

Katowice, 17.04.2024

dr hab. Marcin Mikołaj Kostur
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Uniwersytet Śląski w Katowicach

Recenzja osiągnięcia naukowego

dr Joanny Stachowskiej-Piętki

„Modelowanie matematyczne właściwości bariery otrzewnowej i procesów transportowych wywołanych u pacjentów przez dializę otrzewnową”

Podstawa wykonania recenzji

Recenzję wykonałem na podstawie pisma Dyrektora Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęczka PAN, prof. dr hab. inż. Piotra Ładyżyńskiego z dnia 29 stycznia 2024 roku w sprawie powołania mnie w skład Komisji habilitacyjnej wraz z prośbą o opracowanie recenzji zawierającej ocenę czy osiągnięcie naukowe dr Joanny Stachowskiej-Piętki ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego, odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023, poz. 742, z póź. zm). Dokumentację habilitacyjną (zawierającą wniosek, dane wnioskodawcy, kopie dokumentu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych, autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych, oświadczenia współautorów, kopie publikacji wchodzących w skład cyklu prac powiązanych tematycznie odebrałem 1 marca 2024 roku. Całość dokumentacji nie budzi wątpliwości formalnych i spełnia wszystkie wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane Kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

Ogólna sylwetka Kandydatki

Dr Joanna Stachowska-Piętka jest doktorem nauk technicznych w dyscyplinie biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. Rozprawę pod tytułem "Mathematical Modeling of Ultrafiltration and Fluid Absorption during Peritoneal Dialysis" obroniła w 2011 roku w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęczka Polskiej Akademii Nauk z wyróżnieniem.



Przed doktoratem ukończyła matematykę na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego w 2000 i jest także magistrem nauk ekonomicznych o specjalności informatyka i ekonometria,

Obie prace magisterskie dotyczyły teorii gier co świadczy o wszechstronności naukowej i niezwykle dobrym wykształceniu dr Joanny Stachowskiej-Piętki. Ponadto na uwagę zwraca fakt, że już podczas studiów starała się zastosować wyniki badań do praktycznych aspektów np. zastosowała teorię gier do zbudowania modelu podziału zysku w swojej pracy magisterskiej z ekonomii.

Dr Joanna Stachowska-Piętka jest autorem łącznie 26 artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie JCR z czego 16 po doktoracie oraz 16 doniesień konferencyjnych i 3 rozdziałów w monografiach. W autoreferacie została przedstawiona szczegółowa analiza bibliometryczna tych prac, podano wiele liczb naturalnych i rzeczywistych z których bez skali odniesienia niewiele wynika. Dlatego przeprowadziłem analizę cytacji uwzględniającą fakt bardzo wąskiej dyscypliny a także uwzględniając adresatów tych prac. Wniosek jest taki, że o ile prace nt.

poszczególnych modeli matematycznych mają ograniczony zasięg (liczba osób zajmujących się dokładnie tą tematyką jest raczej niewielka), to wybija się praca z 2021 (A6) podsumowująca modelowanie dializy otrzewnowej, której adresatami są klinicyści a nie matematycy. Praca ta w krótkim czasie osiągnęła ok. 70 cytowań i ma szansę stać się pomostem między wąską dyscypliną a jej zastosowaniami. Jest to znaczące osiągnięcie. Świadczy ono przełożeniu wyników modelowania na rozwiązywanie rzeczywistych problemów i niewielu naukowcom zajmujących się modelowaniem się to udaje.

Dr Joanna Stachowska-Piętka była wykonawcą w 4 projektach naukowych (grantach), współpracując łącznie z 8 ośrodkami zagranicznymi i 2 krajowymi.

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego

W skład osiągnięcia naukowego wchodzi cykl 6 artykułów naukowych powiązanych tematycznie i opublikowanych w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Reports. Łączny Impact Factor (IF) prac składających się na osiągnięcie habilitacyjne wynosi 21, a łączna liczba punktów przyznanych za te prace przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) to 630.

Prace te ukazały się w bardzo dobrych czasopismach z wysokimi standardami publikacyjnymi takimi jak Scientific Reports co świadczy o wysokim poziomie naukowych prowadzonych badań. Udział Dr Joanny Stachowskiej-Piętki w pracach był wiodący a w pewnych przypadkach była głównym/jedynym ekspertem niemedyceznym.

