

dr hab. n. med. i n. o zdr.
Rafał Wiench

Tel.+48 32 2713612
rwiench@sum.edu.pl

Katedra i Zakład Chorób
Przyzębia i Błony Śluzowej
Jamy Ustnej

41-800, Zabrze
pl. Traugutta 2

Kierownik
dr hab. n. med.
Dariusz Skaba

Tel.+48 32 2713612
dskaba@sum.edu.pl

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna
mgr inż. Julii Lisoń-Kubicy pt.:**
***„Kształtowanie własności fizykochemicznych stopu Ti-13Nb-13Zr
z wykorzystaniem niskotemperaturowej metody osadzania warstw atomowych
ALD”***

Implantologia należy do najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów współczesnej medycyny i stomatologii, w których szczególną uwagę poświęca się właściwościom materiałowym implantów. Implantologia stomatologiczna umożliwia odbudowę utraconych zębów, jednak długoterminowy sukces leczenia w dużej mierze zależy od interakcji pomiędzy implantem a środowiskiem biologicznym jamy ustnej. Kluczowe znaczenie mają rodzaje powierzchni implantów, zwłaszcza w kontekście ograniczania adhezji bakterii i hamowania rozwoju biofilmu na powierzchni stopów tytanu. Modyfikowanie właściwości fizykochemicznych tytanu, takich jak topografia, chropowatość, energia powierzchniowa, skład chemiczny czy hydrofilowość, stanowi obecnie jeden z głównych kierunków badań implantologicznych. Odpowiednio zaprojektowane powierzchnie mogą jednocześnie sprzyjać osteointegracji oraz ograniczać kolonizację mikroorganizmów odpowiedzialnych za infekcje okołowszczepowe. Skuteczność leczenia implantologicznego zależy również od czynników klinicznych i biologicznych, jednak to właśnie powierzchnia implantu odgrywa kluczową rolę w początkowej fazie gojenia i długoterminowej stabilności wszczepu. Badania

materiałowe, biomechaniczne, mikrobiologiczne i w końcu kliniczne pozwalają na ocenę wpływu modyfikacji fizykochemicznych stopów tytanu na rozwój biofilmu bakteryjnego. Interdyscyplinarne podejście do projektowania powierzchni implantów stwarza realne możliwości poprawy bezpieczeństwa, trwałości oraz przewidywalności leczenia implantologicznego. Zatem, próba oceny zastosowania nowoczesnej technologii nanoszenia warstw atomowych (ALD), w postaci precyzyjnych powłok o kontrolowanych właściwościach fizykochemicznych na skomplikowanych kształtach małych implantów kostnych i stomatologicznych w kontekście redukcji biofilmu bakteryjnego, ograniczenia rozwoju reakcji zapalnej oraz ochrony implantu przed inicjacją korozji to temat jeszcze mało poznany, bardzo ciekawy, aktualny oraz bardzo istotny z punktu widzenia naukowego i klinicznego. Z tego względu wybór problematyki rozprawy doktorskiej należy uznać za trafny oraz uzasadniony, zarówno pod względem poznawczym jak i praktycznym.

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Julii Lisoń-Kubicy *pt., „Kształtowanie własności fizykochemicznych stopu Ti-13Nb-13Zr z wykorzystaniem niskotemperaturowej metody osadzania warstw atomowych ALD”* została przygotowana pod kierownictwem dr hab. inż. Marcina Basiagii prof. PŚ, z Katedry Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych, z Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej oraz Pani promotor pomocniczej dr inż. Magdaleny Antonowicz-Hüpsch z tej samej Katedry. Dysertacja ma typowy układ, zgodny z wymogami przyjętymi dla monografii, napisana jest zwięźle, poprawną polszczyzną. Składa się ze 131 stron tekstu, ilustrowana jest aż 59 rysunkami oraz 14 tabelami z zachowaniem właściwej proporcji pomiędzy częścią teoretyczną i badaniami własnymi Autorki. Podzielona jest na 10 rozdziałów obejmujących kolejno: *spis treści, wykaz skrótów i oznaczeń użytych w pracy, wprowadzenie, przegląd piśmiennictwa, założenia, cel i tezy pracy, materiał i metody, wyniki i ich omówienie, wnioski, bibliografię, streszczenie w języku polskim i angielskim*. Układ edytorski i graficzny został przygotowany przez Autorkę bardzo starannie.

Tytuł rozprawy jednoznacznie i czytelnie przedstawia podjęte zagadnienie badawcze.

Część empiryczną pracy poprzedza *wprowadzenie*, w którym podjęto udaną próbę uzasadnienia wyboru tematu badań.

W *przeglądzie piśmiennictwa* Doktorantka, w oparciu o dobrze wyselekcjonowane i aktualne piśmiennictwo naukowe wprowadza czytelnika w tematykę ściśle związaną z omawianą pracą naukową. Wyodrębniając 4 podrozdziały, omawia po kolei najważniejsze zagadnienia dotyczące tej ważnej dziedziny medycyny i stomatologii. W pierwszych podrozdziałach przedstawia w bardzo przejrzysty sposób i zrozumiale dla czytelnika problematykę pochodzenia i tworzenia się biofilmu bakteryjnego, jego znaczenia w patologii oraz różne metody jego zwalczania. Następnie opisuje bardzo dokładnie rolę jaką odgrywa właściwy dobór materiałów stosowanych w implantologii oraz przeprowadza wnikliwą charakterystykę powłok bakteriobójczych i bakteriostatycznych z uwzględnieniem również poprawy osteointegracji implantów. Szczególnie wartościowym jest szerokie i kompleksowe spojrzenie Doktorantki z perspektywy nie tylko inżyniera ale również lekarza. Zawarte we *wprowadzeniu* i *przeglądzie piśmiennictwa* treści służą za bezpośrednie uzasadnienie podjętych przez Autorkę badań oraz jednoznacznie pokazują lukę naukowo-badawczą.

