Prof. dr hab. n. med. Piotr Jurowski

Klinika Okulistyki i Rehabilitacji Wzrokowej

II Katedra Chorób Oczu

Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Łódź, dnia 29. 09. 2021 roku

OCENA

całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego oraz

osiągnięcia naukowego pt.: *Badanie naturalnych i patologicznych zmian w biomechanice i hemodynamice gałki ocznej z wykorzystaniem zaawansowanych metod pomiaru i analizy sygnałów pulsu oka – od modelu zwierzęcego do wspomagania diagnostyki chorób i chirurgii oka ludzkiego,*

w związku z wnioskiem **dr n. technicznych Moniki Ewy Danielewskiej** z Katedry Inżynierii Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Ocena zawiera

I. Szczegółowo uzasadnioną ocenę, czy Osoba ubiegająca się o uzyskanie stopnia dr habilitowanego spełnia wymagania określone w ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki
II. Stanowisko recenzenta w sprawie nadania tytułu doktora habilitowanego

Ad I. Pani dr Monika Ewa Danielewska

W okresie 2008–2013 realizowała Studia doktorskie w zakresie fizyki, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska. W latach 2013- 2015 była asystentem naukowo – dydaktycznym Katedry Inżynierii Biomedycznej, Wydziału Podstawowych Problemów Techniki, Politechniki Wrocławskiej. W latach 2015– 2019 pełniła funkcję adiunkta naukowo – dydaktycznego w wyżej wspomnianej Katedrze. Od 2019 do chwili obecnej zatrudniona jest jako adiunkt naukowy w Katedrze Inżynierii Biomedycznej.

Uzyskane dyplomy i stopnie naukowe Pani dr Monika Ewa Danielewska ukończyła kurs pedagogiczny zorganizowany przez Studium Nauk Humanistycznych Politechniki Wrocławskiej. Uzyskała dyplom ukończenia studiów na kierunku fizyka techniczna

Biuro Rady Dyscypliny
Inżynieria Biomedyczna
wpłynęło dnia 08.10.2021
nr 2 zał. 1

w zakresie inżynieria biomedyczna – optyka biomedyczna na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, Politechniki Wrocławskiej z wynikiem celującym. Uzyskała tytuł magistra inżyniera z wyróżnieniem w dniu 23 czerwca 2008 roku a następnie stopień naukowy doktora nauk technicznych, z wyróżnieniem, w dyscyplinie biocybernetyka inżynieria biomedyczna na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej. Tytuł rozprawy doktorskiej: Pomiar i analiza sygnałów tętna gałkowego i ich zależności od aktywności sercowo – naczyniowej.

W dniu 2 czerwca 2019 r. uzyskała Dyplom ukończenia dwusemestralnych studiów podyplomowych w zakresie zarządzanie projektami na Wydziale Zarządzania, Informatyki i Finansów Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu z wynikiem bardzo dobrym.

Dorobek naukowy

Obszar zainteresowań naukowych Pani dr Moniki Ewy Danielewskiej jest wyjątkowo ciekawy, rozległy i ma charakter interdyscyplinarny. Można w nim wyróżnić kilka spójnych wątków tematycznych skoncentrowanych wokół oceny zapisu pulsu rogówki. W celu realizacji swoich planów badawczych wprowadziła do praktyki klinicznej innowacyjne urządzenie do pomiaru pulsu oka i rozpoczęła współpracę z zespołem prof. Marka Rękasa z Kliniki Okulistyki WIM w Warszawie. Wykonane badania zaowocowały w 2016 roku publikacją w czasopiśmie okulistycznym Investigative Ophthalmology & Visual Science. Co więcej, nawiązana współpraca pozwoliła w latach 2016–2019 na wspólną realizację projektu LIDER VINCBiR, poświęconego zastosowaniu przetworników ultradźwiękowych II generacji do pomiaru pulsu oka u pacjentów z jaskrą poddanych operacjom przeciwjaskrowym. Współpraca wskazała na potencjał analizy częstotliwościowej sygnału pulsu rogówki w pośredniej ocenie właściwości biomechanicznych rogówki jak również w ocenie efektywności wspomnianych zabiegów chirurgicznych. Efektem tej współpracy są liczne prezentacje na konferencjach krajowych oraz międzynarodowych jak również publikacje w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W 2014 roku dzięki rozpoczętej współpracy z zespołem prof. Zdzisława Kiełbowicza z Katedry i Kliniki Chirurgii Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz z zespołem dr hab. inż. Jerzego Detyny, z Katedry Mechaniki i Inżynierii Materiałowej 1 Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej rozszerzyła zakres badań o opracowanie zwierzęcego modelu pulsu oka. Podtrzymywana współpraca ze wspomnianymi

