



# Robotyka chirurgiczna – współczesne możliwości i wyzwania

Operacje i procedury, które kiedyś wymagały dużych nacięć i tygodni rekonwalescencji, są teraz minimalnie inwazyjne, bardziej precyzyjne i pozwalają pacjentom na powrót do normalnej aktywności życiowej w znacznie krótszym czasie.

**JOANNA SZYMAN**  
Prezes Zarządu Grupy  
Neo Hospital

Przyglądając się historii współczesnej chirurgii, widać, jak radykalnie skraca się czas pomiędzy kluczowymi kamieniami milowymi. Droga chirurgii od „otwartej” do „zamkniętej” zajęła ok. 200 lat. Adaptacja do laparoskopii zajęła kolejne 100 lat. Rewolucja wideolaparoskopii wymagała 30 lat, zanim stała się złotym standardem. Robotyka chirurgiczna stała się standardem dla wielu procedur zaledwie w ciągu dekady i przyniosła początek fundamentalnej zmiany w chirurgii.

Dziś chirurdzy wsparci systemami robotycznymi odchodzą od „tkanek i instrumentów” do świata „informacji i energii”, „bitów i bajtów”. Prawdopodobnie następną granicą chirurgii to integracja chirurgii cyfrowej, w tym sztucznej inteligencji, rozszerzonej rzeczywistości, automatyzacja i miniaturyzacja urządzeń (1).

Obecnie najbardziej rozpowszechnionym i dominującym na całym świecie systemem robotycznym stosowanym w chirurgii jest system da Vinci firmy Intuitive Surgical.

Technologia ta jest rozwijana od ponad 20 lat. Aktualnie dostępne są już cztery generacje tych platform. Na świecie jest blisko 7000 instalacji robotów da Vinci, w 69 krajach, a do pracy z wykorzystaniem tego robota zostało przeszkolonych około 55 tys. chirurgów. Z ich użyciem wykonano 10 000 000 operacji. W Polsce w 2021 r. wykonano ponad 2000 robotycznych procedur chirurgicznych, w tym najwięcej w urologii, ponieważ aż 61%. Operacje ginekologiczne stanowiły ponad 17%, z zakresu chirurgii ogólnej – ponad 14%, a pozostałe ok. 8%. Porównując I kw. 2021 r. do I kw. 2022 r., jest to wzrost na poziomie 54% (2). Wykorzystanie systemu da Vinci opisano w 29 000 publikacjach naukowych, w tym 3600 z nich opublikowano w 2021 roku (3).

Operacje i procedury, które kiedyś wymagały dużych nacięć i tygodni rekonwalescencji, są teraz minimalnie inwazyjne, bardziej precyzyjne i pozwalają pacjentom na powrót do normalnej aktywności życiowej w znacznie krótszym czasie.

Pierwszym elementem usprawniającym wykonywanie zabiegów da Vinci jest układ telemetryczny, pozwalający na zdalną kontrolę narzędzi chirurgicznych. Zapewnienie komfortu pracy nieosiągalnego w chirurgii tradycyjnej jest możliwe za pomocą dedykowanej konsoli chirurgicznej, która zapewnia wysoką ergonomię pracy, minimalizuje wysiłek fizyczny operatora, zapewniając możliwość pracy w pozycji siedzącej. Pozwala to na niwelowanie ryzyka drżenia rąk czy wystąpienia błędu lekarskiego w wyniku zmęczenia w trakcie długotrwałego zabiegu. Kolejnym elementem jest system wizyjny, który pozwala na przesyłanie do operatora obrazu z kamery umieszczonej na ramieniu robota. Dzięki wykorzystaniu najnowszych technologii możliwe jest zastosowanie obrazowania 3D w jakości HD oraz modulowanie głębi pola operacyjnego, co w konsekwencji daje operatorowi zdolność do bardzo dokładnego rozróżniania struktur anatomicznych, na których wykonuje operacje. Kamera endoskopowa pozwala na 10-krotne powiększenie optyczne oraz 4-krotne powiększenie cyfrowe obrazu. Robot operacyjny posiada cztery uniwersalne ramiona, które umożliwiają zmianę narzędzi chirurgicznych stosownie do etapu i rodzaju wykonywanych zabie-

gów operacyjnych. **Umożliwiają one repozycjonowanie kamery endoskopowej pomiędzy ramionami robota w celu dokładniejszego obserwowania przestrzeni roboczej i ustalanie kąta obserwacji w zależności od potrzeb operatora.**

Bardzo ważnym elementem systemu jest technologia EndoWrist, która w trakcie operacji zastępuje dłoń chirurga. W stosunku do biologicznego odpowiednika tego narzędzia EndoWrist zapewnia kilkukrotnie większy zakres ruchu oraz posiada 7 stopni swobody (zmienną pozwalającą opisać położenie obiektu), podczas gdy ludzki nadgarstek posiada ich tylko trzy (4).