Wstęp

Modelowanie matematyczne procesów transportu za pomocą fenomenologicznych równań ma dwa aspekty:

Po pierwsze same równania są fascynujące. Tego aspektu obawiałem się po przeczytaniu tytułu osiągnięcia naukowego przedstawionego przez dr Joannę Stachowską-Piętkę w postępowaniu habilitacyjnym. Obawiałem się, że zostaną przedstawione fascynujące równania z rozwiązaniami numerycznymi, których analiza nie będzie miała wiele wspólnego z motywacją przedstawioną we wstępach prac a będą jedynie pretekstem to uzyskania tychże rozwiązań.



Po drugie, umiejętnie przeprowadzone modelowanie może dać wymierne efekty praktyczne. W zasadzie to podstawowy cel przeprowadzania takiego modelowania, jednak praktyka naukowa wskazuje, że często jest to cel nierzadko zapomniany. Nie dlatego, że brakuje dobrej woli autorom badań i publikacji, ale zapomniany bo wymaga wielu lat konsekwentnych badań, dociekań i współpracy z adresatami danego modelowania. Od pierwszej decyzji o ich podjęciu takich wysiłków do wymiernego efektu może minąć dekada, podczas której łatwo zapomnieć po co się rozpoczęło te prace.

Dr Joanna Stachowska-Piętka zdecydowanie nie zapomniała jednak jaki jest cel jej pracy. Przez 11 lat prowadzenia badań w zakresie modelowania procesów transportu materii przez barierę otrzewnową konsekwentnie dążyła do uzyskania wymiernego wpływu swoich prac na praktykę kliniczną, procedury kliniczne i zrozumienie mechanizmów wśród lekarzy. W pracach, które są monotematycznym cyklem składającym się na przedstawione osiągnięcie naukowe, często wskazywała niedostatki istniejących modeli, uczciwie pokazywała brak efektu czy korelacji, których się spodziewała. Jednak wieloletnia konsekwencja przyniosła zamierzone efekty. Prace dr Joanny Stachowskiej-Piętki stały się rzetelnym studium, rozpoznawalnym w świecie a ich Autorka stała się ekspertem i współautorem rekomendacji dla klinicystów stosujących dializę otrzewnową.

Osiągnięcie naukowe

W pracy "Threefold peritoneal test of osmotic conductance, ultrafiltration efficiency, and fluid absorption" [A1] została zaproponowana nowa metoda wyznaczania własności transportowych bariery otrzewnowej. Poprzez zmianę koncentracji glukozy w jednej z czterech codziennych wymian można było ocenić przewodnictwo osmotyczne, wydajność ultrafiltracji i absorpcję płynu otrzewnowego u pacjentów leczonych przez CAPD. Uzyskane w ten sposób wartości parametrów transportowych były podobne do tych, które otrzymano za pomocą innych, bardziej skomplikowanych metod. W pracy zaraportowano wynik pokazujący, że transport wody i kreatyniny są niezależne co może być postrzegane jako wynik negatywny. Warto podkreślić, że w kontekście presji na publikacje tylko sukcesów nadaje to wiarygodności publikacjom dr Joanny Stachowskiej-Piętki. Modelowanie matematyczne procesów transportu w niezwykle złożonych układach jest obarczone bardzo dużym uproszczeniem i wskazanie granic tego uproszczenia stanowi dużą wartość.

W kolejnej pracy pt. "Fluid tonicity affects peritoneal characteristics derived by 3-pore model" [A2] Autorka postawiła pytanie czy szacowanie parametrów opisujących własności transportowe w modelu trójporowych nie są podatne na błąd związany z różnymi stężeniami glukozy przy których pomiary się w praktyce wykonuje. Okazało się, że często stosowane wysokie stężenia glukozy powodują zmiany własności filtracyjnych bariery. Jest to cenna wskazówka dla klinicznego monitorowania parametrów transportowych sugerująca, że nie można porównywać wyników uzyskanych przy różnych stężeniach glukozy. Z drugiej strony praca pokazała, że jest możliwym wyznaczenie parametrów transportowych bez znacznika objętości pod warunkiem stałego stężenia glukozy.

