



Szczecin, 15.07.2023 r.

dr hab. Marta Stępień-Słodkowska, prof. US

Wydział Kultury Fizycznej i Zdrowia

Uniwersytet Szczeciński

### **Recenzja**

rozprawy doktorskiej autorstwa **mgr. Pawła Niedbalskiego**

**pt. Koncepcja kliniczno-techniczna budowy urządzenia medycznego Color Cerebral  
Function Monitor w protekcji mózgu noworodka**

w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki o zdrowiu

Promotor: Prof. dr hab. n. med. Jacek Rudnicki

Promotor pomocniczy: dr n. med. Łukasz Karpiński

Istotnym problemem zdrowotnym, w kontekście zdrowia fizycznego, a w konsekwencji i społecznym, stają się skutki wczesnych uszkodzeń mózgu noworodka. Dlatego, jak podaje autor niniejszej rozprawy „na całym świecie są opracowywane – i wciąż będą – nowe metody ich identyfikacji i leczenia”. Literatura przedmiotu podaje, że w encefalopatii u noworodków, stosuje się obecnie kilka narzędzi neuromonitorujących m.in. do oceny funkcji mózgu. Zakłada się, że neuromonitoring odgrywa podstawową rolę przy podejmowaniu decyzji o zastosowaniu u pacjenta – noworodka, terapii neuroprotekcyjnych i neuroregeneracyjnych.

Rozprawa doktorska autorstwa mgr. Pawła Niedbalskiego stanowi znaczące dla rozwoju badań w dyscyplinie nauki o zdrowiu, opracowanie naukowe. Podjęty cel główny związany z opracowaniem koncepcji kliniczno-technicznej i budową urządzenia medycznego integrującego różne modalności wykorzystywane w neuromonitoringu ciągłym u noworodka

oraz oceną przydatności tego urządzenia w codziennej praktyce klinicznej jest bardzo istotny w podejmowanych działaniach, w warunkach intensywnej terapii, dążącej do utrzymania ośrodkowego układu nerwowego w możliwie najlepszym stanie funkcjonalnym, metabolicznym i strukturalnym. Sformułowano następującą hipotezę badawczą: jednoczesne zintegrowane monitorowanie czynności bioelektrycznej i regionalnej saturacji mózgu, tętna i nasycenia tlenem krwi obwodowej ułatwia podejmowanie właściwych interwencji medycznych u noworodków w oddziale intensywnej terapii. Dodatkowo autor podał, że celem szczegółowym jest potwierdzenie hipotez, co z metodologicznego punktu widzenia może być niezrozumiałe dla czytelnika, ale po wnikliwej analizie zapisu można się zorientować, że celem było to, aby sprawdzić, czyli potwierdzić lub obalić następujące hipotezy: 1. Badanie noworodka z zastosowaniem urządzenia Color Cerebral Function Monitor (CCFM) przyczynia się do ustalenia lub weryfikacji rozpoznania, 2. Badanie noworodka z zastosowaniem urządzenia CCFM przyczynia się do optymalizacji terapii, 3. Informacje uzyskane w trakcie badania urządzeniem CCFM przyczyniają się do ustalenia rokowania.

Wybór tematu rozprawy na stopień doktora nauk o zdrowiu jest jak najbardziej właściwy. Przedstawiona koncepcja kliniczno–techniczna budowy urządzenia medycznego CCFM zawiera aspekt poznawczy i praktyczny zawarty w obszarze dziedziny nauk medycznych i nauk o zdrowiu. Praca składająca się ze 126 stron opracowana jest zgodnie z zasadami przyjętymi dla prac doktorskich. Treść została prawidłowo podzielona na rozdziały i podrozdziały charakterystyczne dla prac badawczych. Opracowanie stanowi spójną i logiczną całość, starannie opisaną zgodnie z zasadami stosowanymi w języku polskim.

Praca doktorska rozpoczyna się stroną tytułową, następnie spis treści wraz z objaśnieniem najważniejszych skrótów stosowanych w pracy. Wstęp pracy podzielony na pięć obszernych, rzeczowych podrozdziałów. Autor pracy opisuje w nich rolę neuromonitoringu w opiece nad noworodkiem, przedstawia charakterystykę metody oraz historię odkrycia spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS). Bardzo dokładnie i w przystępny dla odbiorcy sposób przedstawia zjawiska fizyczne, na których opiera się koncepcja i budowa urządzenia medycznego CCFM. Na uwagę zasługują liczne ryciny uzupełniające treść dla lepszego zrozumienia praw i pierwotnie przeprowadzanych eksperymentów naukowych, m.in. Eksperyment Herschela, mający na celu wykazanie istnienia energii NIR, czyli podczerwieni, na której opiera się technologia NIRS, czyli spektroskopia w bliskiej podczerwieni. Wykorzystywana jest, jak podaje autor, w diagnostyce oraz badaniach medycznych, w tym fizjologicznych np. w pomiarze poziomu cukru, w pulsoksymetrii, w neuroobrazowaniu

