

Warszawa, 23 kwietnia 2022

Dr hab. inż. Jan Gajewski prof. AWF
Katedra Biologii Człowieka
Wydział Wychowania Fizycznego
Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego
w Warszawie

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Katarzyny Rosickiej
pt. „Zastosowanie urządzenia MyotonPRO do oceny parametrów
biomechanicznych i wiskoelastycznych ludzkiej skóry”
przygotowanej pod kierunkiem dr hab. Włodzimierza Mrówczyńskiego prof. AWF

Ocena strony formalnej

Forma i objętość pracy

Przedłożona mi do oceny rozprawa doktorska zredagowana w formie wydruku komputerowego liczy 37 stron maszynopisu zawierającego polsko- i anglojęzyczną wersję autoreferatu, w którym autorka przedstawiła omówienie dwóch artykułów stanowiących cykl, dyskusję uzyskanych wyników oraz streszczenie. Same artykuły wraz z oświadczeniami ich współautorów zamieszczono w załącznikach. Praca zawiera również spis piśmiennictwa obejmujący 65 pozycji, głównie oryginalnych artykułów w języku angielskim.

Artykuły stanowiące cykl to „Skin biomechanical and viscoelastic properties measured with MyotonPRO in different areas of human body” oraz „Comparison of different MyotonPRO probes for skin stiffness evaluation in young women” oba autorstwa Katarzyny Rosickiej, Barbary Mierzejewskiej-Krzyżowskiej i Włodzimierza Mrówczyńskiego. Artykuły zostały opublikowane w recenzowanym czasopiśmie Skin Research and Technology. Łączny impact factor obu prac wyniósł 4,73. Zgodnie z oświadczeniami współautorów Doktorantka sformułowała koncepcję badawczą, opracowała metodologię badań, przygotowała niezbędne urządzenia pomiarowe, zebrała dane empiryczne w trakcie procedur pomiarowych,

uporządkowała dane, wykonała analizę statystyczną, przygotowała tabele i ryciny oraz manuskrypty.

Zgodność treści z tematem pracy

Treść rozprawy zgodna jest z tematem określonym w tytule i dotyczy badania właściwości lepko-sprężystych skóry człowieka za pomocą urządzenia MyotonPRO przy zastosowaniu różnych końcówek pomiarowych w różnych rejonach ciała.

Układ autoreferatu, kolejność i kompletność rozdziałów

Merytoryczna część autoreferatu ma układ klasyczny. Rozdziały ułożone są w logicznej kolejności zgodnie z zasadami redagowania opracowań naukowych. Tekst rozpoczyna się dwustronicowym wstępem. Autorka charakteryzuje w nim skórę jako narząd ludzkiego organizmu oraz wskazuje na potrzebę badania jej właściwości mechanicznych na potrzeby diagnostyki chorób objawiających się zmianami skórnymi. Przedstawia również urządzenia, za pomocą których możliwa jest ocena właściwości skóry związanych z jej odkształcalnością takich jak: sztywność, wiskoelastyczność, anizotropia, tarcie, elastyczność, czy twardość. Autorka wskazuje na mnogość mierzonych parametrów i wskazuje na potrzebę zastosowania urządzenia, które umożliwi szybką, obiektywną i nieinwazyjną ocenę parametrów mechanicznych skóry. Wybór pada na urządzenie MyotonPRO przeznaczone przede wszystkim do badania właściwości reologicznych mięśni i ścięgien, co nie wyklucza możliwości wykorzystania go do badania innych tkanek.