zespołami, zaowocowała wspólnymi pracami prezentowanymi na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz publikacjami w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W lipcu 2015 roku Pani dr Monika Ewa Danielewska odbyła staż naukowy w Department of Clinical Pharmacology, the Institute of Medical Physics, Medical University of Vienna (Medizinische Universität Wien), gdzie w zespole prof. Leopolda Schmetterera w ramach programu Erasmus+ doskonaliła umiejętności związane z pracą w multidyscyplinarnym zespole badawczym. Okres pobytu w Wiedniu pozwolił na podniesienie kwalifikacji zawodowych w zakresie opracowywania innowacyjnych technologii medycznych do pomiaru i analizy sygnałów związanych z dynamiką oka. Podczas stażu dr MoniKa Ewa Danielewska zaproponowała połączenie rozwijanej przez Siebie bezdotykowej techniki ultradźwiękowej do pomiaru pulsu rogówki z laserową interferometryczną metodą rejestrowania pulsu dna oka zaprojektowaną w zespole prof. Schmetterera. Opracowanie nowej metodologii jednoczesnego pomiaru przedniego i tylnego odcinka oka oraz zastosowanie jej w badaniach osób zdrowych pozwoliły na ujawnienie kluczowej dla zrozumienia dynamiki oka zależności pomiędzy charakterystyką sygnałów pulsu rogówki i pulsu dna oka. Wyniki tych istotnych badań zostały przedstawione w publikacji naukowej w czasopiśmie Translational Vision Science & Technology w 2019 roku. Celowi podniesienia kwalifikacji m.in. w zakresie współpracy z gospodarką, zarządzania zespołem i badaniami naukowymi oraz komercjalizacji wyników badań służył wyjazd Pani doktor na Uniwersytet w Cambridge i na Uniwersytet w Oxfordzie w Wielkiej Brytanii. Zdobytą tam wiedzę i umiejętności dotyczące strategii rozwoju technologicznego, ochrony własności intelektualnej oraz zarządzania interdyscyplinarnymi projektami badawczymi wykorzystała w kierowanym przez siebie projekcie LIDER VINCBiR w latach 2016–2019.

Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę lub sztukę

Pani dr Monika Ewa Danielewska pełni opiekę naukowa nad doktorantami w tym: jest Promotorem pomocniczym 3 doktoratów realizowanych na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, Katedry Inżynierii Biomedycznej, Politechniki Wrocławskiej i na 1 Wydziale Mechanicznym, Katedry Mechaniki i Inżynierii Materiałowej, Politechniki Wrocławskiej. Jest także opiekunem pomocniczym na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, Katedry Inżynierii Biomedycznej, Politechniki Wrocławskiej. Sprawuje opiekę naukową nad studentami studiów inżynierskich i magisterskich na Kierunku: Inżynieria

Biomedyczna. Zajęła II miejsce w konkursie na najlepszą pracę dyplomową Oddziału Wrocławskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich w roku akademickim 2017/2018 na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej.

Temat pracy inżynierskiej obronionej na Politechnice Wrocławskiej dotyczył Analizy morfologii sygnału pulsu rogówki u pacjentów z jaskrą po interwencji chirurgicznej. Z kolei w pracy magisterskiej w 2017 zajmowała się oceną charakterystyk amplitudowych i fazowych sygnału pulsu rogówki u pacjentów z jaskrą po interwencji chirurgicznej. Otrzymała wyróżnienie w XI edycji Konkursu Polskiego Towarzystwa Inżynierii Biomedycznej na najlepszą pracę magisterską z dziedziny inżynierii biomedycznej w 2017 roku. Pani dr Monika Ewa Danielewska jest zaangażowana w prowadzenie zajęć laboratoryjnych na Politechnice Wrocławskiej w tym: Cyfrowego przetwarzania sygnałów, Elektroniki i elektrotechniki, Zaawansowanych metod pomiaru i analizy sygnałów biomedycznych.

