

Prof. dr hab. n.med. Tomasz Zubilewicz  
Klinika Chirurgii Naczyń i Angiologii  
Uniwersytetu Medycznego w Lublinie  
20-081 Lublin, ul. Staszica 11  
tel. sekretariat: 81 53 221 40  
Tel kom: 604412002  
e-mail: [tomzubil@onet.pl](mailto:tomzubil@onet.pl)

## **OCENA**

### **Dorobku naukowego, organizacyjnego, dydaktycznego i popularyzatorskiego w postępowaniu habilitacyjnym dr n. med. Paweł Rynio**

#### **Nadrzędne cele recenzji:**

Stwierdzenie czy osiągnięcia naukowe kandydata spełniają kryteria określone określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 ze zm.).

1. Stwierdzenie czy osiągnięcia naukowe kandydata są wystarczające do nadania tytułu naukowego doktora habilitowanego nauk medycznych

#### **Ogólne informacje o habilitancie**

Dr n. med. Paweł Rynio ukończył studia na Wydziale Lekarskim Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie w 2013 roku. W 2021 roku uzyskał specjalizację z chirurgii naczyń. Od roku 2018 do chwili obecnej nadal pracuje jako asystent naukowo-dydaktyczny w Klinice Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Angiologii SPSK Nr 2 PUM w Szczecinie. W 2017 roku uzyskał stopień doktora nauk medycznych na podstawie pracy doktorskiej pt. „Remodeling ujść tętnic nerkowych po endowaskularnym leczeniu tętniaka aorty brzusznej z użyciem stentgraftu z mocowaniem nadnerkowym”; Promotor: Dr hab. n. med. Miłosław Cnotliwy, prof. PUM

#### **Osiągnięcia naukowe**

Przedmiotem oceny osiągnięcia naukowego określonego w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

zatytułowanego „Innowacyjne zastosowania technologii druku 3D w chirurgii naczyniowej”

stanowi spójny cykl siedmiu publikacji, które zostały wydane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym oraz sumarycznym IF (Impact Factor) wynoszącym 25,84 (punktacja MNiSW 695). We wszystkich siedmiu pracach habilitant jest pierwszym autorem.

Nadrzędną ideą badań klinicznych habilitanta, które są podstawą oceny osiągnięcia naukowego, było wprowadzenie nowych technologii druku 3D w chirurgii naczyniowej. Celem finalnym było uzupełnienie aktualnego stanu wiedzy na temat pionierskiego zastosowania klinicznego trójwymiarowych modeli naczyń tętniczych specyficznych dla pacjenta, wytwarzanych za pomocą druku 3D i implementowanych do wybranych zabiegów z chirurgii naczyniowej. Na cykl publikacji będących przedmiotem postępowania habilitacyjnego składają się:

1. **Rynio, P.**; Wojtuń, M.; Wójcik, Ł.; Kawa, M.; Falkowski, A.; Gutowski, P.; Kazimierczak, A. The accuracy and reliability of 3D printed aortic templates: a comprehensive three-dimensional analysis. *Quant Imaging Med Surg.* 2022;12(2):1385-1396. doi: 10.21037/qims-21-529.

**Impact Factor: 3,837 Punktacja MEiN: 70.000**

Publikacja obejmuje opracowanie metody porównania dokładności modelu 3D ze źródłową tomografią komputerową, opracowanie punktów kluczowych pomiarów, opracowanie metody porównania siatek modelu 3D przed i po wydruku 3D, selekcji badań tomografii komputerowej, przygotowaniu segmentacji aorty, modelowaniu szablonów 3D, wydruku modeli 3D

2. **Rynio, P.**; Galant, K.; Łukasz, W.; Grygorcewicz, B.; Kazimierczak, A.; Kawa, M. *Effects of Sterilization Methods on Different 3D Printable Materials for Templates of Physician-Modified Aortic Stent Grafts Used in Vascular Surgery — A Preliminary Study.* *Int J Mol Sci.* 2022;23(7):3539. doi: 10.3390/ijms23073539

**Impact Factor: 5,923 Punktacja MEiN: 140.000**

Publikacja obejmuje opracowanie koncepcji i założeń badania w tym doborze metod sterylizacji, wyborze drobnoustrojów wskaźnikowych jakości procesu sterylizacji,

opracowaniu metod porównania geometrii i wymiarów modeli przed i po sterylizacji, wybraniu materiałów i technologii druku 3D do wykonania modeli 3D.

