

MISZUDA, Sławomir, SZWEDKOWICZ, Agata, TROJAN, Sara, FUSSEK-STYGA, Urszula, BŁASZCZYK, Agnieszka, KWIECIŃSKI, Jakub, BASIAGA, Bartosz, BEDNARZ, Krzysztof, LEŚNIAK, Marek & HELUSZKA, Jakub. Evaluation of the results of perioperative surgical robots in urology - literature review. *Quality in Sport*. 2023;12(1):35-42. eISSN 2450-3118. DOI <https://dx.doi.org/10.12775/QS.2023.12.01.004> <https://apcz.umk.pl/OS/article/view/43578>

The journal has had 20 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32582. Has a Journal's Unique Identifier: 201398. Scientific disciplines assigned: Economics and finance (Field of social sciences); Management and Quality Sciences (Field of social sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 20 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32582. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201398. Przynależność dyscypliny naukowej: Ekonomia i finanse (Dziedzina nauk społecznych); Nauki o zarządzaniu i jakości (Dziedzina nauk społecznych).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 15.04.2023. Revised: 20.04.2023. Accepted: 30.04.2023. Published: 30.04.2023.

## Evaluation of the results of perioperative surgical robots in urology - literature review

### Ocena wyników okołoperacyjnych robotów chirurgicznych w urologii - przegląd

1. Sławomir Miszuda (1) 0009-0008-4085-3653
2. Agata Szwedkowicz (2) 0009-0005-1285-2643
3. Sara Trojan (1) 0009-0007-9628-6726
4. Urszula Fussek-Styga (3) 0009-0007-9358-8673
5. Agnieszka Błaszczuk (1) 0009-0004-3460-1514
6. Jakub Kwieciński (1) 0009-0003-1219-7138
7. Bartosz Basiaga (4) 0009-0009-8300-0674
8. Krzysztof Bednarz (4) 0000-0002-8910-1697
9. Marek Leśniak (5) 0009-0008-0720-9997
10. Jakub Heluszka (6) 0009-0002-6965-8073

1. Zagłębiowskie Centrum Onkologii im. Sz. Starkiewicza w Dąbrowie Górniczej
2. Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
3. Okręgowy Szpital Kolejowy w Katowicach
4. Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
5. Wojewódzki Szpital Specjalistyczny MEGREZ Sp. z o. o. w Tychach
6. Zespół Zakładów Opieki Zdrowotnej w Cieszynie

Correspondence: Sławomir Miszuda<sup>1</sup>, Agata Szwedkowicz<sup>2</sup>, Sara Trojan<sup>3</sup>, Urszula Fussek-Styga<sup>4</sup>, Agnieszka Błaszczuk<sup>5</sup>, Jakub Kwieciński<sup>6</sup>, Bartosz Basiaga<sup>7</sup>, Krzysztof Bednarz<sup>8</sup>, Marek Leśniak<sup>9</sup>, Jakub Heluszka<sup>10</sup>

#### Streszczenie

Wstęp: Operacje z pomocą robotów chirurgicznych stały się akceptowalną metodą leczenia dolegliwości urologicznych. Pozostaje pytanie jak wyglądają wyniki okołoperacyjne w porównaniu do innych metod, takich jak klasyczna chirurgia czy laparoscopia. Celem badania jest podsumowanie obecnego stanu wiedzy na temat

<sup>1</sup> smiszuda@gmail.com

<sup>2</sup> szwedkowiczagata@gmail.com

<sup>3</sup> saratrojan96@gmail.com

<sup>4</sup> urszulafussek@gmail.com

<sup>5</sup> agnieszka\_blaszczyk96@wp.pl

<sup>6</sup> j.kwiecinski94@gmail.com

<sup>7</sup> bartoszbasiaga@gmail.com

<sup>8</sup> kbednarz9718@gmail.com

<sup>9</sup> lesniak.marek777@gmail.com

<sup>10</sup> heluszka.jakub@gmail.com

stosowania robotów chirurgicznych w urologii, podanie informacji na temat typów zabiegów które mogą zostać przeprowadzone z ich pomocą, bezpieczeństwa i wyników

Materiały i metody: Przegląd literatury w bazach danych: [Pubmed; Science direct; Google scholar]; przeszukiwano przy pomocy słów: [robotic surgery, surgical robots, BPH, robot, cystectomy, nephrectomy, retroperitoneal lymphadenectomy, prostatectomy,]. Dokonano przeglądu publikacji od 2016 do 2023.

Wyniki: Zebrano dane z wielu publikacji. Wykazano obiecujące wyniki okołoperacyjne robotów chirurgicznych. Utrata krwi, długość hospitalizacji, częstość powikłań są mniejsze w porównaniu do innych metod. Dodatkowo marginesy chirurgiczne występują z podobną częstością. Udowodniono bezpieczeństwo przeprowadzania operacji z pomocą robotów chirurgicznych u badanych po wcześniejszej chemioterapii czy radioterapii. Czas trwania operacji jest zwykle dłuższy w porównaniu do innych metod

Wnioski: Przeprowadzanie operacji z pomocą robotów chirurgicznych jest obiecującą metodą w urologii. W wielu przypadkach wyniki okołoperacyjne są lepsze. Jednakże brak dobrej jakości badań prowadzonych przez długi czas

Słowa kluczowe: chirurgia małoinwazyjna, da Vinci, robot, prostatektomia, cystektomia, nefrektomia, urologia, przegląd literatury

## Summary

Introduction: Robotic surgery has recently become a commonly accepted method for treating urological conditions. One may ask how it compares to other methods, such as traditional surgery or laparoscopic surgery, in terms of perioperative outcomes. Aim of this study is to summarize current knowledge on the usage of surgical robots in urology, provide information about the types of surgeries that can be performed, and evaluate their safety and outcomes.

