Śląski Uniwersytet
Medyczny w Katowicach

Sosnowiec, 05.07.2022

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Żanety Garczyk pt: „ *Trójwymiarowy model jako narzędzie do wyznaczania objętości porów biomateriału przeznaczonego do implantacji*" wykonanej na Wydziale Inżynierii Biomedycznej, Politechniki Śląskiej w Zabrzu, pod kierunkiem: dr hab. Sebastiana Stach, profesora UŚ oraz dr hab. Andrzeja Swinarew, profesora UŚ

Pani mgr inżynier Żaneta Garczyk ukończyła studia na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach, uzyskując stopień magistra inżyniera w 2016 roku. Jak wynika z bibliografii i przedstawionej mi ro recenzji pracy doktorskiej, od tego czasu realizuje badania naukowe w zakresie analizy biomateriałów.

Rozprawa doktorska mgr inż. Żanety Garczyk od strony formalnej obejmuje wszystkie wymagane elementy. Układ poszczególnych rozdziałów i ich zawartość są przejrzyste.

Bardzo obszerny wstęp wnikliwie wprowadza czytelnika w tematykę, dotyczącą badań wykonanych przez doktorantkę. Badania te mają niebagatelne znaczenie w zakresie szeroko rozumianych nauk medycznych.

Jak Doktorantka sama stwierdziła, nie istnieje idealny biomateriał. Myśl ta, co prawda wyrwana jest z kontekstu i miała podkreślić wg Doktorantki, że zastosowanie każdego materiału powinno być rozpatrywane indywidualnie. Pozwolę sobie jednak na dodatkową dygresję twierdząc, że z biomedycznego puntu widzenia nawet indywidualny dobór do określonego zastosowania medycznego, spośród dotychczas opracowanych i używanych biomateriałów, nie zapewnia w pełni oczekiwań. Każdy implant, proteza czy materiał wykorzystywany w chirurgii (np. klamry w ortopedii, powierzchnie stawowe) są nietrwałe. Mogą rozszczelniać się, powodować szybsze zmiany degeneracyjne obokleżnych tkanek lub potencjalnie mogą wykazywać odczyny alergiczne. Bardzo często, sytuacjom takim towarzyszą dodatkowe zakażenia, zwłaszcza bakteriami bezwzględnie lub względnie beztlenowymi.

W swojej dysertacji mgr inż. Żaneta Garczyk we wstępnych informacjach, opisanych na czterdziestu ośmiu stronach skupiła się na zaprezentowaniu różnych typów biomateriałów, ich porowatości i metodach pomiaru tej właściwości. Wstęp ten dowodzi bardzo dobrej znajomości literatury i kompetencji w zakresie prowadzonych badań. Autorka w swojej dysertacji powołuje się na 148 pozycji literaturowych, z czego większość została opublikowana po roku 2000.

Po klarownym przedstawieniu celów i zakresu oraz planu rozprawy doktorskiej, na następnych trzydziestu stronach Autorka przedstawiła efekty swoich badań. W ramach tego w pracy doktorskiej został przedstawiony materiał korundowy oraz sposób jego pozyskiwania metodą spieniania chemicznego. Ponadto Doktorantka zaprezentowała wykorzystany sprzęt, umożliwiający osiągnięcie głównego celu, tj. przeanalizowania porowatości, oceny kształtów i wielkości porów badanego materiału.

Używając skaningowego laserowego mikroskopu konfokalnego o wysokiej zdolności rozdzielczej, umożliwiającego obrazowanie trójwymiarowe oraz wysokorozdzielczego skanera rentgenowskiego została dokonana analiza i przetworzenie zebranych danych.

Korzystając z programu Scanning Probe Image Processor, Doktorantka przeanalizowała obrazy uzyskane w mikroskopie konfokalnym z zastosowaniem dwóch obiektywów, wyznaczając pory w badanym materiale i ich parametry geometryczne. Została zatem wykonana niebywale rzetelna praca, dzięki której określono liczbę, średnią średnicę, powierzchnię i obwód porów.

Wyniki analiz, autorka zobrazowała w formie graficznej, a także w postaci liczbowej podając dane w postaci tabelarycznej i w postaci histogramów.

Ostatecznie wyniki analiz zweryfikowano porównując z obserwacjami mikrotomograficznymi i rekonstrukcją trójwymiarową. Uzyskano w ten sposób pełne odzwierciedlenie wszystkich parametrów, z rozmieszczeniem przestrzennym porów włącznie. Opracowana metodyka może być wykorzystana do analizy próbek biomateriałów w celu oceny ich struktury powierzchniowej i wewnętrznej. Porowatość powierzchni biomateriałów przeznaczonych do konstrukcji implantów ma niebagatelne znaczenie.

