

Katowice, 19.06.2022r.

mgr Katarzyna Kieszczyńska  
Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcjach  
Narządu Ruchu i Medycyny Sportowej  
Akademia Wychowania Fizycznego  
im. Jerzego Kukuczki w Katowicach

**Prof. dr hab. n. med. Ewa Helwich**  
**Konsultant Instytutu**  
**Instytut Matki i Dziecka**

**Odpowiedź na recenzję dotyczącą rozprawy doktorskiej pt.:**  
**„Ocena ruchliwości dziecka pomiędzy 6 a 15 tygodniem życia z użyciem**  
**Multimodalnej Analizy Ruchów”**

Szanowna Pani Profesor,

w pierwszej kolejności dziękuję Pani Profesor za dogłębną analizę pracy doktorskiej i przedstawione konstruktywne uwagi, które z pewnością pozwolą na udoskonalenie mojego warsztatu naukowego i rozszerzenie w przyszłości przedmiotu badań o kwestie, które nie były dotychczas rozpatrywane w ramach rozprawy lub też zostały w niej pominięte.

Wszelkie zagadnienia poruszone przez Panią Profesor w recenzji zostały przeze mnie poddane wnikliwej analizie i gruntownie przemyślane. Odpowiedzi zamieszczam poniżej. Aby zachować porządek i czytelność mojej odpowiedzi podążę kolejno za uwagami Pani Profesor zgodnie z akapitami recenzji.

**Ad Wstęp**

W odniesieniu do pierwszej uwagi zawartej w recenzji Pani Profesor, dotyczącej braku przywołania źródła dla stwierdzenia o alarmująco wysokim odsetku dzieci z MPD niezdiagnozowanych do późniejszego dzieciństwa, pragnę zaznaczyć, że w tym zakresie oprócz wymienionego w pracy artykułu [2] (w rozprawie doktorskiej jest to odpowiednio pozycja

[21]), opierałam się również na artykule [5] (w rozprawie doktorskiej jest to odpowiednio pozycja [70]). Przeoczenie w zakresie przytoczenia źródła jest niewątpliwe, stąd też niezwłocznie naprawiam niniejsze uchybienie i uzupełniam brakującą informację.

Zwróciła Pani Profesor uwagę, że zastosowana na wstępie pracy definicja MPD, zgodnie z którą MPD *„jest nabytym okołoporodowo uszkodzeniem mózgu skutkującym dysfunkcjami ruchowymi, wpływającymi na mobilność i postawę ciała”* jest znacznie uproszczona. Uproszczenie w istocie jest niewątpliwe. Uwzględniając fakt, że praca miała charakter fizjoterapeutyczny, skupiałam się w niej głównie na aspekcie ruchowym, co w kontekście mózgowego porażenia skutkowało zaakcentowaniem przesłanek opartych na ograniczeniach ruchowych. Geneza posłużenia się tak uproszczoną definicją MPD bazowała zatem na aspekcie praktycznym, który jednak nie jest w istocie na tyle doniosły, aby zrekompensować niedostatki w precyzyjnym dookreśleniu jednego z zasadniczych terminów opisywanych w pracy. W tym zakresie treść jej musi ulec odpowiedniej modyfikacji poprzez uzupełnienie o sugerowane przez Panią Profesor informacje. Mianowicie, że: „Do uszkodzenia OUN może dojść w czasie trwania ciąży, w czasie porodu lub w okresie okołoporodowym. Uważa się obecnie, iż przyczyną choroby w około 40% przypadków są czynniki przedporodowe, w 40% okołoporodowe, a w pozostałych 20% - poporodowe. Przyczyny powstania mózgowego porażenia dziecięcego zwane czynnikami ryzyka można, podzielić na 3 grupy:

1. Oddziałujące w życiu płodowym

a. ze strony matki: choroby somatyczne matki, stałe przyjmowanie leków, narażenie na promieniowanie radioaktywne, palenie papierosów i picie alkoholu, zakażenie OUN w czasie ciąży, wibracje, hałas, ultradźwięki, złe warunki socjalno-bytowe, niedożywienie, obciążający wywiad ginekologiczno - położniczy,

b. związane z przebiegiem ciąży: zagrażające poronienie, stosowanie leków, łożysko przodujące, odklejenie się łożyska, przedwczesne odejście wód płodowych, ciąża mnoga, wahania tętna płodu, zatrucie ciążowe,

2. Okołoporodowe obejmujące stany niedotleniowo - niedokrwienne u noworodków donoszonych oraz krwawienia około - i śródkomorowe towarzyszące zazwyczaj wcześniactwu, wewnątrzmaciczne zahamowanie rozwoju płodu (hipotrofia).