W pracy A3 "Modelling of icodextrin hydrolysis and kinetics during peritoneal dialysis" przedstawiono, że modelowanie oparte na modelu trójporowym nadaje się do opisu procesów transportowych podczas długich wymian dializacyjnych z ikodekstryną. Wskazano na możliwość



dokładnego opisu transportu otrzewnowego i substancji u pacjentów z uwzględnieniem hydrolizy ikodekstryny oraz jej wpływu na gradient osmotyczny. Opracowane zostały wzory do obliczania stałych współczynników szybkości hydrolizy dla poszczególnych frakcji ikodekstryny i ich porównania z właściwościami transportowymi bariery. Zaprezentowano różne wzorce związane z hydrolizą ikodekstryny pomiędzy frakcjami i pacjentami, co może przyczynić się do zrozumienia rol tych procesów i mieć zastosowanie w symulacjach numerycznych różnych schematów dializacyjnych, co odpowiada trendom klinicznym.

W tej pracy na uwagę zasługuje zademonstrowanie wg. mnie bardzo dobrej zgodności wyników modelowania z pomiarami ewolucji czasowej stężeń substancji wykonanymi u pacjentów. Praca prezentuje pierwsze zgodne z obserwacją rozwiązanie zagadnienia modelowania wymian z ikodekstyłą. Zdecydowanie stanowi znaczne osiągnięcie Autorki w rozwój dyscypliny i może być podstawą do kluczowych zastosowań modelowania w procesie klinicznym. Jedynym mankamentem może być mała liczba pacjentów, ale jestem przekonany, że prace te będą kontynuowane na poszerzonej grupie.

W kolejnych pracach A4 i A5 Autorka zastosowana bardziej zaawansowane podejście, które obejmuje tzw. modele przestrzennie rozłożone uwzględniające niejednorodność własności transportowych tkanek. I tak w pracy A4 pt. "Alterations of peritoneal transport characteristics in dialysis patients with ultrafiltration failure: tissue and capillary components" wykazano, że modelowanie oparte na modelu trójporowym sprawdza się w opisie procesów transportowych w dializie otrzewnowej, zarówno u typowych pacjentów, jak i tych z utratą ultrafiltracji. Umożliwia ono dokładną estymację parametrów transportowych i przeprowadzenie symulacji. Model ten pozwala na wizualizację lokalnych zmian w tkance i lepsze zrozumienie procesów fizjologicznych i patofizjologicznych podczas dializy, pokazując, że warstwa tkanki biorącej udział w wymianie u pacjentów z utratą ultrafiltracji jest węższa.

W publikacji "Water removal during automated peritoneal dialysis assessed by remote patient monitoring and modelling of peritoneal tissue hydration" [A5] został zaadresowany problem obniżonej efektywności pierwszej wymiany dializacyjnej w urządzeniach nowej generacji, które dostarczają danych pomiarowych w trakcie pojedynczych wymian. W szczególności odkryto zjawisko polegające na niewytlumaczalnej przez dotychczas stosowane modele obniżonej efektywności pierwszej wymiany. Wyjaśnienie przyczyn tego problemu wymagało zastosowania modeli rozłożonych, których rozwiązania numeryczne wykazują tę własność. W tej pracy Autorka wykazała się szczególną przenikliwością i zaadaptowała istniejące modele odkrywając zjawisko lokalnej kumulacji wody w tkance. Wyniki tej pracy mogą mieć szczególne znaczenie przy planowaniu tzw. modyfikowanej automatycznej dializy otrzewnowej.

Wnioski z przeprowadzonych badań zostały podsumowane w pracy pt. "ISPD recommendations for the evaluation of peritoneal membrane dysfunction in adults: Classification, measurement, interpretation and rationale for intervention" [A6], która stanowi zbiór rekomendacji dla lekarzy klinicznych, które są wynikami m.in. prac oparych o modelowanie matematyczne. Jest to szczególne osiągnięcie, zwińczęzające dorobek w zakresie modelowania dializy otrzewnowej. Warto podkreślić fakt, że dr Joanna Stachowska-Piętka była jedynym ekspertem niebędącym lekarzem wśród autorów tej pracy co świadczy o jej wiodącej roli w światowych badaniach na ten temat. Ponadto praca ta jest szeroko rozpowszechniana na międzynarodowych konferencjach co zdecydowanie zwiększa jej rolę. Już pobieżna analiza



cytowań potwierdza te przypuszczenia - praca ta jest cytowana prawie sto razy pomimo opublikowania w 2021 roku - co jest wysoką wartością dla tak specjalistycznych badań.

Podsumowanie

Podsumowując przeczytałem autoreferat i przeanalizowałem wąski obszar osiągnięcia naukowego z dużą przyjemnością. Nieczęsto się zdarza by matematyk zajmujący się modelowaniem matematycznych własności żywej, a co za tym idzie złożonej, materii miał znaczący wkład w postęp medycyny i tworzył rekomendacje dla klinicystów.