W kolejnym podrozdziale HIPOTEZY I CELE BADAŃ Autorka formułuje główny cel badań przedstawionych w cyklu, którym jest „sprawdzenie, czy MyotonPRO jest urządzeniem, które nadaje się do obiektywnej oceny parametrów biomechanicznych oraz wiskolelastycznych zdrowej ludzkiej skóry, które łącznie odzwierciedlają jej właściwości”. W pierwszym z artykułów Autorka postawiła i weryfikowała hipotezę, że końcówki pomiarowe typu L-shape będą odpowiednie do oceny sztywności tkanki. Autorka przyjęła, że powtarzalność korelacji między badanymi parametrami w trzech badanych obszarach skóry będzie świadczyła o poprawności pomiarów i wykaże praktyczną przydatność urządzenia. W drugim artykule autorka porównała wartości sztywności uzyskane przy zastosowaniu czterech różnych końcówek pomiarowych w trzech różnych obszarach skóry, o których wiadomo, że charakteryzują się różną proporcją tkanek powierzchniowych i głębokich.

W podrozdziale zatytułowanym METODY Doktorantka podaje procedurę oszacowania wielkości badanej próby, zarówno na podstawie analizy mocy testu, jak i zaleceń EEMCO

(European Group on Efficacy Measurement and Evaluation of Cosmetics and other Products). Opisuje badaną grupę 32 studentek AWF Poznań biorących udział w doświadczeniu i protokół badań właściwości skóry dokonanych w trzech lokalizacjach za pomocą czterech różnych końcówek pomiarowych urządzenia MyotonPRO. Z opisu wynika, że oba artykuły tworzące cykl powstały na podstawie wyników uzyskanych podczas przeprowadzenia tego samego badania.

Analizy statystycznej wyników Autorka dokonała za pomocą programu Statistica 13. Do porównania średnich Doktorantka wykorzystowała analizę wariancji dla pomiarów powtarzanych (pierwszy artykuł) i test Friedmana (drugi artykuł). W obu przypadkach do porównań szczegółowych post-hoc zastosowała test HSD Tukeya.

W rozdziale Wyniki Autorka podsumowała kolejno najważniejsze wyniki zamieszczone w pierwszym i drugim artykule. Sztywności zmierzone obiema końcówkami L-shape były praktycznie jednakowe w różnych lokalizacjach (nie różniły się istotnie), natomiast różniły się od wartości uzyskanej za pomocą końcówki standardowej. Pozostałe parametry różniły się w zależności od lokalizacji. Stwierdzono przy tym istotne korelacje pomiędzy poszczególnymi parametrami uzyskanymi w różnych obszarach skóry.

W dyskusji Doktorantka dokonuje interpretacji uzyskanych wyników podkreślając, że użycie końcówek L-shape do oceny właściwości reologicznych skóry okazało się uzasadnione. Autorka omawia również możliwe przyczyny wystąpienia różnic wartości badanych parametrów zaobserwowanych w poszczególnych rejonach skóry. W kolejnym podrozdziale omówione zostały ograniczenia badań i wytyczone ich dalsze kierunki związane ze zbadaniem osób różnej płci i w różnym wieku. Część merytoryczną pracy kończą wnioski praktyczne dotyczące stosowalności urządzenia do oceny parametrów wywiedzione z jednakowych korelacji między wybranymi parametrami zachodzącymi niezależnie od miejsca w którym były mierzone.

Uwagi krytyczne

Pewien kłopot sprawiła mi Doktorantka nazywając pierwszy z załączonych artykułów artykułem nr 2, a drugi artykułem nr 1. Uznałem, że podczas opisu będę stosował kolejność wprowadzoną przez Doktorantkę.

Niepokoje mnie chaos terminologiczny i brak ścisłego podejścia wynikający zapewne z nieznamości praw fizycznych dotyczących lepko-sprężystych właściwości ciał odkształcalnych. Zastosowane terminy nijak się mają do ich anglojęzycznych odpowiedników. Z całą pewnością logarytmiczny dekrement tłumienia (nie wiem dlaczego słowo „tłumienie”

zostało pominięte) nie może być nazywany elastycznością. Elastyczność to pojęcie ogólne łączące właściwości ciał odkształcalnych i poszerzające pojęcie sprężystości (związku między naprężeniem a odkształceniem) o zależności między naprężeniem a prędkością i kierunkiem odkształcenia. Pojawia się również w tekście pojęcie „napięcia tkanek”, które w wersji anglojęzycznej opisane jest jako „oscillation frequency”. Jest to oczywiście częstość drgań własnych układu, wielkość proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z ilorazu sztywności i tak zwanej masy zredukowanej (bezwładności części ośrodka biorącej udział w wymuszonym ruchu). Nie dziwi zatem wysoka korelacja między sztywnością a częstotliwością drgań własnych.

