

wprost

WT.

POLSKA NAUKA DLA ROZWOJU MEDYCYNY
I ZDROWIA POLAKÓW

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA, PRYZNANYCH PRZEZ
MINISTRA NAUKI W RAMACH PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Społeczna
Odpowiedzialność
Nauki

Nauka dla rozwoju medycyny

Spis treści

Ostatnie szanse na polskie roboty	238
Roboty chirurgiczne podbijają polskę	259
Roboty na pełen etat w służbie medycyny	271
Najwięcej w europie operacji na sercu z użyciem robota	286
Pacjent kładzie się, zasypia i wychodzi bez nowotworu	307
Od iron mena do księżycy	320
Quiz: czy (i w czym) roboty zastąpią lekarzy?	344
Robot jak człowiek: czy to już medycyna jutra?	349
Czy robot da vinci jest robotem?	
Rozmowy wprost o medycynie	355
Nie muszą być humanoidalne	361

Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



Fot. Rafał Masłowski

OSTATNIE SZANSE NA POLSKIE ROBOTY

Nauka dla rozwoju medycyny

Miały być samochody elektryczne i roboty medyczne, były ekspertyzy, raporty i... – Zawsze słyszeliśmy, że nie ma pieniędzy, a zmarnowanych pieniędzy w naszym kraju jest tyle, że aż mi łzy stają w oczach, jak pomyśle, w jaki sposób można było je wykorzystać. **JEŚLI W CIĄGU KILKU MIESIĘCY NIC SIĘ NIE ZMIENI, TO NIE BĘDZIE POLSKICH ROBOTÓW CHIRURGICZNYCH.** A mogą to być roboty autonomiczne, wyposażone w sztuczną inteligencję – **MÓWI DR HAB. N. MED. INŻ. ZBIGNIEW NAWRAT,** prezydent Międzynarodowego Stowarzyszenia na Rzecz Robotyki Medycznej.



Rozmawiała **Katarzyna Pinkosz**

Coraz częściej w szpitalach w Polsce są wykorzystywane roboty chirurgiczne, głównie w operacjach onkologicznych, przede wszystkim raka prostaty. Problem w tym, że są to roboty zagranicznych producen-

Nauka dla rozwoju medycyny

tów. Od wielu lat pracuje Pan nad polskim robotem chirurgicznym. Nie udało się go wdrożyć do produkcji, ale niedawno powiedział Pan, że jest nadzieja na polski robot chirurgiczny nowej generacji. Tym razem się uda?

Dr hab. n. med. inż. Zbigniew Nawrat

prof. Instytutu Protez Serca, jest fizykiem, dyrektorem kreatywnym Fundacji Rozwoju Kardiochirurgii im. Zbigniewa Religi. Jest założycielem i prezydentem Międzynarodowego Stowarzyszenia na Rzecz Robotyki Medycznej, twórcą i redaktorem czasopisma Medical Robotics Reports. Pracuje w Katedrze Biofizyki Śląskiego Uniwersytetu Medycznego (SUM), jest członkiem Rady Naukowej kierunku Fizyka Medyczna na UŚ, twórcą i organizatorem odbywających się cyklicznie od wielu lat konferencji i warsztatów: BioMedTech Silesia i Roboty Medyczne (najstarszej cyklicznie odbywającej się konferencji tematycznej na świecie). Jest nazywany „ojcem” robota Robin Heart. Jego Studenckie Koło Naukowe liczy ponad 300 studentów, którzy mają swoją stację naukową w zabrzańskim kampusie, z aparatem USG i trenażerami chirurgicznymi - otwarte 24h/dobę. Jego studenci w ciągu ostatnich 3 lat własnym kosztem wydali kilkanaście książek poświęconych innowacyjnej medycynie .

Nauka dla rozwoju medycyny

Jeśli znajdzie się finansowanie, to jest taka szansa. Niestety, wpadliśmy w pewien dołek przepisów i już od kilkunastu lat nie możemy znaleźć sposobu finansowania tego projektu, odkąd w NCBiR (Narodowym Centrum Badań i Rozwoju) wprowadzono zapis, że na tego typu projekty można otrzymać pieniądze tylko wtedy, gdy jest współdział przedsiębiorcy. Nie ma dziś polskiej firmy produkującej roboty chirurgiczne, lub firmy na tyle zainteresowanej, by w to zainwestować. Od kilkunastu lat nie mogę otrzymać pieniędzy na polskiego robota, mimo wielu rozmów z inwestorami, którzy na początku są bardzo zainteresowani, ale gdy dowiadują się, że w ciągu 3 lat nie da rady mieć zwrotu poniesionych kosztów, to rezygnują.

Wiadomość jest taka, że możemy nie mieć polskiego robota chirurgicznego. Owszem, piszemy bardzo ciekawe prace naukowe na temat robotów, które stworzyliśmy; będziemy rozwijali sztuczną inteligencję w robotyce i inne pomysły, które można realizować, mając minimalne środki finansowe i minimalny zespół. Bardzo

Nauka dla rozwoju medycyny

mnie to boli. W ciągu kilku lat udało naszemu zespołowi, którym kierował prof. Zbigniew Religa, stworzyć komory wspomagania pracę serca; do dziś pracują. Gdy zaczęliśmy prace nad projektem robota Robin Heart, mieliśmy bardzo optymistyczne nastawienie, myśleliśmy, że uda nam się bardzo szybko stworzyć robot chirurgiczny. Genezą powstania projektu robota Robin Heart była potrzeba wprowadzenia w pełni funkcjonalnego narzędzia do małoinwazyjnych operacji na sercu. Rodzina manipulatorów Robin Heart powstała w Fundacji Rozwoju Kardiochirurgii im. Prof. Zbigniewa Religi w Zabrze we współpracy ze specjalistami z kilku ośrodków akademickich i przedsiębiorstw. Już w pierwszym okresie, w latach 2000-2003, powstały trzy modele: Robin Heart 0, Robin Heart 1 i Robin Heart 2. Dzięki pierwszemu grantowi, na niespełna milion złotych, zrobiliśmy kilka prototypów robotów, z których jeden miał 7 stopni swobody – czyli tyle, co robot da Vinci.

Mogliśmy więc mieć dziś polskie roboty - jak robot da Vinci?

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Mariusz Jakubowski/ Fundacja Rozwoju
Kardiochirurgii

Robot Robin Heart PVA

Nauka dla rozwoju medycyny

Nigdy nie brałem pod uwagę innego wariantu. NCBiR był początkowo bardzo otwarty, byliśmy na dobrej drodze. Potem jednak dostawaliśmy tylko możliwość realizacji drobnych projektów. W 2009 roku doszliśmy do fazy eksperymentów na zwierzętach, mieliśmy partnera przemysłowego – firmę z Żywca (była to wtedy największa firma w Polsce związana z przemysłem medycznym), ale firma zbankrutowała (na opcjach walutowych, czyli ta świetna firma upadła też z powodów nagannych politycznie). Po 10 latach znaleźliśmy innego partnera, firmę Meden Inmed, której sprzedaliśmy licencję na robota toru wizyjnego Robin Heart PortVisionAble (PVA), ale firma jednak nie podjęła się produkcji.

Moim zdaniem jest błąd strategów odpowiadających za naukę i jej finansowanie. Przez wiele lat słyszeliśmy, że nie ma pieniędzy na takie projekty. Prof. Witkiewicz, który kupił pierwszego robota da Vinci do Wrocławia, przez wiele lat zmagał się z problemem braku finansowania operacji. Przez pierwsze 10 lat wykonał tylko 400 operacji.

Nauka dla rozwoju medycyny

Z prof. Witkiewiczem byliśmy u wszystkich decydentów, we wszystkich firmach, mówiliśmy, że niedługo roboty chirurgiczne to będzie standard. W odpowiedzi **SŁYSZELIŚMY, ŻEBY SIĘ NIE MARTWIĆ, NIEDŁUGO BĘDZIE PLAN STRATEGICZNY DLA POLSKI, KTÓRY OBEJMIE ZARÓWNO ZAKUP ROBOTÓW DO SZPITALI, JAK PRACE NAD POLSKIM ROBOTEM**, który wszyscy uznawali za wartościowy i możliwy do komercyjnego wdrożenia. **FINANSOWANIA JEDNAK NIE DOSTALIŚMY.**

Przyszła epidemia COVID-19 (Sic!), szpitale zaczęły kupować roboty da Vinci. Okazało się, że szpitale kupiły ok. 50 robotów, a każdy z nich to koszt ok. 15 mln zł. Na to znalazły się pieniądze, chociaż nie rozwiązano do dzisiaj problemu edukacji kadr, które specjalizowałyby się w tej dziedzinie. Pojawiła się refundacja ope-

Nauka dla rozwoju medycyny

racji i obecnie NFZ płaci więcej za operacje z asystą robota niż za operacje laparoskopowe czy klasyczne.

Gdyby nie środki europejskie, które pozwoliły nam utrzymać chociaż mały zespół, to po polskim robocie nie byłoby już śladu. Szkoda, bo byliśmy pierwszym krajem, który odpowiedział na wyzwanie Unii Europejskiej o stworzenie europejskiego robota w dziedzinie chirurgii. 10 lat później w Cambridge powstał mały start up, dziś jest dużą firmą światową, która produkuje robot Versus. W Polsce jest już 17 takich robotów. Gdy oni zaczęli, my już prowadziliśmy prace na zwierzętach. Niestety, nie mogliśmy dostać nawet miliona złotych na grant, a bez takich pieniędzy nie jest możliwe wdrożenie. Dziś za wykonanie operacji robotycznej NFZ płaci ok. 30 tys. Rynek robotyki medycznej jest wart już ponad 650 mln zł, a za 3 lata będzie wart 2 mld zł.

Chirurgom należą się najlepsze narzędzia, a pacjentom wykonywanie operacji najlepszymi narzędziami. Uzależniamy się jednak od rynku zewnętrznego, od części zamiennych, a narzędzia są bardzo drogie, nie-

Nauka dla rozwoju medycyny

długo trzeba będzie zapłacić kolejne pieniądze za serwis i wykup kolejnych narzędzi. Moglibyśmy mieć światową firmę produkującą roboty: inne, lepsze, tańsze w serwisie – i polskie. Ale... okazało się, że jesteśmy bogatym krajem: zamiast produkować własne roboty i sprzedawać je na cały świat, kupujemy.

Przemawia przez Pana dużo gorczy. Jednak wciąż prowadzi Pan prace, jest jeszcze szansa, że polski robot chirurgiczny jednak powstanie?

Jest jeszcze załóżek zespołu, możemy go jeszcze odtworzyć, gdyż są osoby, którzy wiedzą, na czym polega robot i jak został skonstruowany. Potrzebne jest jednak finansowanie.

Prowadzimy bardzo ciekawe prace naukowe pokazujące potencjał, który mamy: stosowaliśmy elementy sztucznej inteligencji, poprawiamy bezpieczeństwo operacji; pokazujemy to każdego roku podczas konferencji „Roboty medyczne” w Zabrze oraz na wielu forach międzynarodowych. Gdybyśmy 10 lat temu dostali milion złotych, to dziś mie-

Nauka dla rozwoju medycyny

libyśmy światową firmę produkującą roboty medyczne. 5 lat temu było na to już potrzebne 10 mln zł, a dziś dużo więcej, bo w samych Chinach jest już ponad 100 producentów robotów (na różnych etapach ich tworzenia) i dziś trzeba wymyśleć coś innego, by się przebić.

Miały być samochody elektryczne i roboty medyczne; miał być flagowy projekt robota medycznego, były ekspertyzy, raporty i nic z tego nie wyszło. Jeśli w ciągu kilku miesięcy nic się nie zmieni, ostatnie dwie osoby odejdą z zespołu, to polskiego robota już nie będzie. Przynajmniej z wykorzystaniem naszego, już kilkudziesięcioletniego doświadczenia.

Jest jeszcze miejsce dla stworzenia robota innego typu?

*Dziś wszyscy tak naprawdę **NAŚLADU-**
JĄ LIDERA, dlatego wszystkie roboty są
podobne.*

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Fundacja Rozwoju Kardiologii im. Zbigniewa Religi

Robot Robin Heart mc2, który może pracować za trzech operatorów przy stole operacyjnym

Nauka dla rozwoju medycyny

Gdybym dostał teraz kredyt zaufania i środki finansowe na rozbudowę zespołu, to zacząłbym robić roboty zupełnie inne; roboty przyszłości, a nie roboty teraźniejszości.

Jakie to są roboty przyszłości? Nie zdradzając tajemnic: czym roboty przyszłości powinny różnić od tych, które są dziś?

To roboty wyspecjalizowane do konkretnych zabiegów, tanie, optymalizowane pod względem konstrukcyjnym, instalacji, kosztów utrzymania. Roboty są po to, by zwiększać kompetencje; wynikające np. z budowy anatomicznej człowieka czy możliwości myślenia. Robot powinien te kompetencje zwiększać, powodując, że potrafimy wykonać ruch, jakiego nie jesteśmy w stanie wykonać ręką; analizować pole operacyjne, wykorzystując dane diagnostyczne – także te, których nasz mózg nie zdążył przeanalizować, wykorzystując programy i aplikacje związane ze sztuczną inteligencją. Dążymy do stworzenia robotów autonomicznych, które będą reagowały na to, co się dzieje. Powinny mieć od-

Nauka dla rozwoju medycyny

powiednie sensory i umiejętność wykorzystania informacji zmysłowych dla realizacji strategii budowanej przez lekarza.

Dziś roboty to przedłużenie ręki chirurga. Robot przyszłości częściowo go zastąpi?

Prototypowe roboty, nad którymi pracujemy, rozbudowujemy w jaki sposób, by można było zwiększyć bezpieczeństwo operacji przeprowadzanych na odległość. W czasie takiej operacji może wystąpić szereg różnych problemów np. w transmisji obrazu i przesyłanego sygnału. Musimy nadać pewne prawa robotom, nauczyć je, co mają robić, jeśli np. utracą sygnał i kontakt z operatorem. Czyli nie tylko ja muszę widzieć robota, ale i robot musi widzieć mnie i wiedzieć, co ma robić. Jeśli np. nie ma połączenia przez minutę (lub inny czas uznany za krytyczny), to robot musi wiedzieć, że np. jeśli wykonuje czynność A, to musi ją zakończyć; a jeśli czynność B – to ją przerwać, zaś jeżeli C - np. wyciągnąć narzędzie. Uczymy robota pewnych umiejętności. Kolejna rzecz:

Nauka dla rozwoju medycyny

robot musi wiedzieć, czy może wykonać pewne czynności, **KTÓRE RATUJĄ, ALE NIE ZAGRAŻAJĄ ŻYCIU PACJENTA** – np. gdy w polu operacyjnym pojawi się krwawienie, to musi je znaleźć i zamknąć krwawiące naczynie.

Jeśli nie damy mu tego prawa i go tego nie nauczymy, pacjent może umrzeć. A my przecież chcemy bezpiecznie kontynuować teleoperację, gdy tylko powróci kontakt z robotem.

Przy pomocy AI nauczyliśmy robota, by odnajdywał automatycznie miejsce krwawienia i wykonywał koagulację. Okazuje się, że dziś robi to lepiej od nas.

Robot potrafi lepiej zatrzymać krwawienie niż chirurg?

Tak, pokazaliśmy na konferencji, że jest to możliwe.

Niedawno pokazaliśmy też, że robot potrafi kontynuować niektóre operacje, np. usuwanie odłamków w ciele pacjenta. Wyobraźmy sobie, że robot jest na

Nauka dla rozwoju medycyny

polu walki, w namiocie, a chirurg oddalony o kilkaset kilometrów. Robot będzie potrafił odnajdywać odłamki i delikatnie (ponieważ ma sensory) zbierał te odłamki w ciele pacjenta.

Funkcje takiego robota można wykorzystać nie tylko na polu walki?

Oczywiście, że nie. Np. w przypadku pandemii niekoniecznie wszędzie musi dotrzeć lekarz; a robot może. Historia robotów zabiegowych zaczęła się od koncepcji NASA i Pentagonu, związanych z wojnami gwiazdowymi, a także opieką nad pacjentem na polu walki.