3. Poporodowe: wcześniactwo, zespół zaburzeń oddychania, sztuczna wentylacja, tlenoterapia, transfuzja wymienna, zaburzenia oddychania, hiperbilirubinemia, wady wrodzone OUN, urazy głowy, zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych oraz mózgu. Także pobieżnie opisane przez mnie informacje zostaną uzupełnione o objawy nie tylko jak słusznie Pani profesor zwraca

uwagę ruchowe. Podstawowe objawy mózgowego porażenia dziecięcego mogą mieć różny charakter, nasilenie i topografię, w zależności od rodzaju, lokalizacji, rozległości i stopnia uszkodzenia mózgu. Należą do nich:

- zaburzenia napięcia mięśniowego (spastyczność, sztywność, wiotkość),
- opóźnienie rozwoju psychoruchowego oraz reflektorycznego,
- dyskinezje (atetoza, choreoatetoza, dystonia, ataksja),
- porażenia i niedowłady (quadripareisis, dipareisis, tripareisis, hemipareisis, monopareisis),

Poza tym występują objawy towarzyszące: zaburzenia ssania, połykania, żucia i zaburzenia rozwoju mowy, wady wzroku i słuchu, upośledzenie umysłowe, padaczka (zależnie od postaci MPD). Postaciom cztero kończynowym towarzyszy ona w 68%, w większości jest to zespół Westa, w porażeniu połowicznym (zwłaszcza lewostronnym) występuje w 19%, zaś u dzieci z diplegią, zwłaszcza urodzonych przedwcześnie, pojawia się relatywnie rzadko, bo w 14%.

U dzieci z MPD często występują różnego rodzaju mikrodeficyty. Są to: zaburzenia koordynacji wzrokowo-ruchowej, zaburzenia schematu własnego ciała, zaburzenia poczucia własnego ciała, brak orientacji w przestrzeni, zaburzenia koncentracji uwagi, zaburzenia myślenia.

Ponadto warto podkreślić, iż przyczyną MPD są uszkodzenia OUN, a konsekwencją, oprócz trudności w kontroli posturalno -motorycznej różnorodne deformacje układu ruchu, występujące nawet w łagodnych postaciach.” [3, 4, 6].

## **Ad Rozdział 2 Subiektywna Metoda Oceny Niemowląt – Prechtla**

Zwróciła Pani Profesor uwagę, że metoda Prechtla jest stosunkowo dobrze znana polskim diagnostom (lekarzom, fizjoterapeutom i pielęgniarkom), głównie w aspekcie oceny „dobrostanu” dziecka, a znacznie mniej jako metoda rozpoznawania MPD. Nie ulega przy tym wątpliwości, że jest metodą, która została pierwotnie stworzona właśnie do diagnozy MPD a jej skuteczność, predykyjność w tym zakresie wynosi nawet 98 % [1] (w rozprawie doktorskiej jest to odpowiednio pozycja [24]) Zasadny w tym kontekście wydaje się postulat uzupełnienia pracy o informacje dotyczące diagnozy przeznaczonej kierunkowo dla MPD. Podobnie, zaakcentowania wymaga fakt, że doświadczony diagnosta w istocie jest w stanie już na wczesnym etapie rozpoznać nie tylko MPD, ale też jego rodzaj. Rozwinięcie niniejszego zakresu pracy w moim przekonaniu wyczerpuje słuszne uwagi zawarte w recenzji poprzez sprecyzowanie i dookreślenie aktualnego stanu badań i praktyki diagnostycznej. Z pewnością, jak słusznie zwróciła uwagę Pani Profesor, wartościowa mogłaby okazać się

dotatkowa informacja w zakresie rozszerzenia opisu o ruchy writhing. Niemniej jednak, potwierdzając przedstawione również przypuszczenie, przyczyna braku opisów tych ruchów wynikała z wieku w jakim były niemowlęta tworzące badaną grupę tj. od 6 do 15 tygodni. Ruchy writhing jako niewystępujące w tym okresie nie stały się w konsekwencji przedmiotem analizy.

### **Ad Rozdział 3 Obiektywne Metody Oceny Niemowląt – Przegląd**

Dziękuję za ważną sugestię Pani Profesor, iż konieczne jest wyraźne wyartykułowanie, że opisane w dysertacji działania są próbą tworzenia obiektywnej metody wspomagającej ocenę neurologiczną dziecka pod kątem jego ruchliwości. Aktualnie są one w trybie badawczym i żadna z nich nie uzyskała statusu oficjalnie „walidowanej” metody oceny i / lub diagnostyki zakłóceń rozwojowych związanych z zaburzeniami funkcji oun. Jest to fakt notoryjny i prawdziwość tego stwierdzenia nie ulega wątpliwości. Praca w rozdziale 3 zostanie zatem uzupełniona o postulowane w recenzji i przytoczone wyżej stwierdzenie.