Nie rozumiem, dlaczego i według jakich kryteriów Doktorantka dokonała podziału badanych parametrów na biomechaniczne i wiskoelastyczne. Osobiście wolałbym jedno i drugie nazwać właściwościami reologicznymi lub lepko-sprężystymi.

W opisie metod statystycznych Autorka przedstawia założenia do oszacowania wielkości badanej próbki, wśród których jest wielkość efektu $ES=0,60$. Należałoby podać, czy chodzi o różnicę standaryzowaną, współczynnik korelacji, czy wartość eta kwadrat. Mam również wątpliwość dotyczącą testu post-hoc do testu Friedmana. Test Tukeya wykorzystywany jest w przypadku analizy wariancji, a nie w teście Friedmana. W tym przypadku wykorzystuje się test Dunna lub test Wilcoxon z poprawką Bonferroniego.

Ocena strony merytorycznej pracy

Znaczenie naukowe i oryginalność podejmowanego tematu

Skóra jest ośrodkiem ciągłym o określonych właściwościach reologicznych. Poznanie tych właściwości i pomiar opisujących je parametrów z pewnością może być przydatny do oceny stanu klinicznego skóry. Doktorantka temu zagadnieniu poświęciła cykl artykułów. Skupiła się na praktycznym aspekcie pomiarów. W tym sensie praca nie stanowi rozwiązania problemu naukowego, ale raczej problemu metrologicznego. Urządzenie MyotonPRO zostało zaprojektowane z myślą o badaniu właściwości reologicznych mięśni. Autorka wykazała, że urządzenie to z powodzeniem można wykorzystać do pomiarów właściwości skóry. Jak słusznie zauważyła Doktorantka, obecnie dostępne urządzenia wykorzystują zróżnicowane techniki badawcze, a wyrażanie wyników pomiarów w różnych jednostkach utrudnia ich właściwą interpretację. Dochodzi do tego mnogość wprowadzonych parametrów o niedookreślonych definicjach. Zapewne stąd wzięło się zainteresowanie urządzeniem MyotonPRO mierzącego dobrze zdefiniowane wielkości. Oczywiście wykorzystanie

końcówek standardowych przeznaczonych do badania mięśni nie okazało się najlepszym pomysłem. Skóra ma strukturę warstwową (naskórek, skóra właściwa i tkanka podskórna), a każda z tych warstw posiada inne właściwości lepko-sprężyste. W związku z tym wyniki pomiarów uzyskane przy wywoływaniu odkształceń na kierunku normalnym (prostopadłych do powierzchni) oddają właściwości tych warstw skóry, do których dociera zasięg deformacji zależny od działającej siły i lokalizacji. Inaczej sytuacja wygląda w przypadku wprowadzenia odkształceń stycznych, gdy działająca siła jest równoległa do powierzchni skóry. Można przypuszczać, że odkształcenia dotyczyć będą raczej powierzchniowej warstwy. Stąd zapewne wynika współzależność wyników uzyskanych w różnych lokalizacjach. Wydaje się, że wprowadzone naprężenie angażuje tkanki o podobnych właściwościach. Nie dziwi mnie przy tym, że wysoko korelują ze sobą sztywność i częstotliwość drgań własnych, bo opisują tę samą cechę. Nie jestem pewien, że wystąpienie tych korelacji świadczy o tym, że zastosowanie końcówek L-shape można wykorzystać do wiarygodnej oceny parametrów skóry. Trochę dziwny wydaje się brak silnej korelacji dekrementu tłumienia zbadanego obiema końcówkami. Trudno jednak odgadnąć przyczynę tej rozbieżności, ponieważ nigdzie nie zaprezentowano przebiegu odkształcenia w czasie. Można jedynie domyślać się, że tłumienie w niektórych przypadkach na przykład dla końcówki o mniejszej długości, a co za tym idzie mniejszej masie, mogło osiągać wartości zbliżone do krytycznych i trudno było wychwycić amplitudę drugiego grzbietu fali.

