



Łódź, 22 listopada 2024 r.

OCENA

rozprawy doktorskiej magistra Kamila Patryka Kwiecińskiego p.t. „Dobór materiałów i technologii wytwarzania urządzenia do rehabilitacji jamy ustnej”.

Od wielu lat obserwujemy stały wzrost liczby pacjentów z zaburzeniami czynnościowymi układu stomatognatycznego. Obok próchnicy zębów i chorób przyzębia stanowią one istotny problem społeczny. Szacuje się, że dysfunkcje układu stomatognatycznego dotyczą nawet 30–80% osób dorosłych i aż blisko 75% młodzieży w wieku 15–17 lat, z wyraźną tendencją do obniżania się wieku pacjentów z ww. zaburzeniami. Sytuację komplikuje również złożona etiopatogeneza zaburzeń i konieczność wdrożenia wielospecjalistycznego leczenia.

Z uwagi na powszechność dysfunkcji układu ruchowego narządu żucia i w równej mierze trudności w ich leczeniu, badaniom zmierzającym do doskonalenia metod terapii przypisuje się w stomatologii wysoką rangę. Podjęty zatem przez Doktoranta temat badań z zakresu projektowania i wykonawstwa trenażera języka wykorzystywanego w zespołowym leczeniu bruksizmu, uważam za ciekawy i aktualny, a w powiązaniu z uwzględnieniem aspektów materiałowych, mechanicznych i przeciwdrobnoustrojowych, stanowi kompleksowe opracowanie z możliwością wdrożenia wyników badań do praktyki klinicznej.

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska liczy 165 stron składu komputerowego, ilustrowana jest 58 rysunkami i 27 tabelami. Napisana jest poprawnym językiem, a konstrukcja pracy posiada układ typowy dla monografii.

We wstępie doktorant, w oparciu o cytowane piśmiennictwo, wprowadza czytelnika w problematykę dysertacji omawiając aspekty medyczne proponowanego rozwiązania oraz aspekty materiałowe i konstrukcyjne dotychczasowych rozwiązań. Zwraca uwagę na powszechność występowania dysfunkcji układu stomatognatycznego i rolę szyn zwarciovych jako podstawowego narzędzia, najczęściej stosowanego w zespołowym leczeniu zaburzeń. Podkreśla korzystne właściwości szyn stosowanych w leczeniu zaburzeń, wskazując na rolę miękkich szyn, przede wszystkim chroniących zęby przed ścieraniem lub złamaniem, a w przypadku szyn o dostatecznej sztywności, na zdolności do dystrybucji sił zgryzowych na większą liczbę zębów. Podkreśla także, że uzasadnieniem dla stosowania twardych szyn jest ograniczenie objawów bólowych towarzyszących zaburzeniom czynnościowym w stawach skroniowo-żuchwowych poprzez zmianę równowagi okluzyjnej, zmianę impulsów aferentnych do ośrodkowego układu nerwowego, poprawę wymiaru pionowego zwarcia, korygowanie pozycji kłykci i wspomaganie świadomości poznawczej.

Doktorant podkreśla i słusznie, że istnieją rozwiązania terapeutyczne aktywizujące działanie mięśni przeciwstawnych do mięśni przywodzących żuchwę lecz są one nieliczne, a wpływ własności sprężystych materiałów i zdolności do ugięcia sprężystego elementów

Zakład Stomatologii Ogólnej, Katedra Stomatologii Odtwórczej
Oddział Stomatologiczny Wydziału Lekarskiego
92-213 Łódź | ul. Pomorska 251
tel. (042) 675 74 61, | fax. (042) 675-74-62
e-mail: jerzy.sokolowski@umed.lodz.pl www.umed.pl

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 25.11.2024
RDyMa/2021/51/2024
nr zał.

tych urządzeń na efekty biomechaniczne nie jest do końca wyjaśniony. Ponadto zwraca uwagę, że w ramach stosowania wyrobów medycznych wewnątrzustnych wykonanych m.in. z EVA występuje problem związany z kolonizacją materiałów funkcjonujących w jamie ustnej przez patogenne mikroorganizmy, a nieliczne tylko prace dotyczą modyfikacji EVA przeznaczonego do aplikacji medycznych w zakresie nadania właściwości przeciwdrobnoustrojowych. W ramach dostępnych publikacji szczególną uwagę zwraca się na możliwości aplikacyjne stosowania srebra, siarczanu baru czy jonów fluoru, jednak nie pod kątem zwalczania jednego z głównych patogennych mikroorganizmów, czyli grzybów drożdżopodobnych. Należy jednocześnie zauważyć, że tylko w pojedynczych pracach analizowano inne prócz przeciwdrobnoustrojowych właściwości o charakterze aplikacyjnym, w tym właściwości mechaniczne, fizykochemiczne czy cytotoksyczność. Z pełnym przekonaniem mogę stwierdzić, że informacje zawarte w przeglądzie piśmiennictwa i sposób ich prezentacji świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu Doktoranta do prowadzenia badań.