### **Ad Rozdział 4 Cel Pracy**

Kolejna uwaga Pani Profesor wskazuje na brak w pracy posłużenia się hipotezą badawczą, co z pewnością może mieć wpływ na jej doniosłość naukową.

W pracy nie zastosowano w istocie hipotezy badawczej opierając się na założeniu, że wystarczające w tym zakresie będą szczegółowe pytania badawcze. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie, aby owe pytania rozszerzyć o stosowną hipotezę, co jak słusznie wskazała Pani Profesor, stanowić może dodatkowy walor pracy i podnieść jej wartość naukową. Sformułowana hipoteza badawcza – jak śmiem zakładać – odpowiadająca postulatowi Pani Profesor brzmi w następujący sposób: „System *Multimodalnej Analizy Ruchu* może cechować się powtarzalnością w zakresie rejestracji i oceny wybranych parametrów opisujących ruchliwość spontaniczną niemowląt.”.

### **Ad Rozdział 5 Materiał i Metody Badawcze (Model badawczy)**

Wątpliwości Pani Profesor dotyczyły również sposobu opisanego doboru grupy badawczej. W tym zakresie należy zgodzić się z zastrzeżeniem o niewystarczająco precyzyjnym wskazaniu sposobu tego doboru, w związku czym zobligowana jestem uzupełniająco dookreślić ten proces.

Materiał został pobrany od niemowląt, które zgłosiły się na wizytę fizjoterapeutyczną na podstawie skierowania lekarskiego z powodu obserwowanych nieprawidłowości w rozwoju ruchowym lub z prośbą o ocenę neurorozwojową lub instruktaż pielęgnacyjny. W tym miejscu niewątpliwie należy zgodzić się ze stwierdzeniem, że wskazanym byłoby doprecyzowanie rodzaju nieprawidłowości stanowiących bezpośrednią przyczynę ustalonej potrzeby diagnozy niemowlęcia. Nieprawidłowościami takimi były asymetrie ułożeniowe, które nie stanowiły kryterium wyłączenia. Przyczynami kierowania do fizjoterapeuty były także prośby o udzielenie instruktażu prawidłowej pielęgnacji, które co do zasady nie musiały wiązać się z nieprawidłowościami w rozwoju ruchowym niemowląt. Jest to obecnie powszechna praktyka lekarzy pediatrów, w celu zapobiegania tworzenia nieprawidłowych wzorców ruchowych spowodowanych nieprawidłową pielęgnacją prowadzoną przez rodziców. Generalne założenie przy rekrutacji grupy badawczej bazowało na przypuszczeniu (potwierdzonym poniekąd w wynikach pracy), że im bardziej zróżnicowana grupa ruchowo i somatycznie tym wyniki rejestrowane w trakcie badań pozwolą – przy uwzględnieniu nowatorskich rozwiązań technicznych wykorzystywanych do badań – na precyzyjniejsze rozgraniczenie poszczególnych ruchów i pewniejsze wyekstrahowanie ich sekwencji. Co istotne, zasadnicze kryteria doboru grupy określono precyzyjnie, aby wyłączyć dowolność w jej skompletowaniu. Jeśli podczas zbieranego wywiadu pacjenci spełniali warunki włączenia do badania, proponowano im wzięcie w nim udziału. Praca, jakkolwiek dotyczy dzieci, ma przede wszystkim charakter walidacyjny. W związku z powyższym przyjęto określone kryteria w postaci: zgody rodziców na przeprowadzenie badania (po uprzednim poinformowaniu ich o celu i przebiegu badania), wiek dziecka między 6. a 15. tygodniem życia, urodzenie o czasie (zarówno przez poród fizjologiczny, jak i cesarskie cięcie), otrzymanie przez niemowlę po urodzeniu co najmniej 8 pkt w skali Apgar, brak obciążonego wywiadu i niepokojących symptomów. Różnorodność grupy badanych pod kątem somatycznym i ruchowym w niniejszym protokole można było uznać wręcz za korzystne, ponieważ celem pracy nie było stworzenie norm ruchowych, a przede wszystkim jeden z etapów walidacji urządzenia. Wzmiankowane w treści uwagi rozwiązanie ciąży cesarskim cięciem nie stanowiło natomiast kryterium wyłączenia. Przyczyny, jako irrelewantne w tym kontekście, nie były szczegółowo omawiane w treści pracy, przy czym określić je można jako różnorodne.

## **Ad Rozdział 7 Dyskusja**

Uwagą o wyjątkowej w moim przekonaniu wartości dla recenzowanej pracy, jest uwaga Pani Profesora mająca za przedmiot obiektywizm analiz komputerowych jako wyznacznik

osiągnięcia przez nie określonego poziomu rozwoju w oparciu o zweryfikowaną prawidłowo metodykę.