Materials and methods: Literature review of publications found in databases: [Pubmed; Science direct; Google scholar]; search was conducted using keywords: [robotic surgery, surgical robots, BPH, robot, cystectomy, nephrectomy, retroperitoneal lymphadenectomy, prostatectomy]. Publications from 2016 to 2023 were reviewed.

Results: Several publications were collected and their results were noted. Most of them showed favorable outcomes regarding the use of surgical robots. Blood loss, length of hospital stay, and complication rates showed more promising results compared to other methods, positive surgical margins rates were comparable. The safety of conducting operations on groups previously treated with radiotherapy or chemotherapy was also proven. However, operating time is usually longer than in open surgery or laparoscopy.

Conclusions: Using surgical robots for conducting operations in urology is a promising method. In many cases, perioperative outcomes are better. However, there is a lack of good data with long-term follow-up.

Keywords: minimally invasive surgery, da Vinci, robot, prostatectomy, cystectomy, nephrectomy, urology, literature review

## I. Wstęp

W ostatnich dziesięcioleciach nastąpił rozwój metod wykonywania zabiegów operacyjnych, który zaowocował pojawieniem się metod o zmniejszonej inwazyjności, takich jak zabiegi laparoskopowe czy wykonywanie zabiegów z pomocą robotów chirurgicznych.

W późnych latach 80 XX wieku przeprowadzono pierwsze zabiegi przy pomocy robota chirurgicznego, z pomocą systemu Robodoc [Integrated Surgical Systems, Sacramento, Kalifornia, USA](George i wsp. 2018). W latach 90 doszło do dalszego rozwoju koncepcji robota chirurgicznego, bowiem pojawił się wtedy robot da Vinci [Intuitive Surgical, Sunnyvale, Kalifornia, USA], który przez następne lata stał się najpopularniejszym systemem robota chirurgicznego, którym pozostaje do dziś (Farinha i wsp. 2022).

Wśród obecnie stosowanych systemów robotów chirurgicznych można wymienić m.in.: da Vinci, Revo-i [Meerecompany, Korea pld.]. Mogą być one z stosowane do wykonywania wielu rodzajów zabiegów operacyjnych z różnych dziedzin.

Celem niniejszej publikacji jest przegląd literatury opublikowanej w ostatnich latach, dotyczącej stosowania robotów chirurgicznych w urologii, w celu oceny jakie roboty chirurgiczne są stosowane w urologii, jak również ich możliwości, bezpieczeństwa i skuteczności, w szczególności w porównaniu do innych metod operacyjnych.

## **II. Materiały i metody**

Dokonano przeglądu literatury w bazach danych [Pubmed; Science direct; Google scholar] korzystając z następujących słów kluczy [robotic surgery, surgical robots, BPH, robot, cystectomy, nephrectomy, retroperitoneal lymphadenectomy, prostatectomy]. Dokonano przeglądu literatury z lat 2016-2023, gdzie po zapoznaniu się z nią grupy wszystkich autorów wybrano najbardziej pasujące. Wybrano określone typy badań [retrospektywne, prospektywne, badania wielośrodkowe, badania kliniczne, w tym z randomizacją]. Przy opisie dostępnych robotów chirurgicznych wykorzystano dane ze stron internetowych producentów, co wskazano w bibliografii. W określonych niżej miejscach odwołano się również do najnowszych wytycznych europejskiego [EAU] bądź amerykańskiego towarzystwa urologicznego [AUA] dotyczących określonych zagadnień, co również odpowiednio wskazano.

W wybranej literaturze oceniono parametry: długość czasu operacji [min], utrata krwi [ml], długość hospitalizacji [dni], w ilu przypadkach wystąpiły dodatkowe marginesy chirurgiczne, u ilu pacjentów wystąpiły powikłania okołoperacyjne, w miarę możliwości podawane w klasyfikacji Clavien-Dindo [CD]. Oceniono również ilu pacjentów zmarło w okresie okołoperacyjnym i z jakiej przyczyny. Wykluczono w trakcie selekcji publikacje, gdzie nie zostały przedstawione dane dotyczące parametrów okołoperacyjnych, przykładem takiej publikacji może być randomizowane badanie kliniczne opublikowane w Lancet (Coughlin i wsp. 2018). Badania w których grupowano w jednej grupie badawczej uczestników operowanych z pomocą robota i operowanych laparoskopowo również nie były brane pod uwagę. Podczas porównywania parametrów jako miarę istotności różnicy przyjęto wartość wskaźnika  $p < 0,05$ . Następnie porównano uzyskane rezultaty i wysunięto wnioski.