## Rynek robotyki chirurgicznej

Zgodnie z szacunkami, globalny rynek robotyki chirurgicznej osiągnie 19,3 mld dolarów do 2030 r. vs. 5,4 mld dolarów w 2020 r., co oznacza wzrost o 13,6% rocznie w latach 2020-2030. Roboty chirurgiczne generują największe przychody ze wszystkich segmentów robotów medycznych. Globalny rynek będzie rósł, napędzany szybką adaptacją robotyki chirurgicznej do różnego rodzaju operacji i procedur chirurgicznych na całym świecie. Oczekuje się, że w przewidywanych latach chirurdzy, pacjenci, szpitale i placówki lecznicze będą coraz częściej poszukiwać zaawansowanych rozwiązań zrobotyzowanych dla nowoczesnych zabiegów chirurgicznych (5). Na całym świecie obecnie 3% operacji jest wykonywanych z użyciem robotów chirurgicznych. Pomimo oferowania pacjentom korzyści wynikających z chirurgii małoinwazyjnej – mniej powikłań, krótszy pobyt w szpitalu i szybszy powrót do aktywności życiowych – rozwój tej dziedziny ma pewne bariery. Jedną z nich stanowią wciąż wysokie koszty technologii. Jednak w miarę zwiększania wolumenu wykonywanych zabiegów wzrasta efektywność, a dodatkowo rozwój rynku jest stymulowany wzrostem konkurencji. Obecnie wielu producentów, w tym J&J/Verily (Google), przygotowuje swoje rozwiązania do wprowadzenia na rynek.

Również na polskim rynku dokonuje się rewolucja jakościowa w obszarze chirurgii, będąca udziałem robotów chirurgicznych. W Polsce mamy już 16 autoryzowanych systemów da Vinci firmy Intuitive Surgical, pojawiały się pierwsze instalacje systemu Versius (CMR ▶

## Surgical robotics – contemporary opportunities and challenges

### STRESZCZENIE

Pomimo krótkiej historii w chirurgii, technologia robotów chirurgicznych dowiodła już swoich licznych korzyści, w tym w zakresie: wizualizacji, doskonałej zręczności narzędzi i precyzji podczas zabiegów minimalnie inwazyjnych. Zabiegi z wykorzystaniem robotów to szansa na: skrócenie czasu hospitalizacji, ograniczenie powikłań i szybszą rekonwalescencję pacjenta. Jednak kluczowe są wciąż kompetencja i doświadczenie lekarza. Wprowadzenie robotów do chirurgii pozwoliło diametralnie

zmienić model kształcenia przyszłych operatorów. Te nowe możliwości nie pozostają bez znaczenia dla poprawy wyników leczenia pacjentów.

### SŁOWA KLUCZOWE

postęp technologiczny, robotyka chirurgiczna, chirurgia robotyczna

### SUMMARY

Despite its short history in surgery, robotic surgical technology has already proven its many advantages, including visualization, excellent instrument dexterity and precision in minimally invasive

surgery. Treatments with the use of robots are a chance to shorten the hospitalization time, reduce complications and improve faster recovery. However, the competency and experience of the surgeon are still crucial. The robots introduction to surgery has radically changed the educating model of future surgeons. These new possibilities are not insignificant in terms of improving patient outcomes.

### KEYWORDS

technological progress, surgical robotics, robotic surgery



► Surgical), są już obecne systemy ExcelsiusGPS firmy Globus Medical (do zabiegów na kręgosłupie), systemy ortopedyczne Navio i Cori firmy Smith & Nephew oraz system CorPath GRX, rozwijany przez Siemens, do zabiegów kardiologicznych. Pod koniec 2021 r. system HUGO RAS firmy Medtronic otrzymał certyfikat CE dla zabiegów urologicznych i ginekologicznych, które stanowią około połowę wszystkich wykonywanych obecnie zabiegów z użyciem robotów.

Warto zaznaczyć, że dynamika rynku byłaby jeszcze wyższa w przypadku wprowadzenia osobnego programu finansowania tych procedur przez NFZ. W styczniu 2022 r. minister zdrowia poinformował, że od 1 kwietnia 2022 r. zabiegi radykalnej prostatektomii z użyciem robota będą miały dedykowaną refundację (7).