Przedstawiona w uwadze konstatacja dotycząca praktycznego aspektu pozycjonowania metod opartych na analizie komputerowej poprzez określenie ich jako obiektywnych posiada rudymentarne znaczenie w zakresie prac badawczych, których niewielkim efektem jest niniejsza dysertacja. Dlatego też za podniesienie tego zagadnienia jestem Pani Profesor niezwykle wdzięczna. W istocie bowiem „obiektywna” w rozumieniu ociąganych efektów analiza komputerowa będzie - jak słusznie wskazała Pani Profesor - dopiero wtedy, gdy wyniki pokrywać się będą w stopniu pożądanym ze stanem rzeczywistym. A zatem analiza musi znajdować się na odpowiednim stopniu rozwoju i być realizowana w oparciu o odpowiednią i zweryfikowaną metodykę. Założeniem niniejszej pracy jest dążenie do takiego stanu poprzez osiągnięcie pierwszego etapu weryfikowalności wyników otrzymanych za pomocą walidowanego narzędzia.

W tym kontekście, oddając w pełni słusność uwagi Pani Profesor, uściślię jedynie, że w rozumieniu przyjętym na potrzeby niniejszej pracy obiektywizm narzędzia wiązano z uzyskiwaniem za jego pomocą wyników zależnych wyłącznie od przesłanek początkowych, wyekstrahowanych zgodnie z założeniami wskazanymi szczegółowo w pracy. Wartości te musiały być w określonym stopniu mierzalne, a następnie możliwe do porównania. Obiektywizmu nie wiązano zatem z uniwersalnością prawidłowo (zgodnie ze stanem rzeczywistym) osiągniętych wyników. Na chwilę obecną - jak słusznie zwróciła Pani Profesor uwagę - jest zdecydowanie za wcześnie na taki efekt. Pojęcie to określało natomiast niezależność wyników od wszelkich obocznych czynników i błędów, jakie mogłyby mieć wpływ na diagnozę. Diagnozę, co należy za Panią Profesor podkreślić, mającą ograniczony aktualnie zakres i wymagającą dalszych badań dla określenia jej dalszych perspektyw.

Na tym etapie niewątpliwie udało się odczytać określone wartości prędkości i przyspieszenia wyznaczonych na ciele dziecka punktów. Są one powtarzalne i pozwalają na dokonanie wstępnych powiązań pomiędzy poszczególnymi sekwencjami ruchów a prawidłowym rozwojem ruchowym dziecka. Stan wzorcowy dla przeprowadzonych badań ustalono w oparciu o szereg uśrednionych danych obrazujących prędkość i przyspieszenie ruchu kończyn zdrowych niemowląt. Po drugie udało się wyznaczyć średnie wartości liczbowe dla parametrów takich jak: CMA-h (Center of Movements Area – kierunek w poziomie), CMA-v (Center of Movements Area – kierunek w pionie), FMA (Factor Movement Area), FMS (Factor Movement Shape) prawej i lewej kończyny górnej i dolnej. Nadanie wartości liczbowych ruchom spontanicznym daje w opisanym wyżej rozumieniu zakładanym przy

tworzeniu pracy, możliwość opisanie ruchu w sposób obiektywny i jednoznaczny. Za tak rozumianym obiektywizmem przemawia także fakt (co stanowiło zamierzone działanie) stworzenia proponowanych parametrów autorskich CMA, FMA i FMS. Brak jest bowiem w tym wypadku potrzeby używania jakichkolwiek znaczników na ciele dziecka. Wreszcie, wyniki statystycznej analizy potwierdzają, że urządzenie jest powtarzalne. Tą powtarzalność narzędzia, a tym samym jego precyzja, została przebadano dwutorowo i wyniki potwierdziły takie założenia. Oczywiście, tak jak podkreślano w pracy, wielokrotnie stanowi ona jedynie przyczynek dla podjęcia dalszych badań zachowań ruchowych. Jest to absolutnie i bezsprzecznie etap wstępny, a praca stanowić powinna - jak słusznie Pani Profesor stwierdza - głos w dyskusji z odpowiednimi jednak dla tego etapu podstawami statystycznymi.