## **III. Obecnie stosowane roboty chirurgiczne**

Najczęściej stosowanym na świecie systemem robota chirurgicznego jest robot Da Vinci. Według danych ze strony internetowej producenta Intuitive Surgical może być on stosowany do wykonywania lub pomocy przy wykonywaniu zabiegów z dziedzin kardiochirurgii, torakochirurgii, chirurgii ogólnej, laryngologii, ginekologii i urologii. Dostępne są 3 warianty: da Vinci SP, Xi i X. Oprócz zastosowań zalecanych przez producenta miały miejsce próby stosowania robota chirurgicznego da Vinci przy zabiegach z dziedziny m.in. chirurgii naczyniowej (Štádlar i wsp. 2017). W urologii producent deklaruje możliwość wykonywania przy pomocy robota chirurgicznego da Vinci zabiegów: prostatektomii, cystektomii, resekcje nerki, pieloplastyki (strona internetowa producenta). Istnieje możliwość stosowania robota da Vinci do innych zabiegów w urologii co zostanie wspomniane niżej. O znaczeniu systemu da Vinci dla urologii świadczy fakt, iż najczęściej wykonywanym zabiegiem operacyjnym na świecie przy pomocy systemu da Vinci SP jest prostatektomia (Moschovas i wsp. 2021).

Wśród innych robotów chirurgicznych można wymienić: Revo-i, Avatera [avateramedial GmbH, Niemcy], Hugo RAS [Medtronic, Watford, UK] i inne. Wspomina się również o stosowanych w endourologii Avicenna Roboflex [Elmed, Ankara, Turcja] i Aquabeam [PROCEPT BioRobotics Inc., Redwood City, Kalifornia, USA] (Rassweiler i wsp. 2019).

Poniżej zostanie przedstawiony przegląd literatury dotyczącej wykonywania konkretnych zabiegów w urologii przy pomocy robotów chirurgicznych, z oceną bezpieczeństwa i skuteczności.

## **IV. Prostatektomia**

Prostatektomia jest zabiegiem usunięcia gruczołu krokowego, wykonywanym z najczęściej w celu leczenia raka gruczołu krokowego lub w wybranych przypadkach łagodnego rozrostu stercza. Wytyczne EAU z 2023 dotyczące leczenia raka prostaty (Mottet i wsp. 2023) wskazują na możliwość wykonania prostatektomii przy pomocy robota chirurgicznego.

W jednym z badań (Stolzenburg i wsp. 2021) przeprowadzono randomizowane badanie kliniczne, gdzie badanych poddano zabiegowi prostatektomii z powodu raka prostaty w wielu ośrodkach medycznych. 547 z nich operowano z pomocą robota, a 196 laparoskopowo. Wykazano że pomiędzy grupami operowaną z pomocą robota a laparoskopowo była istotna różnica w utracie krwi [250 i 210 ml,  $p=0,0068$ ], nieistotna różnica mediana czasu operacji [176 i 169 min,  $p=0,084$ ], nieistotna różnica w marginesach chirurgicznych [robot: 101 - 19%; laparoscopia: 26 - 14%,  $p=0,19$ ]. W grupie operowanej z pomocą robota wystąpiło nieistotnie mniejsza częstość powikłań [87 - 15%] niż w grupie operowanej laparoskopowo [41 - 21%][ $p=0,097$ ]. Follow-up wynosił 3 miesiące, w tym okresie jeden z pacjentów zmarł w grupie operowanej laparoskopowo z powodu martwiczego zapalenia trzustki.

Inne randomizowane badanie kliniczne (Yaxley i wsp. 2016) dotyczyło porównania wyników prostatektomii wykonanej z pomocą robota da Vinci do prostatektomii wykonanej na otwarty, przez dostęp przez przestrzeń Retziusa. Zabiegi były wykonane celem radykalnego leczenia raka prostaty. W grupie operowanej z pomocą robota znajdowało się 157 badanych, natomiast w grupie operowanej na otwarty 151. Opisano, iż zabiegi przeprowadzone przy pomocy robota cechowały się istotnie krótszym średnim czasem operacji niż przeprowadzone na otwarty [odpowiednio 202,03 i 234,34 min,  $p < 0,0001$ ], istotnie niższą średnią oczekiwaną utratą krwi [443,74 i 1338,14 ml,  $p < 0,0001$ ], istotnie krótszym średnim czasem hospitalizacji [1,55 i 3,27 dnia,  $p < 0,0001$ ]. Powikłania występowały rzadziej w grupie operowanej z pomocą robota, jednak wynik jest na granicy istotności [średnio u 6,7 pacjenta i 14,17 w grupie operowanej na otwarty,  $p = 0,05$ ]. Różnica między ilością przypadków pozytywnych marginesów chirurgicznych była nieistotna [robot: 23 – 15%, otwarty: 15 – 10%,  $p = 0,21$ ]. Prowadzono follow-up przez 12 tygodni, w tym okresie nie odnotowano zgonów wśród badanych. Uzyskane wyniki wskazują na wyższość sposobu wykonania operacji z pomocą robota.

Łagodny rozrost stercza [BPH] to częsta przyczyna zaburzeń oddawania moczu u mężczyzn w wieku podeszłym. Podejście do leczenia BPH powinno być interdyscyplinarne, w przypadku ciężkich symptomów lub braku poprawy po leczeniu zachowawczym należy rozważyć leczenie zabiegowe (Miernik i Gratzke 2020), do których wliczają się zabiegi prostatektomii, wyluszczenia stercza, przezcewkowej resekcji [TURP] jak i procedury minimalnie inwazyjne. Zgodnie z wytycznymi AUA 2021 (Lerner i wsp. 2021) w przypadku dużej do bardzo dużej prostaty złotym standardem jest prostatektomia, którą można wykonać również z pomocą robota chirurgicznego.