Doktorant, mając na uwadze problemy badawcze wskazane w przeglądzie piśmiennictwa oraz plany wdrożeniowe związane z realizacją pracy, przystępując do badań stawia sobie za cel:

1. opracowanie konstrukcji trenażera przeznaczonego do leczenia bruxizmu w oparciu o wyniki biomechanicznego rozpoznania warunków jego funkcjonowania wraz z doborem/opracowaniem materiałów zapewniających jego prawidłowe funkcjonowanie.
2. opracowanie materiału dedykowanego wdrażanej konstrukcji, który obok funkcjonalnych właściwości mechanicznych zapewni poprawę właściwości mikrobiologicznych rozwiązania.

Formułuje dwie hipotezy badawcze, że:

1. możliwym jest w oparciu o biomechaniczne rozpoznanie funkcjonowania układu stomatognatycznego opracowanie materiału i konstrukcji elementu sprężystego w taki sposób, że będzie on pełnił funkcję podczas działania mięśni języka przy założeniu, że rozwiązanie to będzie mogło być wytwarzane masowo w formie prefabrykowanej przeznaczonej do indywidualizacji w jamie ustnej pacjenta,
2. możliwym jest opracowanie oryginalnego materiału dedykowanego pod przedmiotowe rozwiązanie i gwarantującego spełnienie wymogów biomechanicznych i postaci konstrukcji prefabrykowanej przy uzyskaniu poprawy odporności mikrobiologicznej.

Doktorant, realizując założone cele pracy, w pierwszej kolejności opracowuje model numeryczny żuchwy na podstawie identyfikacji cech morfologiczno-czynnościowych żuchwy, który zweryfikował w badaniach pilotażowych pod względem wiarygodności obliczeń. Wykorzystując model numeryczny wykonuje badania symulacyjne MES wpływu kontrolowanej zmiany aktywności mięśni na reakcje stawowe i zvarciowe w celu potwierdzenia schematu działania aktywizacji mięśni przeciwstawnych do przywodzicieli i korzystnego działania w terapii bruxizmu.

Następnie projektuje zakres konstrukcyjnych cech trenażera języka, a wykonane prototypy poddaje wstępnym testom klinicznym dla oceny wpływu kształtu i lokalizacji elementu sprężystego na poziom komfortu użytkowania trenażera. Bazując na informacjach ankietowych użytkowników dokonuje kolejnych zmian lokalizacji, szerokości i wysokości elementu sprężystego (przeszkody) trenażera celem jego standaryzacji w oparciu o ocenę kliniczną. W kolejnym etapie, w oparciu o wykonane prototypy i otrzymane wyniki ankiety, wykonuje dwa modele cyfrowe trenażera, po czym przeprowadza badania symulacyjne i ocenę MES wpływu własności sprężystych materiału trenażera poprzez symulacyjne ugięcia i naprężenia w zakresie liniowym dla materiałów o zróżnicowanym module Younga. Pozwoliło to Doktorantowi na dobór pożądanego zakresu modułu sprężystości materiału elementu sprężystego trenażera.

W następnym etapie badań opracowuje szereg blend polimerowych wraz z technologiami ich otrzymywania w skali laboratoryjnej i przeprowadza badania umożliwiające klasyfikację materiałów podstawowych do wykonania trenażerów. Jednocześnie dokonuje kwalifikacji materiałów do eksperymentów umożliwiających opracowanie materiału o pożądanych właściwościach mikrobiologicznych przy zachowaniu odpowiednich właściwości mechanicznych.

W kolejnych testach blendy poddaje badaniom własności funkcjonalnych oceniając ich twardość, wytrzymałość na rozciąganie, kąt zwilżania, moduł zachowawczy i stratności oraz współczynnik stratności, a także przeprowadza analizy termiczne metodą DSC. Wykonuje również testy technologiczne możliwości wytworzenia prefabrykatów trenażerów na podstawie form wtryskowych i wykonuje testy wtrysków w technologii małej serii prefabrykatów trenażerów. Dopracowuje także technikę termoformowania i przygotowuje serię eksperymentalnych trenażerów przeznaczonych do testów na modelach fizycznych.