Polega na prawdzie, jak słusznie podniosła Pani Profesor w kolejnej uwadze, że przestrzeń trójwymiarowa w perspektywie przyszłościowej daje zdecydowanie większe możliwości dla diagnozowania globalnych wzorców ruchu i oceny jakości rozwoju. W tym kontekście należy jednak podkreślić, że badania będące podstawą analizowanej pracy mają charakter stopniowy i na tym etapie badania dotyczyły analizy w wymiarze 2D. Został przyjęty określony typ kamer o dużej rozdzielczości. Aktualnie w projekcie OSESEC (Objective System of Evaluation and Support of Early Childhood) trwają natomiast prace nad uprzestrzennieniem obrazu w oparciu o odpowiednie algorytmy. Na obecnym natomiast etapie, zaplanowano i przeprowadzono opracowanie wskaźników na podstawie filmów nagranych 1 kamerą 2D. W następnej kolejności w planach jest jej uprzestrzennienie. To niewątpliwie potwierdza trafność uwagi Pani Profesor dotyczącej wniosku nr 5 w zakresie, w jakim wskazuje Pani Profesor na niedoskonałość technologii 2D w porównaniu z 3D w kontekście osiągniętych potencjalnie wyników. W tym aspekcie chciałabym zwrócić uwagę na zakładaną, a być może niewystarczająco zaakcentowaną wartość dodaną prowadzonych badań odnośnie wniosku o budowaniu na nich „podstawy do dalszych badań nad analizą wybranych parametrów określających ruchliwość niemowlęcia”. Po pierwsze zatem wektory ruchu, nawet w ujęciu wyłącznie czołowym, doprowadziły do ustalenia wartości jednoznacznie pozwalających na wyciągnięcie określonych powtarzalnych wniosków co do ruchliwości dziecka i tym samym przypuszczać można, że dalsze badania prowadzone w oparciu o osiągnięte już wyniki pozwolą na doprecyzowanie szeregu uzyskiwanych za pomocą urządzenia informacji. Po drugie natomiast, ustalenia poczynione w technologii 2D, przy odpowiednim rozbudowaniu walidowanego w pracy urządzenia o dodatkowe kamery, mogą mieć charakter komplementarny i pozwalający na płynne przekształcenie metody dwuwymiarowej z jej ograniczonymi wynikami, do pełniejszej metody trójwymiarowej, która po jej opracowaniu, z pewnością

również ewoluować będzie w przyszłości, o ile nie w zakresie wymiarów, to z pewnością czułości aparatury nagrywającej i możliwości przeliczeniowych. Na chwilę obecną nie da się walidować precyzji w stopniu wystarczającym, ponieważ brak jest wartości referencyjnej. Tym niemniej badanie precyzji pracy urządzenia przeprowadzono poprzez jej odniesienie do powtarzalności uzyskanych wyników i analiza statystyczna tych wyników potwierdziła, że może stanowić podstawę do dalszych prac nad obiektywizacją diagnozowania dziecka. Chciałabym również nadmienić – jako wyraz pełnego podzielenia wątpliwości Pani Profesor, że w dyskusji zwróciłam uwagę, na potrzebę rozwoju technologii poprzez stwierdzenie: *„Technologie przyszłości, które łączą trójwymiarową analizę ruchu z wykorzystaniem technik bezmarkerowych (np. KinectTM), prawdopodobnie zapewnią większą swoistość i czułość w porównaniu z technologiami wideo 2.”*

Kolejna uwaga Pani Profesor dotyczy braku wskazania metod diagnozy niemowląt porównywanych do metody opartej na narzędziu multimodalnym w zakresie przewagi co do ich powszechności i dostępności.

Ustalenie w powyższym zakresie ma zasadnicze znaczenie dla precyzji wyводу i dziękuję Pani Profesor za zwrócenie uwagi na konieczność dokładnego wyekstrahowania elementu w tym aspekcie porównywanego.

Pozwolę sobie wyjść od stwierdzenia, które ujęłam w konkretną tezę na stronie 66 pracy, mianowicie: *„Z racji opierania się oceny GM wg Prechtla na analizie filmów wideo niemowlęcia przez przeszkolonych fachowców, metoda jest czasochłonna i kosztowna. W konsekwencji podejścia oparte na wykorzystaniu technik komputerowych, w tym wykorzystujące dla oceny sztuczną inteligencję, zyskały w ostatnich latach na znaczeniu.”*

Powyżej wskazana metoda bazująca na ocenie GM, obok odrębnie omawianych w pracy subiektywnych metod diagnostycznych stanowi punkt wyjścia dla oceny potencjalnej – co należy zaznaczyć – przydatności urządzenia multimodalnego we wspomaganie diagnozy. Tworzone urządzenie miałoby stanowić obiektywne narzędzie wspomagające diagnozę niemowląt. Jako obiektywne (ilościowe) ma ono być oparte na konkretnych pomiarach, wyrażonych w liczbach, wynikach, które mogą być analizowane i porównywane z dostępnymi normami.