Porównania prostatektomii z robota do prostatektomii otwartej wykonywanych z powodu BPH dokonał w swojej publikacji Sorokin (Sorokin i wsp. 2017). W badaniu porównawczym porównano retrospektywnie 59 pacjentów u których dokonano prostatektomii przy pomocy robota da Vinci Si do 59 operowanych sposobem klasycznym operowanych w jednym ośrodku. Opisano, iż w grupie operowanej robotem wykonanie prostatektomii wiązało się z istotnie dłuższym średnim czasem operowania w porównaniu do klasycznych [161 i 93 min,  $p < 0,001$ ], istotnie mniejszą oczekiwaną utratą krwi [339 i 587 ml,  $p < 0,001$ ], istotnie krótszym średnim czasem hospitalizacji [1.5 dnia i 2.6 dni,  $p < 0,001$ ] i nieistotnie mniejszą częstością poważnych powikłań [wynik CD  $> 2$ , 2 i 6 pacjentów,  $p = 0,272$ ]. Żaden z pacjentów nie zmarł w okresie okołoperacyjnym, follow-up prowadzono przez 3 miesiące. Autorzy wykazali, iż operacja robotem jest bezpieczna i wiąże się ze zmniejszoną częstością powikłań okołoperacyjnych, utraty krwi, i długości pobytu, przy dłuższym średnim czasie operacji.

## V. Cystektomia

Cystektomia jest zabiegiem wycięcia pęcherza moczowego, najczęściej z powodu inwazyjnego raka pęcherza moczowego. Zgodnie z wytycznymi EAU z 2023 (Witjes i wsp. 2023) dotyczących leczenia raka pęcherza moczowego, zaleca się wykonanie radykalnej cystektomii u pacjentów z rakiem pęcherza moczowego w stadium T2-T4a. Wytyczne nie rekomendują wyższości określonej techniki operacyjnej ani sposobu jej wykonania. Zabieg cystektomii radykalnej można wykonać przy pomocy robota chirurgicznego.

W jednej z publikacji (Guliev i wsp. 2022) dokonano retrospektywnego porównania wyników radykalnej cystektomii sposobem klasycznym na otwarty do zabiegu operacyjnego przy pomocy robota da Vinci. Zostało wykazane, że operowanie z pomocą robota wiąże się z istotnie dłuższym średnim czasem operacji niż w przypadku operacji sposobem klasycznym [odpowiednio 380 i 260 minut,  $p < 0,05$ ], przy mniejszej utracie krwi [85 i 520 ml,  $p < 0,05$ ]. Prowadzono follow-up przez 90 dni, w tym okresie u 6 pacjentów operowanych z pomocą robota występowały poważne powikłania, w tym samym czasie powikłania występowały u 9 pacjentów operowanych na otwarty. Jeden pacjent operowany z pomocą robota w okresie 90 dniowego follow-up zmarł z powodu zawału serca. Wyniki wskazują, iż metoda wykorzystująca robota chirurgicznego cechuje się istotnie niższą utracą krwi, przy dłuższym czasie operacji.

W jednym z badań retrospektywnych (Piazza i wsp. 2021) wykazano bezpieczeństwo wykonywania zabiegu cystektomii przy asyście robota da Vinci Xi u pacjentów z historią napromieniania miednicy z powodu wcześniejszego leczenia radioterapeutycznego. Poddano w niej analizie retrospektywnej 32 pacjentów poddanych radykalnej cystektomii z historią napromieniania miednicy z powodu raka prostaty. Opisano medianę czasu operacji, oczekiwaną utratę krwi i długość hospitalizacji wynoszące odpowiednio 330 min, 250 ml i 10 dni. Follow-up prowadzono przez 90 dni, w tym okresie poważne powikłania wystąpiły u 9 badanych, nie odnotowano zgonów wśród badanych w tym okresie. Autorzy doszli do wniosku, iż jest to bezpieczna i akceptowalna metoda w przypadku chorych z historią radioterapii miednicy.

## VI. Nefrektomie i resekcje nerki

Nefrektomia jest to zabieg polegający na wycięciu całości nerki, resekcją nazywany jest zabieg wycięcia guza nerki, z odpowiednim marginesem, przy zachowaniu narządu. Wśród wskazań do ich wykonania możemy wymienić m.in. nowotwory nerki. Wytyczne EAU 2023 (Ljungberg i wsp. 2023) dotyczące leczenia raka nerki

wskazują, iż operacje te mogą zostać wykonane drogą klasyczną, przez powłoki brzuszne, laparoskopową lub przy pomocy robota chirurgicznego. Przy wyborze metody autorzy wytycznych wskazują na dążenie do wykonania resekcji nerki zamiast radykalnej nefrektomii gdy jest to możliwe, dodatkowo należy brać pod uwagę wyniki onkologiczne (Ljungberg i wsp. 2023).