3. **Rynio, P.;** Gutowski, P.; Kazimierczak, A.; Physician-Modified Stent-Grafts Created in the Three-Dimensionally Aortic Template Have Better Reliability and Greater Alignment With the Target Vessels Than Stent-Grafts Modified Based on Measurements From Computed Tomography: *J. Endovasc. Ther.* 2022, 152660282210953, doi:10.1177/15266028221095396.

**Impact Factor: 3,487 Punktacja MEiN: 100.000**

Publikacja obejmuje opracowanie koncepcji i założeń badania, w tym metody porównawczej jakości i dokładności stent-graftów fenestrowanych wykonywanych przy pomocy szablonu 3D aorty vs. w oparciu o pomiary z tomografii komputerowej, przygotowanie segmentacji aorty, komputerowym modelowaniu

4. **Rynio, P.;** Kazimierczak, A.; Jedrzejczak, T.; Gutowski, P. A 3-Dimensional Printed Aortic Arch Template to Facilitate the Creation of Physician-Modified Stent-Grafts. *J. Endovasc. Ther.* 2018, 25, 554–558, doi:10.1177/1526602818792266.

**Impact Factor: 2,986 Punktacja MEiN: 35.000**

Publikacja obejmuje opracowanie koncepcji i założeń badania, w tym opracowaniu metody druku 3D szablonu aorty na podstawie tomografii komputerowej, doboru pacjenta, postawieniu hipotez badawczych.

5. **Rynio, P.;** Jedrzejczak, T.; Rybicka, A.; Milner, R.; Gutowski, P.; Kazimierczak, A. Initial Experience with Fenestrated Physician-Modified Stent Grafts Using 3D Aortic Templates. *J. Clin. Med.* 2022, Vol. 11, Page 2180, doi:10.3390/JCM11082180.

**Impact Factor: 4,241 Punktacja MEiN: 140.000**

Publikacji obejmuje opracowanie koncepcji i założeń badania, w tym opracowanie kryteriów włączenia do badania, metodyki modyfikacji stent-graftów, metodyki druku 3D, komputerowym modelowaniu, wydruku modeli 3D, sterylizacji modeli, wykonywaniu modyfikacji stent-graftów,

6. **Rynio, P.; Kazimierczak, A.; Jedrzejczak, T.; Gutowski, P.** A 3D Printed Aortic Arch Template to Facilitate Decision-Making Regarding the Use of an Externalized Transapical Wire during Thoracic Endovascular Aneurysm Repair. *Ann. Vasc. Surg.* 2019, 54, 336.e5-336.e8, doi:10.1016/j.avsg.2018.06.021.

**Impact Factor: 1,125 Punktacja MEiN: 70.000**

Publikacja obejmuje opracowanie koncepcji i założeń badania, w tym postawienie hipotez badawczych, przygotowanie segmentacji aorty, komputerowe modelowanie.

7. **Rynio, P.; Falkowski, A.; Witowski, J.; Kazimierczak, A.; Wójcik, Ł.; Gutowski, P.** Simulation and Training of Needle Puncture Procedure with a Patient-Specific 3D Printed Gluteal Artery Model. *J. Clin. Med.* 2020;9:686, doi:10.3390/jcm9030686.