Jej aktywność organizacyjna obejmuje inicjację i koordynację współpracy naukowej pomiędzy Department of Clinical Pharmacology and the Institute of Medical Physics, Medical University of Vienna (Medizinische Universität Wien) a Katedrą Inżynierii Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej a także pomiędzy Kliniką Okulistyki Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie a Katedrą Inżynierii Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej. Organizuje współpracę naukową pomiędzy Katedrą i Kliniką Chirurgii na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu a Katedrą Inżynierii Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej Organizuje także współpracę naukową pomiędzy Ośrodkiem Okulistyki Klinicznej SPEKTRUM we Wrocławiu a Katedrą Inżynierii Biomedycznej Politechniki Wrocławskiej (zgodnie z umową ramową dotyczącą wspomnianej współpracy nr P/0180/58/2018 zawartą dnia 1 marca 2018 r. W zakresie jej działalności pozostaje także koordynacja i ocena wniosków o dofinansowanie w ramach Studenckiego Programu Stypendialnego organizowanego przez Prezydenta Wrocławia.

Osiągnięcie naukowe zgodnie z art. 219 ust. 1pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2018 r. poz. 1668 dotyczy przedstawionego przez Panią dr Monikę Ewę Danielewską do mojej oceny cykl dziewięciu powiązanych tematycznie publikacji, które opatrzyła tytułem: ***Badanie naturalnych i patologicznych zmian w biomechanice i hemodynamice gałki ocznej wykorzystaniem***

zaawansowanych metod pomiaru i analizy sygnałów pulsu oka – od modelu zwierzęcego do wspomagania diagnostyki chorób i chirurgii oka ludzkiego.

Dorobek naukowy wynikający z przedstawionych artykułów naukowych wynosi IF- 26,220 i 745 pkt MNiSW.

Po ukończeniu doktoratu Pani dr Monika Ewa Danielewska wyznaczyła nowe kierunki badań dotyczących dynamiki przedniego jak i tylnego odcinka oka w tym ocenę pulsu oka czyli zmian objętości gałki ocznej wynikających głównie z pulsacyjnych zmian ciśnienia wewnątrzgałkowego, krążenia ocznego, wydzielania i odpływu cieczy wodnistej a także ruchów rogówki, twardówki i siatkówki. Zastosowanie przez autorkę technik bezkontaktowych, ultradźwiękowych umożliwiło pomiar naturalnego pulsowania rogówki bez kontaktu urządzenia z tkanką i w konsekwencji jej deformacji. Funkcja czujników ultradźwiękowych związana z pracą w powietrzu umożliwiła zaobserwowanie zmian w morfologii sygnału czyli zjawiska dykrotycznego pulsu ocznego. Odkrycie to wskazało na potencjał diagnostyczny parametrów tego sygnału w ocenie schorzeń oka i stało się inspiracją do poszukiwania nowych kierunków badań przydatnych w diagnostyce okulistycznej i ocenie skuteczności chirurgii oka w oparciu o analizę sygnałów pulsu oka.

Kluczowe w rozwoju nieinwazyjnych metod oceny sztywności oka opartych na pomiarze i analizie sygnałów pulsu oka i ich wdrożeniu w praktyce klinicznej jest ustalenie, czy obserwowane zmiany wartości parametrów tych sygnałów są wynikiem nagłego czy przewlekłego wzrostu ciśnienia wewnątrzgałkowego, zmian mikrostruktury rogówki i w konsekwencji zmian jej biomechaniki i hemodynamiki oka związanych z wiekiem lub rozwojem choroby.

W związku z powyższym, w cyklu dziewięciu prac, stanowiącym osiągnięcie naukowe, autorka przedstawiła wyniki badań eksperymentalnych, udowadniając, w jaki sposób informacja o właściwościach biomechanicznych rogówki i hemodynamice oka zakodowana jest w parametrach sygnału pulsu rogówki. Ponadto wyznaczyła nowe kierunki badań zależności pomiędzy parametrami sygnałów pulsu oka, ciśnienia wewnątrzgałkowego, ciśnienia tętniczego oraz parametrami biomechanicznymi i strukturalnymi rogówki. Należy w tym miejscu podkreślić potencjał aplikacyjny parametrów sygnału pulsu rogówki w postaci

technologicznego wspomagania diagnostyki chorób oczu, lepszego poznania etiologii chorób oczu i oceny skuteczności zabiegów chirurgicznych oka.

