

Dr Monika Błaszczyszyn

Autoreferat

Kandydata do stopnia doktora habilitowanego

Opole, 14 sierpnia 2023

Spis treści

1. Imię i nazwisko.	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.	4
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).	4
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.	37
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.	43
7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.	46

Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Monika Błaszczyszyn

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

Doktor nauk o kulturze fizycznej

nadany uchwałą Rady Wydziału Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, z dnia 20 października 2009 roku

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Ocena wyników kompleksowej rehabilitacji poszpitalnej w okresie wczesnym po udarze mózgu”

Promotor rozprawy doktorskiej: prof. dr hab. Józef Opara

Recenzenci: dr hab. Henryk Knapik, prof. dr hab. Marek Woźniewski

2005–2009r. Studia doktoranckie w zakresie nauk o kulturze fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach

Magister fizjoterapii

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, 12 lipca 2005 r. Prawo wykonywania zawodu fizjoterapeuty nr 23828

Studia podyplomowe: Studia Podyplomowe w zakresie Przygotowania Pedagogicznego, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach, Wydział Wychowania Fizycznego, 6 czerwca 2004 r.

Dodatkowe kwalifikacje zawodowe:

Fizjoterapia oddechowa pacjentów z przewlekłą niewydolnością oddechową (2018)

Kurs elektromiografii funkcjonalnej w badaniach naukowych (2014)

Kurs zimowy turystyki wysokogórskiej (2012)

Kurs masażu relaksacyjnego z elementami aromaterapii (2011)

Kurs instruktora rekreacji o specjalności survival (2010)

Kurs przewodnika górskiego beskidzkiego (2009)

Kurs podstawowy koncepcji PNF (2009)

Kurs szkoleniowy „Leczenie ostrej fazy udarów” (2008)

Rehabilitacja osób po udarze mózgu metodą Bobath – kurs informacyjny (2004).

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

Od 19 lutego 2011 roku do chwili obecnej – Politechnika Opolska, Wydział Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii

Od 01.01.2021 r. – do chwili obecnej: adiunkt, Katedra Wychowania Fizycznego i Sportu

Od 01.01.2020 r. do 31.12.2020 r. - adiunkt, Katedra Antropomotoryki i Biomechaniki

Od 01.04.2014 r. do 31.12.2019 r. - adiunkt, Instytut Wychowania Fizycznego, Katedra Antropomotoryki

Od 19.02.2011 r. do 31.03.2014 r. - adiunkt, Instytut Turystyki i Rekreacji, Katedra Turystyki i Promocji Zdrowia

Od 01 października 2005 roku do 30 czerwca 2011 roku – Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu (dawniej PWSZ im. ks. B. Markiewicza w Jarosławiu), Instytut Stosunków Międzynarodowych

Od 01.03.2011 r. do 30.06.2011 r. – starszy wykładowca

Od 01.12.2009 r. do 28.02. 2011 r. – starszy wykładowca, Kierownik Zakładu Organizacji Czasu Wolnego

Od 01.11.2009 r. do 30.11.2009 r. – starszy wykładowca

Od 01.10.2008 r. do 31.10.2009 r. – asystent

Od 01.10.2006 r. do 30.09.2008 r. – wykładowca

Od 01.10.2005 r. do 30.09.2006 r. – asystent

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

Prezentowany niżej cykl powiązanych artykułów naukowych jest efektem mojej długoletniej pracy i zainteresowań z zakresu szeroko rozumianych nauk o kulturze fizycznej. Już jako studentka zainteresowana byłam rozwojem neuronauki, szczególnie w dziedzinie usprawniania po udarze mózgu. Efektem tych zainteresowań była praca magisterska, później doktorska w tematyce rehabilitacji osób po udarze mózgu. Drugim obszarem moich zainteresowań było przewodnictwo nerwowo-mięśniowe w sporcie, szczególnie sporty walki