Pomimo ograniczeń w zakresie finansowania publicznego, w Polsce rozwijają się programy badań komercyjnych w dziedzinie robotyki. Przykładem jest realizowany w krakowskim Szpitalu na Klinach program badawczo-rozwojowy w zakresie operacyjnego leczenia raka szyjki macicy i trzonu macicy wykorzystaniem robota da Vinci. Wśród spodziewanych istotnych korzyści programu są takie wartości jak: mniejszy ból, mniejsze krwawienie śródoperacyjne, mniejsza liczba powikłań śród- i pooperacyjnych.

Jest to pierwsze badanie komercyjne w dziedzinie chirurgii robotycznej w naszym kraju. Projekt wpisuje się w jeden z głównych priorytetów, które Komisja Europejska wyznaczyła sobie w dziedzinie zdrowia, opracowując Europejski Plan Walki z Rakiem. Choroby nowotworowe zbierają w Europie duże żniwo – co roku w Unii Europejskiej raka diagnozuje się u 3,5 mln osób, a 1,3 mln chorych umiera na tę chorobę. W Polsce nowotwory stanowią drugą przyczynę zgonów, a w ciągu kolejnych lat najprawdopodobniej staną się pierwszą, głównie z uwagi na starzejące się społeczeń-



## **W Polsce nowotwory stanowią drugą przyczynę zgonów, a w ciągu kolejnych lat najprawdopodobniej staną się pierwszą, głównie z uwagi na starzejące się społeczeństwo**

Z szacunków opartych na wynikach badania przeprowadzonego specjalnie na potrzeby raportu PMR i Upper Finance Group wynika, że w kraju o wielkości Polski powinno być około 50 robotów do końca 2025 r., z których pomocą będzie wykonywanych blisko 15 tys. zabiegów rocznie. Według raportu w latach 2021-2026 średnioroczny wzrost wartości (CAGR) segmentu chirurgii robotycznej wyniesie aż 23% (6).

stwo. Tymczasem nawet 40% tych zgonów można by uniknąć, gdyby diagnozę postawiono wcześniej lub chory miał lepszy dostęp do najnowszych metod leczenia (8).

## Robot chirurgiczny w walce z rakiem prostaty

Pacjenci wymagający chirurgicznego leczenia raka prostaty mają do wyboru trzy metody leczenia. Najstarszą metodą operacyjną, czyli tzw. metodą otwartą, metodą laparoskopową i zabieg z wykorzystaniem robota chirurgicznego. Bez względu na wybraną metodę, zabieg usunięcia prostaty wymaga olbrzymiej precyzji. Precyzja potrzebna jest, by zwiększyć szanse pacjenta na zachowanie funkcji takich jak trzymanie moczu czy erekcja, ale przede wszystkim do dokładnego wypreparowania samej prostaty, co jest bardzo ważne dla podstawowego celu operacji, czyli leczenia onkologicznego. Co istotne, przestrzeń, w której wykonywany jest zabieg, jest bardzo mała, zwłaszcza w przypadku jego ostatniego etapu, czyli odcięcia prostaty od cewki moczowej, która ma średnicę zaledwie 10 mm. Precyzja, której wymaga zabieg, przemawia na korzyść robota chirurgicznego. Wiele uwagi w najnowszych publikacjach poświęcono rezultatom osiąganym w zabiegach z wykorzystaniem robota da Vinci, w tym metodzie „Collar” (9). Metoda „Collar” minimalizuje ryzyko pooperacyjnego pozostawienia

komórek nowotworowych, tzw. dodatnich marginesów. W przypadku nowotworu ograniczonego tylko do prostaty badania wykazały zero przypadków z dodatnim marginesem w okolicy szczytu prostaty, a w grupie kontrolnej, czyli w przypadku zastosowania innej techniki, było to 8,9% przypadków z dodatnim marginesem. Również w zaawansowanym miejscowo nowotworze, w przypadku nacieku nowotworu na pęcherzyki nasienne, kolejne badania potwierdziły lepsze rezultaty operacji z wykorzystaniem robota da Vinci, gdyż dzięki tej technice możliwe jest rozszerzenie zakresu operacji tak, by usunąć prostatę, pęcherzyki nasienne wraz z powięzią Denonvilliersa. Ten fragment zabiegu jest trudny technicznie do wykonania z uwagi na to, że powięź ta przylega do odbytnicy, a jej szerokość wynosi tylko 1 mm. Zabiegi tej klasy są wykonywane tylko w ośrodkach posiadających odpowiednie doświadczenie. W Polsce zabiegi te z wykorzystaniem robota da Vinci wykonuje dr n. med. Paweł Wiśniewski z krakowskim Szpitalem na Klinach (NEO Hospital). Wyniki pooperacyjne zostały poddane badaniu statystycznemu, a wnioski potwierdziły przewagę tej metody operacyjnej nad innymi. W grupie 80 pacjentów tylko 11 wymagało dalszego leczenia – radioterapii i/lub hormonoterapii, w większości przypadków dzięki precyzji, jaką daje chirurgia robotyczna, usuwane są wszystkie komórki nowotworowe, czyli osiągnięta jest tzw. czystość onkologiczną (10).