W częściach badawczych pracy zawarła odpowiedzi na istotne pytania naukowe w tym np. czy właściwości biomechaniczne rogówki mają wpływ na charakterystykę pulsacji rogówki w warunkach normalnego IOP?. Autorka w przeprowadzonych oraz koordynowanych przez siebie badaniach eksperymentalnych na modelach zwierzęcych króliczych i świńskich, wykazała, że właściwości biomechaniczne rogówki królika oszacowane *in-vitro* (takie jak moduł Younga) silnie dodatnio korelują z parametrami widmowymi (szczególnie trzeciej harmonicznej) sygnału pulsu rogówki zmierzonego u królików *in- vivo* w sposób ciągły i bezdotykowy w warunkach normalnego ciśnienia wewnątrzgałkowego. Te dane zawarte w publikacji w Experimental Eye Research potwierdzają założoną przez autorkę hipotezę badawczą.

Kolejny etap badań *in-vivo* na królikach obejmował przeprowadzenie przez Panią dr Monikę Ewę Danielewską eksperymentu, którego celem było sprawdzenie, czy parametry czasowe i widmowe sygnału pulsu rogówki, mierzonego bezkontaktową techniką ultradźwiękową, zmieniają się po nagłym wzroście ciśnienia wewnątrzgałkowego. Badania Autorka przeprowadziła we współpracy z Katedrą i Kliniką Chirurgii Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Wynikiem tego eksperymentu, a zarazem wyjątkowo istotną informacją dotyczącą związku ciśnienia wewnątrzgałkowego i pulsacji rogówki jest wykazanie, że odpowiedź rogówki wywołana nagłym wzrostem IOP odzwierciedla się w zmianie niższych częstotliwości jej drgań (około 1Hz). Należy podkreślić, że uzyskane wyniki badań wskazują na fakt, że analiza naturalnej pulsacji rogówki może być w przyszłości wykorzystana do oceny sztywności rogówki a także do monitorowania oczu po interwencjach chirurgicznych w leczeniu niektórych schorzeń w tym jaskry.

Z kolei, w przeprowadzonych badaniach ex vivo zaproponowała nowe podejście do szacowania sztywności rogówki bazując na sygnałach sztucznie indukowanego pulsu oka w gałkach świńskich. Pozwoliło to na określenie zależności amplitudy sygnału pulsu rogówki a parametrów biomechanicznych rogówki. Autorka dokonała tu istotnej obserwacji, że wzrost fluktuacji ciśnienia wewnątrzgałkowego i sztywności rogówki współwystępujące ze wzrostem ciśnienia oka można oszacować pośrednio na podstawie amplitudy pulsu rogówki mierzonej

bez jakiejkolwiek stymulacji zewnętrznej. Nowo zaproponowany wskaźnik sztywności obliczony na podstawie sygnału pulsacji rogówki może być przybliżonym estymatorem sztywności rogówki odpowiadającym zarówno zmianom ciśnienia wewnątrzgałkowego jak i zmianom właściwości biomechanicznych rogówki. To informacja o istotnym znaczeniu praktycznym i dowodzi, że uzyskanie tych cennych informacji nie wymaga pełnego cyklu deformacji rogówki w przeciwieństwie np. stosowanych obecnie urządzeń pomiarowych typu air puff.

Aktywność sercowo-naczyniowa jest istotnym czynnikiem mającym wpływ na puls oka. Biorąc pod uwagę, że pulsacja rogówki zawiera częstotliwość rytmu serca, a kształt fali pulsu rogówki może odpowiadać zmianie w dopływie krwi do oka związanej z chorobami o podłożu naczyniowym Pani dr Monika Ewa Danielewska postanowiła wyjaśnić jaka jest zależność pomiędzy charakterystyką pulsu rogówki, biomechaniką rogówki, ciśnieniem tętniczym krwi, rytmem serca i przepływem krwi w tętnicy ocznej. Badania wykonano na modelu zwierzęcym u królików. Głównym wnioskiem z przedstawionego badania jest to, że zmiany energii i amplitudy pierwszej harmonicznej sygnału pulsu rogówki wykazują silniejszą zależność od parametrów ciśnienia tętniczego krwi oraz od oporności tętniczej przepływu krwi w tętnicy ocznej niż od ciśnienia wewnątrzgałkowego. Autorka udowodniła eksperymentalnie, że stosując bezdotykową i ciągłą metodę pomiaru pulsu rogówki można pośrednio ocenić zmiany aktywności sercowo-naczyniowej niezależnie od ciśnienia wewnątrzgałkowego. Wnioski z tych badań są niezwykle istotne w całokształcie pracy naukowej dr Moniki Ewy Danielewskiej i przełomowe z punktu widzenia klinicznego.