Autorka bardzo szczegółowo formułuje *cel pracy*. Jest on uzasadniony i w pełni odpowiada treści badawczej zawartej w *tytule* i *przeglądzie piśmiennictwa* dysertacji. Dodatkowo, co zasługuje na podkreślenie, Doktorantka formułuje śmiałą tezę badawczą i w graficzny, czytelny sposób przedstawia ramowy program swoich badań.

W kolejnej części rozprawy Autorka tabelarycznie i graficznie scharakteryzowała *material użyty do badań* w postaci podania dokładnego składu pierwiastkowego, właściwości mechanicznych użytego stopu tytanu oraz sposobów modyfikacji jego powierzchni metodą ALD. Dodatkowo opisała skład roztworu symulującego płyn ustrojowy organizmu człowieka.

W rozdziale *metodyka badań* Autorka omawia wszystkie bardzo istotne szczegóły i etapy przeprowadzonych badań. Opis dotyczył analizy składu chemicznego, grubości, mikrostruktury ocenianych powłok oraz badania ich adhezji do podłoża, właściwości tribologicznych, zwilżalności i topografii. Najistotniejsze wydaje się jednak badanie właściwości elektrochemicznych obejmujących odporność na korozję wżerową i szczelinową, przenikania jonów metali z powłoki do roztworu oraz badania biologiczne (cytotoksyczności, stężenia wybranych cytokin prozapalnych, adhezji bakterii do powierzchni oraz zdolności proliferacyjnych komórek fibroblastycznych). Ogromne wrażenie robi rozmach zaplanowanych badań kompleksowo obejmujący pełną ocenę właściwości fizycznych, elektrochemicznych i biologicznych badanych powłok.

W rozdziale *wyniki badań i ich omówienie* Autorka przedstawiła wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań i analiz w formie opisowej oraz w starannie opracowanych, dobrze czytelnych czterech tabelach i często barwnych rysunkach (aż 37). Opracowano je bardzo precyzyjnie i szczegółowo, uwzględniając wszystkie założone oceniane parametry. Ich profesjonalne wykonanie ułatwia interpretację merytoryczną rozprawy i wpływa pozytywnie na wartość edytorską pracy. Analiza statystyczna została wykonana z zastosowaniem odpowiednich metod. Testy zostały trafnie dobrane do oceny uzyskanych wyników. Jestem pod wrażeniem ogromu pracy, jaką włożyła Doktorantka w przygotowanie tej części rozprawy. Rozdział *wyniki i ich omówienie* stanowi logiczną i konsekwentną odpowiedź na pytania postawione w celu pracy.

Na podstawie omówienia wyników przeprowadzonych badań Doktorantka sformułowała prawidłowo 6 jasnych wniosków, które wynikają z zaplanowanych celów. Wnioski mają również aspekt wdrożeniowy co wzbogaca pracę.

Piśmiennictwo, co zasługuje na podkreślenie w liczbie 127 pozycji jest głównie anglojęzyczne, zawiera aktualną wiedzę (60 pozycji jest z ostatnich 5 lat), jest dobrze dobrane i właściwie cytowane w treści rozprawy.

Na końcu pracy znajduje się *streszczenie w języku polskim i angielskim*, które oddaje istotne treści i wnioski z przeprowadzonej pracy.

Podczas dokładnej analizy tekstu pracy znalazłem kilka drobnych błędów stylistycznych, literowych, interpunkcyjnych oraz niejasnych sformułowań, które nie mają jednak wpływu na wartość pracy i przekaże je osobiście w celu ich poprawy. Jako recenzent chciałbym zasugerować, iż dla łatwiejszego odszukiwania informacji Autorka mogłaby umieścić w początkowej części dysertacji wykaz tabel i rysunków. Ponadto, chciałbym zapytać jakie względy zadecydowały o zastosowaniu w dysertacji omówienia wyników zamiast klasycznej dyskusji, typowej dla monografii doktorskiej? Na zakończenie mam prośbę do Doktorantki o omówienie mechanizmów fizykochemicznych i biologicznych pozwalających ograniczyć adhezję *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli* do powłoki SnO₂ oraz pokazanie różnic w hamowaniu adhezji bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych?

W podsumowaniu recenzji chciałbym podkreślić, że przedstawioną mi dysertację oceniam **pozytywnie i bardzo wysoko merytorycznie** za podjęcie ważnego, nowatorskiego i

aktualnego z punktu widzenia pracy naukowej, jak i codziennej pracy klinicznej tematu badawczego oraz za umiejętność zaplanowania i samodzielnego wykonanie kompleksowych badań o najwyższym stopniu zaawansowania naukowego.

Oceniana rozprawa doktorska stanowi wartościowy wkład w rozwój badań wielu dziedzin nauki i świadczy o dużych umiejętnościach i dojrzałości naukowej Doktorantki.

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska **spełnia** warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.), w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna.

W związku z powyższym, mam zaszczyt przedstawić wniosek o dopuszczenie mgr inż. Julii Lisoń-Kubicy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc również pod uwagę innowacyjność, wyjątkowo wysoką wartość merytoryczną oraz interdyscyplinarność dysertacji chciałbym wystąpić o jej wyróżnienie.

dr hab. n. med. i n. o zdr. Rafał Wiench