Oct;82:210-228. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.07.053. Epub 2020 Aug 12. PMID: 32800976.
11. Lindenberg MMA, Retèl VVP, Kieffer JJM, Wijburg CC, Fossion LLMCL, van der Poel HHG, van Harten WWH. Long-term functional outcomes after robot-assisted prostatectomy compared to laparoscopic prostatectomy: Results from a national retrospective cluster study. *Eur J Surg Oncol*. 2021 Oct;47(10):2658-2666. doi: 10.1016/j.ejso.2021.06.006. Epub 2021 Jun 8. PMID: 34140189.
12. Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, Croft J, Corrigan N, Copeland J, Quirke P, West N, Rautio T, Thomassen N, Tilney H, Gudgeon M, Bianchi PP, Edlin R, Hulme C, Brown J. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2017 Oct 24;318(16):1569-1580. doi: 10.1001/jama.2017.7219. PMID: 29067426; PMCID: PMC5818805.
13. Emtage JB, Agarwal G, Sexton WJ. Robotic-Assisted Renal Surgery. *Cancer Control*. 2015 Jul;22(3):291-300. doi: 10.1177/107327481502200306. PMID: 26351884.
14. Oviedo RJ, Robertson JC, Desai AS. Robotic Ventral Hernia Repair and Endoscopic Component Separation: Outcomes. *JSLs*. 2017 Jul-Sep;21(3):e2017.00055. doi: 10.4293/JSLs.2017.00055. PMID: 28951658; PMCID: PMC5610118.
15. Bouquet de Joliniere J, Librino A, Dubuisson JB, Khomsi F, Ben Ali N, Fadhlou A, Ayoubi JM, Feki A. Robotic Surgery in Gynecology. *Front Surg*. 2016 May 2;3:26. doi: 10.3389/fsurg.2016.00026. PMID: 27200358; PMCID: PMC4852174.
16. Rusch P, Ind T, Kimmig R, Maggioni A, Ponce J, Zanagnolo V, Coronado PJ, Verguts J, Lambaudie E, Falconer H, Collins JW, Verheijen R. Recommendations for a standardised educational program in robot assisted gynaecological surgery: Consensus from the Society of European Robotic Gynaecological Surgery (SERGS). *Facts Views Vis Obgyn*. 2019 Mar;11(1):29-41. PMID: 31695855; PMCID: PMC6822956.
17. Burton J, Wong R, Padhya T. Robotic-Assisted Surgery in the Head and Neck. *Cancer Control*. 2015 Jul;22(3):331-4. doi: 10.1177/107327481502200311. PMID: 26351889.
18. Vasan N, Sharum M, Rodney JP. Potential of robotic systems in phonosurgery. *Robot Surg*. 2019 Oct 24;6:3-8. doi: 10.2147/RSRR.S177698. PMID: 31750363; PMCID: PMC6818136.
19. Harky A, Hussain SMA. Robotic Cardiac Surgery: The Future Gold Standard or An Unnecessary Extravagance? *Braz J Cardiovasc Surg*. 2019 Aug 27;34(4):XII-XIII. doi: 10.21470/1678-9741-2019-0194. PMID: 31454191; PMCID: PMC6713378.
20. Dearani JA. Robotic heart surgery: Hype or hope? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 Jan;155(1):77-78. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.09.063. Epub 2017 Sep 21. PMID: 29056260.

DA VINCI TO SZTUKA LECZENIA



Małoinwazyjna metoda leczenia raka prostaty

- doskonałe wyniki onkologiczne
- pełne trzymanie moczu
- zachowanie erekcji
- mniejsza ilość komplikacji, utraty krwi oraz bólu
- krótszy pobyt pacjenta w szpitalu
- szybsze gojenie się ran



 urologia.medicover.pl  500 900 900

 Szpital Medicover, al. Rzeczypospolitej 5, Warszawa