Jak wiadomo z każdym uderzeniem serca fala ciśnienia krwi dociera do oka, powodując zmiany objętości naczyniówki, zmiany IOP i pulsacyjne przemieszczenia tkanek oka. Każdy z tych czynników z osobna stanowi przedmiot badań w diagnostyce nie tylko chorób oczu, ale także chorób ogólnoustrojowych np. cukrzycy. Co więcej różnica między charakterystyką ruchów przedniego i tylnego odcinka oka może być ważnym zjawiskiem determinującym prawidłowy proces widzenia. Jednoczesny i bezkontaktowy pomiar naturalnych przemieszczeń rogówki i siatkówki, może zapewnić zatem lepszy wgląd w dynamikę oka i być źródłem dodatkowych wskaźników diagnostycznych przydatnych w diagnostyce chorób oka. Rozwijając tę myśl Pani dr Monika Ewa Danielewska opracowała nową metodologię jednoczesnego pomiaru przedniego i tylnego odcinka oka, łącząc bezdotykową technikę ultradźwiękową do pomiaru

pulsu rogówki z laserową interferometryczną metodą rejestrowania pulsu dna oka. Istotne wnioski wynikające z tych prac, przedstawione przez autorkę wskazują, że gałkę oczną można opisać jako filtr górnoprzepustowy z częstotliwością odcięcia około 1Hz, gdzie charakterystyka pulsu rogówki zmienia się w zależności od pulsacji dna oka. Uzyskane w pracy wyniki uzupełniają istniejącą wiedzę na temat zależności pomiędzy parametrami sygnału pulsacji rogówkowej a parametrami sygnału podczas cyklu pracy serca. Należy podkreślić, że zaproponowana przez autorkę metodologia jednoczesnego pomiaru sygnałów przedniego i tylnego odcinka oka oraz analizy tych sygnałów może stanowić w przyszłości potencjalne narzędzie diagnostyczne pomocne w określaniu roli składowych naczyniowych tych sygnałów w patofizjologii chorób oczu. Uważam, że opisane w tej sekcji wyniki stanowią jedno z największych osiągnięć naukowych kandydatki. Co więcej omawiane powyżej osiągnięcie naukowe jest konsekwencją wysokich umiejętności realizacji pracy badawczej przez Panią dr Danielewską w szerokim zespole badawczym z naukowcami z innych ośrodków naukowych w tym zagranicznych, ale też kierowania tymi zespołami.

Analiza widmowa sygnału pulsu rogówki okazała się przydatna w szacowaniu wpływu biomechaniki rogówki, ciśnienia wewnątrzgałkowego oraz aktywności sercowo – naczyniowej na zmiany charakterystyki pulsacji rogówki. Stało się to dla kandydatki inspiracją do rozszerzenia stosowanej wcześniej w swoich pracach metodologii do badania oczu pacjentów z jaskrą pierwotną otwartego kąta po interwencjach chirurgicznych oka mających na celu obniżenie ciśnienia ocznego. Jedną z takich operacji jest kanaloplastyka, która stanowi alternatywę dla tradycyjnych przeciwjaskrowych operacji przetokowych. Jak dotąd standardem w monitorowaniu długoterminowej skuteczności kanaloplastyki jest wartość ciśnienia wewnątrzgałkowego. Wiadomo jednak, że ciśnienie wewnątrzgałkowe zmienia się synchronicznie z rytmem serca a na oszacowanie jego wartości i jego fluktuacji istotny wpływ ma biomechanika tkanek oka. Dlatego poszukiwane są parametry opisujące dynamikę gałki ocznej, które stanowiłyby uzupełnienie ciśnienia ocznego w lepszej ocenie efektywności operacji jaskry. Rodzi się zatem pytanie czy zmiany parametrów widmowych sygnału pulsu rogówki dostarczają pośrednich informacji na temat zmian w biomechanice rogówki po kanaloplastyce. Zaproponowane przez dr Danielewską pomiar i analiza sygnału pulsu rogówki u pacjentów poddanych kanaloplastyce jest nowym podejściem do monitorowania pooperacyjnych zmian w sztywności gałki ocznej w oparciu o naturalną ekspansję rogówki.

Trzeba podkreślić, że analiza widmowa sygnału pulsu rogówki wnosi zatem nowe informacje na temat biomechaniki gałki ocznej. Wnioski w tej części badań wskazują, że bezdotykowa i nieinwazyjna rejestracja sygnału pulsu rogówki nie jest obciążona wpływem biomechaniki oka, a parametry widmowe sygnału pulsu rogówki mogą być dodatkowymi parametrami, w stosunku do standardowych parametrów okulistycznych, pomocnymi w pośredniej ocenie pooperacyjnych zmian sztywności rogówki spowodowanych zabiegami przeciwjaskrowymi. Uzyskane w tym zakresie wyniki należy uważać za jedne z ciekawszych odkryć w pracy naukowej dr Danielewskiej.