Powyższe rozważania nie mają oczywiście na celu zanegowania osiągnięć Autorki udokumentowanych w artykułach. Pracę uważam za poprawną, wpisującą się w aktualny temat praktycznego wykorzystania badanego urządzenia do badania właściwości skóry.

Przejrzystość celu pracy, hipotez, pytań badawczych, założeń

Cel badań w autoreferacie został sformułowany nieco enigmatycznie. Nie przedstawiono jasnego kryterium pozwalającego na jednoznaczną odpowiedź na pytanie, czy MyotonPRO nadaje się do obiektywnej oceny badanych zmiennych. W konkluzji przedstawione zostały argumenty przemawiające za tym, że zachodzi duże prawdopodobieństwo, że poprawna jest odpowiedź twierdząca.

Bardziej podobają mi się szczegółowe cele przedstawione w każdym z artykułów. W pierwszym celem jest porównanie przydatności różnych końcówek pomiarowych przeznaczonych do pomiaru sztywności tkanek powierzchniowych i urządzenia końcówek przeznaczonych do badania właściwości mięśni i ścięgien. W drugim artykule celem jest

przedstawienie wartości referencyjnych badanych zmiennych i porównanie ich w trzech badanych lokalizacjach.

Trafność doboru i wartość metrologiczna metod badawczych

Użyte metody pomiarowe są same w sobie treścią pracy, a ocena trafności ich zastosowania jest w istocie celem pracy. Wobec wysokiej powtarzalności pomiarów udokumentowanej wartościami wewnątrzklasowego współczynnika korelacji i małych wartości współczynników zmienności należy uznać, że zastosowanie MyotonPRO pozwala na uzyskiwanie porównywalnych wyników obiema końcówkami.

Ocena materiału badawczego, liczebność, metoda doboru opis warunków włączenia do badań

Liczebność badanej grupy zgodna jest z zaleceniami EEMCO, choć jak wspomniałem uprzednio założenia warunkujące dobór liczności próby na podstawie analizy mocy testu wymagają wyjaśnienia. Autorka podała precyzyjne warunki włączenia do badań. Grupa była jednorodna pod względem zmiennych opisujących charakterystykę antropometryczną.

Opracowanie danych pomiarowych

Dane pomiarowe zostały opracowane poprawnie. Być może bardziej przejrzyste byłoby przedstawienie wartości referencyjnych na wykresach ilustrujących medianę, rozstęp kwartyłowy i zakres zamiast wykresów zawierających wszystkie uzyskane wyniki. Autorka wnikliwie przebadła rzetelność pomiarów porównując wyniki na wykresach Blanda-Altmana oraz obliczając współczynniki korelacji wewnątrzklasowej i współczynniki zmienności. Szkoda tylko, że wykresy są nieczytelne, ale - jak rozumiem - to już sprawa wydawcy.

Wniosek końcowy

Przedstawiona mi do oceny praca, na którą składają się dwa artykuły stanowi studium możliwości wykorzystania urządzenia MyotonPRO do oceny parametrów reologicznych skóry. W pracy rozwiązany zostaje problem metrologiczny związany z diagnostyką tkanek powierzchniowych, w tym przypadku skóry. Uwagi krytyczne, które zamieściłem w recenzji, ważą na wartości pracy, ale nie stanowią przeciwwagi dla jej zalet. Zastosowane metody są dobrze dobrane i właściwe do realizacji celu pracy. Cele pracy zadeklarowane w obu artykułach zostały przez Autorkę zrealizowane.

Wnoszę do Rady Wydziału Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu o dopuszczenie pani Katarzyny Rosickiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego i rekomenduję nadanie stopnia naukowego doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauk o zdrowiu.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jozefina', is centered on the page.