Obecnie natomiast powszechnie stosowane metody to metody jakościowe oparte na tabelach, ankietach bez precyzyjnych wartości pomiarowych. Pozbawione są one możliwości porównania konkretnych wyników, bazują na doświadczeniu i spostrzegawczości diagnosty (pediatra, neurolog, fizjoterapeuta). Najczęściej stosowane są u dzieci najmłodszych, niespionizowanych. Możemy do nich zaliczyć m.in.: neurorozwojową metodę NDT Bobath

(obserwacja spontanicznej aktywności w różnych pozycjach dziecka), diagnostykę metodą Vojty, Monachijską Funkcjonalną Diagnostykę Rozwojową (zawiera testy dla dzieci do 1 roku życia i oddzielnie dla dzieci w wieku 2 i 3 lat), skalę Denver, narzędzie oceniające Rozwój Battelle'a, skalę Brigance .

W kontekście powyższych uwag konstatacja Pani Profesor, że *„Aktualnie rekomendowana i stosowana w diagnostyce oun niemowląt metoda obrazowania struktur mózgowych, a więc ultrasonografia przeciemieniowa, jest metodą nieinwazyjną, wystandaryzowaną, powszechnie stosowaną i relatywnie tanią(...)”* nie podlega dyskusji. Zwracam na to uwagę również w pracy, na stronie 66, gdzie stwierdzono : *„Obecnie najpowszechniejszymi metodami oceny ryzyka wystąpienia mózgowego porażenia u niemowląt przed piątym miesiącem życia są: obrazowanie mózgu, rezonans magnetyczny, USG, EEG oraz obserwacja ogólnych ruchów globalnych”*. Na stronie 68- 69 zostało zaznaczone, iż *badania neurofizjologiczne (obrazowanie funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI), ultrasonografia, elektroencefalografia (EEG) i rezonans magnetyczny (MRI)) korespondują z wynikami modelu analizy komputerowej i w konsekwencji odmienne metody uzupełniają się wzajemnie*. Tak więc metoda diagnostyczna oparta na walidowanym urządzeniu nie ma w założeniu z nimi konkurować. Jak akcentowałam w samej dysertacji, metoda ta na obecnym etapie analiz ma za zadanie ułatwić wstępne rozpoznanie przed poddaniem dziecka badaniom neurologicznym (w tym ultrasonografii przeciemieniowej). Nie podlega bowiem dyskusji, że zanim pacjent zostanie skierowany na badanie ultrasonograficzne, zaistnieć muszą określone wskazania diagnostyczne w zakresie choćby nieprawidłowości w rozwoju ruchowym. W chwili obecnej, jak wiadomo, nie wszystkie dzieci poddawane są standardowo obrazowaniu struktur mózgowych, co uwzględniając ilość odpowiednich do tego urządzeń lub choćby konieczność usypiania dzieci do badania byłoby rozwiązaniem i niemożliwym i niewskazany. W pracy analizowana jest metoda pretendująca na obecnym etapie do wykorzystania w przyszłości przez diagnostę i uzupełniająca jego subiektywne ustalenia bazujące na własnym doświadczeniu i wiedzy, zanim takie badania jak np. rezonans magnetyczny czy ultrasonografia przeciemieniowa zostaną w ramach badania neurologicznego uznane za niezbędne do przeprowadzenia.

W tym kontekście przesiewowy w założeniu charakter badań urządzeniem multimodalnym z pewnością uznać należy za potencjalnie konkurencyjny w zakresie nieinwazyjności, kosztowności, a przede wszystkim powszechnego stosowania.

W konkluzji zatem zgadzam się z uwagą Pani Profesor i w pełni potwierdzam, że metoda opierająca się na badaniu za pomocą walidowanego urządzenia nie pretenduje na

obecnym etapie do zastąpienia ultrasonografii przezciemieniowej, a ma za cel wyłącznie wspomaganie diagnozy poprzez odniesienie do systemowo budowanej mapy zachowań ruchowych. Wraz z rozwojem metody, w szczególności poprzez poszerzanie bazy przetwarzanych przez system danych, dalsze badania walidacyjne odpowiedzieć będą mogły na pytanie jaka jest sprawdzalność w porównaniu z metodami obrazowania mózgu.