*Musimy jednak pamiętać, że projekty wielkoskalowe nie powstaną w Polsce w start upach za przysłowiową złotówkę. **TAKIE RZECZY MUSZĄ MIEĆ DOBRE PAŃSTWOWE FINANSOWANIE**, dopiero później mogą zamieniać się w pewne rozwiązania komercyjne.*

Nauka dla rozwoju medycyny

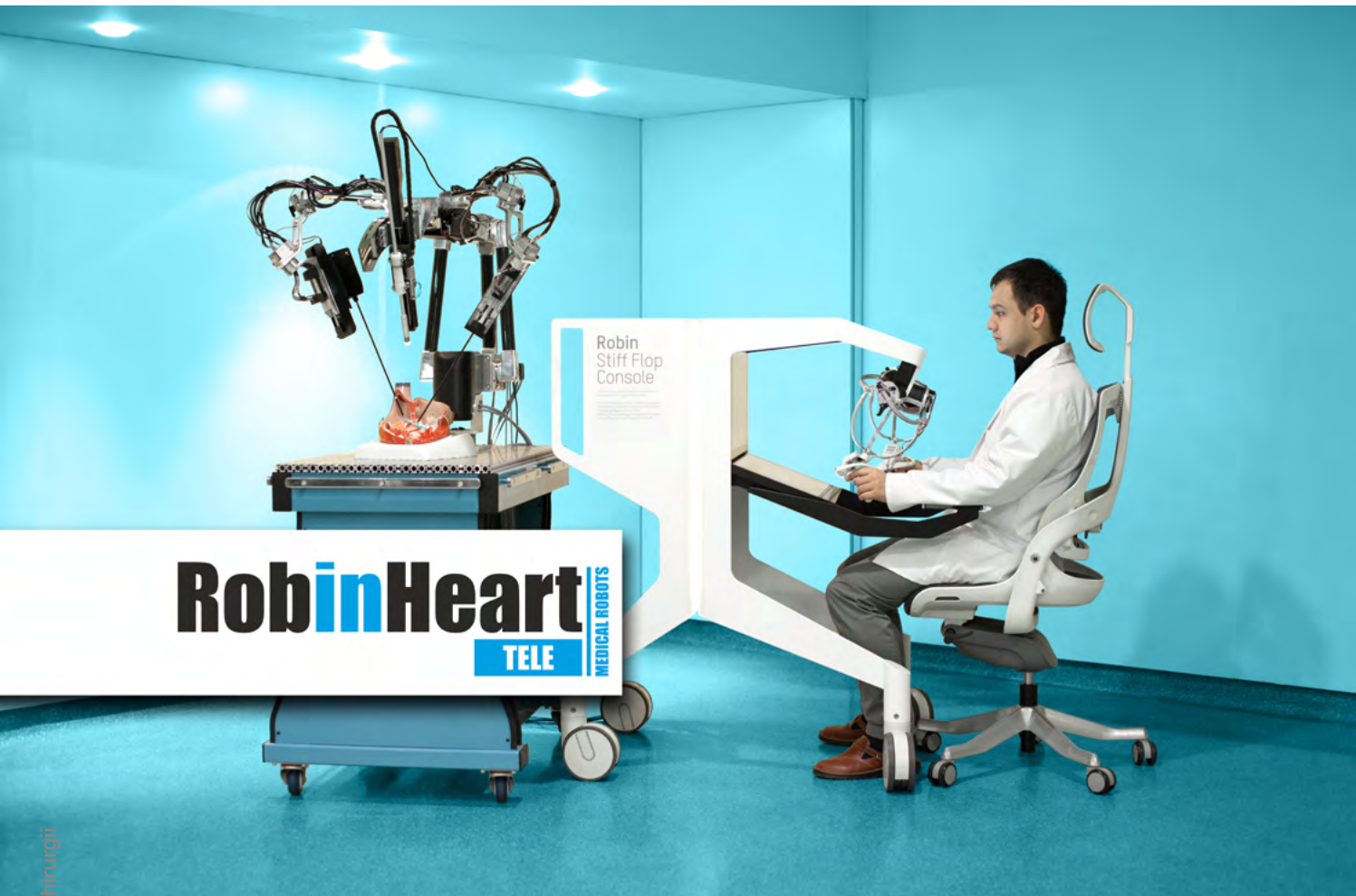
Dlatego nie jest dobrym rozwiązaniem, że w Polsce, by doprowadzić projekt do fazy wdrożeniowej, trzeba mieć inwestora.

Skoro w Polsce nie ma firm produkujących roboty, to takie innowacje w Polsce nie powstaną. A przecież warto tworzyć innowacje, których w Polsce i na świecie nie było. Pewnie nie tylko my jesteśmy „beneficjentem” tego układu. Wystarczy spojrzeć, ile jest wielkich, wartościowych, polskich firm innowacyjnych. Wskazywałem na fatalne konsekwencje tej polityki od 10 lat. I nic się nie zmienia.

Czyli potrzebne jest finansowanie publiczne..

A jest zablokowane przez przepis, który jest bezmyślną kopią przepisu europejskiego. Nigdzie na świecie takie projekty, wielkie projekty, nie powstają bez wsparcia państwa, czyli wykorzystania środków, na które wszyscy się składamy z wiarą, że dadzą nie tylko nam, ale i naszym dzieciom szansę na obywatelstwo w kraju silnym, zdrowym, kreatywnym. W którym z powodzeniem podejmuje się tematy ważne w skali świata i konkretnego

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Mariusz Jakubowski/ Fundacja Rozwoju Kardiologii

Robot Robin Heart Tele, na którym są przeprowadzane testy sztucznej inteligencji

Nauka dla rozwoju medycyny

człowieka, który jest w potrzebie. Na marnowanie poniesionych środków finansowych i zaangażowania najbardziej twórczych ludzi na pewno nas nie stać.

Dziś, żeby wejść na rynek robotów medycznych, to trzeba wykazać się czymś wyjątkowym. Trzeba ludzi, którzy mają pomysły, wiedzę, wynikającą z tego, że jesteśmy partnerem lekarzy.

Wciąż ma Pan wiarę, że to się powiedzie?

Od 10 lat jesteśmy w blokach startowych, jest coraz trudniej, bo rynek zapełnia się. Inni inwestują, wchodzą na ten rynek duże firmy, bo to bardzo dobry biznes. Jest bardzo duże zapotrzebowanie i zgoda na stosowanie robotyki. Naprawdę mi żal, bo wraz z prof. Witkiewiczem mówiliśmy o tym od wielu lat. Byliśmy jednym z najlepszych ośrodków na świecie, mieliśmy szansę zawojować ten rynek, a zawsze słyszeliśmy, że nie ma pieniędzy. Na anioła biznesu właściwego też nie trafiliśmy.

A zmarnowanych pieniędzy w naszym kraju jest tyle, że aż mi łzy stają w oczach, jak pomyślę, w jaki sposób można je było wykorzystać.

Nauka dla rozwoju medycyny


W cyklu „Polska nauka dla rozwoju medycyny i zdrowia Polaków” staramy się pokazać, że polska nauka jest na światowym poziomie, że mamy znakomitych naukowców...

Bo mamy. Możemy napisać o sukcesie, że polscy naukowcy dodali sztuczną inteligencję do telemanipulatora i prowadzą ambitne prace, które mają zwiększyć bezpieczeństwo operacji na duże odległości, w przypadku wystąpienia zagrożenia.

Liczmy jednak, że wszystko nie skończy się na projektach naukowych.

Ja też na to liczę, wciąż na to liczę. Gdy w styczniu 2009 r. rozmawiałem z prof. Religą w czasie eksperymentu na sercu świni, byliśmy przekonani, że ten sukces otwiera nas do wdrożenia pierwszego robota z rodziny Robin Heart. Jednak żywiecki Famed właśnie upadał. Profesor odszedł w marcu. Byliśmy już wtedy po pierwszej fazie badań na zwierzętach, tak naprawdę byliśmy już o krok od stworzenia polskiego robota medycznego w wersji klinicznej. Wciąż

Nauka dla rozwoju medycyny

są na to jeszcze szanse, choć dziś jest to znacznie trudniejsze. 

My jesteśmy tu, gdzie powinniśmy. Bo przecież **RZECZY NAPRAWDĘ WIELKIE ROBIMY Z CIEKAWOŚCI. A RZECZY NAPRAWDĘ WAŻNE Z POTRZEBY POMOCY DRUGIEMU CZŁOWIEKOWI.**

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



**ROBOTY
CHIRURGICZNE
PODBIJAJĄ POLSKĘ**

Nauka dla rozwoju medycyny

Już PONAD 60 POLSKICH SZPITALI WYKONUJE ZABIEGI W ASYŚCIE ROBOTÓW OGÓLNOCHIRURGICZNYCH TYPU DA VINCI LUB VERSIUS. Kilkanaście kolejnych placówek korzysta z robotycznych systemów w ortopedii lub neurochirurgii. W leczeniu najczęstszego męskiego nowotworu, czyli raka gruczołu krokowego, już ponad połowa zabiegów usunięcia prostaty (prostatektomia) w Polsce wykonywana jest przy pomocy robotów.



Tekst: **Krzysztof Jakubiak**

Polska chirurgia nadzwyczaj szybko nadrabia zaległości we wprowadzaniu nowoczesnych technik małoinwazyjnych, czyli systemów robotowych. Boom na roboty w szpitalach rozpoczął się na dobre 2018 roku, trwał w najlepsze mimo pandemii i nabrał przyspieszenia w 2022 roku. Od kwiet-

Nauka dla rozwoju medycyny

nia 2022 mocno podwyższono kwoty, jakie Narodowy Fundusz Zdrowia płaci szpitalom za wykonanie prostatektomii w asyście robota. Operacja, która jeszcze w 2021 roku była wyceniona na 8,7 tys. zł (lub 11,2 tys. zł, o ile szpital wykonał ich co najmniej 100 w ciągu roku) obecnie – jeśli jest wykonywana w asyście robota – oznacza prawie 31 tys. zł wypłacanych przez fundusz.

Nic zatem dziwnego, że tylko w 2023 roku kolejnych 19 szpitali zaczęło wykonywać operacje robotowe. Nie przeszkadza w tym nawet zawrotna cena tych urządzeń, oscylująca na poziomie 10-15 milionów złotych. Szpitale – i to nawet nie tylko największe centra onkologii – potrafią wygospodarować pieniądze na zakup robotów lub pozyskać dofinansowanie z różnych źródeł, takich jak samorządy, programy rządowe, środki unijne.

2/3 operacji to robotowych prostatektomia

W historii rozwoju polskiej robotyki był taki moment, w latach 2018-2020, kiedy roboty posiadały głównie szpitale prywatne, a za większość zabiegów płacili pa-

Nauka dla rozwoju medycyny

cyjenci z własnej kieszeni. Podwyższenie wycen NFZ sprawiło jednak, że od 2022 roku prywatnych operacji jest bardzo mało. W 2023 roku stanowiły one zaledwie 7 proc. wszystkich zabiegów robotowych, podczas gdy jeszcze dwa lata wcześniej była to połowa.

Jakie zabiegi wykonywane są w asyście robotów chirurgicznych? Ich lista nieustannie rośnie. Tradycyjnie dominowały operacje wykonywane w tych rejonach ciała, gdzie chirurg miał trudny dostęp, czyli np. w obrębie miednicy, jelit albo głowy i szyi.

Jednak zalety robotów sprawiają, że
**Z ICH POMOCĄ OPERUJE SIĘ TAK-
ŻE SERCE, PŁUCO CZY PRZEPUKLINY.**

Wciąż jednak zabiegiem najczęściej wykonywanym jest prostatektomia.

Na 10,1 tys wszystkich zabiegów w asyście robota, wykonanych w polskich szpitalach w 2023 roku, dwie trzecie to była właśnie prostatektomia. Kolejne pod

Nauka dla rozwoju medycyny

względem liczby były zabiegi jelita grubego oraz macicy. To wszystko dotyczyło głównie usuwania nowotworów umiejscowionych w tych narządach i miało związek z podwyższeniem wycen właśnie tych trzech rodzajów operacji onkologicznych.

Ortopedia i neurochirurgia

Równoległe z robotami ogólnochirurgicznymi, takimi jak da Vinci czy Versius, do polskich szpitali intensywnie wprowadzane są systemy robotowe w ortopedii, przede wszystkim wspierające lekarzy przy wszczepianiu protez kolanowych i biodrowych, których to zabiegów rocznie w Polsce wykonuje się około 100 tysięcy. Potencjał rynku jest zatem ogromny.

Co najmniej kilku producentów wszczepialnych protez opracowało ramiona robotyczne, zwykle ze wsparciem diagnostyki obrazowej i modelowania ruchomości stawu, które pomagają chirurgom w optymalnym dopasowaniu kości i stawów oraz ustawieniu protezy. W polskich szpitalach jest już kilkanaście systemów

Nauka dla rozwoju medycyny

ortopedycznych, takich jak Rosa, Mako, Cori, OMNI-Botics.

Systemy robotowe pojawiły się również w neurochirurgii. ExcelsiusGPS czy Mazur X wykorzystywane są w kilku szpitalach do operacji kręgosłupa, czyli stabilizowania kręgów za pomocą wszczepianych elementów. ExcelsiusGPS służy także do operacji mózgu, na przykład wszczepiania elektrod pomagających w zlokalizowaniu ognisk padaczkowych, gdzie także wymagana jest ogromna precyzja działania.

O zaletach robotów chirurgicznych lekarze potrafią opowiadać godzinami, opublikowano już tysiące artykułów, które głównie wskazują na wyższą precyzję cięcia, eliminację drżenia rąk, lepszą widoczność dla operatora w czasie zabiegu, mniejszą utratę krwi przez pacjenta, szybsze dochodzenie do sprawności i mniej komplikacji pooperacyjnych. Praca w asyście robota stwarza dla chirurga znacznie lepsze warunki pracy, jego ergonomia zmniejsza zmęczenie, a co za tym idzie – ogranicza ryzyko błędu.

Nauka dla rozwoju medycyny

Przyszłość: zabiegi bez ingerencji chirurga?

Jeszcze kilka lat temu dużą częścią rozwoju robotyki w chirurgii było rozwijanie możliwości operowania na odległość, przez lekarza znajdującego się w zupełnie innym miejscu niż pacjent i robot, wykonujący zabieg. Obecnie jednak znacznie częściej wspomina się o robotach autonomicznych, kierowanych przez sztuczną inteligencję. Nadal bowiem systemy, którymi wszyscy się zachwycają, wbrew swojej nazwie są tylko doskonałymi manipulatorami, kierowanymi przez chirurgów. Tymczasem producenci robotów ogólnochirurgicznych czy ortopedycznych gromadzą dane z zabiegów, które są przeprowadzane za ich pomocą. Rosną bazy, liczone już w dziesiątki czy setki tysięcy zabiegów – a wszystko po to, aby na podstawie analizy wielkiej liczby danych powstały algorytmy sztucznej inteligencji.

W pierwszej kolejności zaczynają one sugerować chirurgowi optymalną linię cięcia, podpowiadają ustawienie narzędzi, ale cele są bardziej ambitne – aby kierowana przez algorytm AI maszyna mogła wykonywać swoje ru-

Nauka dla rozwoju medycyny

chy autonomicznie. Może na początek jedynie te najprostsze, na przykład zszywanie skóry po zabiegu czy zaciski, ale potem przyjdzie z całą pewnością kolej na bardziej złożone, samodzielne działania. Pojawiały się już pierwsze doniesienia o próbach zabiegów przeprowadzonych przez maszynę samodzielnie, bez ingerencji człowieka.

”*Robotyka stała się wyznacznikiem nowoczesności szpitali oraz jakości opieki nad pacjentem. Jeśli wiadomo, że **OPE-
RACJA ROBOTEM JEST BARDZIEJ DO-
KŁADNA I BEZPIECZNA**, to siłą rzeczy każdy pacjent ma do niej prawo i może wybrać leczenie w szpitalu, który ją wykonuje.*

Wprowadzanie robotów do szpitali jest korzystne także z punktu widzenia systemu ochrony zdrowia. Za ich przyczyną następuje (pośrednio) koncentracja leczenia zabiegowego.

Nauka dla rozwoju medycyny

Ośrodki dysponujące robotami zaczynają wykonywać więcej zabiegów, jako że pacjenci chcą być właśnie tam operowani. A w chirurgii ilość przechodzi w jakość – to prawidłowość znana od zawsze. Aby lekarz dobrze – czyli optymalnie, bez powikłań, skutecznie – wykonywał jakiś zabieg, musi go wykonywać w miarę często; specjaliści mówią, że przynajmniej raz w tygodniu. Leczenie chirurgiczne powinno z tego powodu koncentrować się w tzw. ośrodkach wysokowolumenowych, gdzie każdy operator regularnie wykonuje zabiegi, podtrzymując i rozwijając swoje umiejętności.