Wykonuje także badania weryfikacyjne analizujące charakterystyki przedstawiające zależność siły od ugięcia elementu sprężystego, w tym cykliczne, w miejscu przyłożenia siły, a uzyskane rezultaty konfrontuje z wynikami pierwotnych symulacji MES.

Podsumowując należy uznać, że wyniki badań Doktoranta, przedstawione w pierwszej części pracy, pozwoliły na opracowanie technologii wytwarzania trenażera w warunkach pracowni techniki dentystycznej na zlecenie lekarza i dowiodły, że opracowane materiały charakteryzowały się wcześniej założonymi właściwościami, co pozwoliło Autorowi na zaproponowanie materiału do wytwarzania trenażera prefabrykowanego.

W drugiej części badań Doktorant opracowuje innowacyjne kompozyty o własnościach przeciwdrobnoustrojowych, wykorzystując do tego fosforan srebrowo-sodowo-wodorowocyrkonowy, ceramiczny submikronowy wypełniacz będący nośnikiem srebra, który wprowadza do wcześniej przygotowanych blend polimerowych EVA dwiema metodami – rozpuszczalnikową i mechaniczną. Skuteczność procesu wprowadzenia napelniacza ocenia jakością dyspersji napelniacza w badaniach SEM i stopniem odparowania rozpuszczalnika w badaniach FT IR. Aby ocenić właściwości mikrobiologiczne wytworzonych eksperymentalnych kompozytów przeprowadza ocenę adherencji szczepów grzybów

Candida albicans i bakterii *Streptococcus mutans*, zaś dla oceny ich tolerancji biologicznej wykorzystuje test MTT oceniając cytotoksyczność kompozytów.

Doktorant dowiódł w badaniach, dla wszystkich materiałów eksperymentalnych, znaczącego, bowiem w większości przypadków przekraczające 80%, zmniejszenia adherencji drobnoustrojów oraz braku cytotoksyczności materiałów eksperymentalnych. Wytworzone materiały poddał także badaniom właściwości mających wpływ na ich cechy przetwórcze i użytkowe. Przeprowadził pomiary twardości, wytrzymałości na rozciąganie, kąta zwilżania, badania DMA, DSC. Badania te wykazały, że opracowane materiały charakteryzowały się właściwościami pożądanymi z punktu widzenia aplikacji, nie pogorszonymi w stosunku do materiału niemodyfikowanego, przy uzyskaniu nowej cechy funkcjonalnej – zmniejszonej adherencji drobnoustrojów z zachowaniem właściwości mechanicznych.

Doktorant wszystkie wyniki badań przedstawił w jasny i przejrzysty sposób, a jakość interpretacyjną podnosi właściwie przeprowadzona i szczegółowo przedstawiona analiza statystyczna rezultatów badań.

W ramach dyskusji wyników szczegółowo omawia na tle światowego piśmiennictwa tak zagadnienia biomechaniczne związane z funkcjonowaniem trenażera w kontekście przeprowadzonych badań MES, testów materiałowych i testów na modelach fizycznych jak i praktyczne oraz prawne aspekty związane z realizowanym projektem, co jest szczególnie ważne mając na uwadze wdrożeniowy charakter rozprawy. Drugą część dyskusji Doktorant poświęca opracowaniu materiału bazowego o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. W tej części również sięga po bogate zestawienie najnowszych pozycji światowego piśmiennictwa omawiając właściwości uzyskanych materiałów i wskazując jednocześnie na potencjalne zagrożenia związane z ich przyszłym stosowaniem w kontekście dalszych planów badawczych. Szczególnie dużo uwagi poświęca kwestiom związanym z uzyskaniem korzystnych właściwości biologicznych. Kończąc dyskusję słusznie podkreśla, że w toku badań osiągnięte zostały cele pracy oraz zweryfikowano tezy badawcze potwierdzając je.

Na podstawie otrzymanych wyników Doktorant formułuje siedem wniosków, z których część ma wymiar przede wszystkim poznawczy, a z kolei inne nastawione na rozwiązanie problemu o charakterze wdrożeniowym, co jest w pełni zasadne mając na uwadze charakter ocenianej dysertacji. Wszystkie wnioski znajdują pełne oparcie w materiale badawczym.

Po wnioskach Doktorant umieszcza piśmiennictwo, liczące 271 pozycji, w większości angielskojęzyczne, zostało ono właściwie dobrane i wykorzystane tak w przeglądzie piśmiennictwa jak i w dyskusji. Streszczenia pracy, w języku polskim i angielskim, umieszczone są w kolejnym rozdziale. Pracę zamykają spis rysunków, spis tabel oraz załączniki.