**Impact Factor: 4,241 Punktacja MEiN: 140.000**

Publikacja obejmuje opracowanie koncepcji i założeń badania, w tym opracowanie metody fabrykacji fantomu miednicy i pośladków, opracowanie metody weryfikacji użyteczności modelu, opracowaniu kwestionariuszy, postawieniu hipotez badawczych.

**Najistotniejsze wnioski wynikające z analizy wyników badań prowadzonych przez habilitanta są następujące:**

1. Habilitant dokonał oceny dokładności spersonalizowanego szablonu 3D w patologii aorty, możliwości jego zastosowania.
2. Oceniał bezpieczeństwo użytkowania modeli 3D aorty w chirurgii naczyniowej
3. Określił wpływ szablonów 3D aorty na jakość fenestrowanych stent- graftów samodzielnie modyfikowanych przez operatora
4. Uzasadni zastosowanie kliniczne szablonów 3D aorty w chirurgii naczyniowej
5. Praktyczna symulacja procedur wewnątrznaczyniowych z wykorzystaniem druku 3D

Badania prowadzone przez habilitanta w dużym stopniu poszerzyły wiedzę na temat zastosowania druku medycznego 3D do celów chirurgii naczyniowej . Należy podkreślić iż powyższe techniki druku 3D znajdują się na wczesnym etapie rozwoju. Drukowane modele 3D stanowią wierną replikę źródłowych danych obrazowych. Zastosowanie druku 3D w chirurgii naczyniowej może mieć przeznaczenie praktyczne

do wykonywania szablonów 3D do modyfikacji stent-graftów na sali operacyjnej i przed-zabiegowej symulacji procedur chirurgicznych. Szablony aorty 3D mogą być sterylizowane metodami rutynowo dostępnymi w szpitalach. Sterylizacja skutkuje pełną inaktywacją drobnoustrojów, nawet wewnątrz złożonych przestrzennie modeli 3D. Wykorzystanie szablonu 3D do zaprojektowania stent-graftu fenestrowanego przyczynia się do poprawienia jakości endoprotezy. Stent-grafty fenestrowane wykonane przy użyciu szablonów 3D przez różnych operatorów są o zbliżonej geometrii, w przeciwieństwie do metody opartej na modyfikacji stent-graftu fenestrowanego na podstawie pomiarów tomografii komputerowej, gdzie stent-grafty fenestrowane różnią się w większym zakresie pomiędzy wykonującymi je osobami. Wykazano, że szablony 3D zwiększają liczbę współosiowo ustawionych fenestracji względem naczyń docelowych, co ma wpływ na metryki operacyjne i kliniczne wyniki leczenia podczas obserwacji.

Szablony aorty 3D mogą być stosowane z powodzeniem do modyfikowania stent-graftów. Wcielenie ich do *armamentarium* chirurga naczyniowego jest wykonalne. Jednak należy zwrócić uwagę, że kompleksowe operacje wewnątrzortalne w połączeniu z techniką modyfikacji stent-graftu stanowią olbrzymią trudność techniczną i zabiegi takie powinny być wykonywane w ośrodkach o odpowiednim doświadczeniu i z właściwym wyposażeniem dostosowanym do drukowania szablonów 3D. Medyczny druk 3D może być także używany do praktycznej symulacji procedur wewnątrznacyniowych przed skomplikowanymi zabiegami. Anatomiczne wydruki 3D mogą odzwierciedlać wygląd prawdziwych narządów z barwnym unaczynieniem i realistyczną fakturą tkanki. Możliwe jest generowanie złożonych sytuacji klinicznych jak drukowany model 3D miednicy i pośladków służący treningowi nakłucia tętnicy pośladkowej, pomocnemu w praktyce. Biorąc pod uwagę dynamiczny rozwój zastosowań innowacyjnych technologii medycznych 3D w chirurgii naczyniowej, wyniki prowadzonych badań mogą mieć istotne implikacje kliniczne i naukowe. Dane zebrane w sposób usystematyzowany dzięki właściwemu zaprojektowaniu pionierskich badań eksperymentalnych obejmujące informacje pozyskane w trakcie kwalifikacji do zabiegów, samych innowacyjnych zabiegów endowaskularnych oraz z odległej w czasie obserwacji pacjentów po tych zabiegach, wzbogacają wiedzę medyczną o tych nowatorskich strategiach terapeutycznych, o ich zaletach, ale także wadach i możliwych niekorzystnych następstwach i powikłaniach.