Liderzy robotyki w Polsce

Na robotowej mapie Polski można już wskazać szpitale, które wytyczają kierunek rozwoju i nadają tempo zmian. Biorąc pod uwagę tylko systemy ogólnochirurgiczne, mamy już 5 szpitali, które na co dzień korzystają z dwóch systemów – kupionych lub wydzierżawionych. One też przodują pod względem liczby

Nauka dla rozwoju medycyny

wykonywanych operacji. Co najmniej dwa nich myślały już o zakupie kolejnego systemu.

„*Liderem polskiej robotyki w 2023 roku stał się prywatny szpital Śląskie Centrum Urologii UROVITA w Chorzowie, który **WSZYSTKIE 638 ZABIEGÓW WYKONAŁ W RAMACH KONTRAKTU Z NFZ, czyli bezpłatnie dla pacjentów.***


Wbrew nazwie placówki, niemal jedna trzecia operacji w asyście dwóch robotów Versius chorzowskiego szpitala to były operacje ginekologiczne. Drugie miejsce pod względem liczby operacji w asyście robota w 2023 roku zajęło bydgoskie Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka (500 operacji), a trzecie (473 zabiegi) Wojskowy Instytut Medyczny w Warszawie. W obu tych szpitalach wachlarz zabiegów robotowych jest szeroki, głównie dotyczy oczywiście pacjentów onkologicznych.

Nauka dla rozwoju medycyny

Koncentracja leczenia zabiegowego w dużych szpitalach oznacza również to, że lekarze w nich pracujący mają możliwość wykonywania dużej liczby operacji. Jest w Polsce już niemal dziesięciu lekarzy, którzy w ciągu roku wykonują ponad 200, a nawet 300 zabiegów w asyście robota. Rekord Polski w tej nieoficjalnej klasyfikacji od kilku lat należy jednak do dr Pawła Salwy z warszawskiego Szpitala Medicover, który w ciągu roku potrafił przeprowadzić 423 operacje.

Analiza liczby wykonanych zabiegów w 35 większych polskich ośrodkach, przez ponad 130 operatorów, wskazuje jednak na znaczne rozdrobnienie i niepokojąco niskie liczby operacji wykonanych przez większość lekarzy. Największa liczba chirurgów (37) wykonała nie więcej niż 20 operacji. Kolejne 29 osób wykonało 21-40 zabiegów. Oznacza to, że połowa operatorów w ciągu całego roku wykonała najwyżej 40 operacji w asyście robota. Warto jednak podkreślić, że operatorzy, którzy mieli na koncie mniej niż 10 zabiegów w ciągu roku (22 osoby) - to głównie chirurdzy dopiero rozpoczynający

Nauka dla rozwoju medycyny

pracę w asyście robotów. Pokazuje to, że szpitale inwestują w edukację i rozwój kadr. W całej Polsce już blisko 200 lekarzy wykonuje zabiegi w asyście robotów, tak więc o kadry akurat w tej dziedzinie możemy być spokojni; nic dziwnego, ponieważ roboty przyciągają młodych lekarzy – działają na wyobraźnię, dają możliwość stosowania najnowocześniejszych technologii, a jednocześnie atrakcyjnego finansowo miejsca pracy. 

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



ROBOTY NA PEŁEN ETAT W SŁUŻBIE MEDYCYNY

Fot. Facebook

Foka PARO - robot do terapii polisensorycznej. Pomaga w terapii m.in. dzieci z autyzmem i osób z demencją.

Nauka dla rozwoju medycyny

*Czy robot może zastąpić lekarza, pielęgniarkę, fizjoterapeutę? Kilkadziesiąt lat temu nikt by nawet nie pomyślał, że **ROBOTY PROSTO Z FILMÓW SCIENCE FICTION POJAWIĄ SIĘ W RZECZYWISTYM ŚWIECIE I ZNAJDĄ ZASTOSOWANIE W MEDYCYNIE.** Innowacyjne urządzenia ułatwiające pracę lekarzom wielu specjalności i personelowi medycznemu są coraz częściej obecne w polskich szpitalach.*



Tekst: **Anna Rogala**

Robotyka medyczna to stosunkowo młody, ale bardzo dynamicznie rozwijający się dział nauki. Dzięki połączeniu mechaniki, cybernetyki, informatyki powstały systemy robotyczne, które wspierają diagnostykę, leczenie i rehabilitację.

Nauka dla rozwoju medycyny

Robot nie operuje, to chirurg operuje dzięki urządzeniu

Da Vinci to najbardziej znany na świecie robot medyczny. Ten supernowoczesny zestaw do chirurgii robotowej składa się z czterech części: konsoli chirurgicznej odpowiedzialnej za sterowanie; robota posiadającego trzy lub cztery ramiona (w zależności od wersji); narzędzi chirurgicznych oraz systemu wizyjnego 3D. Robot ułatwia lekarzowi dostęp do miejsc, które w tradycyjnej chirurgii są mało dostępne. Kamera transmituje trójwymiarowy obraz w dziesięciokrotnym powiększeniu.

Da Vinci ma zastosowanie głównie
W ZABIEGACH MAŁOINWAZYJNYCH,
W KTÓRYCH NIEZBĘDNA JEST WYSOKA
PRECYZJA, *m.in. w urologii, kardiochirurgii, chirurgii naczyniowej, chirurgii głowy i szyi, ginekologii, proktologii.*

Nauka dla rozwoju medycyny

Chirurdzy podkreślają, że dzięki operacji z użyciem robota da Vinci jest mniejsza utrata krwi, prawdopodobieństwo komplikacji, a okres rekonwalescencji pacjenta jest krótszy.

Roboty mobilizują pacjenta

Nowoczesne rozwiązania robotyczne w rehabilitacji to szansa dla pacjentów na powrót do zdrowia. Osoby po udarze muszą na nowo uczyć się podstawowych czynności w codziennym życiu, jak np. chodzenie. W tych ćwiczeniach mogą im pomóc innowacyjne urządzenia rehabilitacyjne i specjalne roboty. Oprócz robotów, które są przeznaczone do usprawniania kończyn górnych i dolnych, są np. dynamiczne stoły do pionizacji pacjenta z funkcją kroczenia. Dzięki tym ćwiczeniom można przeciwdziałać negatywnym efektom długotrwałego leżenia. Urządzenia informują również, co i w jaki sposób ma wykonać pacjent. W rehabilitacji najważniejsze jest, aby to pacjent aktywizował ruch, a ro-

Nauka dla rozwoju medycyny

bot tylko mu w tym pomagał, a nie wykonywał go za człowieka.

Urządzenia do rehabilitacji cały czas są rozwijane, aby jak najlepiej wspomagać pacjentów. Sprawdzają się tu pomysły polskich naukowców i inżynierów.

*Innowacyjnym rozwiązaniem gliwickiej firmy EGZOTech jest **LUNA-EMG – ROBOT REHABILITACYJNO-DIAGNOSTYCZNY, WSPOMAGAJĄCY KINEZYTERAPIĘ PACJENTÓW ORTOPEDYCZNYCH I NEUROLOGICZNYCH.** Urządzenie wykorzystuje sygnały elektryczne pochodzące z mięśni, wspomagając rehabilitację pacjenta.*

Luna analizuje stan zdrowia pacjenta, porównuje treningi na początku i na koniec terapii. W ramach diagnostyki przeprowadza pomiary zakresu ruchomości, siły mięśniowej oraz pomiary elektromiograficzne. Re-

Nauka dla rozwoju medycyny

habilitacja z zastosowaniem Luny zwiększa siłę mięśniową, zakres ruchomości stawów oraz usprawnia koordynację ruchową pacjenta.

Pluszowy robot do terapii polisensorycznej

Mała foka szetlandzka z miękkim, miłym w dotyku białym futerkiem to nie zabawka, tylko... robot ze sztuczną inteligencją do terapii polisensorycznej. Marzena Grochowska, terapeutka sztucznej inteligencji foki Paro, wyjaśnia, że „to pierwszy robot społeczny, który ma badania kliniczne i po którego stosowaniu na pewno obniży się ciśnienie, będzie się zrelaksowanym i zwiększy się swą rezerwę poznawczą”. Terapia przeznaczona jest m.in. dla osób z niepełnosprawnością fizyczną, z autyzmem, demencją, dzieci z problemami wychowawczymi, pacjentów onkologicznych, osób żyjących w nadmiernym stresie.

Nauka dla rozwoju medycyny

”*Robot Paro słucha, mówi, czuje, widzi i porusza się. – PARO PRACUJE W NURCIE TERAPII SNOEZELEN, TO UNIKALNA METODA TERAPEUTYCZNA, POLEGAJĄCA NA NIEDYREKTYWNEJ STYMULACJI POLISENSORYCZNEJ. W podstawowym swym mechanizmie robot ma zadanie odwzorowywać i odzwierciedlać ludzkie emocje – wyjaśnia Marzena Grochowska.*

Foka zachowaniem przypomniana prawdziwe zwierzę, reaguje na swoje imię, przytula się do swojego opiekuna-pacjenta. Zachęca go do aktywności, stwarza poczucie bezpieczeństwa i zmniejsza stres.

Robot-pielęgniarka podaje leki i zmierzy temperaturę

Pandemia COVID-19 uwidoczniła problem braków kadrowych w szpitalach, zwłaszcza pielęgniarek. Perso-

Nauka dla rozwoju medycyny

nel medyczny został obciążony nie tylko większą liczbą zadań, ale także większym ryzykiem zachorowania na koronawirusa. Czy mobilny robot zastąpi pielęgniarkę w szpitalu zakaźnym?

W czerwcu w 2020 roku na Politechnice Śląskiej zaprezentowano prototyp robota asystującego, który w przyszłości może okazać się pomocny np. w czasie epidemii. Urządzenie opracowali inżynierowie z firmy KUKA (światowy producent inteligentnych rozwiązań w dziedzinie automatyzacji) wraz z naukowcami z Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej i specjalistami z APA Group. Mobilny robot został wyposażony w wiele przyrządów medycznych, m.in. kamerę termowizyjną, podajnik leków. Bazą tej konstrukcji jest autonomiczny i mobilny robot KMR iiwa, który dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu został dostosowany do nowych zadań.

Nauka dla rozwoju medycyny

– *Ten robot jest wyposażony w inteligentny system sterowania, taki, który*
POZWALA ZDEFINIOWAĆ PUNKT STARTOWY I PUNKT KOŃCOWY, WYZNACZYĆ TRAJEKTORIĘ, PO KTÓREJ POWINIEN SIĘ PORUSZAĆ – *wyjaśnia Artur Pollak, prezes Zarządu APA Sp. z o.o.*

– Robot został wyposażony w specjalny tablet, który umożliwia komunikację z pacjentem, ale równocześnie osoba, która steruje robotem widzi, jak on wykonuje swoje działania.

Robot-pielęgniarka może zmierzyć temperaturę, podawać leki, być pośrednikiem w kontakcie pomiędzy pacjentem a lekarzem. Dzięki samodzielnej dezynfekcji nie będzie stwarzać zagrożenia epidemicznego, co zapobiegnie zapobieganiu zakażeniom w szpitalach.

– Czy robot wyręczy pracę pielęgniarki? Nie wiem. Wszędzie usiłujemy zastąpić człowieka, ale wydaje mi

Nauka dla rozwoju medycyny

się, że to zmierza do czegoś innego. My nie zastępujemy człowieka, my ułatwiamy pracę człowiekowi. I myślę, że tak powinniśmy na to patrzeć – powiedział podczas prezentacji urządzenia dr n. med. Jerzy Pieniążek, dyrektor Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego nr 4 w Bytomiu.

Bajki robotów... dla dzieci

– Jestem Pepper, robot recepcyjny, znajdujesz się w centrum leczenia dla najmłodszych. Przypominam ci o zdezynfekowaniu rąk – mówi jeden z robotów humanoidalnych, który od czerwca 2021 r. pojawił się w Centrum Pediatrii im. Jana Pawła II w Sosnowcu. To pierwszy szpital w Polsce, który dzięki unijnej dotacji zdecydował się na zakup sześciu humanoidalnych robotów – recepcyjnych, inspekcyjnych i edukacyjnych. Roboty Pepper, Sanbot, Nao mają wspierać personel m. in. w zakresie obsługi pacjentów w rejestracji, informacji o usługach szpitala, godzinach przyjęć, oraz przy pomiarze temperatury ciała.

Nauka dla rozwoju medycyny

*Dzięki zainstalowanym aplikacjom i plikom wideo **MOGĄ UDZIELAĆ PODSTAWOWYCH E-PORAD. ROBOT BĘDZIE ĆWICZYĆ Z MAŁYMI PACJENTAMI PODCZAS ZAJĘĆ REHABILITACYJNYCH,** a także – dzięki funkcjom naśladowania dźwięków, wypowiedania sylab i słów – pomagać w ćwiczeniach logopedycznych.*

– Dziś roboty pracują w służbie medycyny. Spełniają bardzo ważną funkcję. Dzieci, które przebywają na oddziałach mają dzięki nim dużo frajdy i radości. Umilają im pobyt w szpitalu, a to przecież jest dla nich niełatwe przeżycie, zawsze wiążące się z jakimś obciążeniem psychicznym – mówi Andrzej Siwiec, prezes Centrum Pediatrii w Sosnowcu.

Przygotowanie robotów do funkcjonowania w szpitalu było sporym wyzwaniem, przyznaje Łukasz Dudek, Senior Sales Officer z firmy Weegree One, która dostarczyła urządzenia do Centrum Pediatrii w Sosnowcu: „Progra-

Nauka dla rozwoju medycyny

mowanie robotów zajęło nam dwa miesiące. Proces uczenia się robotów ma charakter ciągły, dlatego będziemy je na bieżąco aktualizować i udoskonalać, by dobrze funkcjonowały w szpitalu i wspierały małych pacjentów”.

”*W lutym 2022 roku na oddziale Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu dla Dzieci Zespołu Szpitali Miejskich w Chorzowie pojawił się **ROBOKOT, URZĄDZENIE Z KOCIMI WĄSAMI I USZAMI. BELLABOT MA PRZED WSZYSTKIM POMAGAĆ DZIECIOM ZAPOMNIEĆ O CHOROBIE I BÓLU.***

Urządzenie reaguje na dotyk, lubi głaskanie, ma funkcje umożliwiające korzystanie z audiobooków i muzyki. Może podać dziecku książki czy maskotki. Dzięki funkcji „chodź za mną” odprowadza dzieci na badania i zabiegi. Obecność BellaBot przy takich procedurach medycznych jak pobieranie krwi czy wkłucie obwodowe

Nauka dla rozwoju medycyny

może pozytywnie wpłynąć na małego pacjenta. Robot może też wspomagać pracę personelu w szpitalu, rozwozić posiłki, informować o obchodzie lekarskim.

Natomiast studenci Politechniki Śląskiej zaprojektowali platformę kroczącą w kształcie psa – Reksio. Julia Nowak, Daniel Ślusarz i Łukasz Gałeczka w rozmowie dla TVN24 (maj, 2024) wyjaśniają, że nad swoim robotem pracowali rok i cały czas go rozwijają. Studenci chcieliby, żeby ich robot służył dzieciom z niepełnosprawnościami. – Pomaga nam przekonywać dzieci do robotów – obiektów, które są obce, ale jednak coś przypominają. (...) W Japonii coraz częściej widzi się roboty. One przekonują człowieka do wszelkiego rodzaju maszyn i urządzeń w medycynie. Nie chcemy, żeby dzieci bały się podczas operacji wzroku czy innych zabiegów – mówi Łukasz Gałeczka.

Reksio to nie pierwszy robot stworzony przez studentów. Młodzi naukowcy z Politechniki Białostockiej już w 2016 roku zaprezentowali „Bobota – prawdziwego przyjaciela”, czyli robota, który może zostać opiekunem i kolegą małych pacjentów w szpitalach. Bobot,

Nauka dla rozwoju medycyny

przypominający wzrostem dziecko w wieku szkolnym, dzięki zastosowanej elektronice będzie potrafił sprawdzić pacjentowi temperaturę i puls, przewozić w plecaku np. próbki krwi.


„*Koordynator projektu Marcin Żukowski w rozmowie dla PAP powiedział, że **BOBOT BĘDZIE MÓGŁ OPOWIADAĆ BAJKI, ŚPIEWAĆ PIOSENKI, WYŚWIETLAĆ FILMY EDUKACYJNE**, a także komunikować się z głuchoniemymi dziećmi.*

Robot – dzięki wbudowanej kamerce – pomoże też pielęgniarce w pilnowaniu pacjentów w sali. Może również służyć jako narzędzie do zdalnych konsultacji lekarskich. – Dzieci potrzebują ciepła i uwagi, więc każda dodatkowa inicjatywa w szpitalu ma znaczenie – zaznaczył Marcin Żukowski.

