

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Mgr Iwony Waleckiej

Tytuł: *Rzetelność i przydatność aplikacji EliteHRV z opaską na klatkę piersiową w pomiarze zmienności zatokowego rytmu serca u pacjentów pediatrycznych kardiologicznych*

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Iwony Waleckiej, przygotowana pod kierunkiem Prof. dr hab. n. med. Bożeny Werner oraz promotora pomocniczego dr n. o zdr. Jakuba Gąsiora, z powodzeniem wpisuje się w aktualne trendy badawcze na styku medycyny klinicznej, fizjologii i nowoczesnych technologii.

1. Ocena tematyki i aktualności pracy

Temat pracy jest aktualny i posiada istotne znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne. W dobie rosnącej cyfryzacji medycyny oraz poszukiwania nieinwazyjnych, dostępnych i wiarygodnych metod monitorowania pacjentów, walidacja narzędzi mHealth (zdrowia mobilnego) dla specyficznych, wrażliwych populacji jest zadaniem istotnym. Autorka skupiła się na pacjentach z obszaru pediatrii, grupie wymagającej szczególnej uwagi diagnostycznej, u której dysfunkcja autonomicznego układu nerwowego (AUN) jest zjawiskiem częstym i klinicznie istotnym.

Analiza zmienności rytmu serca (HRV) jest uznanym wskaźnikiem funkcji AUN, jednak jej zastosowanie w warunkach domowych i ambulatoryjnych bywa ograniczone przez dostępność i koszt profesjonalnego sprzętu (EKG). Próba walidacji powszechnie dostępnego i relatywnie taniego zestawu (opaska Polar H10 z aplikacją EliteHRV) w porównaniu ze złotym standardem (12-odprowadzeniowe EKG) jest zatem w pełni uzasadniona i odpowiada na realne potrzeby kliniczne.

Jest to powód, dla którego uważam za uzasadnione zdefiniowanie przez Autorkę założeń i celów pracy.

2. Założenia i cele

Autorka zaplanowała badanie w sposób logiczny i konsekwentny, dzieląc je na trzy komplementarne etapy.

- **Etap I**

„Ocena zgodności i wiarygodności krótkoterminowych pomiarów odstępów RRi uzyskanych za pomocą aplikacji Elite HRV połączonej z opaską na klatkę piersiową Polar H10, w porównaniu z EKG do analizy HRV u pacjentów pediatrycznych kardiologicznych w spoczynku.”

„Stanowi to rdzeń pracy – klasyczną walidację urządzenia dla standardowych parametrów HRV. Jest to niezbędny fundament dla dalszych rozważań.

- **Etap II**

„Systematyczny przegląd anglojęzycznego piśmiennictwa dotyczącego asymetrii rytmu serca (ang. *heart rate asymmetry*, HRA) u dzieci.”

Autorka w formie systematycznego przeglądu piśmiennictwa na temat asymetrii rytmu serca (HRA) u dzieci, buduje kontekst i uzasadnienie dla kolejnego kroku. Doktorantka nie tylko syntetyzuje istniejącą wiedzę, ale również identyfikuje lukę badawczą (ocena asymetrii), którą sama zamierza wypełnić.

- **Etap III**

„Ocena zgodności krótkoterminowych zapisów RRi uzyskanych za pomocą aplikacji Elite HRV połączonej z opaską na klatkę piersiową Polar H10 do analizy asymetrii rytmu serca (HRA) w porównaniu z EKG, na podstawie 5-minutowych zapisów w warunkach stacjonarnych u pacjentów pediatrycznych kardiologicznych. ”

Cel dodatkowy: „ Analiza związku wieku, płci oraz szczegółowego rozpoznania klinicznego z różnicami w wartościach parametrów HRA pomiędzy aplikacją Elite HRV połączoną z opaską na klatkę piersiową Polar H10 a standardowym zapisem EKG.”

To naturalna konsekwencja poprzednich części – rozszerza walidację na bardziej zaawansowane, nieliniowe parametry (HRA), badając jednocześnie czynniki mogące wpływać na rozbieżności pomiarowe.

Taka trój etapowa konstrukcja wsparta „celem dodatkowym” świadczy o zrozumieniu procesu badawczego i umiejętności planowania projektów naukowych.