R E K L A M A

**neodisher**

**DR. WEIGERT**  
Higiena systemowa

**Innowacja produktowa 2021**

**Myśleć dalekosięźnie – robić postępy.**

Odkryj **neodisher®** MediClean advanced.

Więcej informacji:

**neodisher® MediClean advanced**

5L e DR. WEIGERT



- ▶ Jak w przypadku każdego zabiegu operacyjnego, jednym z najważniejszych czynników, wpływających nie tylko na czas samego zabiegu, ale i na jego skuteczność, jest doświadczenie osoby, która go wykonuje. W przypadku operacji z pomocą robotów doświadczenie lekarza w pracy z danym urządzeniem jest szczególnie ważne. Istotne jest również odpowiednie wyszkolenie lekarza.

### **Nowe możliwości kształcenia chirurgów**

Wprowadzenie robotów do chirurgii pozwoliło diametralnie zmienić model kształcenia przyszłych operatorów. W programach kształcenia chirurgów konieczne jest odejście od tradycyjnego modelu kształcenia na bloku operacyjnym na rzecz kształcenia w dedykowanych centrach szkoleniowych odpowiedniej klasy, w oparciu o rozwiązania z zakresu sztucznej inteligencji, w tym symulatory, podobnie jak ma to miejsce w lotnictwie (11).

Takie podejście do szkolenia nie opiera się wyłącznie na wolumenie wykonanych zabiegów. Opiera się na nauczaniu umiejętnego, celowanego działania i oferowaniu szczeremu nadzorowanemu doświadczenia operacyjnego, które daje mu możliwość zintegrowania zdobytej już wiedzy i technicznych umiejętności operacyjnych.

Bezpośrednie informacje zwrotne od wykwalifikowanych instruktorów wraz z możliwością celowego ćwiczenia są podstawowymi elementami opanowania techniki. Strategie te najlepiej wdrażać w warunkach

laboratoryjnych, symulacyjnych, w dedykowanych temu celowi centrach szkoleniowych. Takie podejście do szkolenia zapewnia doskonały zestaw umiejętności operacyjnych, ale musi być poparte pomiarami dotyczącymi uzyskanego poziomu efektywności vs. poziom wzorcowy, który został zatwierdzony jako elementy wymagany dla umiejętności, tj. w oparciu o specjalne metryki.

Wykonanie operacji zgodnie z wcześniej ustalonym wzorcem zapewnia poziom pewności, że określone umiejętności zostały nabyte (a nie tylko zrozumiane). Im bardziej wymagające technicznie stają się procedury operacyjne, tym większe jest zapotrzebowanie na starannie skonstruowane programy szkoleniowe, które oferują dojrzewanie umiejętności w bezpiecznym środowisku.

Przykładem może być program progresji opartej na biegłości (PBP), który został oceniony i poddany licznym badaniom (12). W jednym z najnowszych dokonano metaanalizy wyników. W porównaniu do szkolenia tradycyjnego, uczestnicy szkolenia PBP uzyskiwali znacząco lepsze wyniki. Trening PBP zmniejszył liczbę błędów wykonawczych o 60% i skrócił czas zabiegu o 15% oraz zwiększył liczbę poprawnie wykonywanych kroków w procedurze zabiegowej o 47% (13).

Chirurdzy korzystający z zaawansowanych technologii takich jak robotyka chirurgiczna, doskonale zdają sobie sprawę z tego, że liczba wykonanych zabiegów niekoniecznie określa umiejętności operacyjne i należy szybko dążyć do wskaźników wydajności, które

oznaczają wykwalifikowaną umiejętność. Jest to bardziej skuteczne, obiektywne, przejrzyste i sprawiedliwe podejście do treningu umiejętności operacyjnych.