funkcjonalnym, w medycynie sportowej, w rehabilitacji, w badaniach noworodków, w badaniach mózgu, w urologii czy neurologii. Wykorzystywana jest także w innych dziedzinach, takich jak np. farmacja, przemysł spożywczy, rolnictwo i wielu innych. Autor pracy opisuje także inne urządzenia, dostępne na rynku, które mogą być wykorzystywane do badań noworodków. Następnie wyjaśnia czytelnikom zjawisko saturacji oraz metodę pulsoksymetrii jako nieinwazyjny sposób monitorowania nasycenia krwi tlenem, mierzonego w procentach. Kolejno charakteryzuje EEG, czyli historię wynalezienia i udoskonalania urządzeń do rejestracji i analizy sygnału elektroencefalograficznego. Opisuje zasady systemu pomiarowego, który tylko z technicznego punktu widzenia jest prosty i polega na określeniu napięcia pomiędzy elektrodami umieszczonymi na powierzchni skóry głowy pacjenta. Jednak w praktyce, jak zaznacza autor jest to jeden z najtrudniejszych do realizacji pomiarów sygnału bioelektrycznego, ze względu na specyfikę samego sygnału EEG oraz możliwych zewnętrznych zaburzeń wpływających na sam sygnał. W pracy opis możliwości związanych z EEG został przedstawiony bardzo szczegółowo i zrozumiale dla każdego potencjalnego czytelnika, co zasługuje na podkreślenie. Kolejny rozdział to charakterystyka aEEG, czyli zintegrowanej elektroencefalografii, jako nieinwazyjnej metody służącej do badania czynności bioelektrycznej mózgu. Stanowi ona uproszczony i przetworzony zapis klasycznego EEG ze znacznie mniejszą liczbą elektrod. Cały wstęp mógłby być nazwany przeglądem literatury, gdyż przedstawia dane, definicje oraz bardzo obszerny stan dotychczasowej wiedzy w zakresie podjętego tematu. Ale jest to prawdopodobnie świadomy wybór autora, konsultowany z promotorem pracy lub wynika z zasad opracowywania prac naukowych w danej jednostce.

Rozdział materiał i metody badań przedstawia założenia techniczne oraz etapy budowy prototypu urządzenia CCFM, zawierające potrzebne moduły sprzętowe, które bardzo dokładnie określono w tej części pracy. Schemat budowy, autor przedstawił na autorskiej rycinie. Kolejnym etapem było stworzenie szeregu modułów oprogramowania urządzenia CCFM. Następnie urządzenie poddano ocenie pod kątem przydatności klinicznej. Badania przeprowadzono w Klinice Zakażeń Noworodka Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego w Poznaniu. Dane do badań uzyskano od 31 pacjentów. Badano następujące parametry: zapis czynności bioelektrycznej mózgu, regionalne utlenowanie krwi w mózgu nad wybranymi okolicami, saturacja krwi obwodowej oraz puls. O czasie trwania badania decydował lekarz. Dodatkowo badania były nadzorowane przez przeszkolony w tym zakresie personel pielęgniarski. Pozyskiwane dane były interpretowane przez lekarza neonatologa z wiedzą i doświadczeniem z zakresu NIRS i elektroencefalografii noworodków. Oceniona

została czytelność, satysfakcja ze sposobu wyświetlania i synchronizacji sygnałów oraz przydatność kliniczna badanej formy neuromonitoringu w procesie rutynowej obserwacji, podczas weryfikacji rozpoznania i podejmowania decyzji terapeutycznych z ustaleniem rokowania u pacjentów z zaburzeniami ośrodkowego układu nerwowego.

Podsumowując uzyskane wyniki, koncepcja budowy urządzenia medycznego oparta na połączeniu funkcjonalnym głowicy aEEG, pulsoksymetru oraz NIRS z komputerem medycznym i kamerą HDTV z czujnikiem PIR, dzięki jednoczasowemu zintegrowanemu monitorowaniu czynności bioelektrycznej i regionalnej saturacji mózgu, tętna i nasycenia tlenem krwi obwodowej jest pomocna przy podejmowaniu optymalnych interwencji medycznych. Znaczenie ma także przy optymalizacji terapii, zwłaszcza w przypadkach drgawek noworodkowych oraz w czasie zabiegów operacyjnych w znieczuleniu ogólnym. Urządzenie CCFM zostało poddane szczegółowym testom, które potwierdziły, że spełnia ono kryteria norm Unii Europejskiej dla urządzeń medycznych. Urządzenie jest bezpieczne dla pacjentów, oraz spełnia wymagania personelu medycznego pod kątem użyteczności klinicznej.

Dyskusję autor poprowadził dość nietypowo, co w tym przypadku wydaje się właściwe, zwracając uwagę na brak urządzeń komercyjnych pozwalających na jednoczesną rejestrację aEEG, NIRS i pulsoksymetrii, w związku z czym nie było też opracowań naukowych związanych z podjętym tematem w dostępnym piśmiennictwie technicznym, a publikacje z dziedziny nauk medycznych i nauk o zdrowiu oceniające poszczególne mierniki zdrowia są dość nieliczne. Cała dysertacja opiera się na 67 pozycjach literatury, głównie w języku anglojęzycznym. Wnioskowanie prawidłowe, syntetycznie i rzeczowo podsumowuje całą rozprawę doktorską zgodnie z założeniami autora pracy.

Uważam, że praca doktorska mgr. Pawła Niedbalskiego posiada znaczną wartość naukową i wnosi nowe opracowane zagadnienia badawcze o wymiarze wysoce praktycznym z zakresu dyscypliny: nauki o zdrowiu. Całą rozprawę oceniam bardzo dobrze wydając pozytywną bardzo dobrą ocenę końcową i wnoszę o dopuszczenie mgr. Pawła Niedbalskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Marta Stępień-Siodkowska