Całość tworzy spójną narrację, prowadząc czytelnika od ogólnego problemu, przez ugruntowanie teoretyczne, aż po szczegółowe analizy.

3. Materiał i metodyka:

Metodologia badania nie budzi zastrzeżeń.

- **Grupa badana:**

- Dobór grupy 114/92 pacjentów jest akceptowalny dla tego typu badania walidacyjnego aczkolwiek po stosownych i koniecznych(!) wykluczeniach grupa została zredukowana do 69 pacjentów co stanowi o pilotażowym charakterze badania,
- Zastosowano jasne kryteria włączenia i wyłączenia oraz podział na podgrupy diagnostyczne (CHD, zaburzenia rytmu, kardiomiopatie) co pozwala na głębszą analizę wyników.

- **Protokół pomiarowy:** Autorka zadbała o standaryzację warunków pomiaru (pora dnia, odpoczynek, warunki w gabinecie), co jest kluczowe dla wiarygodności danych HRV. Zastosowanie kwestionariusza kontrolującego zmienne zakłócające świadczy o wysokiej świadomości metodologicznej.

- **Narzędzia i analiza:** Porównanie z 12-odprowadzeniowym EKG jako złotym standardem jest w pełni poprawne. Zastosowanie zaawansowanego oprogramowania (Kubios, HRAExplorer) oraz odpowiednich metod statystycznych (ICC, analiza Bland-Altman, SWC, modele regresji) świadczy o biegłości Doktorantki w analizie danych biometrycznych. Szczególnie cenne jest zwrócenie uwagi na techniczną stronę akwizycji danych (różnice w częstotliwości próbkowania) i (co jest szczególnie godne podkreślenia) rzetelne, świadome podejście do analizy artefaktów.

Opisana w pracy (dokładnie i przejrzysto) metodyka badań nie budzi zastrzeżeń. Wykorzystane w pracy metody analizy statystycznej są poprawnie dobrane.

Zastosowanie tych metod pozwoliło na uzyskanie wyników, które Autorka przedstawiła w sposób przejrzysty, staranny i rzetelny.

4. Wyniki

Wyniki zostały przedstawione w sposób przejrzysty i uporządkowany, z wykorzystaniem czytelnych tabel i rycin (wykresy Bland-Altman). Autorka nie ogranicza się do prostego stwierdzenia zgodności, ale wnikliwie analizuje poszczególne parametry. Bardzo cennym rezultatem jest wykazanie, że o ile dla klasycznych, liniowych parametrów HRV zgodność jest doskonała, o tyle dla niektórych wskaźników nieliniowych (HRA) i w specyficznych podgrupach (pacjenci z arytmia) pojawiają się istotne klinicznie rozbieżności. To niuansowanie wyników jest dowodem dojrzałości naukowej i rzetelności badawczej.

5. Dyskusja

Dyskusja jest mocną stroną rozprawy. Mgr Walecka osadza własne wyniki w szerokim kontekście literatury światowej, krytycznie je interpretuje i wskazuje na ich potencjalne implikacje kliniczne. Niezwykle istotne jest uczciwe i otwarte przedstawienie ograniczeń badania (brak grupy kontrolnej, analiza tylko w spoczynku), co świadczy o wysokiej kulturze naukowej.

6. Wnioski

Wszechstronna, wnikliwa i krytyczna analiza zagadnienia będącego przedmiotem dociekań oparta na wynikach własnych i danych z piśmiennictwa umożliwiła zdefiniowanie przez doktorantkę następujących wniosków:

„Etap I badania: Aplikacja Elite HRV w połączeniu z opaską na klatkę piersiową Polar H10, stanowi wiarygodne narzędzie do krótkoterminowej analizy zmienności zatokowego rytmu serca (HRV) u pacjentów pediatrycznych kardiologicznych.

Etap II badania: Aby zapewnić porównywalność wyników, autorzy badań dotyczących zmienności rytmu serca (HRV) oraz asymetrii rytmu serca (HRA) powinni stosować się do obowiązujących zaleceń metodologicznych.

Konieczne są dalsze badania nad mechanizmami oraz klinicznym znaczeniem HRA w populacji dziecięcej.