„Bobot - prawdziwy przyjaciel” został doceniony nie tylko przez małych pacjentów, ale też w świecie nauki

Nauka dla rozwoju medycyny

i otrzymał kilka nagród: główną nagrodę w konkursie „Technotalent” 2016, złoty medal na Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG 2017 i 2018, złoty medal na Międzynarodowych Targach Wynalazczości Concours Lépine 2018.

Roboty są przyszłością medycyny: wszechstronne, niezawodne, precyzyjne, nie męczą się. Są potrzebne w różnych sektorach medycyny. Czy będzie ich więcej w polskiej ochronie zdrowia? Jeśli tak - będzie lepiej dla nas, bo każdy z nas może być pacjentem... 

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



NAJWIĘCEJ W EUROPIE OPERACJI NA SERCU Z UŻYCIEM ROBOTA

Fot. PIM MSWiA

Operacja kardiochirurgiczna z pomocą robota da Vinci w PIM MSWiA. Przy pacjencie musi być stale zespół gotowy do działania

Nauka dla rozwoju medycyny

*Są tygodnie, w których **WYKONUJEMY WIĘCEJ OPERACJI KARDIOCHIRURGICZNYCH Z UŻYCIEM ROBOTA NIŻ INNYMI METODAMI. DZIŚ JESTEŚMY NAJWIĘKSZYM OŚRODKIEM W EUROPIE, W KTÓRYM WYKONUJE SIĘ TAKIE OPERACJE.** Uczą się od nas chirurdzy z innych krajów. Dla pacjentów takie operacje to przede wszystkim bezpieczeństwo. Często już drugiego dnia po operacji wracają do domu –*
MÓWI PROF. PIOTR SUWALSKI, *kardiochirurg i dyrektor Państwowego Instytutu Medycznego MSWiA.*



Rozmawiała **Katarzyna Pinkosz**

Panie Profesorze, częściej wykonuje pan obecnie operacje z użyciem robota, endoskopowo czy na otwartym sercu?

Coraz częściej operujemy robotem. W Instytucie mamy już dwa – a mam nadzieję, że niedługo będziemy

Nauka dla rozwoju medycyny

mieć trzeci. Trzy razy w tygodniu wykonujemy po dwie robotyczne operacje kardiochirurgiczne; nasze centrum chirurgii robotycznej jest obecnie największym w Europie ośrodkiem, który wykonuje takie operacje. Są



*Prof. dr hab. n.
med. Piotr Suwalski*

od marca 2024 r. dyrektor Państwowego Instytutu Medycznego MSWiA, wcześniej kierownik Kliniki Kardiochirurgii i Transplantologii PIM MSWiA; Kierownik Kliniki Kardiochirurgii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego CMKP; Jest też współtwórcą i kierownikiem Centrum Terapii Pozaustrojowych PIM MSWiA. W latach 2019-21 był prezydentem Międzynarodowego Towarzystwa Kardiochirurgii Małoinwazyjnej ISMICS. Jako jedyny Polak i jeden z dwóch Europejczyków należy do XXI Century Cardiac Surgery Society, które zrzesza 57 członków z całego świata.

Nauka dla rozwoju medycyny

tygodnie, kiedy wykonujemy więcej operacji kardiochirurgicznych robotem da Vinci niż innymi metodami.

Ile ma Pan już za sobą wykonanych operacji kardiochirurgicznych z użyciem robota? I ile trzeba wykonać, by być pewnym, że to jest ten najwłaściwszy sposób?

Myślę, że wykonałem ich już kilkaset, na pewno około 400. Pierwsze dane naukowe pokazują, że po 50 operacjach można już mówić o tzw. spłaszczonej krzywej uczenia, kiedy widać pewną rutynę. Ale tak naprawdę taki spokój operacyjny poczułem w pełni bliżej setnej operacji.

Przy operacji robotycznej bardzo ważna jest jednak nie tylko osoba, która wykonuje operację, ale cały zespół. Wraz z rozwojem technik operacyjnych i zmniejszeniem ich inwazyjności zdecydowanie rośnie rola całego zespołu. Również dlatego, że obecnie, wykonując operację serca robotem, jestem w innym pomieszczeniu. Bardzo ważne jest to, czy cały zespół jest dobrze zgrany, doskonale rozumie się nawzajem.

Nauka dla rozwoju medycyny

Nie jest pan przy pacjencie podczas operacji?

Nie jest to konieczne. Znajduję się w pomieszczeniu bezpośrednio przy sali operacyjnej. Roboty zresztą były wymyślane tak, żeby można było nimi operować na odległość, zdalnie; robot mógł np. znaleźć się na polu walki, na orbicie, na księżycu. Wraz z rosnącą szybkością przekazu danych operacje na odległość stają się coraz bardziej realne i bezpieczne dla pacjenta.

Taka sytuacja oddalenia od pacjenta rodzi zresztą pewne problemy prawne: jestem członkiem zespołu przy Parlamencie Europejskim, w którym dyskutujemy nad tematem legislacji w tym zakresie. Musimy być gotowi, by dać sobie radę z aspektami prawnymi, np. kto odpowiada za bezpieczne przesyłanie informacji, za ew. zapasowe łącze, a także z kwestiami czysto medycznymi: kto odpowiada za pacjenta: czy lekarz, który operuje konsolą i pozostaje w pewnej odległości, czy lekarz, który jest przy stole operacyjnym? Rozwój technologii wymaga nadążania przez prawo za innowacjami.

Nauka dla rozwoju medycyny

A zespół musi być zgrany, ponieważ operatorowi, który posługuje się konsolą, porusza narzędziami operacyjnymi, musi sprawnie pomagać asystent znajdujący się przy stole operacyjnym, instrumentariuszka, zespół anestezyjologiczny, perfuzjoniści obsługujący sztuczne płuco-serce, pielęgniarki. Muszę powiedzieć, że po wykonaniu kilkuset operacji, tak świetnie się rozumiemy z kolegą, z którym najczęściej operuję – doktorem Radosławem Smoczyńskim – że duże operacje serca wykonujemy prawie bez wymiany słów! Tak

*doskonale znamy każdy swój ruch. Dzięki temu możemy wykonać **BARDZO ZŁOŻONE OPERACJE**. Pracujemy na cztery ręce, dlatego operacje są wykonywane płynnie, by np. nie czekać na zabranie igły z pola operacyjnego.*

Są tysiące drobnych czynności, podczas wykonywania których można zaoszczędzić czas, a dzięki temu

Nauka dla rozwoju medycyny

operacje są krótsze, więc bardziej bezpieczne. Na sali operacyjnej wszyscy widzą obraz endoskopowy z kamery w klatce piersiowej. Muszą nauczyć się tego obrazu, a jednocześnie potrafić przełożyć go na realną sytuację.

Z drugiej strony operacje robotyczne są znakomite dlatego, że wszyscy widzą, co robi chirurg. To inna sytuacja niż wtedy, gdy wykonujemy operację klasyczną, kiedy to często tylko operator jest w stanie widzieć to, co robi, gdy np. wykonuje operacje w takich lokalizacjach jak zastawka mitralna. Ten aspekt rzadko się porusza, jednak dzięki operacjom robotycznym młody chirurg może szybciej się uczyć.

Uczycie inne zespoły wykonywać operacje robotyczne?

Tak, właśnie koledzy chirurdzy z Włoch spędzają z nami kilka tygodni, ucząc się od nas chirurgii robotycznej. Jestem bardzo z tego dumny, ponieważ jeszcze na początku mojej kariery zawodowej to my jeździliśmy na Zachód, podglądaliśmy, co robią nasi koledzy

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. PIM MSWiA

Zespół medyczny przez cały czas czuwa przy pacjencie, gotów do działania. Trwa operacja kardiochirurgiczna z użyciem robota w PIM MSWiA

Nauka dla rozwoju medycyny

z innych krajów. Obecnie mamy wielu chętnych, również z krajów zachodnich, by zobaczyć, jak u nas przeprowadza się operacje kardiochirurgiczne robotem.

Dzięki robotowi są też lepsze możliwości nauczania – mamy dwie konsole podłączone do ramion robota, dzięki czemu operacje mogą wykonywać dwie osoby. Podobnie jak przy nauce prawa jazdy, mogę oddać drugiej osobie „stery” albo je przejąć, jeśli to jest potrzebne. To zupełnie inny poziom nauczania chirurgii. Otwieramy niedługo w PIM Akademię Robotyczną, w ramach której będą mogli się szkolić chirurdzy różnych specjalności.

Co roboty zmieniły w kardiochirurgii?

Kardiochirurgia często oznaczała dużą ingerencję w ludzkie ciało, długi okres rehabilitacji i powrotu do zdrowia. Chirurgia małoinwazyjna to ogromne korzyści dla pacjenta. Najwyższym stadium tego ograniczenia inwazyjności są operacje robotyczne: przez trzy lub cztery porty, czyli takie endoskopowe rurki o szerokości kilku milimetrów, które wkładamy do klatki pier-

Nauka dla rozwoju medycyny

siowej, jesteśmy w stanie wykonać naprawdę złożone operacje w sposób bardzo mało inwazyjny, często bez żadnych innych nacięć klatki piersiowej; bez naruszenia żeber, co wiąże się m.in. ze znacznym ograniczeniem bólu pooperacyjnego.

Dla pacjenta poza tym olbrzymią wartością jest to, że po operacji robotycznej szybciej wraca do zdrowia, bo mniejsza inwazyjność to też np. mniejsza utrata krwi. Z punktu widzenia osoby operowanej bardzo ważne są też kwestie kosmetyczne – po operacji robotycznej często wręcz nie można dostrzec blizn.

Gdy wchodzimy kamerą endoskopową do środka klatki piersiowej, patrzę przez okulary kamery 3D, którą mam w konsoli, a jednocześnie widzę swoje „ręce”, czyli narzędzia robotyczne znajdujące się w klatce piersiowej. Mam wtedy wrażenie, jakbym zanurzył głowę wraz z rękami w klatce piersiowej pacjenta. Zakres ruchów, np. w nadgarstku, które mogę wykonać, jest znacznie większy, niż jest to możliwe fizjologicznie.

Nauka dla rozwoju medycyny

Chirurg jest w środku klatki piersiowej?

Wciąż robi to na mnie wrażenie, nawet po wykonaniu już kilkuset operacji. Kamerę możemy przesuwac intuicyjnie i naprawde mam wrażenie, że tam są moje oczy.

Wyniki, które uzyskujemy dzięki operacjom robotem, są niezwykle.

*Nawet na mnie, chirurgu, który od ponad 20 lat zajmuje się kardiochirurgią małoinwazyjną, zobaczenie pacjenta, który **W DRUGIEJ DOBIE PO OPERACJI** wychodzi do domu, robi duże wrażenie.*

A nierzadko zdarza się, że sam kieruje ze szpitala samochodem!

Pacjent w drugiej dobie po operacji kardiologicznej może prowadzić samochód?

Wydawało nam się to niemożliwe, ale już na początku naszego programu robotycznego życie poka-

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. PIM MSWIA

Chirurdzy operują, będąc w pomieszczeniu znajdującym się przy sali operacyjnej. Prof. Suwalski: „Roboty były wymyślane tak, żeby można było nimi operować na odległość”.

Nauka dla rozwoju medycyny

zało moc tego typu operacji. Pacjent po operacji by-passów za pomocą robota był w tak dobrym stanie, że uznaliśmy, że może już wrócić do domu. Pielęgniarki, które zobaczyły wypis, uznały, że to musi być pomyłka; zadzwoniły do niego przerażone, z sugestią, żeby jednak wrócił do szpitala, na co on odpowiedział, że czuje się dobrze, sam wrócił do domu samochodem, a do szpitala przyjedzie dopiero na kontrolę.

Po operacji wykonanej metodą otwartą, klasyczną, jak długo taki pacjent wracałby do zdrowia?

Zwykle sam pobyt w szpitalu trwa 7-10 dni, ale potem potrzeba jeszcze kilku miesięcy, by dojść do siebie, by zagoił się mostek. Sama kość zrasta się 2-3 miesiące, konieczne są ograniczenia dotyczące obciążania klatki piersiowej, trzeba prowadzić oszczędzający tryb życia. W przypadku operacji robotycznej w ogóle nie naruszamy kościa klatki piersiowej.

Jakie operacje najczęściej są wykonywane robotycznie?

Nauka dla rozwoju medycyny

Wyłączając operacje wykonywane w trybie ratowania życia, jak np. tętniaki aorty, to zdecydowaną większość typów operacji – dzięki naszemu rosnącemu doświadczeniu – możemy już wykonać za pomocą robota.

*Najczęściej w ten sposób wykonujemy operacje by-passów, operacje naprawy zastawki mitralnej – dzięki precyzji operacji robotycznej możemy pacjentom **POZOSTAWIĆ WŁASNĄ ZASTAWKĘ**, a nie wszczepiać sztuczną.*

Wykonujemy też operację naprawy zastawki trójdzielnej, wymianę zastawki aortalnej, ablację migotania przedsionków, zamknięcia uszka lewego przedsionka, różnego typu operacje arytmiczne.

Była też operacja guza serca...

To prawda, chcemy opublikować wyniki z wykonywania takich operacji – prawdopodobnie wykonaliśmy ich najwięcej w Europie.

Nauka dla rozwoju medycyny

Jak to się stało, że PIM MSWiA stał się liderem w Europie, jeśli chodzi o wykonywanie kardiochirurgicznych operacji robotycznych?

Jesteśmy fascynatami tej technologii. Robot, który pojawił się w naszym szpitalu jeszcze w czasie pandemii COVID-19, umożliwił nam operowanie. Byliśmy wtedy szpitalem jednoimiennym. Doceniłmy możliwość operowania za pomocą robota szczególnie ze względu na to, że dzięki temu często nie była potrzebna intensywne terapia, niezbędna w klasycznej kardiochirurgii. A wtedy oddziały OIOM były zajęte dla pacjentów z COVID-19. Już wcześniej miałem doświadczenia robotyczne z kształcenia w Niemczech, w Lipsku. Gdy tylko otrzymaliśmy robota do szpitala, od razu chcieliśmy wykonywać również operacje kardiochirurgiczne. Udało się stworzyć pierwszy tego typu program w Polsce. Z czasem napływało do nas coraz więcej pacjentów, coraz częściej operowaliśmy, a od niedawna mamy w szpitalu już dwa roboty, gdyż tak wiele było przeprowadzanych opera-

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. PIM MSWiA

Prof. Piotr Suwałski: Razem z dr. Smoczyńskim rozumiemy się bez słów. Operujemy na cztery ręce

Nauka dla rozwoju medycyny

cji, że pojawiła się potrzeba zakupu kolejnego tego typu urządzenia.

Obecnie jesteśmy **NAJWIĘKSZYM W EUROPIE OŚRODKIEM**, który wykonuje operacje kardiochirurgiczne robotem.

Zwykle przy okazji operacji robotycznych mówi się o urologii, ginekologii; natomiast o kardiochirurgii znacznie mniej. Tu stopień skomplikowania operacji jest znacznie większy?

Roboty, które pojawiły się w latach 90. XX wieku i na przełomie mileniów, były wymyślone przez kardiochirurgów i przeznaczone początkowo właśnie do operacji kardiochirurgicznych. Jednak pewne ograniczenia technologiczne spowodowały, że pierwsze roboty nie do końca zdały egzamin w tak złożonych operacjach, jakimi są operacje kardiochirurgiczne. Obecnie, wraz z rozwojem technologii, widzimy, że

Nauka dla rozwoju medycyny

tego typu operacji wykonuje się coraz więcej. Dokładamy do tego swoją cegiełkę.

Robotyka to przyszłość kardiologii?

Wierzę, że tak się stanie, choć nie jest to proste, ponieważ kardiologia jest niezwykle wymagającą dziedziną medycyny. Tuż przed wdrożeniem na rynek są kolejne ciekawe modele robotów, przeznaczone również do kardiologii. Również robot, który obecnie jest już stosowany, ma nowe możliwości. Widzimy postęp technologiczny, możliwość dostępu przez coraz mniejsze porty, coraz większą możliwość wizualizacji. Zaprężenie sztucznej inteligencji, sprzężenie obrazu np. tomografii komputerowej z obrazem 3D – co przy obecnej technologii nie jest niemożliwe – spowoduje dalszą poprawę skuteczności, szybkości, ale przede wszystkim bezpieczeństwa pacjenta. W ostatnich latach pojawiły się pierwsze udane próby, na razie w warunkach laboratoryjnych, autonomicznych, sterowanych sztuczną inteligencją, prostych operacji wykonanych za pomocą robota.