Z pokorą przyjmuję stanowisko w zakresie kolejnej uwagi Pani Profesor dotyczącej Rozdziału 7 Dyskusji, a mianowicie, że *„Nie do zaakceptowania jest wniosek ze (str.66): „W konsekwencji diagnosta nawet bez przeszkolenia metodą Prechtla miałby możliwość, opierając się wyłącznie na czynnikach zobiiektywizowanych w postaci wyników badania multimodalnym narzędziem, a bez odwoływania się do swojej wiedzy i doświadczenia, przedstawić istotne parametry określające rozwój i rokowania ruchowe dziecka”. Po pierwsze, na pewno nie z wykorzystaniem takiej metodyki badania i narzędzi. Po drugie – ciągle jeszcze diagnoza neurologiczna, ocena rozwoju i rokowanie są dużo bardziej skomplikowane, niż analiza zapisów wymienionych tu narzędzi.”*. Pragnę w tym miejscu w ramach usprawiedliwienia śmiałego z mojej strony wniosku wyjaśnić, że jest to projekcja na przyszłość opierająca się na dynamice rozwoju badań analiz komputerowych tak wykorzystanych w niniejszej pracy, jak i globalnie, nie zaś ocena aktualnej wersji samego narzędzia multimodalnego wraz z jego oprogramowaniem. Etap badania narzędzia jest nadal wstępny, metodyka badania i samo narzędzie jest, jak podkreślano wyżej - zgodnie z uwagą Pani Profesor - nadal na etapie rozwoju i doskonalenia. W tym kontekście osiągnięcie zakładanych efektów dalszych prac, a zatem rozbudowanie powtarzalności narzędzia o wyniki badań kolejnych odmiennych grup badawczych przy dotychczas osiąganym odsetku sprawdzalności mogłoby w założeniu doprowadzić do osiągnięcia wyników pozwalających na uniezależnienie efektu badania od czynnika ludzkiego. Jest to przypuszczenie, które na gruncie osiągniętych wyników i przy realizacji wskazanych założeń wydaje się możliwe do osiągnięcia. Warunek, jak zasadnie wskazuje Pani Profesor jest taki, aby metodyka i samo narzędzie zostały rozwinięte (modyfikowane zgodnie z wynikami kolejnych badań) w stopniu gwarantującym pełną sprawdzalność i taki niniejszym dodatkowy warunek przyjmuję dla zaproponowanego w tym zakresie wnioskowania. Odwołując się jednocześnie do stanowiska przedstawionego uprzednio w dyskusji, zaznaczam dodatkowo, uważając uwagę Pani Profesor dotyczącą tego aspektu za niezmiernie istotną, że: *„(...) w obecnej praktyce klinicznej wspieranie analizy komputerowej subiektywną oceną GMA (w celu odróżnienia ruchów normalnych od nieprawidłowych ruchów ogólnych) jest w pełni uzasadnione, przy czym należy podkreślić, że nie deprecjonuje to znaczenia diagnostycznego żadnej z nich. Współistnienie i wzajemne uzupełnianie pozwalają*

*bowiem na obecnym etapie rozwoju technologii osiągać optymalne efekty w diagnozowaniu niemowląt.”*

Ostatnia już uwaga Pani Profesor w zakresie Rozdziału 7 Dyskusja dotyczy zastrzeżenia, że rejestrowanie obrazu przez pojedynczą kamerę 2D jest niewystarczające dla oceny globalnych wzorców ruchu. Odpowiedź w tym zakresie koresponduje z wywodem zamieszczonym wyżej i dotyczącym przewag rejestracji trójwymiarowej nad dwuwymiarową. W konsekwencji również wnioski co do słuszności zastrzeżenia Pani Profesor muszą być zbieżne. Oczywiście zatem przyjmuję niniejszą krytyczną uwagę potwierdzając, że kompleksowa (całościowa) ocena globalnych wzorców ruchu nie jest prawdopodobnie możliwa w oparciu o pojedynczą kamerę 3D niezależnie od rozwoju technologicznego w przyszłości. Ocena dokonywana w ramach opisywanych badań ma na celu wyłącznie analizę wzorców w aspektach wybranych i kierunkowo opisujących poszczególne zakresy. Na obecnym etapie badań nie pretenduje do metody kompleksowej i w tym kontekście urządzenie aktualnie nie pozwala na analizę całego spektrum globalnych wzorców ruchu. Jest ono autorskim programem opierającym się jedynie na podstawach obserwacyjnej metody Prechtl'a. Metodę wybrano ponieważ jest nieinwazyjna i bazuje na obserwacji video. Niemniej jednak stanowi ona tylko bazę do podziału grupy dzieci na FM + FM++. Dla urządzenia multimodalnego stworzono własne parametry FMA, FMS i CMA i tym właśnie parametrom udało się przypisać wartości liczbowe oraz zestawić je statystycznie. Nie było celem badania dokonanie kompleksowej oceny ruchów globalnych, ponieważ jak słusznie Pani Profesor stwierdziła, ruchy drobnookrężne, które są charakterystyczne dla FM nie mogłyby być wychwycone przez kamerę 2D. Zakładano konieczność ustalenia w ramach badań czy urządzenie odczytuje ruchy, na podstawie innych wskaźników takich jak prędkość, przyspieszenie, FMA, FMS i CMA, a następnie wykazanie powtarzalności pracy urządzenia. Dodatkowo udało się potwierdzić subiektywną ocenę diagnosty na podstawie filmów, w sposób obiektywny przez system MAR. Program podobnie sklasyfikował dzieci ocenione na FM + a FM++ , nawet w ruchach w płaszczyźnie czołowej. Rokuje to co najmniej zachęcająco dla dalszych badaniach, w kontekście planowanego jak już wzmiankowałam uprzestrzennienia obrazu.