Etap III badania: Polar H10 wraz z EliteHRV może być również wykorzystywany w codziennym monitorowaniu RRi, służącym do oceny wybranych parametrów asymetrii rytmu serca (HRA) u pacjentów pediatrycznych kardiologicznych w warunkach spoczynkowych.

Rozbieżności pomiędzy pomiarami RRI wykonanymi za pomocą za pomocą Polar H10 a zapisem EKG dotyczą głównie pacjentów z zaburzeniami rytmu serca. ”

Sformułowane wnioski są logiczne, w pełni poparte przedstawionym materiałem dowodowym i nie wykraczają poza uzyskane dane. Są one ostrożne, precyzyjne i są przesłanką do koniecznych w tym przedmiocie dalszych badań.

7. Podsumowanie

Praca obejmuje 73 strony. Pod względem edytorskim jest wykonana starannie. Układ pracy jest typowy dla rozpraw doktorskich. Praca jest napisana poprawną polszczyzną. Zawiera również streszczenie w języku angielskim. Dobór metod analizy i opracowanie statystyczne wyników są poprawne. Zwraca uwagę rzetelność prezentacji i omówienia wyników uwzględniająca tzw „limitation study”. Siedem tabel, 9 rycin, 2 załączniki a także wykaz skrótów ułatwia analizę przedstawionych wyników. Dyskusja wskazuje na znajomość poruszanych zagadnień i uwzględnia istotne pozycje (98 pozycji) piśmiennictwa światowego a także polskiego. Wnioski są zasadne, odzwierciedlają uzyskane wyniki.

Rozprawa doktorska Mgr Iwony Waleckiej wnosi oryginalny wkład w rozwój nauk o zdrowiu i nauk medycznych:

Wkład praktyczny: praca dostarcza dowodów na to, że niedrogie, powszechnie dostępne narzędzie może być z powodzeniem wykorzystywane do wiarygodnego monitorowania funkcji AUN u dzieci z chorobami serca w warunkach spoczynkowych. Otwiera to drogę do szerszego zastosowania telemedycyny, zdalnej rehabilitacji kardiologicznej i personalizacji opieki nad tą grupą pacjentów wskazując jednocześnie na konieczność dalszych badań wieloośrodkowych i na liczniejszej grupie pacjentów.

Wkład poznawczy: Rozprawa jest jednym z pierwszych badań walidacyjnych w tej specyficznej populacji. Co więcej, jest to pionierska praca w kontekście analizy HRA u dzieci kardiologicznych przy użyciu urządzeń mobilnych. Zidentyfikowanie, że obecność arytmii jest kluczowym czynnikiem wpływającym na rozbieżności pomiarów

HRA, jest ważnym i nowym odkryciem, które wyznacza kierunki dla koniecznych przyszłych badań.

O wartości doktoratu świadczy cytowana w całości w załączniku nr 2 praca oryginalna zrealizowana w oparciu o dane z pierwszego etapu badań:
Walecka I, Gąsior JS, Wieniawski P, Werner B. Elite HRV smartphone application using Polar H10 is valid for short-term heart rate variability analysis in pediatric cardiac patients. *Kardiol Pol.* 2024;82(12):1275-1277. doi:10.33963/v.phj.103321

Uważam, że praca jest samodzielnym dorobkiem Autorki, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, dowodzi umiejętności stawiania problemów badawczych, organizacji warsztatu badawczego, przedstawienia wyników badań i ich rzetelnej, krytycznej interpretacji. Praca odpowiada warunkom Ustawy o stopniach i tytule naukowym, warunkom wymaganym przy ubieganiu się o stopień doktora nauk medycznych (art.187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – DZ.U.2018 poz. 1668 z późn. zm),

Podjęcie zagadnienia walidacji narzędzi mHealth (zdrowia mobilnego), w dobie rosnącej cyfryzacji medycyny oraz poszukiwania nieinwazyjnych, dostępnych i wiarygodnych metod monitorowania w odniesieniu do specyficznej grupy pacjentów pediatrycznych oraz wszechstronne, krytyczne, wskazujące na dojrzałość Autorki jako naukowca podejście do zagadnienia będącego przedmiotem dociekań skłania mnie do przedstawienia Wysokiej Radzie propozycji wyróżnienia pracy.

* * *

Wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Warszawie wniosek o dopuszczenie magister Iwony Waleckiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego

Prof. dr hab. n. med. Ryszard Piotrowicz