Nauka dla rozwoju medycyny

Czyli: wykonał zabieg już nie lekarz rękami robota, tylko robot - dzięki sztucznej inteligencji? Nadchodzi era robotów, które faktycznie same operują?

To kolejny poziom, który wcale nie jest tak odległą przyszłością.

Jak widzi Pan przyszłość robotyki?

To jedna z dziedzin medycyny, w której będziemy widzieć ogromny postęp, związany z uczeniem głębokim, maszynowym i sztuczną inteligencją. Dziś można powiedzieć, że dzięki robotowi „mamy ręce”. Za to sztuczna inteligencja w postaci metaforycznej „głowy” umożliwi nam wykonanie zabiegu. Nie musi to być w pełni samodzielne wykonanie operacji, może to być wspomaganie – np. w podejmowaniu decyzji, wykonaniu części operacji.


Wykształcenie jednego chirurga trwa lata. A wyobraźmy sobie, że chirurg operujący robotem ma rodzaj pozytywnego (lub negatywnego) doświadczenia z operacji: wie, że wykonanie określonego ruchu jest dobre (lub złe). Już dziś większość robotów jest podłączona przez sieć z centralą. Czyli wszystkie ro-

Nauka dla rozwoju medycyny

boty na świecie w ciągu kilku sekund mogą „nauczyć się”, jaki ruch jest dobry w danej sytuacji, a jaki nie.

*Moc i potencjał drzemiący we współdziałaniu człowieka i maszyny **SĄ OGROMNE**, co ma wielkie znaczenie dla możliwości wykonania operacji i bezpieczeństwa pacjenta.*

Mając tak duże doświadczenie, współpracujecie z inżynierami przy opracowywaniu kolejnych wersji robotów? Dzięki zbieraniu danych już to się przekłada na funkcjonowanie robotów przyszłości?

Sztuczna inteligencja w radiologii już jest czymś powszednim, gdyż potrafi ona analizować miliony obrazów. W robotach komercyjnych jeszcze to nie jest możliwe, ale to kwestia najbliższych lat. Cały czas dzielimy się naszym doświadczeniem, konsultujemy z inżynierami rozwój technologii, gdyż najważniejsze jest bezpieczeństwo pacjenta. 

Nauka dla rozwoju medycyny

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI

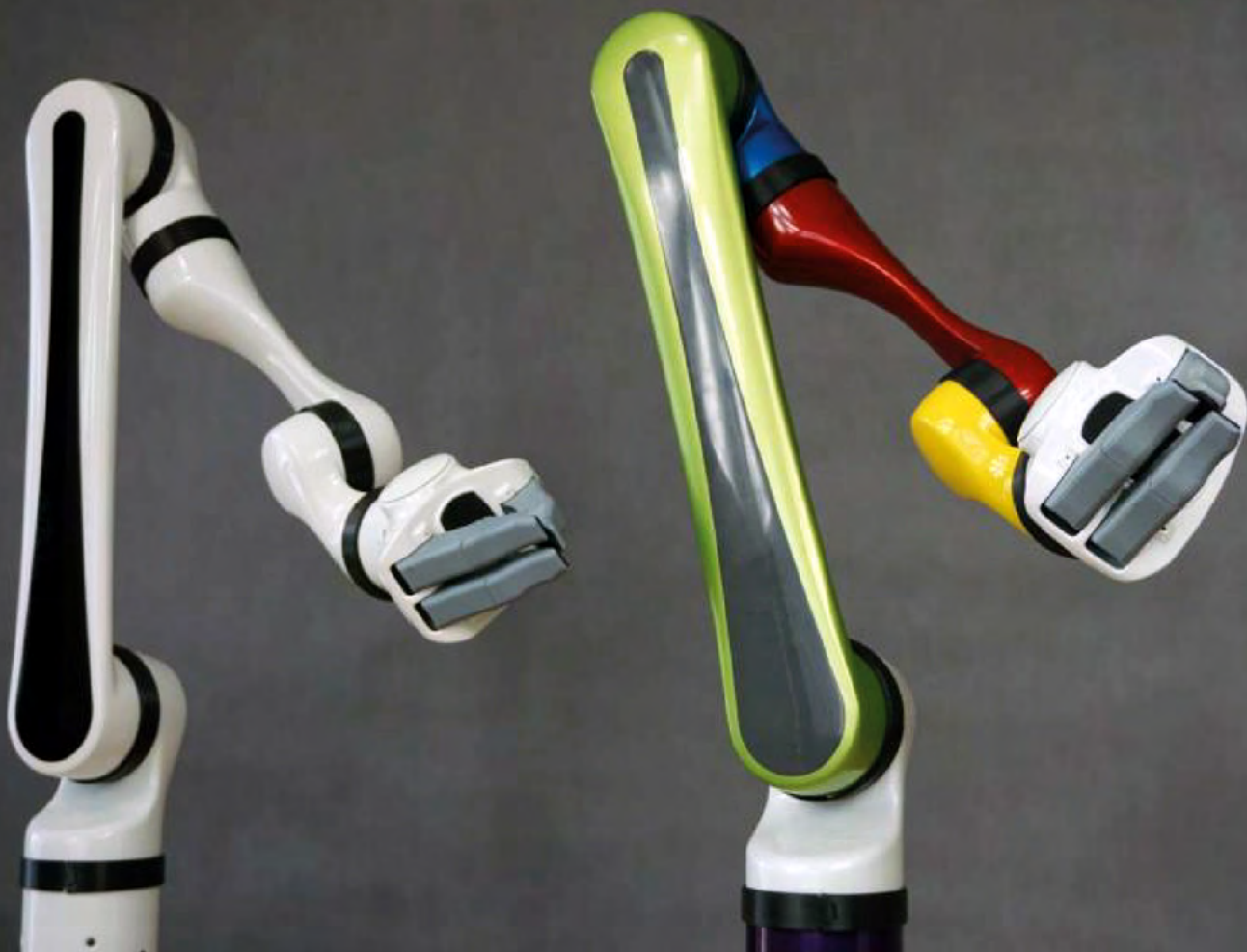


Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



**PACJENT KŁADZIE SIĘ,
ZASYPIA I WYCHODZI
BEZ NOWOTWORU**

Nauka dla rozwoju medycyny

MARZY MI SIĘ ROBOT DO OPERACJI PEDIATRYCZNYCH, ROBOT DO BIOPSI I ABLACJI, to byłaby poważna alternatywa dla operacji. Chciałbym też, żebyśmy zrobili jeszcze lepszego robota dla tetraplegików – MÓWI DR INŻ. BARTŁOMIEJ STAŃCZYK.



Rozmawiała **Anna Kopras-Fijołek**

Skąd wzięły się Pana zainteresowania robotami medycznymi?

Zacząłem się od pogranicza robotyki społecznej, naukowej, dopiero później pojawiły się stricte roboty medyczne. Byłem wcześniej pracownikiem naukowym Politechniki Lubelskiej oraz Politechniki Monachijskiej. Pierwszym większym moim projektem z pogranicza robotyki medycznej był robot quasi-antropomorficzny, który porusza się po mieście, pytając o drogę. Zadanie wydawałoby się trywialnie, ale dla robota niekoniecznie. Nie ma Go-

Nauka dla rozwoju medycyny

ogóle Maps, nie ma nawigacji. Chodzi właśnie o interakcję społeczną, czyli w jaki sposób w ogóle zbliżyć się do kogoś z zachowaniem dystansów społecznych. Zagadnięcie, zagajenie, zapytanie o drogę, zrozumienie odpowiedzi, z włączeniem gestykulacji, mimiki. Udało się: robot do-



*Dr inż. Bartłomiej
Stańczyk*

inżynier konsultant firm z branży automotive i aerospace w Niemczech; brał udział w rozwoju systemu robotów chirurgicznych dla RG Mechatronics (Seefeld, Niemcy) oraz robota kooperacyjnego Roberta firmy ABB. Założyciel, CEO i Head of R&D w ACCREA Medical Robotics Sp. z o.o.

Nauka dla rozwoju medycyny

jechał z politechniki na centralny plac w Monachium. Przeciętnemu człowiekowi zajmuje to 15 minut, jemu zajęło 3-4 godziny, ale dojechał.

Ciekawe, ale wygląda trochę jak zabawka. Ale spod Pana ręki wyszło już kilka robotów medycznych...

Robiliśmy m.in. roboty, które pomagają chodzić osobom z zaburzeniami chodu – takie inteligentne balkoniki. Robot miał też funkcje terapeutyczno-diaagnostyczne. Obserwował pacjenta, w jaki sposób on się porusza, dokonywał pewnej diagnostyki zaburzeń chodu i dostosowywał do tego, pomagał wstawać, siadać. Robiliśmy robota, który opiekował się osobą z demencją, był towarzyszem życia, który w zasadzie mieszkał z pacjentem, z użytkownikiem. Robiliśmy też robota, który zdalnie pomagał operatorowi przeprowadzić badanie ultrasonograficzne pacjenta będącego w innym szpitalu, w innym mieście, na innym kontynencie. Wszystkie te projekty były projektami naukowo-badawczymi, nie kończyły się wdrożeniem do produkcji.

Nauka dla rozwoju medycyny

**Ale jeden z Pana robotów już można stosować.
Pomaga osobom z tetraplegią.**

”*Osoba z tetraplegią nie porusza rękami ani nogami, zwykle porusza się na wózku inwalidzkim na baterie. My do takiego wózka mocujemy **RAMIĘ ROBOTYCZNE** z chwytakiem, którym użytkownik może sterować.*

Za pomocą tego ramienia sięga po jedzenie i picie, otwiera drzwi, otwiera lodówkę, poprawia sobie okulary, drapie się po głowie. To wszystko de facto umożliwia takiej osobie prowadzenie niezależnego życia. To wpisuje się w trend independent living, gdyż osoby takie zwykle wymagają intensywnej asysty.

Nad czym obecnie Pan pracuje?

Wraz z zespołem rozwijamy dwa systemy: pierwszy służy wspieraniu chirurgów małoinwazyjnych,

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Materiały prasowe

Roboty są przystosowane do zastosowań medycznych i do pracy w bezpośrednim kontakcie z człowiekiem

Nauka dla rozwoju medycyny

którzy operują laparoskopowo. Umożliwia on chirurgowi operowanie z mniejszą liczbą asystentów. My tę asystę realizujemy za pomocą ramion robotycznych.

Drugim systemem jest robot, który pomaga przy wykonywaniu biopsji. Podczas biopsji pobierana jest tkanka z ciała pacjenta. Wbijana jest igła, pobierana próbka i sprawdza się, czy w tej tkance są komórki nowotworowe. Zwykle odbywa się to tak, że mamy jakiś obraz pacjenta – np. z rentgena, rezonansu magnetycznego, ultrasonografu. Lekarz w oparciu o to obrazowanie oraz pacjenta, który leży na stole, próbuje umieścić igłę w interesującym go miejscu. Nie zawsze to się udaje. My, mając do dyspozycji wszystkie układy współrzędnych, wymiary, położenia, triangulacje, jesteśmy w stanie sprawić, że trafi za pierwszym razem.

Jak polska nauka w zakresie robotów medycznych wygląda na forum międzynarodowym, światowym?

Nauka dla rozwoju medycyny

*To, co robimy, nie odbiega od światowego state of the art. Powiedziałbym wręcz, że **NASZE ROBOTY PRZODUJĄ**, jeżeli chodzi o ich kompaktowość i bezpieczeństwo.*

To jest bardzo pożądane w zastosowaniach medycznych, głównie dlatego że konstruujemy te roboty od początku jako roboty, które są przystosowane do zastosowań medycznych i do pracy w bezpośrednim kontakcie z człowiekiem.

Roboty to przyszłość, również w dziedzinie medycyny. Warto wspierać rozwój robotyki w Polsce?

Polska jest krajem, w którym jest bardzo mało prywatnego kapitału. Większość badań naukowych obarczonych jest bardzo dużym poziomem ryzyka. Robimy coś nowego, czego jeszcze nikt nie robił. Jest spore ryzyko, że to się nie uda. Jeżeli jednak raz się nie uda, to trzeba próbować dalej, do skutku. Większość tego typu inicjatyw odbywa się za pieniądze publiczne – tu

Nauka dla rozwoju medycyny

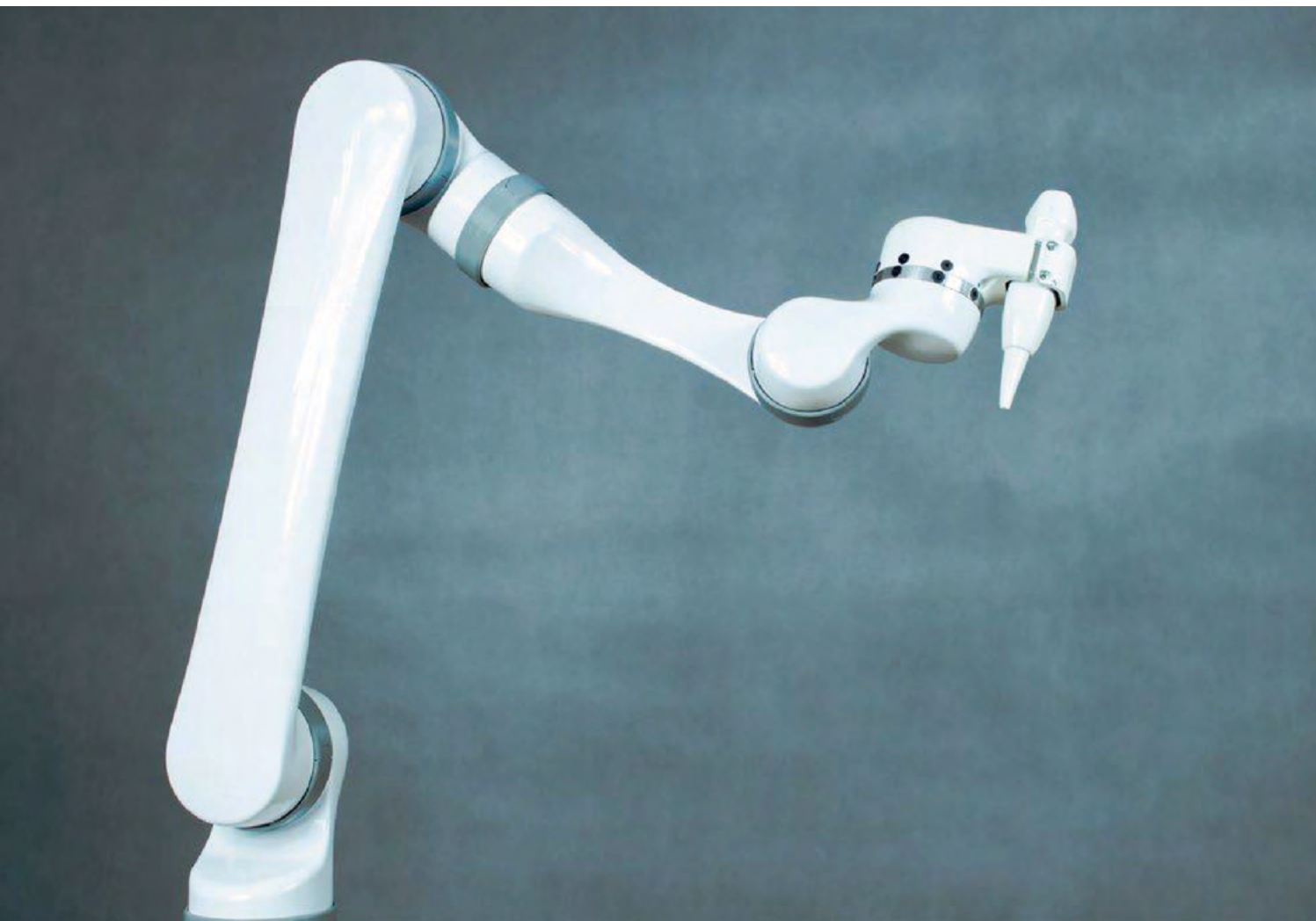
ogromna rola państwa i wszystkich instytucji powołanych do tego celu. A system mamy bardzo daleki od działającego w Dolinie Krzemowej, w którym jest to wpisane w mindset: próbujesz, uda się – to super. Nie uda się, to trudno, próbujesz dalej.

*W Polsce wszystkie projekty naukowo-badawcze obarczone są maksymalnie restrykcyjnymi wskaźnikami, łącznie z tym, że jak się nie uda, to **WYNALAZCA PO PROSTU ODPOWIADA WŁASNYM MAJĄTKIEM.***

To jest poważny czynnik, który już z definicji eliminuje bardziej ryzykowne projekty. Myślę, że warto to zmienić. Poza tym warto byłoby wprowadzić zachęty – chociażby podatkowe – dla prywatnego kapitału zdolnego sfinansować odważne, wizjonerskie projekty.