wzbudzały moje zainteresowanie, głównie przez kilkuletni kontakt z klubem Oyama Karate w Przemyślu. Rok 2011 był dla mnie przełomowy pod względem rozwoju naukowego, ponieważ podjęłam pracę w Politechnice Opolskiej. Praca w Politechnice Opolskiej w Katedrze Antropomotoryki, pod kierownictwem prof. Zbigniewa Borysiuka przyczyniła się do rozwoju mojego warsztatu badawczego, w dziedzinie analizy ruchu z wykorzystaniem aparatury EMG oraz OptiTrack. Udział w projektach naukowo-badawczych prowadzonych w katedrze poszerzył moją wiedzę w zakresie metod analizy wzorców ruchowych w sportach walki, głównie u szermierzy. Efektem prowadzonych badań są liczne publikacje naukowe oraz wystąpienia podczas krajowych i międzynarodowych konferencji. Równocześnie nawiązałam współpracę ze środowiskiem naukowców z zakresu nauk technicznych, która wpłynęła na poszerzenie mojego warsztatu naukowo-badawczego w kierunku nowoczesnych technologii, szczególnie urządzeń do śledzenia ruchu. Interdyscyplinarna współpraca zaowocowała, poszerzeniem mojej wiedzy w odniesieniu do metod analizy wzorców ruchowych w różnych stanach, zarówno zdrowia, jak i patologii. Zaimplementowanie metod stosowanych w naukach technicznych do nauk o kulturze fizycznej stwarza różnorodność możliwości interpretacji pozyskanych danych ruchu oraz ich odniesienia do szerokiej grupy pacjentów, sportowców, terapeutów i trenerów.

Dotychczasowym wynikiem prowadzonej przeze mnie działalności naukowej jest 55 prac o sumarycznej liczbie punktów, wg listy MEiN, równej 2596 punktów, 25 prac zostało opublikowanych w czasopismach posiadających współczynnik oddziaływania (Impact Factor, IF), wartość współczynnika oddziaływania (IF) wynosi 74.150, 27 prac jest indeksowanych w bazie Web of Science, w 22% prac jestem pierwszym autorem, w 19% autorem korespondencyjnym. Uczestniczyłam, jako wykonawca w granie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju nr POIR.01.01.01-00-1629/20, tytuł projektu: „Człowiek w rzeczywistości wirtualnej – opracowanie technologii wspierającej przekształcenia i dostosowania nowych i istniejących gier do możliwości wirtualnej rzeczywistości”. Byłam również beneficjentką programu wymiany osobowej studentów i naukowców w ramach współpracy bilateralnej – oferta wyjazdowa: organizowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej – NAWA, nr BPN/BIL/2021/1/00102, w ramach, której odbyłam miesięczny staż naukowy w VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Czech Republic.

Do publikacji z największą liczbą cytowań wg Web of Science należą:

1. Kawala-Sterniuk Aleksandra, Podpora Michał, Pelc Mariusz, **Błaszczyszyn Monika**, Gorzelanczyk Edward Jacek, Martinek Radek, Ozana Stepan: Comparison of Smoothing

Filters in Analysis of EEG Data for the Medical Diagnostics Purposes, Sensors, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, vol. 20, nr 3, 2020, s. 1-18, DOI:10.3390/s20030807, IF=3.576, MEiN=100 punktów, 39 cytowań

2. Radajewska Alina, Opara Józef, Kucio Cezary, **Błaszczyszyn Monika**, Mehlich Krzysztof, Szczygiel Jarosław: The effects of mirror therapy on arm and hand function in subacute stroke in patients, International Journal of Rehabilitation Research, vol. 36, nr 3, 2013, s. 268-274, DOI:10.1097/MRR.0b013e3283606218, IF=1.144, MEiN=25 punktów, 17 cytowań

3. **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Pawlyta Magdalena, Marszałek Maciej, Karczmait Dariusz: Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes, International Journal of Environmental Research and Public Health, MDPI ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND, vol. 16, nr 17, 2019, s. 1-10, DOI:10.3390/ijerph16173155, IF=2.849, MEiN=140 punktów, 15 cytowań

4. Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Pawlyta Magdalena: Optical motion capture dataset of selected techniques in beginner and advanced Kyokushin karate athletes, Scientific data, vol. 8, nr 1, 2021, s. 1-12, DOI:10.1038/s41597-021-00801-5, IF= 8.501, MEiN=140 punktów, 10 cytowań

5. Borysiuk Zbigniew, Nowicki Tadeusz, Piechota Katarzyna, **Błaszczyszyn Monika**: Neuromuscular, Perceptual, and Temporal Determinants of Movement Patterns in Wheelchair Fencing: Preliminary Study, BioMed Research International, Hindawi Publishing Corporation, vol. 2020, 2020, s. 1-8, DOI:10.1155/2020/6584832, IF=3.411, MEiN=70 punktów, 10 cytowań