Osiągnięcie naukowe oceniane w tej recenzji stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej.

Dr Joanna Stachowska-Piętka prowadząc trudne i skomplikowane a pewnie często niewdzięczne prace po latach nie tylko stała się rozpoznawalnym międzynarodowym ekspertem, ale też wypromowała na tyle wyniki swych prac by miały one istotny impact na procedury kliniczne, poprawiały zrozumienie mechanizmów stojących za ogromnymi interwencjami w organizm ludzki, gdzie każdy błąd może decydować o komforcie a nawet życiu pacjenta. Jestem przekonany, że wraz z rozwojem technologii medycznych doświadczenia dr Joanny Stachowskiej-Piętki będą przynosiły jeszcze zwielokrotnione owoce.

Ocena istotnej aktywności naukowej

Dr Joanna Stachowska-Piętka posiada w swoim dorobku imponującą współpracę z licznymi instytucjami międzynarodowymi:

- Karolinska Institutet (Sztokholm, Szwecja)
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (Bethesda, USA)
- Institute of Mathematics, National Academy National Academy of Sciences of Ukraine (Kijów, Ukraina)
- Nephrology Department, Hospital Universitari, Germans Trias i Pujol, Badalona oraz Fundacio Institut d'Investigacio en Ciencies de la Salut, (Barcelona, Hiszpania)
- Universidad del Valle, Department of Internal Medicine (Cali, Kolumbia)
- Unidad de Investigacion Medica en Enfermedades Nefrologicas, Hospital de Especialidades, Centro Medico Nacional Siglo XXI, (Meksyk, Meksyk)
- Department of Preventive Medicine, Northwestern University Feinberg School of Medicine (Chicago, USA)
- Institute of Physiology, Medical University of Graz, (Graz, Austria)

i krajowymi:

- Wojskowy Instytut Medyczny, Centralny Szpital Kliniczny Ministerstwa Obrony Narodowej (Warszawa)
- I Klinika Nefrologii i Transplantologii z Ośrodkiem Dializ, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku (Białystok)



Należy podkreślić, że wymieniona współpraca została udokumentowana licznymi wspólnymi publikacjami.

Stwierdzam, że aktywność naukowa Dr. Joanny Stachowskiej-Piętki w więcej niż jednej uczelni bądź instytucji badawczej, w szczególności zagranicznej spełnia z dużą nadwyżką wymogi stawiane Kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Ocena pozostałych osiągnięć naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Dr. Joanna Stachowska-Piętka pełniła różne role akademickie i organizacyjne, w tym członka Rady Naukowej w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, kierownika Pracowni Modelowania Matematycznego Procesów Fizjologicznych oraz sekretarza w Peritoneal Transport Meeting. Była także zaangażowana w kursy ERA-EDTA i nadzorowała projekty na Uniwersytecie Warszawskim. Jej działalność obejmowała prowadzenie praktyk w Politechnice Warszawskiej i uczestnictwo w Pikniku Naukowym.

Na szczególną uwagę zasługują wysiłki w popularyzacji wyników modelowania skierowane do klinicystów, które są kluczowe dla zastosowania wyników i wniosków z modelowania matematycznego w praktyce lekarskiej.

Całokształt działalności organizacyjno-dydaktycznej oceniam bardzo dobrze.

Wniosek końcowy

Na podstawie oceny dorobku naukowego, z uwzględnieniem cyklu sześciu powiązanych tematycznie artykułów: "Modelowanie matematyczne właściwości bariery otrzewnowej i procesów transportowych wywołanych u pacjentów przez dializę otrzewnową" oraz innych osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych z uwzględnieniem istotnej działalności naukowej w innych instytucjach, szczególnie zagranicznych stwierdzam, że dr. Joanna Stachowska-Piętka posiada istotne osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, które wnoszą elementy nowości naukowej oraz wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna. Według mojej oceny, dr. Joanna Stachowska-Piętka spełnia wymogi formalne i ustawowe stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk techniczno-inżynierskich, w dyscyplinie inżynieria biomedyczna zawarte w art. 219 ust. 1 punkt 2 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023, poz. 742, z póź. zm.). Wniosuję zatem do Wysokiej Komisji Habilitacyjnej o przeprowadzenie dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Marcin Kostur