Jakie wymierne korzyści dla medycyny przynoszą roboty?

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Materiały prasowe

Dr Stańczyk pracuje nad robotem, który pomaga przy wykonywaniu biopsji.

Nauka dla rozwoju medycyny

One są wymierne i niewymierne. Wymierne, ponieważ staramy się, żeby ta opieka medyczna była po prostu tańsza. Jeżeli używamy gdzieś zamiast człowieka maszyny, która jest tańsza niż pracownik, to oczywiście obniżamy koszty, zwiększamy też dostępność dla pacjenta. Robot nie idzie na chorobowe, jest dostępny 24 godziny na dobę. Zwiększamy też wydajność danej operacji – jeżeli skraca się jej czas, nawet o kilka czy kilkanaście procent, to możemy takich operacji wykonać o kilkanaście procent więcej. To bardzo dużo, jeśli popatrzymy w skali roku, dziesięciu lat. Oczywiście, istotna jest sama jakość tej medycyny – roboty chirurgiczne takie jak da Vinci czy CMR umożliwiają przeprowadzanie interwencji, które czasami nie są możliwe do wykonania technikami laparoskopowymi czy otwartymi. Otwierają się więc zupełnie nowe pola. Czy to jest wymierne? W pewnym sensie tak. Na tyle, na ile wymierne jest nasze zdrowie i życie.


Jakie roboty wspierające medycynę, opiekę nad pacjentem jeszcze się Panu marzą?

Nauka dla rozwoju medycyny

Osobiście marzy mi się robot do operacji pediatrycznych. Nie ma robotów, które pomagają operować małe dzieci. Marzy mi się też robot do biopsji, ponieważ my widzimy biopsję w połączeniu z ablacją jako naprawdę poważną alternatywę dla operacji. Jeżeli jesteśmy w stanie pobrać próbkę z wątroby, stwierdzić, że tam jest nowotwór i możemy od razu ten nowotwór zniszczyć za pomocą mikrofal czy innych technik ablacyjnych, to jest to genialna rzecz dla pacjenta. Przychodzi raz, kładzie się raz na stół, zasypia i wychodzi bez nowotworu, de facto bez żadnych ran.

Marzy mi się również, że zrobimy jeszcze lepszego robota dla tetraplegików – obecnie ten robot w dalszym ciągu jest sterowany przez użytkownika, a mógłby być troszkę mądrzejszy albo wręcz dużo mądrzejszy. Mamy jeszcze długofalowe plany, które sięgają poza obecną legislację, w zasadzie uniemożliwiająca jakąkolwiek autonomię w robotach. Jeżeli legislacja pozwoli nam wykonywać coś autonomicznie przez ro-

Nauka dla rozwoju medycyny

boty, otworzą się zupełnie nowe perspektywy. W którymś momencie legislacja będzie musiała podążyć za presją rynku, ale jeszcze robi to zbyt powoli. Zwłaszcza w Europie. 

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



OD IRON MENA DO KSIĘŻYCA

Fot. Materiały prasowe

Robot Luna może służyć do rehabilitacji kończyn górnych: barku, łokcia, nadgarstka, oraz dolnych: biodra, kolana, kostki

Nauka dla rozwoju medycyny

Przełomem w moim życiu był moment, gdy podpiąłem do egzoszkieletu pierwszych pacjentów z dystrofią mięśniową Duchenne’a; OSOBY NIEPEŁNOSPRAWNE, KTÓRE NIE BYŁY W STANIE PODNIEŚĆ KOŃCZYN, MOGŁY ZACZAĆ SIĘ RUSZAĆ I PROWADZIĆ REHABILITACJĘ RUCHOWĄ Z POMOCĄ ROBOTA – MÓWI DR MICHAŁ MIKULSKI, założyciel i prezes zarządu EGZOTech, polskiej firmy, która produkuje roboty rehabilitacyjne.



Rozmawiała **Dorota Bardzińska**

Jako student Politechniki Śląskiej stworzył pan egzoszkielec kończyny górnej i dolnej. Czy to były te pierwsze kroki rozpoczynające drogę do stworzenia robota rehabilitacyjno-diagnostycznego Luna EMG?

Pierwotnie chciałem stworzyć całkowicie innego robota... Moim pierwszym kierunkiem studiów była auto-

Nauka dla rozwoju medycyny



Michał Mikulski

Jest doktorem inżynierii biomedycznej i biocybernetyki oraz automatykiem i robotykiem naukowo wywodzącym się z Politechniki Śląskiej. Jest założycielem i prezesem zarządu firmy EGZOTech Sp. z o.o., powstałej w 2013 roku, będącej największym w Polsce i jednym z największych producentów robotów rehabilitacyjnych i urządzeń elektrodiagnostycznych na świecie. Michał Mikulski nie tylko prowadzi firmę EGZOTech biznesowo jako jej prezes, ale też czynnie angażuje się w jej prace badawczo-rozwojowe (jako kierownik 7 projektów dofinansowanych), jak również uczestniczy w ich komercjalizacji i wdrażaniu na rynkach międzynarodowych. Jego działalność i opracowane produkty zostały nagrodzone w wielu konkursach. Poza swoją aktywnością biznesową udziela się społecznie, w tym pomaga start-upom, młodym przedsiębiorcom i podmiotom współpracującym z grupą inwestorów w EGZOTech. Jest ekspertem recenzentem w Komisji Europejskiej.

Nauka dla rozwoju medycyny

matyka i robotyka. W 2008 r., gdy przygotowywałem się do pracy magisterskiej, w kinach akurat pokazywano „Iron Mana”. A ja wówczas byłem zaangażowany w projekty dotyczące obronności i techniki wojskowej. Bardzo mi zależało, żeby moja praca była maksymalnie użyteczna. Tak właśnie pojawił się pomysł: „Zróbmy Iron Mana”. Tyle że już na samym początku powstał problem związany z systemami sterowania egzozkieletami. Potrzebne były specjalne sześćoosiowe czujniki siły i momentu – coś, co byłoby w sam raz do konstrukcji Iron Mana. Były to jednak bardzo drogie urządzenia – jeden kosztował 10 tys. euro, a potrzebne były mi cztery. Jak wiadomo, budżet studenta jest raczej skromny, toteż wydatek ponad 160 tys. zł był poza moim zasięgiem. Musiałem więc znaleźć jakiś inny, tańszy, sposób sterowania egzozkieletem.

I wtedy wpadł Pan na pomysł połączenia elektromiografii, czyli badania pobudliwości mięśni, z urządzeniem robotycznym?

Tak właśnie pojawiła się elektromiografia, którą można obrazowo opisać jako odczytywanie intencji

Nauka dla rozwoju medycyny

ruchu powstającej w mózgu z powierzchni skóry; odczytywanie i interpretacja aktywności elektrycznej naszych mięśni. Jakkolwiek elektromiografia nie byłaby wystarczająco silnym sygnałem do sterowania Iron Manem, ale do oceny unerwienia, intencji ruchu, wzmacniania połączeń nerwowo-mięśniowych czy siły mięśniowej okazała się idealna. I wtedy też zmieniło się nasze nastawienie. Przestaliśmy dążyć do zrobienia projektu związanego z wojskowością, ponieważ

okazało się, że mamy sygnał, który może być efektywnie wykorzystywany w **REHABILITACJI, FIZJOTERAPII I DO POMOCY OSOBOM NIEPEŁNOSPRAWNYM.**

Moment, w którym podpiąłem do egzoszkieletu pierwszych pacjentów, tj. np. z dystrofią mięśniową Duchenne'a; osoby niepełnosprawne, które nie były w stanie podnieść kończyn, a które dzięki elektromiografii mogą

Nauka dla rozwoju medycyny

znów zacząć się ruszać i, co za tym idzie, prowadzić rehabilitację ruchową z pomocą robota, był przełomowy w moim życiu. Zdałem sobie sprawę, że trzeba temu zagadnieniu w pełni się poświęcić i sprawić, aby ta technologia była pomocna dla jak największej liczby ludzi.

Dla jakich pacjentów są przeznaczone wytwarzane przez EGZOTech roboty?

Dla osób po udarach – stanowią największą grupą pacjentów rehabilitujących się na naszych robotach; osób po urazach rdzenia kręgowego; osób z chorobami neurodegeneracyjnymi, takimi jak np. stwardnienie rozsiane, rdzeniowy zanik mięśni. Generalnie nasze roboty sprawdzają się w rehabilitacji pacjentów ze schorzeniami bądź po urazach powodujących zmniejszenie siły mięśniowej lub osłabienie unerwienia.

Co daje pacjentowi elektromiografia? Jakie korzyści z jej wykorzystania w robocie rehabilitacyjnym płyną dla pacjenta?

Przykładowy pacjent z tymi schorzeniami, czyli po udarze, urazie rdzenia kręgowego czy z chorobami neurode-

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Materiały prasowe

Sidra Leg to robot wykorzystywany w rehabilitacji kończyn dolnych

Nauka dla rozwoju medycyny

generacyjnymi, ma w większości przypadków na tyle niską siłę mięśniową, że nie jest w stanie samodzielnie wykonać ruchu. Jest wiotki, czasem leży na łóżku, czasem siedzi na wózku inwalidzkim, i nie jest w stanie samodzielnie wyzwolić ruchu. Bardzo często tacy pacjenci są błędnie diagnozowani jako odnerwieni. Czyli jeśli manualnie sprawdzamy, czy dochodzi do skurczu mięśniowego, i go nie wyczuwamy – to pacjent jest poddawany biernej rehabilitacji.

Bierzemy kończynę pacjenta i wykonujemy za niego ruch. Takie działanie nie jest jednak skuteczne, nie przybliża do powrotu do zdrowia, nie stymuluje budowania połączeń nerwowych ani odbudowy siły mięśniowej. Po prostu taka terapia jest nieefektywna.

Natomiast dobry fizjoterapeuta, wykorzystując urządzenia z elektromiografią, może wykryć – i w tym jest właśnie ta przełomowość – **INTENCJĘ RUCHU PACJENTA.**

Nauka dla rozwoju medycyny

Elektromiografia wykrywa najdrobniejszą depolaryzację włókien mięśniowych przez potencjał czynnościowy motoneuronu. Czyli jest to sygnał, który biegnie z naszej kory mózgowej poprzez nerwy do rdzenia kręgowego i następnie do mięśni. I właśnie ten sygnał elektryczny, trafiając do mięśnia, może zostać bardzo precyzyjnie odczytany z powierzchni skóry bardzo czułym miernikiem napięcia elektrycznego. W efekcie jesteśmy w stanie odczytać intencję ruchu znacznie wcześniej, niż gdybyśmy próbowali zrobić to manualnie. I w momencie, w którym ta intencja ruchu się pojawia, nasz robot rehabilitacyjny wykonuje ruch pacjenta. Co bardzo istotne, robi to wyłącznie wtedy, gdy pacjent jest zaangażowany, czyli gdy jego mózg wysyła sygnał ruchu. Dlaczego to jest kluczowe? Jeśli pacjent angażuje się, napina mięśnie, wówczas możemy być pewni, że dochodzi do czynności mięśnia, która przy ruchu manualnym, biernym nie zachodzi.

Dlaczego zaangażowanie pacjenta jest tak ważne?

Nauka dla rozwoju medycyny

Ludzki układ nerwowy jest bardzo neuroplastyczny, ma wręcz niesamowite możliwości odbudowy. Czyli nawet po urazie rdzenia kręgowego czy po udarze pacjent naprawdę może wracać do zdrowia.

*Tyle że **NEUROPLASTYCZNOŚĆ** zachodzi wyłącznie wtedy, gdy pacjent ją samodzielnie wyzwala, kiedy się angażuje w proces rehabilitacji.*

Aby powrót utraconej funkcji był możliwy, a rehabilitacja skuteczna, musi zostać spełnionych kilka warunków: dochodzić do skurczu mięśniowego, do dużej liczby powtórzeń ruchu i do zmiany pozycji kończyny podczas wyzwalanego skurczu mięśniowego. Czyli nie wystarczy napinać mięśnie – one muszą poruszać kończyną. To daje najlepsze wyniki we wspomaganiu neuroplastyczności i odbudowy układu nerwowego.

Jak działa Luna? Proszę opisać działanie tego robota.

Nauka dla rozwoju medycyny

Luna EMG jest urządzeniem, które wspomaga kończynę pacjenta. Kiedy za pomocą elektromiografii wykrywany jest sygnał nerwowo-mięśniowy, robot dzięki wbudowanemu silnikowi elektrycznemu wykonuje ruch razem z pacjentem, wspomaga go. Stopniowo w trakcie rehabilitacji można dodawać obciążenia, zwiększać trudność wykonywania ruchu, przez co pacjent musi coraz mocniej angażować się w rehabilitację, dawać z siebie coraz więcej – a dzięki temu wracać do zdrowia, budując siłę mięśniową.

Jak działają i w jakich schorzeniach są pomocne roboty?

W EGZOTech opracowaliśmy trzy roboty rehabilitacyjne: Luna EMG, Sidra LEG i Meissa OT oraz elektromiograf z elektrostymulacją o nazwie Stella BIO.

Luna EMG ma wymienne końcówki – to te elementy, do których pacjent jest przypinany. Dzięki temu Luna może służyć do rehabilitacji kończyn gór-

Nauka dla rozwoju medycyny

nych: barku, łokcia, nadgarstka, a także dolnych: biodra, kolana, kostki. Można też dodać kierownicę – wówczas realizujemy ruch obiema kończynami. Luna to nasze najbardziej uniwersalne urządzenie – jest przeznaczone dla ośrodków rehabilitacyjnych, w których lekarze czy fizjoterapeuci chcą mieć możliwość pracy z dowolnym stawem. Jest przeznaczona dla każdego typu pacjenta i jednocześnie jest naszym flagowym produktem. To najpopularniejszy robot rehabilitacyjny w Polsce. Tych robotów jest w kraju ponad 200 i ponad 400 na świecie.

Sidra LEG to bardzo podobny robot, jeżeli chodzi o funkcjonalność, de facto dodatkowo można nim przeprowadzać elektrostymulację, czyli pobudzać aktywację mięśni elektrycznie. Jest przeznaczony tylko do kończyny dolnej – czyli jest szyną, która generuje ruch zginania i prostowania nogi, z osobnym silnikiem sterującym ruchem kostki, kolana bądź biodra.

Meissa OT – to urządzenie przeznaczone do terapii zajęciowej kończyny górnej, w szczególności ręki, do

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Materiały prasowe

Dzięki rehabilitacji z pomocą robota pacjenci odzyskują prawidłowy zakres ruchu, siłę i aktywność mięśniową

Nauka dla rozwoju medycyny

ćwiczenia różnego rodzaju chwytów oraz ruchów funkcjonalnych ręki.

Z kolei Stella BIO to sam elektromiograf z elektrostymulacją, czyli niewielkich rozmiarów urządzenie, które możemy włożyć do kieszeni spodni. Można z niego korzystać w domu i ma szerokie zastosowanie: rehabilitacja po udarach, urazach rdzenia kręgowego czy też pacjentów z neurodegeneracją. Jednym z wskazań są również schorzenia urologiczne, takie jak nietrzymanie moczu lub kału.

Problem nietrzymanie moczu dotyczy kobiet, a także ogólnie osób starszych, w znacznym stopniu obniżając jakość życia. Jak może pomóc im Stella?

*Ten problem dotyczy ponad 50 proc. społeczeństwa powyżej 55 r. ż., **W SZCZEGÓLNOŚCI KOBIET**, ale również mężczyźn np. po prostatektomii.*

Nauka dla rozwoju medycyny

Urządzenie można stosować zarówno w wysiłkowym nietrzymaniu moczu, jak i nietrzymaniem związanym z rozluźnieniem mięśni spowodowanym starzeniem się organizmu. Jest wyposażone w elektrody wewnętrzne – dopochwowe bądź doodbytnicze, które wprowadza się do ciała. Elektrody te monitorują skurcz mięśnia wewnętrznego – w ten sposób można zdiagnozować intencję bądź rzeczywisty skurcz mięśniowy dna miednicy. Podobnie jak w przypadku pozostałych grup pacjentów, zwiększając intensywność ćwiczeń, wymagając od nich większego zaangażowania – dłuższego napięcia mięśni lub napięcia ich z większą siłą, można za pomocą urządzenia budować siłę mięśniową dna miednicy oraz siłę i objętość mięśniową zwieraczy: cewki moczowej czy odbytu.

Co o Pana urządzeniach mówią lekarze medycyny fizykalnej i fizjoterapeuci?