6. **Błaszczyszyn Monika**, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł: Analysis of Ankle sEMG on Both Stable and Unstable Surfaces for Elderly and Young Women - A Pilot Study, International Journal of Environmental Research and Public Health, MDPI ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND, vol. 16, nr 9, 2019, s. 1-12, DOI:10.3390/ijerph16091544, IF=2,849, MEiN=140 punktów, 8 cytowań

Interdyscyplinarny charakter prowadzonej przeze mnie działalności naukowej, skłonił do wykazania osiągnięcia, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy, w formie cyklu sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem:

„Analiza ruchu człowieka i metody oceny uwarunkowań wzorców ruchowych w kontekście kontroli nerwowo-mięśniowej, w sporcie i rehabilitacji”

1. **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Opara Józef, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł, Balkó Štefan: Functional differences in upper limb movement after early and chronic stroke based on kinematic motion indicators, Biomedical Papers-Olomouc, vol. 162, nr 4, 2018, s. 294-303, DOI:10.5507/bp.2018.061

IF=1.141; MEiN=20pkt

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

2. **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł, Balko Stefan, Borysiuk Zbigniew: Quantitative Assessment of Upper Limb Movement in Post-Stroke Adults for Identification of Sensitive Measures in Reaching and Lifting Activities. Journal of Clinical Medicine. 2023;12(9):1–11. doi.org/10.3390/jcm12093333

IF=3.9; MEiN=140pkt

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

3. Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Kawala-Sterniuk Aleksandra: Convolutional neural network in upper limb functional motion analysis after stroke, PeerJ, vol. 8, 2020, s. 1-20, DOI:10.7717/peerj.10124

IF=2.984; MEiN=100pkt

Mój wkład: zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku

4. **Błaszczyszyn Monika**, Borysiuk Zbigniew, Piechota Katarzyna, Kręcisz Krzysztof, Zmarły Dariusz: Wavelet coherence as a measure of trunk stabilizer muscle activation in wheelchair fencers, BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, BioMed Central, vol. 13, 2021, s. 1-10, DOI:10.1186/s13102-021-00369-y

IF=2.367; MEiN=100pkt

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, zgromadzenie literatury, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku

5. **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Pawlyta Magdalena, Marszałek Maciej, Karczmil Dariusz: Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes, International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, nr 17, 2019, s. 1-10, DOI:10.3390/ijerph16173155

IF=2.849; MEiN=140pkt

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

6. Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Pawlyta Magdalena: Optical motion capture dataset of selected techniques in beginner and advanced Kyokushin karate athletes, Scientific data, vol. 8, nr 1, 2021, s. 1-12, DOI:10.1038/s41597-021-00801-5.

IF=8.501; MEiN=140pkt

Mój wkład: zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku

Cykl prezentowanych prac składa się z 6 artykułów, sumaryczna wartość współczynnika dla przedstawionego cyklu publikacji: IF=21.742; MEiN= 640pkt, wszystkie z prezentowanych prac posiadają współczynnik IF

Prezentowany cykl składa się z 6 artykułów ze współczynnikiem IF, podzielonych na część prezentującą dane pozyskane dla wzorców kończyn górnych po udarze mózgu i części prezentującej dane wzorców ruchowych w sportach walki, w tym karateków i szermierzy. Elementem łączącym prezentowane prace jest zastosowanie urządzeń do śledzenia ruchu oraz metod analizy danych ruchu skierowanych na następujące problemy badawcze: kwantyfikacja kinematyki ruchu, standaryzacja badań naukowych oraz ocena przewodnictwa nerwowo-mięśniowego.