## Pozostały dorobek naukowy

Habilitant, poza pracami będącymi podstawą osiągnięcia naukowego podlegającego ocenie swoją aktywność naukową zogniskował na badaniach dotyczących możliwości:

- a) Od 2020 roku jest kierownikiem projektu *Rozwój i wzmocnienie transgranicznej współpracy w zakresie innowacyjnego zastosowania wirtualnych i drukowanych modeli 3D chorób w spersonalizowanej medycynie zabiegowej XXI wieku*. Partnerami projektu są Szpital Kliniczny PUM w Szczecinie oraz Uniwersytet Medyczny w Greifswaldzie (Niemcy). Głównym celem projektu jest skonsolidowanie współpracy pomiędzy partnerami Euroregionu Pomerania.
- b) W 2021 roku został stypendystą międzynarodowego programu mentorskiego organizowanego przez Towarzystwo Chirurgii Naczyniowej (*Society for Vascular Surgery*). W ramach tej inicjatywy pracował przez rok z profesorem Ross Milnerem z Uniwersytetu w Chicago.
- c) W roku 2020 współpracował z Laboratorium Medycznego Obrazowania i Obliczeń (*Laboratory of Medical Imaging and Computation*) na Medycznej Szkole Harvardu. Celem współpracy było wytrenowanie sieci neuronowej głębokiego uczenia zdolnej do automatycznej segmentacji tętniaka aorty brzusznej oraz aorty i jej gałęzi trzewno-nerkowych a następnie automatycznej transformacji do szablonu aorty 3D.
- d) Od 2021 roku prowadzi niekomercyjne badanie kliniczne finansowane przez Agencję Badań Medycznych pt. Ocena bezpieczeństwa i efektywności klinicznej stent-graftów aortalnych modelowanych przy użyciu innowacyjnej technologii drukowania modeli w formacie 3D
- e) W 2018 roku odbył staż kliniczny w Centrum Chirurgii Naczyniowej i Wewnętrzznacyniowej w Hôpital Marie-Lannelongue w Paryżu u prof. Haulona
- f) W 2019 roku odbył staż w Narodowym Centrum Chorób Sercowo-Naczyniowych, Fuwai Hospital, Pekin, Chiny, pod kierownictwem prof. Chang Shu.
- g) Współpracuje z Oddziałem Chirurgii z Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Opolu. Przedmiotem współpracy jest propagacja techniki modyfikowania stent-graftów w szablonach 3D.

h) W 2022 roku otrzymał grant z programu *Inkubatory Innowacyjności* pt. „*AngioVRRehab*” – *rehabilitant wirtualnej rzeczywistości pacjentów po operacjach naczyniowych*. Do realizacji tego projektu nawiązał współpracę z Katedrą Symulacji Morskich Akademii Morskiej w Szczecinie.

### **Działalność dydaktyczna i popularyzatorska**

Habilitant uczestniczył w pracach komitetów naukowych krajowych i międzynarodowych konferencji, także jako zaproszony wykładowca. Uczestniczył w licznych krajowych i międzynarodowych stażach i konferencjach naukowych. Na etacie naukowo-dydaktycznym w PUM został zatrudniony w 2018 roku. W Klinice Chirurgii Naczyniowej pełnił funkcje opiekuna stażystów podyplomowych i stażystów rezydentów innych specjalności. Prowadzi Studenckie Koło Naukowe przy Klinice Chirurgii Naczyniowej, Chirurgii Ogólnej i Angiologii od 2017 roku. Efektem było powstanie 11 prac zaprezentowanych na studenckich konferencjach naukowych.