Opinie są bardzo przychylne. Mamy dziś ponad 200 pozytywnych referencji od naszych klientów z całego świata. Otrzymaliśmy 38 nagród oraz wyróżnień, kra-

Nauka dla rozwoju medycyny

jowych i międzynarodowych – ostatnio np. odebraliśmy nagrodę Polskiego Towarzystwa Rehabilitacji za najbardziej innowacyjny sprzęt do rehabilitacji (tytuł dla robota Sidra LEG). Wielu klientów do nas wraca z zamiarem zakupienia drugiego i kolejnego urządzenia lub rozszerzenia swojego portfolio o pozostałe urządzenia. Mamy pacjentów, którzy po 15 latach od urazu rdzenia kręgowego, po latach bezskutecznej terapii, rozpoczynają rehabilitację na Lunie EMG. Wkrótce okazuje się, że są w stanie budować neuroplastyczność, zwiększają siłę mięśniową, koordynację ruchową kończyny, z pełnej wiotkości zaczynają dochodzić do sztywności i stopniowo do ruchu. To zasługa fizjoterapeutów i lekarzy, którzy posiłkują się naszymi urządzeniami w walce o jeszcze lepsze rezultaty kliniczne rehabilitacji.

Zraportu „Barometr Zawodów 2023” wynika, że fizjoterapeuci to jeden z najbardziej deficytowych zawodów w Polsce. Kolejki do świadczeń „na NFZ” są bardzo długie. Jak do Pana robotów podchodzą fizjo-

Nauka dla rozwoju medycyny

terapeuci? Czy traktują je jako pomocne narzędzie, czy też uważają, że te urządzenia - przynajmniej częściowo - odbierają im chleb?

*Nasze urządzenia **NIE ZASTĘPUJĄ I NIGDY NIE ZASTĄPIĄ** fizjoterapeutów lub lekarzy. To, co im umożliwiają, to osiągnięcie lepszych rezultatów pracy w krótszym czasie.*

Wielu fizjoterapeutów obawiało się, że jeśli ich placówka kupi robota, to w rezultacie może zwolnić część personelu, by zmniejszyć koszty. Nic takiego się nie wydarzyło. Łącznie naszych urządzeń jest już ponad 800 na całym świecie – osobiście nie spotkałem się z przypadkiem zwolnienia osoby w wyniku zakupu urządzenia. Nie tędy droga. Ci fizjoterapeuci, którzy pracują z naszymi urządzeniami, nie są w jakikolwiek sposób zagrożeni utratą pracy, a wręcz przeciwnie – zyskują lepsze możli-

Nauka dla rozwoju medycyny

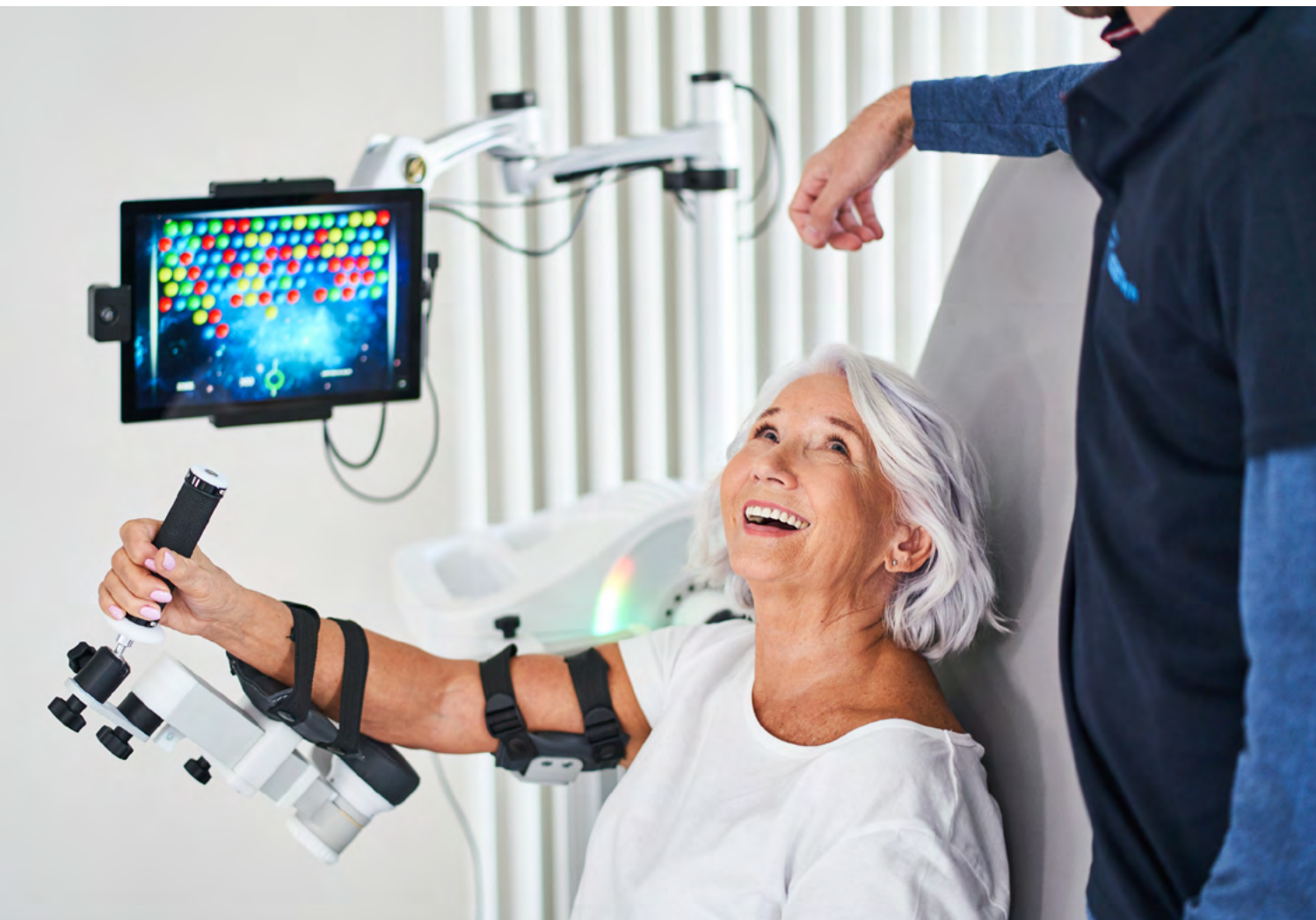
wości pomocy pacjentom, a w rezultacie, lepsze perspektywy zarobkowe.

Są ośrodki, które posiadają wiele naszych urządzeń – np. Szpital w Rybniku czy Szpital im. Grucy pod Warszawą. To świetne przykłady na to, że fizjoterapeuta, który pracował w systemie jeden na jeden z pacjentem, mając więcej dostępnych zrobotyzowanych urządzeń do rehabilitacji, jest w stanie pracować z kilkoma pacjentami jednocześnie. Może nadzorować ich terapię, wyznaczać jej przebieg, dobierać optymalne parametry, czyli w skrócie: zapewniać pacjentom najlepszą możliwą opiekę. Fizjoterapeuta czy lekarz rehabilitacji pracuje wtedy intelektualnie, merytorycznie, a nie fizycznie.

Na całym świecie roboty coraz bardziej wkraczają do medycyny. Gorzej jest z komercjalizacją. Dlaczego polskich robotów medycznych jest tak mało?

Roboty medyczne, w tym roboty rehabilitacyjne i de facto sprzęt medyczny, są znacznie trudniejsze w realizacji komercyjnej, biznesowej niż np.

Nauka dla rozwoju medycyny



Fot. Materiały prasowe

Robot Meissa pomaga w ćwiczeniu chwytów oraz ruchów funkcjonalnych ręki

Nauka dla rozwoju medycyny

oprogramowanie; znacznie trudniej stworzyć start-up czy firmę, która je opracowuje, produkuje i serwisuje i zarazem jest dochodowa. W przypadku oprogramowania nie ma ścisłych wymagań formalnych i prawnych, które muszą zostać spełnione, aby wdrożyć i wprowadzić produkt na rynek. Tymczasem w branży medycznej uzyskanie certyfikacji medycznej (innej w każdym kraju) jest warunkiem wstępnym i koniecznym do dalszej działalności.

W samej Europie należy spełnić wymagania określone w rozporządzeniu MBR, co może kosztować 50-200 tys. zł. Są wyśrubowane wymogi bezpieczeństwa – w przypadku sprzętu mechanicznego jest ich bardzo dużo, tak więc testy laboratoryjne i testy bezpieczeństwa mogą kosztować kolejne 20-70 tys. zł. Ponadto obowiązują wymogi biozgodności (np. badanie reakcji alergicznych, kiedy pacjent jest np. podpinany do sprzętu), co może kosztować jeszcze więcej, nawet 160 tys. zł. Dodatkowo, cały proces certyfikacji pochłania ogromną ilość czasu – badania biozgodności

Nauka dla rozwoju medycyny

mogą trwać 8-12 miesięcy, certyfikacja 12-24 miesiące. Badania bezpieczeństwa elektrycznego, kompatybilności elektromagnetycznej, mechanicznej trwają najkrócej, bo od 1,5 miesiąca do 9 miesięcy. To wszystko trzeba wykonać, zanim zaczniemy jakiegokolwiek działania marketingowe, ofertowanie i zanim zaczniemy pracować z pacjentami. Nie powinniśmy pracować z nimi i sprawdzać, czy dana terapia będzie działać, na sprzęcie demonstracyjnym, niecertyfikowanym, potencjalnie niebezpiecznym, potencjalnie niebiozgodnym.

*Wiele start-upów medycznych **MA PROBLEM ZE ZNALEZIENIEM FINANSOWANIA** na ten okres kilku lat, zanim dojdzie do skonfrontowania produktu z rynkiem.*

Sam proces handlowy jest bardzo skomplikowany. Trzeba wiedzieć, jak handluje się sprzętem medycz-

Nauka dla rozwoju medycyny


nym, jakie są sposoby refundacji, kto to będzie kupował – fizjoterapeuta, lekarz, szpital, Ministerstwo Zdrowia czy też ubezpieczyciel. Tak więc nawet jeżeli są naukowcy, którzy posiadają wiedzę techniczną lub medyczną, niezbędną, aby opracować dane urządzenie, to zawsze pojawia się pytanie, czy mają oni też odpowiednią wiedzę sprzedażową, która pozwoli im przewidzieć, czy po trzech latach badań i rozwoju oraz wydaniu kilku milionów złotych wprowadzą na rynek coś, co klienci zechcą w ogóle zakupić.

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione czynniki, okazuje się, że jest to bardzo wąska i trudna branża, znacznie trudniejsza niż oprogramowanie czy budowa sprzętu, a przecież w funduszach inwestycyjnych mówi się „Hardware is hard” („sprzęt jest trudny”). A dodatkowo jest to medyczny hardware, który ma trudności certyfikacyjne, handlowe – trzeba być naprawdę ekspertem niejako od wszystkiego, żeby mieć szansę na samo pojawienie się na rynku. Pamiętajmy, że szansa

Nauka dla rozwoju medycyny

na przetrwanie start-upu jest niska – szacuje się, że założyciele start-upów mają 17 proc. szans na sukces w wehikule Google Ventures, który zajmuje się start-upami związanymi z oprogramowaniem. Jeśli więc mamy 17 proc. szans na sukces w dziedzinie produkcji oprogramowania, to o ile mniej mamy szans, jeśli jest to certyfikowany sprzęt medyczny ze specyficznym modelem handlowym?!

Panu się udało...

Jestem ekspertem Komisji Europejskiej, pracuję ze start-upami, którym przyznajemy finansowanie. Tłumaczę im, że sukces trzeba przygotować, że aby za trzy lata go osiągnąć, już na starcie trzeba rozmawiać z klientami, poznawać ich potrzeby, poznawać rynek. Produkt musi odpowiadać na potrzeby jego odbiorców – to nie może być produkt dla samego produktu, wszystko musi spinać się finansowo. 

Nauka dla rozwoju medycyny

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



QUIZ: CZY (I W CZYM) ROBOTY ZASTĄPIĄ LEKARZY?

Fot. WPROST.pl

Operacja przeprowadzona przy użyciu robota da Vinci w Centrum Chirurgii Robotycznej WIM - PIB

Nauka dla rozwoju medycyny

Robotyka medyczna to dynamicznie rozwijający się dział nauki. Jak wpłynie to na życie lekarzy i pacjentów, czy wszechstronne, niezawodne, precyzyjne roboty zastąpią lekarzy? W JAKI SPOSÓB WSPÓŁCZESNA MEDYCYNĄ WYKORZYSTUJE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE ROBOTYKI? NA TE (I INNE) PYTANIA ODPOWIEDZIELIŚMY W MAJOWYM CYKLU „POLSKA NAUKA DLA ROZWOJU MEDYCYNY I ZDROWIA POLAKÓW”. Sprawdź, co o tym wiesz!



Tekst: **Maciej Pinkosz**

Wmaju na łamach „Wprost” rozmawiamy z wybitnymi naukowcami na temat rozwoju robotyki medycznej. Jak mówi dr hab. n. med. inż. Zbigniew Nawrat, rynek ten obecnie jest wart już ponad 650 mln zł, a za 3 lata będzie wart 2 mld zł. Niestety, mimo że coraz czę-

Nauka dla rozwoju medycyny

ściej w szpitalach w Polsce są wykorzystywane roboty chirurgiczne, to nie doczekaliśmy się nadal robota polskiej produkcji.

Prof. Mariusz Olszewski, wieloletni dyrektor Instytutu Automatyki i Robotyki Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, zwraca uwagę, że

„*słynny „robot” da Vinci tak naprawdę... nie jest robotem! **TO TELEOPERATOR,** sterowany z zewnątrz przez człowieka.*”

Nie zmienia to faktu, że wykorzystanie takich maszyn w medycynie operacyjnej niesie ze sobą szereg niekwestionowanych korzyści, takich jak precyzja, małoinwazyjność, możliwość obserwowania pola operacyjnego w dużym powiększeniu, eliminowanie drżenia rąk, większy zakres ruchów ręką.

Dzięki podwyższeniu wycen Narodowego Funduszu Zdrowia za operacje z użyciem robotów od około dwóch lat obserwujemy prawdziwy boom na wykorzystanie


Nauka dla rozwoju medycyny

tych urządzeń w medycynie. Tylko w 2023 roku kolejnych 19 szpitali zaczęło wykonywać operacje robotowe, co daje liczbę ponad 60 polskich szpitali korzystających z usług tego typu maszyn.

Roboty mogą być wykorzystywane nie tylko w chirurgii. Luna-EMG to robot rehabilitacyjno-diagnostyczny, skutecznie wspomagający kinezyterapię pacjentów ortopedycznych i neurologicznych. Nowoczesne maszyny mogą być również wykorzystywane w terapii polisensorycznej, gdzie ich zadaniem jest odwzorowywać i odzwierciedlać ludzkie emocje. Mogą być również nieodzowne podczas pandemii, kiedy z zachowaniem należytych zasad sanitarnych są w stanie np. zmierzyć temperaturę pacjenta. Ponadto studenci (z Politechniki Śląskiej i Politechniki Białostockiej) stworzyli prototypy robotów dla dzieci.

Co wiesz o robotyce medycznej? Przy jakich zabiegach roboty są najczęściej wykorzystywane? Sprawdź swoją wiedzę!

Nauka dla rozwoju medycyny

Odpowiedzi na wszystkie pytania znajdziesz w artykułach pod quizem, które ukazały się w cyklu Wprost: Polska nauka dla rozwoju medycyny i zdrowia Polaków. 

ROZWIĄŻ QUIZ

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



ROBOT JAK CZŁOWIEK: CZY TO JUŻ MEDYCYNA JUTRA?

Fot. PIM MSWiA

Kardiochirurdzy wykonujący operację serca za pomocą robota da Vinci w PIM MSWiA. Prof. Piotr Suwalski Zdr Smoczyńskim, z którym najczęściej operuje, rozumiemy się bez słów

Nauka dla rozwoju medycyny

*Jakie korzyści odniosą pacjenci i lekarze dzięki przeprowadzaniu operacji z użyciem robota? W jaki sposób roboty pomogą osobom z tetraplegią? Dlaczego robotyka to szansa na lepszą rehabilitację dla osób z chorobami neurodegeneracyjnymi? Na te (i inne) pytania odpowiedzieliśmy w majowym cyklu „Polska nauka dla rozwoju medycyny i zdrowia Polaków”. **SPRAWDŹ, CZY WIESZ JAK ROBOTY ZMIENIŁY REHABILITACJĘ OSÓB PO UDARZE** oraz gdzie w Europie wykonuje się najwięcej operacji kardiochirurgicznych z użyciem robota.*



Tekst: **Maciej Pinkosz**

W maju na łamach „Wprost” rozmawialiśmy z wybitnymi naukowcami i lekarzami na temat rozwoju robotyki medycznej. Prof. dr hab. n. med. Piotr Suwalski, dyrektor Państwowego Instytutu Medycznego MSWiA, który

Nauka dla rozwoju medycyny

wykonał kilkaset operacji kardiochirurgicznych z użyciem robota, opowiedział o pracy chirurga, który steruje robotem.