Uzasadnienie podjęcia problemu zawartego w cyklu sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: „Analiza ruchu człowieka i metody oceny uwarunkowań wzorców ruchowych w kontekście kontroli nerwowo-mięśniowej, w sporcie i rehabilitacji”

W piśmiennictwie pojawia się coraz więcej prac, w których podejmowano tematykę ruchu człowieka, jednak większość z nich pozostaje skupiona wokół zastosowanej technologii i przetwarzania pozyskanego sygnału z czujników, natomiast pomijany jest czynnik kontroli nerwowo-mięśniowej. Warto zwrócić uwagę, że najbardziej odpowiedni model biomechaniczny zależy od celów badania, poziomu szczegółowości przedstawionych struktur anatomicznych, populacji docelowej i wykonywanego zadania ruchowego. Stąd potrzeba przenikania się wiedzy z różnych dziedzin nauki. Na podstawie przeglądu piśmiennictwa zidentyfikowano istotne, nierozwiązane dotychczas problemy związane z analizą ruchu człowieka: rozpoznawanie podobnych technik w oparciu o analizę dynamiki ruchu, segmentacja czasowa ciągłego ruchu, kwantyfikacja kinematyki ruchu, oraz dostarczanie informacji zwrotnej w czasie rzeczywistym (Malawski & Kwolek 2018).

W prowadzonych dotychczas badaniach w odniesieniu do czynności kończyny górnej po udarze mózgu, pojawia się wiele prac, jednak nie wszystkie badania uwzględniają czynności życia codziennego (Dipietro et al. 2009; Salmond et al. 2017). Badania oparte na analizie śledzenia ruchu oraz skuteczności metod oceny dużej części populacji z zaburzeniami nerwowo-mięśniowymi są ograniczone, głównie ze względu na różnorodność stosowanych protokołów i metod (Wolff et al. 2023). Przegląd metod stosowanych do analizy kinematyki kończyn górnych osób zdrowych i po udarze mózgu z zastosowaniem systemów przechwytywania ruchu dowodzi, że w większości artykułów analizowano zakresy kątów w stawach i "kinematykę punktu końcowego", głównie związaną z sięganiem do celu (Salmond et al. 2017; Mesquita et al. 2019). Za sprawą badań prowadzonych przez Murphy et al. (2011) istnieje powielany w wielu pracach protokół picia ze szklanki. W dużej analizie z udziałem 225 badań Schwarz et al. (2019) zidentyfikowali 151 różnych metryk używanych do pomiaru ruchu kończyn górnych. Ponadto prowadzone badania przy wykorzystaniu systemów optoelektrycznych angażują małe grupy badanych, czasem kilkusobowe, które nie zawsze uwzględniają szczegółowe kryteria włączenia i wyłączenia. Zrozumienie kinematyki ludzkiego ruchu ma zarówno podstawowe, jak i praktyczne znaczenie w medycynie, biologii i sporcie. Dodatkowo dominuje znaczna różnorodność w stosowanych testach funkcjonalnych i zgłaszanych wynikach, co hamuje możliwość porównywania zestawów danych w

populacjach pacjentów (Valevicius et al. 2018; Guzik-Kopyto et al. 2022). Stwarza to kolejny problem w badaniach naukowych, jakim jest standaryzacja metod, protokołów i urządzeń do rejestracji ruchu. Przy znacznej zmienności pomiędzy poszczególnymi osobami, klinicyści stosują wystandaryzowane skale kliniczne aby subiektywnie opisać możliwości ruchowe badanych (Woytowicz et al. 2017; Corona et al. 2018). Jednak warto zauważyć, bez odpowiednich metod kwantyfikacji ruchu, interwencje rehabilitacyjne są tylko przypuszczeniem, względem ocenianego wzorca ruchu i jego pochodzenia nerwowo-mięśniowego. Powszechnie stosowane subiektywne skale kliniczne, dostarczają wiele informacji o stanie funkcjonalnym ale nie określają, w którym momencie ruchu występuje problem motoryczny. Ponadto skale subiektywne nie są wystarczająco czułe na monitorowanie drobnych zmian w nasileniu upośledzenia i zmienności ruchu w czasie (Roberts 2020). Aby uzupełnić wiedzę w tym obszarze, podjęto się oceny wzorców ruchowych kończyn górnych po udarze mózgu, podczas wykonywania czynności funkcjonalnych, w celu identyfikacji parametrów ruchu, które są czułe na wykrywanie nawet niewielkich zmian w czasie.