Szczególnie ważnym kierunkiem badań dr Danielewskiej jest zastosowanie oceny pulsu rogówki w celach diagnostycznych. O ile dowiedziono, że analiza morfologii sygnałów pulsu oka jest przydatna w różnicowaniu chorych z jaskrą od osób zdrowych to w swoich badaniach Autorka wykazała dodatkowo, że ciągłe monitorowanie zmian objętości gałki ocznej w okolicy okołorąbkowej za pomocą systemu Triggerfish może być przydatne klinicznie do oceny skuteczności niektórych operacji przeciwjaskrowych w tym np. kanaloplastyki. Przedstawiona analiza kompleksowości sygnału pulsu rogówki umożliwia odróżnienie osób zdrowych od osób z jaskrą bez konieczności identyfikacji dykrotycznego załamka ani synchronicznej rejestracji sygnałów aktywności sercowo naczyniowej. Powyższe badania zrealizowano w ramach kierowanego kandydatkę grantu LIDER VI, NCBiR). Autorka w ramach swoich badań wykazała również, że algorytm strukturalnego uśredniania sygnału pulsu rogówki przy wykorzystaniu funkcji dystrybuanty rozkładu beta, istotnie usprawnia proces klasyfikacji dykrotycznego pulsu rogówki w porównaniu do wcześniej używanych algorytmów dynamicznego dopasowania czasowego. Jest to nowatorskie podejście do strukturalnego uśredniania sygnałów biomedycznych, w tym także takich jak np. EKG czy EEG. Z kolei przy użyciu entropii wielkoskalowej w szacowaniu złożoności sygnału pulsu rogówki możliwe jest odróżnienie pacjentów z jaskrą pierwotną otwartego kąta od osób zdrowych. W tym kontekście autorka wykazała również, że operacja kanaloplastyki prowadzi do zmniejszenia kompleksowości sygnału pulsu rogówki, co odpowiada spadkowi ciśnienia wewnątrzgałkowego. Przedstawiona metoda oceny złożoności sygnału pulsu rogówki z użyciem entropii wieloskalowej jest prostą procedurą i wymaga tylko sygnału pulsu rogówki, bez potrzeby pozyskiwania jakichkolwiek dodatkowych sygnałów sercowo – naczyniowych. Zaproponowane przez Autorkę podejście do analizy złożoności sygnału pulsu rogówki, można uznać za wyjątkowo obiecujące narzędzie

wspomagające diagnostykę jaskry tym bardziej, że daje wskaźnik, który jest łatwy do interpretacji.

Podobnym nowatorskim podejściem diagnostycznych jest zaproponowana przez Panią dr Danielewską ocena szumu plamkowego w obrazach rogówki zarejestrowanych z zastosowaniem optycznej koherentnej tomografii. Głównym wynikiem przeprowadzonego eksperymentu jest obserwacja, że możliwe jest rozróżnienie rogówek króliczych po wykonanym crosslinkingu od rogówek kontrolnych w oparciu o jedynie o statystykę szumu plamkowego w obrazach OCT rogówki oraz że niezależnie od procedury crosslinkingu w obu rogówkach statystyka ta zmienia się wraz ze wzrostem ciśnienia wewnątrzgałkowego. Zaproponowana metodologia może być zatem wyjątkowo przydatna w pośrednim i nieinwazyjnym monitorowaniu pooperacyjnych zmian w istocie właściwej rogówki.

Ad. II

Wniosek końcowy. Po zapoznaniu się z przesłanym mi autoreferatem, analizą bibliometryczną i publikacjami wyznaczonymi jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego a także z dorobkiem dydaktycznym i organizacyjnym wraz z silnie zakreśloną współpracą międzynarodową stwierdzam, że Pani dr inżynier Monika Ewa Danielewska posiada odpowiedni dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny uprawniający do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe w mojej ocenie w pełni odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy- Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U.2020r poz 85, z późn. zm.)

W związku z powyższym mam zaszczyt zwrócić się do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej z siedzibą w Gliwicach z prośbą o przyjęcie mojej pozytywnej opinie w sprawie poparcia dla dr Moniki Ewy Danielewskiej ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Podpisał Piotr Jurowski (podpis odręczny)