Dokonano porównania nefrektomii wykonywanej z pomocą robota do sposobu klasycznego (Zeuschner i wsp. 2021) Poddano analizie retrospektywnej 818 pacjentów operowanych w jednym ośrodku, z czego 500 operowano przy pomocy robota da Vinci Si lub S, natomiast 313 klasycznie. W grupie operowanej z pomocą robota uzyskano istotnie mniejszą średnią utratę krwi niż w grupie operowanej klasycznie [odpowiednio 200 i 300 ml,  $p<0,001$ ] jak i istotnie krótszy średni czas pobytu [6 i 10 dni,  $p<0,001$ ] przy istotnie dłuższym średnim czasie operacji [157 i 118 minut,  $p<0,001$ ]. Poważne powikłania występowały istotnie rzadziej w grupie operowanej z pomocą robota niż w grupie operowanej sposobem klasycznym (odpowiednio u 22 i 38,  $p<0,001$ ). Różnica w dodatnich marginesach chirurgicznych była nieistotna. Autorzy wysunęli wniosek na temat wyższości robota chirurgicznego nad drogą klasyczną na wielu polach, podając jednak czas przeprowadzenia operacji jako wadę sposobu przeprowadzania operacji z pomocą robota.

Przeprowadzono również porównanie nefrektomii z pomocą robota do sposobu wykonania zabiegu drogą laparoskopową (Chen i wsp. 2022) w przypadku guzów wnęki nerkowej. Oceniono retrospektywnie poddanych zabiegom 116 badanych, 52 operowano z pomocą robota, 64 laparoskopowo. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między średnim czasem operacji, częstością powikłań, długością hospitalizacji i ilością przypadków dodatnich marginesów chirurgicznych. U grupy operowanej z pomocą robota opisano istotnie niższą średnią oczekiwaną utratę krwi [100 i 150 ml,  $p<0,001$ ]. Autorzy doszli do wniosku że zarówno operowanie robotem jak i laparoskopowo jest bezpieczne jednak stosowanie robota wiąże się z lepszymi wynikami okołoperacyjnymi.

Resekcje nerek z pomocą robotów chirurgicznych również zostały przebadane. W swojej publikacji (Casale i wsp. 2019) dokonali retrospektywnej analizy 635 przypadków resekcji nerki, u operowanych w 3 ośrodkach medycznych, przy pomocy robotów da Vinci Si lub Xi. Opisano, iż średni czas operacji wyniósł 156,3 min, średnia oczekiwana utrata krwi 171 ml, średnia długość hospitalizacji 3,2 dni, dodatnie marginesy chirurgiczne u 24 [3,8%], poważne powikłania wg CD >2 u 25 pacjentów [3,9%], średni czas follow-up wyniósł 26 miesięcy. Autorzy doszli do wniosku, iż resekcja nerki z pomocą robota jest bezpieczną i skuteczną metodą operacyjną.

W wieloośrodkowym badaniu (Buffi i wsp. 2020) dokonano analizy 255 przypadków leczenia operacyjnego pacjentów operowanych w przy pomocy robotów chirurgicznych da Vinci Xi i Si. Średni czas operacji wyniósł 165 minut, mediana oczekiwanej utraty krwi 150 ml, mediana długość hospitalizacji mediana 4 dni, poważne powikłania CD >2 u 13 pacjentów [5,1%], dodatnie marginesy chirurgiczne u 4 pacjentów [1,9%]. Mediana follow-up wyniosła 28 miesięcy. Nie opisano zgonów w okresie okołoperacyjnym. Wykazano dodatkowo, iż płeć męska u badanych wiązała się z dwukrotnie większą ilością powikłań [ $p=0,029$ ]. We wnioskach autorzy opisali, że operowanie z pomocą robota chirurgicznego przynosi dobre efekty.

## **VII. Limfadenektomia zaotrzewnowa**

Jest to zabieg polegający na resekcji węzłów chłonnych u chorych z nowotworem jądra, najczęściej nienasieniakiem. Wg wytycznych EAU z 2023 dotyczące leczenia raka jądra (Nicol i wsp. 2023), rekomendowane jest wykonywanie oszczędzającej nerwy limfadenektomii zaotrzewnowej u wybranych pacjentów z przeciwwskazaniami do chemioterapii adjuwantowej lub u których brak możliwości surveillance, wskazując na możliwość wykonania zabiegu drogą laparoskopową lub przy pomocy robota chirurgicznego.

W literaturze można znaleźć badania opisujące doświadczenia z wykonywania tego zabiegu przy pomocy robota da Vinci Xi (Bergdahl i wsp. 2022). W badaniu prospektywnym poddano zabiegowi 29 badanych, z czego 19 było po chemioterapii, a następnie porównano rezultaty z grupą 58 badanych u których dokonano otwartej limfadenektomii zaotrzewnowej. W grupie operowanej z pomocą robota uzyskano dłuższą medianę czasu operowania w porównaniu do grupy operowanej na otwarcie [odpowiednio 433 i 297 min], jednocześnie zaobserwowano mniejszą medianę oczekiwanej utraty krwi [50 i 400 ml] i krótszą medianę czasu hospitalizacji [3 i 7 dni]. U grupy operowanej z pomocą robota wśród 3 badanych zaobserwowano poważne powikłania CD >2, natomiast w drugiej grupie u 13, z czego dwóch zmarło - autorzy nie podali z jakiej przyczyny. Autorzy ww. publikacji doszli do wniosków, iż limfadenektomia zaotrzewnowa z pomocą robota to bezpieczna opcja, której stosowanie może poprawić wyniki okołoperacyjne.