Udany program chirurgii robotycznej opiera się na wielu czynnikach. Chociaż umiejętności, wyszkolenie i doświadczenie chirurga-robotyka są najważniejsze, istnieje wiele innych czynników programowych i instytucjonalnych, które mogą „wspierać” lub „zepsuć” program chirurgii zrobotyzowanej. Czynniki te są następujące: kultura organizacji i kultura pracy na bloku operacyjnym, eksperckość zespołów chirurgii robotycznej, doświadczenie i poziom umiejętności kadry zarządzającej, koncentracja na potrzebach i wartościach istotnych dla pacjenta, nacisk na doskonałość

operacji, bez kompromisów na rzecz poziomu poniżej perfekcji. Bez zwrócenia uwagi na te czynniki program chirurgii zrobotyzowanej nigdy nie osiągnie swojego pełnego potencjału (1). □

WIĘCEJ ARTYKUŁÓW  
W KATEGORII TEMATYCZNEJ  
„BLOK OPERACYJNY”  
ZNAJDZIESZ NA PORTALU:



### Piśmiennictwo

- Gharagozloo F., Patel V.R., Giulianotti P.C. et al.: *Robotic Surgery*. Springer, 2021.
- SYNEKTİK S.A. <https://www.synektik.com.pl/pl/oferta/da-vinci/da-vinci-na-swiecie/>.
- Guthart G.: *J.P. Morgan Healthcare Conference 2022*. Intuitive.
- Neo Hospital: *Robot da Vinci pionier chirurgii robotyczne*. <https://zabiegidavinci.pl/blog/robot-da-vinci-pionier-chirurgii-robotycznej/>.
- Report: *Global Surgical Robotics Market 2020-2030*. 2021. [https://www.researchandmarkets.com/reports/4225642/global-surgical-robotics-market-2020-2030?gclid=Cj0KCQjw3lqSBhCoARIsAMBkTb2zhQ1zNuGe-HOP8GscM7F7bzHKT-g5PME3-7epHs\\_NZpn-148Scz8oaAguzEALw\\_wcB](https://www.researchandmarkets.com/reports/4225642/global-surgical-robotics-market-2020-2030?gclid=Cj0KCQjw3lqSBhCoARIsAMBkTb2zhQ1zNuGe-HOP8GscM7F7bzHKT-g5PME3-7epHs_NZpn-148Scz8oaAguzEALw_wcB).
- PMR, Upper Finance Group: *Rynek robotyki chirurgicznej w Polsce. Prognozy rozwoju na lata 2021-2026*. 2021.
- Projekt rozporządzenia Ministra Zdrowia zmieniającego rozporządzenie w sprawie świadczeń gwarantowanych z zakresu leczenia szpitalnego. <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12355803/katalog/12849971#12849971>.
- European Commission: *Europe's Beating Cancer Plan*. [https://ec.europa.eu/health/system/files/2022-02/eu\\_cancer\\_plan\\_en\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/health/system/files/2022-02/eu_cancer_plan_en_0.pdf).
- Bianchi L., Turri F.M., Larcher A. et al.: *A Novel Approach for Apical Dissection During Robot-assisted Radical Prostatectomy: The „Collar” Technique.* „Eur Urol Focus”, 2018, 4 (5), 677-685.
- Mazzone E., Dell'Oglio P., Rosiello G. et al.: *Technical Refinements in Superextended Robot-assisted Radical Prostatectomy for Locally Advanced Prostate Cancer Patients at Multiparametric Magnetic Resonance Imaging.* „European Urology”, 2021.
- Collins J.W., Wisz P.: *Training in robotic surgery, replicating the airline industry. How far have we come?* „World Journal of Urology”, 2020, 38, 1645-1651.
- Mottrie A., Mazzone E., Wiklund P. et al.: *Objective assessment of intraoperative skills for robot-assisted radical prostatectomy (RARP): results from the ERUS Scientific and Educational Working Groups Metrics Initiative.* „BJU Int”, 2021, 128 (1), 103-111.
- Gallagher A.G., Mottrie A., Angelo R.L.: *Competence Is About Skill, Not Procedure Case Numbers.* „JAMA Surg”, 2021, September 15.

R E K L A M A



## Lubimy roboty. Z wzajemnością!

Specjalizujemy się w dostarczaniu zaawansowanych rozwiązań dla medycyny. Nasza oferta w obszarze robotyki medycznej stale rośnie. W portfolio Synektik znajduje się m.in. system chirurgii robotycznej da Vinci produkowany przez firmę Intuitive. Jesteśmy jego wyłącznym dystrybutorem w Polsce, Czechach i Słowacji.



Zapraszamy do kontaktu, tel. **722 185 010, 22 327 09 00**  
[www.systemdavinci.pl](http://www.systemdavinci.pl)