W 2022 roku został powołany na funkcję Kierownika Ośrodka Szkoleniowego Zaawansowanych Technik Aortalnych. Celem Ośrodka jest prowadzenie szkoleń z zakresu kompleksowych procedur aortalnych, w tym propagacji umiejętności modyfikacji stent-graftów w szablonach 3D. Do dyspozycji Ośrodka Szkoleniowego pozostaje Pracownia Symulatorów Chirurgicznych, która dysponuje szeroką infrastrukturą do prowadzenia szkoleń w warunkach przedoperacyjnych.

### **Informacje o osiągnięciach popularyzujących naukę**

1. W 2020 roku prezentował swoje wynalazki na targach IPITEx (ang. *International Intellectual Property, Invention, Innovation and Technology Exposition*) w Bangkoku. Mój wynalazek pn. „**Mieszana rzeczywistość**” - jako narzędzie do wytwarzania spersonalizowanej protezy wewnątrznaczyniowej”, zwany HoloGraftem, zdobył złoty medal oraz nagrodę specjalną od *Research Institute of Creative Education*.
2. W 2021 roku otrzymał nagrodę czytelników czasopisma branżowego *Rynek Zdrowia* podczas VI Kongresu Wyzwań Zdrowotnych w Katowicach za najlepszy wyrób medyczny. **HoloGraft** to urządzenie zdolne do przetwarzania obrazów tomografii komputerowej pacjenta do formy trójwymiarowego modelu holograficznego aorty i jej naczyń bocznych.

3. Jest pomysłodawcą oraz realizatorem pierwszego na świecie użycia technologii mieszanej rzeczywistości do nawigacji śródoperacyjnej wewnątrznaczyniowej naprawy tętniaka aorty brzusznej.

## **Nagrody**

### **• Nagrody rektorskie**

- Laureat Nagród Dydaktycznych i Naukowych Jego Magnificencji Rektora Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie

- **Nagrody międzynarodowych targów wynalazców „IPITEX” w Bangkoku - 2020 rok**

- **złoty medal oraz nagroda specjalna za wynalazek: „Mieszana rzeczywistość” - jako narzędzie do wytwarzania spersonalizowanej protezy wewnątrznaczyniowej,**

- **Srebrny medal za wynalazek oparty na sztucznej inteligencji: „iRadiolog” – Sztuczna inteligencja jako innowacyjne narzędzie do szybkiej diagnostyki ostrych stanów aortalnych**

- Nagroda Czytelników czasopisma branżowego „Rynek Zdrowia” nadana podczas VI Kongresu Wyzwań Zdrowotnych w Katowicach za najlepszy wyrób medyczny roku - 2021 rok

- Nagroda za najlepszą pracę naukową wygłoszoną podczas XI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Szkoleniowej PTChN - 2019 rok

- Nagroda Uznania Dyrektora Szpitala SPSK-2 PUM w Szczecinie - 2019 i 2020 rok

## **Podsumowanie**

Należy podkreślić, że dr n. med. Paweł Rynio wypracował znaczący dorobek naukowy, dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski. Jest perspektywicznym, stale rozwijającym się pracownikiem naukowym, który stale zacieśnia związek z międzynarodowym dorobkiem naukowym wnosząc do niego własny wkład intelektualny. Uważam, że dr n. med. Paweł Rynio spełnia wymogi określone określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 ze zm.).



W związku z powyższym zwracam się do Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki Medyczne Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie z wnioskiem o dopuszczenie dr n. med. Pawła Rynio do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Prof. dr hab. n. med. Tomasz Zubilewicz  
*specjalista chirurgii naczyniowej*  
*specjalista angiologii*  
4473432