Dokonano również badania dotyczącego efektów limfadenektomii zaotrzewnowej w zależności od wcześniejszego leczenia chorych (Ohlmann i wsp. 2021). Retrospektywnej analizie poddano okołoperacyjne powikłania u pacjentów poddanych zabiegowi limfadenektomii zaotrzewnowej z pomocą robota chirurgicznego w dwóch ośrodkach, z pomocą robotów da Vinci Si i X. Jedna grupa - 7 badanych, chorych na raka jądra, przeszła zabieg bez wcześniejszego leczenia chemioterapeutycznego, natomiast w drugiej grupie znajdowało się

16 chorych na raka jądra którzy wcześniej przechodzili chemioterapie. Wykazano istotnie statystyczną różnicę między medianą czasu operacji między grupą bez leczenia chemioterapeutycznego a grupą leczoną [odpowiednio 243 i 359 minut,  $p=0,154$ ]. Mediana utraconej krwi również była istotnie mniejsza w grupie bez wcześniejszej chemioterapii w porównaniu do drugiej grupy [100 i 275 ml,  $p=0,018$ ]. Grupa z historią leczenia chemioterapią miała istotnie więcej powikłań w czasie operacji [wystąpiły u 44 % pacjentów, w drugiej grupie nie wystąpiły u żadnego,  $p=0,036$ ]. Poważne powikłania  $CD>2$  wystąpiły u jednego pacjenta w grupie bez wcześniejszej chemioterapii i 3 po chemioterapii. Różnice między długością hospitalizacji były nieistotne statystycznie. Prowadzono follow-up przez średnio 16,3 miesiąca, w tym czasie nie odnotowano żadnej śmierci wśród uczestników badania. We wnioskach opisano, iż limfadenektomia zaotrzewnowa z pomocą robota chirurgicznego jest ważną opcją leczenia, należy jednak liczyć się z większą częstością powikłań u osób wcześniej leczonych chemioterapią.

### **VIII. Wnioski**

Literatura poddana przeglądowi wskazuje na szerokie zastosowanie robotów chirurgicznych w urologii. Żadne z badań nie wykazało metod przeprowadzania zabiegów operacyjnych z pomocą robota chirurgicznego jako metod szkodliwych dla pacjentów bądź nie przynoszących efektu terapeutycznego. W świetle prezentowanej literatury istnieje wiele dowodów na wyższość robotów chirurgicznych w temacie efektów okołoperacyjnych, wykazano bowiem, iż cechuje je niższa utrata krwi (Yaxley i wsp. 2016; Sorokin i wsp. 2017; Stolzenburg i wsp. 2021; Chen i wsp. 2022; Guliev i wsp. 2022), krótszy okres hospitalizacji (Yaxley i wsp. 2016; Sorokin i wsp. 2017), mniejsza częstość powikłań (Zeuschner i wsp. 2021) niż w przypadku innych metod. Różnice w dodatnich marginesach chirurgicznych były nieistotne statystycznie (Yaxley i wsp. 2016; Stolzenburg i wsp. 2021; Zeuschner i wsp. 2021; Chen i wsp. 2022). Wykazano bezpieczeństwo u pacjentów z historią wcześniejszego leczenia onkologicznego (Ohlmann i wsp. 2021; Piazza i wsp. 2021; Bergdahl i wsp. 2022). Wadą zabiegów przeprowadzanych z pomocą robotów chirurgicznych jest stosunkowo długi czas operacji, dłuższy niż w przypadku operacji na otwarty bądź laparoskopowych (Sorokin i wsp. 2017; Zeuschner i wsp. 2021; Guliev i wsp. 2022) mimo tego, że znalazły się również publikacje gdzie opisano krótszy czas operacji w porównaniu do operacji na otwarty (Yaxley i wsp. 2016). Źródłem tego problemu może być brak doświadczenia personelu wynikający z krótkiej obecności tej metody w medycynie, szkolenie i zdobywanie doświadczenia przez personel może poprawić ten parametr (Shah i wsp. 2018). Kolejną przeszkodą jest wysoka cena sprzętu i eksploatacji (Ghezzi i Corleta 2016; Moschovas i wsp. 2022). Sugerowana jest poprawa łańcuchów zaopatrzenia w celu redukcji kosztów (Luo i wsp. 2022).

Ograniczeniem w poddanej analizie literaturze jest brak badań wykorzystujących duże grupy badawcze bądź kontrolne, o czym wspomniano już (Schwaibold i wsp. 2018). W zaledwie jednej publikacji (Zeuschner i wsp. 2021) poddano retrospektywnej analizie 818 pacjentów, w innych publikacjach ta liczba wahała się między 23 (Ohlmann i wsp. 2021) a 716 (Stolzenburg i wsp. 2021). Brak również literatury gdzie opisano długoterminowe obserwacje pacjentów, która pozwoliłaby na ocenę późnych powikłań u poddanych operacjom z pomocą robota chirurgicznego, w poddanej ocenie literaturze najdłuższy follow-up wyniósł 28 miesięcy (Buffi i wsp. 2020). Brak również badań opisujących inne systemy robotów chirurgicznych niż da Vinci, czego przyczyną może być krótki czas stosowania ich w urologii od momentu wprowadzenia do użycia.