*Dzięki zastosowaniu robotów w operacjach kardiochirurgicznych **PACJENCI SZYBCIEJ WRACAJĄ DO ZDROWIA, PONIEWAŻ OPERACJE SĄ MNIEJ INWAZYJNE.** Jeden z pacjentów na drugi dzień po operacji samodzielnie wrócił ze szpitala samochodem.*

Polscy lekarze mają ogromne doświadczenie w wykonywaniu takich operacji – ośrodek w PIM MSWiA jest największym ośrodkiem w Europie wykonującym operacje kardiochirurgiczne z zastosowaniem robota da Vinci.

Dr inż. Bartłomiej Stańczyk w rozmowie z „Wprost” przytacza konkretne przykłady wymiernych korzyści dla medycyny, jakie niesie zastosowanie robotów. Są

Nauka dla rozwoju medycyny

to między innymi obniżenie kosztów, zwiększenie dostępności, jakości i wydajności operacji. Dr Stańczyk jest konstruktorem robota, który pomaga osobom z tetraplegią żyć bardziej samodzielnie – zamocowane do wózka inwalidzkiego ramię robotyczne jest w stanie wykonywać wiele czynności, które dla sparaliżowanej osoby są niemożliwe, jak np. otwarcie drzwi, sięgnięcie po jedzenie czy picie. Marzeniem dr. Stańczyka jest skonstruowanie robota do operacji pediatrycznych.

Dr Michał Mikulski, założyciel i prezes zarządu polskiej firmy produkującej roboty rehabilitacyjne, opowiada o pierwszym robocie rehabilitacyjno-diaagnostycznym, dzięki któremu osoby z dystrofią mięśniową Duchenne’a, osoby niepełnosprawne mogą znów zacząć się ruszać. Kluczowe okazało się wykorzystanie elektromiografii, czyli umiejętności odczytywania i interpretacji aktywności elektrycznej mięśnia.


Nauka dla rozwoju medycyny

”*Dzięki temu jest możliwe sterowanie egzoszkieletem, który w momencie, gdy pojawia się intencja ruchu, wykonuje go za pacjenta. **TO INNOWACYJNE PODEJŚCIE WSPOMAGA NIEPEŁNOSPRAWNEGO PACJENTA W REHABILITACJI,** a stopniowe dodawanie obciążeń powoduje konieczność mocniejszego zaangażowania pacjenta, co skutkuje budowaniem siły mięśniowej.*

Prof. Konrad Rejdak, neurolog, kierownik Kliniki Neurologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, był kierownikiem grupy badawczej w międzynarodowym konsorcjum tworzącym robota dla chorych z zaburzeniami otępiennymi w ramach grantu Horizon 2020 (RAMCIP). „Wprost” opowiedział o robotach, które komunikują się z pacjentem, potrafią zakręcić kurek gazu, zaalarmować opiekuna, jeśli pacjent się przewrócił, wspomóc rehabilitację ruchową i komunikacyjną. Prze-

Nauka dla rozwoju medycyny

konuje też, że w Polsce są znakomici lekarze i inżynierowie, dlatego jest potencjał do tworzenia w Polsce nowych technologii pomagającym pacjentom, również robotycznych.

Co wiesz o robotyce medycznej? Sprawdź swoją wiedzę, zajrzyj do cyklu Wprost: Polska nauka dla rozwoju medycyny i zdrowia Polaków. 

ROZWIĄŻ QUIZ

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



CZY ROBOT DA VINCI JEST ROBOTEM? ROZMOWY WPROST O MEDYCYNIE

Nauka dla rozwoju medycyny

*Bez pomocy robota da Vinci dziś nie można już sobie wyobrazić wykonywania niektórych operacji. Jednak **TAK NAPRAWDĘ DA VINCI NIE JEST ROBOTEM – MÓWI PROF. MARIUSZ OLSZEWSKI**, wieloletni dyrektor Instytutu Automatyki i Robotyki Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. **CZYM DA VINCI JEST W RZECZYWISTOŚCI I CZY ROBOTY NAUCZĄ SIĘ ZASTĘPOWAĆ CHIRURGÓW, PIEŁĘGNIARKI, TOWARZYSZYĆ PACJENTOM?***

*Tekst: **Jan Matura***

Roboty zaczęto tworzyć już w latach 60. XX wieku. Bardzo szybko pojawiły się też pomysły, by zastosować je w medycynie, zwłaszcza w chirurgii. Przede wszystkim w sytuacjach, gdy chirurgowi trudno jest być na miejscu operacji lub przebywanie jest tam niebezpiecznie (np. na polu walki). Robot miał dotrzeć tam, gdzie człowiek nie może.

Nauka dla rozwoju medycyny

Dziś najczęściej roboty medyczne są stosowane w chirurgii. - Przede wszystkim musimy sobie jednak zdać sprawę z tego, że robot da Vinci nie jest prawdziwym robotem. Tak naprawdę jest to teleoperator, sterowany z zewnątrz przez człowieka – wyjaśnia prof. Mariusz Olszewski. Jednak roboty chirurgiczne (to nie tylko da Vinci) tak przyjęły się w medycynie, że bez nich nie byłoby możliwe wykonywanie wielu operacji. Ich zaletą jest przede wszystkim precyzja, małoinwazyjność, możliwość obserwowania pola operacyjnego w dużym powiększeniu, eliminowanie drżenia rąk, większy zakres ruchów ręką.

– *Gdy w latach 90. zaczynaliśmy pracę nad robotami, nie wyobrażaliśmy sobie, **ŻE ZAPOTRZEBOWANIE NA ROBOTY MEDYCZNE MOŻE TAK SIĘ ROZWINĄĆ.***

Nauka dla rozwoju medycyny

W 2024 roku światowy rynek robotyki medycznej to ok. 16 mld USD, a do 2029 powiększy się do 34 mld mld USD – mówi prof. Olszewski.

Na początku XXI wieku za pomocą robota przeprowadzono pierwszą operację przez Atlantyk: okazało się jednak, że na operacje na taką odległość jest jeszcze za wcześnie, ze względu na opóźnienia w przesyłaniu danych, co mogłoby powodować niebezpieczeństwo dla pacjenta. Inżynierowie jednak cały czas pracują nad kolejnymi wersjami robotów, bardziej udoskonalonymi.

Nie tylko do operacji

Chirurgia to niejedyne zastosowanie robotów: bardzo popularne są np. roboty rehabilitacyjne. – Dzięki nim możemy np. ze szpitala zdalnie prowadzić terapię ruchową chorego w jego mieszkaniu, kontrolując poprawność wykonywania ruchów – mówi prof. Olszewski.

Innym rodzajem robotów, które sprawdzają się w medycynie, są roboty asystujące np. osobom starszym, dzieciom przebywającym w szpitalach, dzie-

Nauka dla rozwoju medycyny

ciom z niepełnosprawnością. Zwykle są to tzw. roboty humanoidalne.

Szanse na polskie roboty?


Prof. Olszewski zaznacza, że w Polsce również wielu lat toczyły się prace nad stworzeniem nowoczesnych systemów rotacyjnych. Z reguły jednak kończyły się na pomysłach akademickich. – Od 1989 do dziś w zasadzie nie były u nas dostępne możliwości realizacji tych nowych rozwiązań – zaznacza prof. Olszewski.

Bardzo dobrze natomiast **SPRAWDZAJĄ SIĘ POLSKIE ROBOTY W REHABILITACJI.**

Robot zamiast lekarza

Czy w medycynie jest szansa na w pełni samodzielne roboty będą mogły przeprowadzać operacje? – Nie widzę możliwości, żeby kiedyś roboty zastąpiły lekarza, jed-

Nauka dla rozwoju medycyny

nak już teraz bardzo efektywnie wspomagają pracę chirurgów: dzięki temu operacje mogą być przeprowadzone dużo bardziej dokładnie. Poza tym robot nigdy nie jest zmęczony, nie musi iść spać. Dlatego roboty będą nam pomocne w możliwie największym stopniu, w jakim możemy sobie to wyobrazić – mówi prof. Olszewski. 

Posłuchaj całej rozmowy red. Krzysztofa Michalskiego z prof. Mariuszem Olszewskim.

ZOBACZ WIDEO

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRZYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Nauka dla rozwoju medycyny

PRZYSZŁOŚĆ ROBOTYKI W MEDYCYNIE



NIE MUSZĄ BYĆ HUMANOIDALNE

O nowoczesnych urządzeniach medycznych w rozmowie z Katarzyną Pinkosz opowiada prof. Konrad Rejdak

Nauka dla rozwoju medycyny

Pierwsze roboty już dziś są wykorzystywane w opiece nad osobami z chorobami neurologicznymi. TRWAJĄ PRACE NAD STWORZENIEM BARDZO SKOMPLIKOWANYCH URZĄDZEŃ, KTÓRE BĘDĄ MOGŁY POMÓC W CODZIENNYM ŻYCIU, KOMUNIKOWAĆ SIĘ Z PACJENTAMI, A W RAZIE POTRZEBY WEZWĄ POMOC. Przyszłość rozwoju neurologii to nie tylko leki, ale też nowoczesne urządzenia medyczne – mówi prof. Konrad Rejdak, prezes Polskiego Towarzystwa Neurologicznego.



Tekst: **Katarzyna Pinkosz**

Robot da Vinci zrewolucjonizował chirurgię – coraz częściej operacje są wykonywane z jego użyciem. Jednak nowoczesne technologie, w tym roboty, mogą też doskonale sprawdzić się w opiece nad pacjentami ze schorzeniami neurologicznymi, np. po udarze mózgu, z chorobą Alzheimera,

Nauka dla rozwoju medycyny

Parkinsona. Takie urządzenia już powstają i są coraz częściej wykorzystywane. To zarówno proste roboty, które pomagają w opiece, np. zmieniając położenie leżącej osoby, która nie jest w stanie sama tego zrobić, jak również bardzo skomplikowane urządzenia, które potrafią komunikować się z pacjentem, towarzyszyć mu w codziennych czynnościach, wspomagać rehabilitację.

Przyjazny, opiekuńczy, ale... nie humoidalny

Prof. Konrad Rejdak, neurolog, kierownik Kliniki Neurologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, był kierownikiem grupy badawczej w międzynarodowym konsorcjum tworzącym robota dla chorych z zaburzeniami otępiennymi w ramach grantu Horizon 2020 (RAMCIP).

– Tworzenie robota poprzedziliśmy analizą opinii: pytaliśmy, czy powinien on przypominać człowieka, czy jednak bardziej urządzenie medyczne. Osoby z otępieniem to szczególna grupa, stopniowo

Nauka dla rozwoju medycyny

tracą rozumienie świata i zdolność komunikowania.

Większość osób badanych zadeklarowała, że **WOLAŁABY, BY URZĄDZENIE NIE BYŁO ŁUDZĄCO PODOBNE DO CZŁOWIEKA**, m.in. dlatego, żeby nie wzbudzić uczucia strachu, że oto jest obok nas ktoś przypominający człowieka, kto nigdy nie jest zmęczony, ma ponadludzką siłę.

Dlatego nasze urządzenie było rozwiązaniem pośrednim; poruszało się na kółkach, miało monitor przypominający głowę, wyświetlały się na niej obrazy uproszczonej twarzy, jak z kreskówki, ale nie było wątpliwości, że to nie jest człowiek – mówi prof. Rejdak.

Robot miał za zadanie towarzyszyć na co dzień osobie z demencją, pomagać jej w codziennych czynno-

Nauka dla rozwoju medycyny

ściach, np. w przygotowaniu posiłku, ubieraniu się, rehabilitacji. Potrafił zareagować, jeśli pacjent wykonał coś nieprawidłowo, co mogłoby być niebezpieczne dla jego zdrowia (gdy np. nie zakręcił kurka gazu, robot wykonywał za niego tę czynność). Mógł zaalarmować opiekuna, jeśli np. pacjent przewrócił się i leżał na podłodze.

– *Był tak zaprojektowany, że w takim przypadku najpierw pytał, co się stało. Jeśli uzyskał odpowiedź, to nie reagował; jeśli nie dostał odpowiedzi lub była ona niezadowolająca, alarmował opiekuna – opowiada prof. Rejdak.*

ROBOT MÓGŁ TEŻ NP. PRZYNIEŚĆ KUBEK, PODAĆ TABLETKĘ, POMÓC W REHABILITACJI RUCHOWEJ CZY REHABILITACJI MOWY.

Stworzony przez zespół naukowców prototyp robota jest obecnie wykorzystywany w ośrodku w Barcelonie,

Nauka dla rozwoju medycyny

w którym znajdują się m.in. osoby z otępieniem. – Cieszę się że ten pionierski projekt jest rozwijany, ma również swoich „następców”. Cieszę się też, że do jego rozwoju przyczyniła się także polska firma z Lublina; w Polsce mamy świetnych naukowców, inżynierów, którzy mogą uczestniczyć w tworzeniu tak skomplikowanych projektów – mówi prof. Rejdak.

Technologia dla pacjentów

Prof. Rejdak zaznacza, że nowoczesne technologie towarzyszą nam w codziennym życiu; przykładem są choćby urządzenia pilnujące domu czy odkurzacze, które same sprzątają. Dlatego teraz warto wykorzystać nowe technologie, by pomagały chorym. Potrzeba jest ogromna, gdyż jesteśmy starzejącym się społeczeństwem, coraz więcej osób będzie potrzebowało wsparcia. – Oczywiście, maszyna nie zastąpi bliskiej osoby, jej empatii, ale może bardzo wspomóc rodziny czy też np. personel w szpitalu – zaznacza prof. Rejdak.

Nauka dla rozwoju medycyny

Roboty mogą być pomocne zarówno dla pacjentów po udarze mózgu, jak też np. z chorobami neurodegeneracyjnymi, które postępują, jak np. choroba Alzheimera: tu jednak stopień skomplikowania robota powinien być jeszcze większy, ponieważ musiałby się on dostosowywać do faz choroby.

„*Dużym problemem prawnym i etycznym jest też **KWESTIA, KTO EW. BYŁBY ODPOWIEDZIALNY ZA POPEŁNIONY PRZEZ ROBOTA BŁĄD.** Jest to obecnie ważna kwestia legislacyjna do rozwiązania.*

– Bezpieczeństwo pacjentów to rzecz najważniejsza, jednak moim zdaniem to już nieodległa przyszłość, kiedy będziemy mieć urządzenia, które będą komunikować się z pacjentem, spełniać jego prośby. Nie zastąpią człowieka, ale będą dla niego dużym wsparciem – mówi prof. Rejdak. Roboty przypominające psa, kota czy fokę mogą też pomóc osobom z de-

Nauka dla rozwoju medycyny

mencją, czy chorobą Alzheimera, które dzięki temu zyskają towarzysza.

Czy roboty mogą powstawać w Polsce?

W Polsce nie udało się wyprodukować robota, który sprawdza się w chirurgii, powstają jednak np. roboty rehabilitacyjne, które pomagają pacjentom. Zdaniem prof. Rejdaka jest też możliwe tworzenie polskich robotów pomocnych pacjentom z chorobami neurologicznymi. – Mamy potencjał znakomitych naukowców, inżynierów; konieczna jest współpraca. My możemy pokazać potrzeby, inżynierowie muszą stworzyć urządzenia, jednak żeby je wprowadzić na rynek konieczne są fundusze i współpraca z przedsiębiorcami, gdyż niezbędne są testy kliniczne, standaryzacja, uzyskanie certyfikatów. Potrzeby społeczne są jednak ogromne, dlatego warto pracować nad tym, by takie urządzenia powstawały, także w Polsce – zaznacza prof. Rejdak.

Nauka dla rozwoju medycyny

Posłuchaj całej rozmowy red. Katarzyny Pinkosz
z prof. Konradem Rejdakiem.

ZOBACZ WIDEO

PROJEKT FINANSOWANY ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA,
PRZYZNANYCH PRZEZ MINISTRA NAUKI W RAMACH
PROGRAMU SPOŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ NAUKI



**Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego**