Warto jednocześnie zaznaczyć, iż wymieniane przeze mnie bardziej zaawansowane narzędzia diagnostyczne, których opis uwzględniam w rozdziale dyskusja (str.63 – 72) także wykorzystują analizę filmów 2D i osiągają wg. autorów przytoczonych artykułów wysoką skuteczność.

Na podstawie opublikowanych badań można stwierdzić, że te orientacyjne dane pozwalają na tworzenie narzędzi o wysokiej skuteczności badania przesiewowego, czyli automatycznej klasyfikacji prawidłowy/nieprawidłowy. Sam Prechtl wykorzystywał analizę filmu zwykłą kamerą i był w stanie dostrzec rodzaj ruchów fidgety czy writhing, czyniąc to w oparciu o niekwestionowaną w piśmiennictwie metodę diagnostyczną.

Własne badanie miało na celu zweryfikowanie koncepcji w oparciu o te orientacyjne dane. Istnieją techniczne możliwości pozyskania informacji o ruchu w trzech płaszczyznach (kamery rgb-d), a opracowana metodyka może zostać bezpośrednio zastosowana dla tego typu danych. Zastosowanie takich kamer znacząco jednak zwiększy poziom technicznego skomplikowania systemu akwizycji i przetwarzania filmów w celu wykrycia lokalizacji punktów anatomicznych. Wykorzystanie systemu tego typu i porównanie wyników w odniesieniu do ograniczonych danych o ruchu będzie stanowiło przedmiot dalszych badań.

### **Ad Rozdział 8 Wnioski**

Wnioski, w miejsce ich przytoczenia w formie graficznej średników, zostaną zgodnie z sugestią Pani Profesor ponumerowane. Wniosek 5 bezspornie, jak słusznie podniosła Pani Profesor, został źle sformułowany i nie wynika z przeprowadzonych badań. Został on w sposób niezamierzony wpisany jako organicznie przeprowadzonego przeze mnie badania. Podobnie wysunięta przez Panią Profesor sugestia mówiąca o tym, że nadal należy badać charakter ruchów demonstrowanych przez niemowlęta, ale dobrać takie narzędzie badawcze, w którym będzie możliwa prezentacja 3D, jest w pełni uprawniony i ustalenie takie należy dodać jako ograniczenie obecnych badań.

### **Ad Uwagi edytorskie i redakcyjne**

W nawiązaniu do uwagi Pani Profesor na temat odpowiedniej terminologii, w pełni zgadzam się z tym, iż należy precyzyjnie dobierać terminy, które w obiegu naukowym posiadają dedykowane zakresy znaczeniowe. Błędy wskazane przez Panią Profesor w tym aspekcie zostały oczywiście odpowiednio skorygowane ze znaczącym dla jakości pracy pozytywnym efektem.

Na zakończenie pragnę jeszcze raz gorąco podziękować Pani Profesor za poświęcony czas oraz wnikliwą analizę mojej rozprawy. Wszystkie komentarze, uwagi, sugestie i spostrzeżenia w tym te krytyczne są dla mnie niezwykle cenne. Recenzja Pani Profesor pozwoliła mi na przebieg i wyniki pracy spojrzeć z innej, istotnej perspektywy i znacząco

skorygować mechanizm postrzegania i komunikowania wyników prowadzonych badań, co z pewnością podniesie walory mojej pracy naukowej w przyszłości.

Z wyrazami szacunku,  
Katarzyna Kieszczyńska

#### Bibliografia:

1. Einspieler C, Prechtl HF, Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system, *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*- 2005; 11(1): 61-67,
2. Einspieler C, Marschik P, Bos A, Ferrari F, Cioni G, Prechtl H, Early markers for cerebral palsy: Insights from the assessment of general movements, *Future Neurol*, 2012; 7(6): 709-717,
3. Gajewska E, Nowe definicje i skale funkcjonalne stosowane w mózgowym porażeniu dziecięcym. *Neurologia Dziecięca*, 2009; 18(35), 67-72,
4. Marszał E, Występowanie, diagnostyka i leczenie padaczki u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym, *Neurologia Dziecięca* 15(30), 65-68,
5. Nguyen-Thai B, Le V, Morgan C, Badawi N, Tran T, Venkatesh S, A Spatio-temporal Attention-based Model for Infant Movement Assessment from Videos, *IEEE J Biomed Health Inform*, 2021; 25(10): 3911-3920,
6. Wood E, Rosenbaum P, The gross motor function classification system for cerebral palsy: a study of reliability and stability over time. *Developmental medicine and child neurology*, 2000; 42(5), 292-296.