Powyższe wyniki mogą stanowić dowód na skuteczność i bezpieczeństwo zastosowania robotów chirurgicznych w urologii, wskazują również na konieczność przeprowadzenia dodatkowych badań naukowych zwłaszcza na dużych grupach prowadzonych przez dłuższy czas.

#### **Disclosures:**

The authors received no financial support for this study.

The authors declare no conflict of interest.

#### **Literatura**

George EI, Brand TC, LaPorta A, Marescaux J, Satava RM. Origins of Robotic Surgery: From Skepticism to Standard of Care. *JLS*. 2018 Oct-Dec;22(4):e2018.00039. doi: 10.4293/JLS.2018.00039. PMID: 30524184; PMCID: PMC6261744.

Farinha R, Puliatti S, Mazzone E, Amato M, Rosiello G, Yadav S, De Groote R, Piazza P, Bravi CA, Koukourikis P, Rha KH, Cacciamani G, Micali S, Wiklund P, Rocco B, Mottrie A. Potential Contenders for the Leadership in Robotic Surgery. *J Endourol*. 2022 Mar;36(3):317-326. doi: 10.1089/end.2021.0321. Epub 2021 Oct 26. PMID: 34579555.

Coughlin GD, Yaxley JW, Chambers SK, Occhipinti S, Samaratunga H, Zajdlewicz L, Teloken P, Dungalison N, Williams S, Lavin MF, Gardiner RA. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: 24-month outcomes from a randomised controlled study. *Lancet Oncol.* 2018 Aug;19(8):1051-1060. doi: 10.1016/S1470-2045(18)30357-7. Epub 2018 Jul 17. PMID: 30017351.

Štádlér P, Dvořáček L, Vitásek P, Matouš P. Uplatnění robotického systému da Vinci v cévní chirurgii [The da Vinci robot in the field of vascular surgery]. *Rozhl Chir.* 2017 Winter;96(2):63-68. Czech. PMID: 28429949.

<https://www.intuitive.com/en-us/healthcare-professionals/surgeons/urology> - Dostup z 12.04.2023, z godziny 22:07

Covas Moschovas M, Bhat S, Rogers T, Thiel D, Onol F, Roof S, Sighinolfi MC, Rocco B, Patel V. Applications of the da Vinci single port (SP) robotic platform in urology: a systematic literature review. *Minerva Urol Nephrol.* 2021 Feb;73(1):6-16. doi: 10.23736/S2724-6051.20.03899-0. Epub 2020 Sep 29. PMID: 32993277.

Rassweiler JJ, Serdar GA, Klein J, Rassweiler-Seyfried MC. 50 Jahre Minimal-invasive Chirurgie in der Urologie [50 years of minimally invasive surgery in Urology]. *Aktuelle Urol.* 2019 Dec;50(6):593-605. German. doi: 10.1055/a-0970-6982. Epub 2019 Oct 9. PMID: 31597178.

EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan 2023. ISBN 978-94-92671-19-6.

Stolzenburg JU, Holze S, Neuhaus P, Kyriazis I, Do HM, Dietel A, Truss MC, Grzella CI, Teber D, Hohenfellner M, Rabenalt R, Albers P, Mende M. Robotic-assisted Versus Laparoscopic Surgery: Outcomes from the First Multicentre, Randomised, Patient-blinded Controlled Trial in Radical Prostatectomy (LAP-01). *Eur Urol.* 2021 Jun;79(6):750-759. doi: 10.1016/j.eururo.2021.01.030. Epub 2021 Feb 9. PMID: 33573861.

Yaxley JW, Coughlin GD, Chambers SK, Occhipinti S, Samaratunga H, Zajdlewicz L, Dungalison N, Carter R, Williams S, Payton DJ, Perry-Keene J, Lavin MF, Gardiner RA. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: early outcomes from a randomised controlled phase 3 study. *Lancet.* 2016 Sep 10;388(10049):1057-1066. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30592-X. Epub 2016 Jul 26. Erratum in: *Lancet.* 2017 Apr 8;389(10077):e5. PMID: 27474375.

Miernik A, Gratzke C. Current Treatment for Benign Prostatic Hyperplasia. *Dtsch Arztebl Int.* 2020 Dec 4;117(49):843-854. doi: 10.3238/arztebl.2020.0843. PMID: 33593479; PMCID: PMC8021971.

Sorokin I, Sundaram V, Singla N, Walker J, Margulis V, Roehrborn C, Gahan JC. Robot-Assisted Versus Open Simple Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia in Large Glands: A Propensity Score-Matched Comparison of Perioperative and Short-Term Outcomes. *J Endourol.* 2017 Nov;31(11):1164-1169. doi: 10.1089/end.2017.0489. Epub 2017 Sep 26. PMID: 28854815.

Guliev BG, Komyakov BK, Bolokotov RR. [Comparative analysis of robot-assisted and open radical cystectomy with orthotopic urinary diversion]. *Urologiia.* 2022 Sep;(4):15-22. Russian. PMID: 36098584.