Treść dysertacji mgr inż. Żanety Garczyk jest bezsprzecznie zgodna z tematem. Nie mam zastrzeżeń do merytorycznej wartości pracy, ma ona charakter metodologiczny. Analogiczne badania, poruszające tą samą tematykę zostały ocenione przez recenzentów, opublikowanych już prac lub wystąpień konferencyjnych które Doktorantka cytuje w bibliografii i jest w nich pierwszą autorką (poz. 137, 138, 147, 148). Dotyczy to głównie bliźniaczej pod względem zakresu badań i treści pracy opublikowanej w *Materials*, w 2021 roku (poz.148)

Przedstawiona mi do recenzji praca doktorska jest zatem, w pewnym sensie podsumowaniem kilkuletnich analiz.

Rozprawa doktorska w tytule zawiera informację, że treść obejmuje informacje o „...biomateriale przeznaczonego do implantacji". Ponadto, we wnioskach końcowych (rozdz. 6) Doktorantka napisała, że zrealizowała wszystkie pośrednie cele, co oczywiście jest zgodne z prawdą.

Analizując tekst dysertacji przedłożonej do oceny, oczywista jest dla czytelnika spora wiedza Autorki w zakresie biomateriałów, ich zróżnicowania dotyczącego struktury fizykochemicznej i przeznaczenia w medycynie. Według mojej opinii najważniejsze, że Autorka ma świadomość wielu problemów związanych z konieczności dopasowania materiału do złożonych, bardzo skomplikowanych mechanizmów fizjologicznych, biochemicznych organizmu człowieka, aby ów materiał mógł pełnić rolę biomateriału.

Z tego powodu, dysertacja mgr inż. Żanety Garczyk prowokuje do pewnych przemyśleń, które dla mnie, czyli osoby pracującej w zakresie nauk biomedycznych są bardzo istotne.

Interesujący jest problem, w jaki sposób wyniki badań przedstawionych przez Doktorantkę są w stanie usprawnić zastosowanie biomateriałów w praktyce?

Czy rozmiary powierzchniowych rowków i przypowierzchniowych porów w przypadku materiału zaprezentowanego w pracy, czyli uzyskanego metodą spieniania chemicznego są właściwe dla projektowania implantów, czy sprzyjają procesom regeneracji mikrośrodowiska tkankowego implantu? Ponadto, jakie są lepsze wartości objętości porów w przypadku wykorzystania materiału ceramicznego jako nośnika leków lub czynników bioaktywnych, które powinny być resorbowalne miejscowo? Czy parametr, jakim jest objętość i układ porów nie powinna być korelowana z właściwościami chemicznymi czynnika, który poprzez

biomateriał ma być zaaplikowany pacjentowi? Jakie medium powierzchniowe stosuje się dla zastosowania powierzchni ceramicznych dla łatwiejszej adhezji komórkowej?

Pytania te nie stanowią w żadnym przypadku zarzutu, niemniej są prowokacją do podjęcia dyskusji, koniecznej do dopełnienia luki pomiędzy inżynierią materiałową a inżynierią biomedyczną.

Jeszcze raz odkreślam, że praca doktorska Pani mgr inż. Żanety Garczyk dowodzi Jej dojrzałości odnośnie prowadzenia badań naukowych w zakresie inżynierii biomedycznej. Doktorantka napisała rozprawę bardzo klarownie, udowodniła dobre przygotowanie merytoryczne do podejmowania niełatwych wyzwań naukowych projektując i realizując prawidłowo projekt badawczy.

W podsumowaniu ogólnym stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska Pani mgr inż. Żanety Garczyk pt „ *Trójwymiarowy model jako narzędzie do wyznaczania objętości porów biomateriału przeznaczonego do implantacji*" spełnia wszelkie wymagania stawiane pracom doktorskim, określone w art. 187 ustawy z dnia 20.07.2018 r. (prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – j.t. Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami).

Biorąc to pod uwagę, wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny „Inżynieria Biomedyczna" wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Żanety Garczyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, uwzględniając dorobek naukowy Doktorantki, rzetelność opracowania dysertacji i przede wszystkim wyżej wspomniany fakt, że treść przedstawiona w pracy doktorskiej została już opublikowana w recenzowanym czasopiśmie z wskaźnikiem oddziaływania powyżej 3, pozwalam sobie złożyć wiosek o wyróżnienie rozprawy.

Podpisał Krzysztof Jasik (podpis odręczny)