W podsumowaniu pragnę zwrócić uwagę na oryginalność i trafność podjętego przez Doktoranta tematu badawczego oraz szeroki zakres prowadzonych badań jak i dobór właściwych metod badawczych dla realizacji celu pracy. Na podkreślenie zasługuje wykorzystanie MES do projektowania modelu trenażera w oparciu o określone własności mechaniczne tworzywa bazowego przy weryfikacji klinicznej wytworzonych prototypów

oraz zastosowanie w badaniach materiałowych nowoczesnych metod badawczych i aparatury pomiarowej jak m.in.: SEM i FT IR. Zwraca uwagę rzetelność i przejrzystość prezentacji uzyskanych wyników badań w dokumentacji tabelarycznej i licznych rysunkach oraz starannie przygotowana szata edytorska dysertacji jak i sposób wykorzystania danych z piśmiennictwa tak we wstępie jak i dyskusji wyników, które są mocną stroną dysertacji. Znajomość problematyki rozprawy widoczna jest właśnie w sposobie omówienia wyników badań na tle współczesnej wiedzy. Pragnę podkreślić wartość poznawczą dysertacji, ale nade wszystko praktyczny wymiar wyników przeprowadzonych badań, stwarzający możliwości wdrożenia wyników badań do praktyki klinicznej i wykorzystania тренаżerów języka w zespołowym leczeniu zaburzeń czynnościowych układu stomatognatycznego. Wartość pracy podnosi także opracowanie tworzywa polimerowego do wykonywania тренаżera o właściwościach bakterio i grzybobójczych.

Przy bardzo dobrej ocenie dysertacji muszę stwierdzić, że Autor nie ustrzegł się jednak przed popełnieniem pewnych błędów. Zastrzeżenia może budzić sformułowanie tytułu rozprawy, który wydaje się nazbyt ogólny i nie do końca precyzyjnie odnosi się do zakresu prowadzonych badań. W zdaniu umieszczonym na stronie 46 w 2 akapicie *"Wprowadzenie bardziej złożonego modelu dotyczącego właściwości materiałowych tkanek w nieznacznym wpływa na wartości badanych reakcji"* Autor pominął jak sądzę wyraz „sposób”. Podobnie nieczytelne jest zdanie na str. 50 w akapicie 2 *„wykonano finalną partię тренаżerów z dopracować kształtem elementu sprężystego, po czym poddano je ocenie”*, jak i na str. 52 w akapicie 2 *„przedstawiono modelu тренаżera języka z podatną przeszkodą w wersji (...)”*. Na str. 85 w ostatnim wierszu niezręczne jest zakończenie zdania *"Jednocześnie wszystkie wartości przekroczyły 90°, a więc materiały hydrofobowe."* Na str. 69 w akapicie 4.1. Doktorant odnosi się do przydatności badań MES w stomatologii, a zawarte w nim treści są raczej domeną dyskusji, a nie prezentacji uzyskanych wyników badań. Na str. 120 w ostatnim akapicie niezręczna wydaje się treść zdania *„Pierwotnie metodą wtrysku wykonano serię тренаżerów przeznaczonych do termoformowania z EVA28."* Autor nie ustrzegła się też drobnych błędów literowych i stylistycznych.

Doktorant w zestawieniu pozycji piśmiennictwa nie zachował jednoznacznych kryteriów opisu poszczególnych pozycji. Wskazane usterki są głównie błędami natury formalnej, nie mają one zasadniczego znaczenia i nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej rozprawy.

Podsumowując, stwierdzam, że przedłożona mi do oceny praca doktorska jest oryginalnym, samodzielnym rozwiązaniem problemu badawczego, spełnia wymogi określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2020 r., poz. 85 ze zm.) przedkładał więc Wysokiej Radzie Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej wniosek o dopuszczenie magistra Kamila Patryka Kwiecińskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, z uwagi na trafność podjętego tematu badawczego, zakres, obszerność i sposób przeprowadzenia badań oraz w równej mierze ponadstandardowy wkład pracy włożony w realizację badań, opracowanie wyników i ich prezentację jak i użyteczny charakter pracy, pozwalający oczekiwać wdrożenia wyników badań, wnioskuję o wyróżnienie dysertacji.

Prof. J. Sokołowski

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)

Zakład Stomatologii Ogólnej, Katedra Stomatologii Odtwórczej
Oddział Stomatologiczny Wydziału Lekarskiego
92-213 Łódź | ul. Pomorska 251
tel. (042) 675 74 61, | fax: (042) 675-74-62
e-mail: jerzy.sokolowski@umed.lodz.pl www.umed.lodz.pl