Piazza P, Rosiello G, Chacon VT, Puliatti S, Amato M, Farinha R, Schiavina R, Brunocilla E, Berquin C, Develtere D, Sinatti C, Van Puyvelde H, De Groot R, Schatteman P, De Naeyer G, D'Hondt F, Mottrie A. Robot-assisted Cystectomy with Intracorporeal Urinary Diversion After Pelvic Irradiation for Prostate Cancer: Technique and Results from a Single High-volume Center. *Eur Urol.* 2021 Oct;80(4):489-496. doi: 10.1016/j.eururo.2021.03.023. Epub 2021 Apr 8. PMID: 33838960.

Lerner LB, McVary, KT, Barry MJ et al: Management of lower urinary tract symptoms attributed to benign prostatic hyperplasia: AUA Guideline part I, initial work-up and medical management. *J Urol* 2021; **206**: 806.

Casale P, Lughezzani G, Buffi N, Larcher A, Porter J, Mottrie A; ERUS Scientific Working Group. Evolution of Robot-assisted Partial Nephrectomy: Techniques and Outcomes from the Transatlantic Robotic Nephron-sparing Surgery Study Group. *Eur Urol.* 2019 Aug;76(2):222-227. doi: 10.1016/j.eururo.2018.11.038. Epub 2018 Dec 5. PMID: 30527786.

Buffi NM, Saita A, Lughezzani G, Porter J, Dell'Oglio P, Amparore D, Fiori C, Denaeyer G, Porpiglia F, Mottrie A; ERUS Scientific Working Group. Robot-assisted Partial Nephrectomy for Complex (PADUA Score  $\geq 10$ ) Tumors: Techniques and Results from a Multicenter Experience at Four High-volume Centers. *Eur Urol.* 2020 Jan;77(1):95-100. doi: 10.1016/j.eururo.2019.03.006. Epub 2019 Mar 19. PMID: 30898407.

Luyao Chen, Wen Deng, Yixing Luo, Weipeng Liu, Yu Li, Xiaoqiang Liu, Gongxian Wang, and Bin Fu. Comparison of Robot-Assisted and Laparoscopic Partial Nephrectomy for Renal Hilar Tumors: Results from a Tertiary Referral Center. *Journal of Endourology*. Jul 2022. 941-946. <http://doi.org/10.1089/end.2020.0151>

Zeuschner P, Greguletz L, Meyer I, Linxweiler J, Janssen M, Wagenpfeil G, Wagenpfeil S, Siemer S, Stöckle M, Saar M. Open versus robot-assisted partial nephrectomy: A longitudinal comparison of 880 patients over 10 years. *Int J Med Robot*. 2021 Feb;17(1):1-8. doi: 10.1002/rcs.2167. Epub 2020 Sep 21. PMID: 32920997.

Piazza P, Rosiello G, Chacon VT, Puliatti S, Amato M, Farinha R, Schiavina R, Brunocilla E, Berquin C, Develtere D, Sinatti C, Van Puyvelde H, De Groote R, Schatteman P, De Naeyer G, D'Hondt F, Mottrie A. Robot-assisted Cystectomy with Intracorporeal Urinary Diversion After Pelvic Irradiation for Prostate Cancer: Technique and Results from a Single High-volume Center. *Eur Urol*. 2021 Oct;80(4):489-496. doi: 10.1016/j.eururo.2021.03.023. Epub 2021 Apr 8. PMID: 33838960.

Grenabo Bergdahl A, Månsson M, Holmberg G, Fovaeus M. Robotic retroperitoneal lymph node dissection for testicular cancer at a national referral centre. *BJUI Compass*. 2022 Mar 31;3(5):363-370. doi: 10.1002/bco2.149. PMID: 35950045; PMCID: PMC9349583.

Ohlmann CH, Saar M, Pierchalla LC, Zangana M, Bonaventura A, Stöckle M, Siemer S, Heinzlbecker J. Indications, feasibility and outcome of robotic retroperitoneal lymph node dissection for metastatic testicular germ cell tumours. *Sci Rep*. 2021 May 21;11(1):10700. doi: 10.1038/s41598-021-89823-y. PMID: 34021196; PMCID: PMC8140155.

Shah AA, Gahan JC, Sorokin I. Comparison of Robot-Assisted Versus Open Simple Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia. *Curr Urol Rep*. 2018 Jul 12;19(9):71. doi: 10.1007/s11934-018-0820-1. PMID: 29998354.

Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 Years of Robotic Surgery. *World J Surg*. 2016 Oct;40(10):2550-7. doi: 10.1007/s00268-016-3543-9. PMID: 27177648.

Moschovas MC, Helman T, Bhat S, Sandri M, Rogers T, Noel J, Reddy S, Corder C, Patel V. Does type of robotic platform make a difference in the final cost of robotic-assisted radical prostatectomy? *J Robot Surg*. 2022 Dec;16(6):1329-1335. doi: 10.1007/s11701-021-01359-5. Epub 2022 Jan 28. Erratum in: *J Robot Surg*. 2022 Feb 25;: PMID: 35089500.

Luo G, Liao D, Lin W, Chen L, Chen X, Yao D. Cost analysis of supply chain management of Da Vinci surgical instruments: A retrospective study. *Technol Health Care*. 2022;30(5):1233-1241. doi: 10.3233/THC-213563. PMID: 35599512.

Schwaibold H, Wiesend F, Bach C. The age of robotic surgery - Is laparoscopy dead? *Arab J Urol*. 2018 Jul 30;16(3):262-269. doi: 10.1016/j.aju.2018.07.003. PMID: 30140462; PMCID: PMC6104663.