W odniesieniu do sportu, dostępne są prace analizujące różne sporty walki oraz różne techniki, przeważnie są to pojedyncze techniki oraz kilkuosobowe grupy zawodników. Gavagan & Sayers (2017) przedstawili analizę kinematyczną kopnięcia okrężnego między sportowcami taekwondo, karate i muay thai, oceniano średnią i szczytową prędkość liniową stawów kończyn dolnych oraz docelowe przyspieszenie liniowe. Wąsik & Shan (2015) badali kinematykę kopnięcia okrężnego i czynniki związanych z generowaniem mocy. Badacze doszli do wniosku, że cel będzie miał negatywny wpływ na prędkość kopnięcia ale będzie korzystny dla tworzenia wysokiej jakości kopnięć (Wąsik et al. 2021).

Warto zaznaczyć, że dostępne dane dotyczące ruchu człowieka w odniesieniu do sportów walki są ograniczone. Uzupełniając lukę w tym zakresie, w badaniach, zaprezentowanych w niniejszym cyklu przedstawiono publicznie dostępny zestaw danych ruchu zawodników Kyokushin karate o różnym stopniu zaawansowania, wykonujących 5 technik. Ponadto w prezentowanym cyklu obok standardowych metod analizy ruchu, zaprezentowano metody wykorzystujące konwolucyjne sieci neuronowe oraz analizę widma częstotliwości w celu zobrazowania kontroli nerwowo-mięśniowej. Rozpoznawanie wzorców ruchowych stanowi cenną informację zwrotną dla terapeutów, zawodników i trenerów (Borysiuk & Sadowski 2007; Borysiuk et al. 2022). W wielu testach ruchowych niezależnie od sprawności badanych, wzorce ruchowe mogą być rozróżniane głównie na podstawie dynamiki ruchu, a nie trajektorii. Działania te mogą być trudne do rozróżnienia nawet dla

doświadczonych obserwatorów, stąd zastosowanie klasyfikatorów uczenia maszynowego stwarza możliwość uchwycenia nawet minimalnych zmian, które mogą przyczynić się do poprawy efektywności wzorca zarówno w sporcie, jak i rehabilitacji (Edwards et al. 1999; Shi et al. 2013; Mannini et al. 2016; Chan et al. 2019; Kidziński et al. 2020; Li et al. 2022).

Jednym z wymienianych ograniczeń powszechnie stosowanych systemów do rejestracji narządu ruchu opartych na metodach z wykorzystaniem czujników powierzchniowych np. EMG, jest brak bezpośredniego pomiaru struktur układu nerwowego zaangażowanych w czynność ruchową, w tym celu zaprezentowano metodę analizy falkowej, jako jedną z metod oceny przewodnictwa nerwowo-mięśniowego poprzez śledzenie pasm częstotliwości. Podejście falkowe dostarcza informacji na temat intensywności aktywności mięśni i strategii rekrutacji jednostek motorycznych w każdym punkcie czasowym rejestrowanego ruchu (Gross et al. 2002; Dideriksen et al. 2018; Kenville et al. 2020).

Przechwytywanie ruchu człowieka jest powszechnie stosowane w różnych dziedzinach, w tym sporcie i rehabilitacji, do analizowania, rozumienia, syntezy danych kinematycznych oraz kinetycznych. Techniki oparte na znacznikach stanowią złoty standard dokładnego i niezawodnego przechwytywania ruchu człowieka. Opisane metody analizy ruchu człowieka poszerzają dotychczasową wiedzę i stwarzają możliwość oceny kontroli nerwowo-mięśniowej w warunkach rzeczywistego wykonywania wzorców ruchowych.

Główne cele prezentowane w ramach cyklu sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

Cele zaprezentowanych w niniejszym cyklu badań naukowych, zostały postawione w oparciu o przeprowadzoną szczegółową analizę dostępnego piśmiennictwa i znajomość obecnego stanu wiedzy. Istotne w tym względzie było nabyte przeze mnie doświadczenie, w prowadzeniu badań naukowych z zastosowaniem urządzeń do śledzenia ruchu MoCap i rejestracji sygnałów mięśniowych EMG. W naukach o sporcie i medycynie analiza ruchu jest szeroko stosowana w celu optymalizacji wyników oraz identyfikacji mechanizmów leżących u podłoża zmian struktury ruchy. Zaburzenia obserwowane podczas analizy wzorca ruchowego są wynikiem odpowiedzi i/lub kompensacji układu nerwowo-mięśniowego na leżące u jego podstaw zmiany. Wykorzystując techniki analizy ruchu człowieka można zidentyfikować odchylenia od prawidłowych wzorców kinematycznych, kinetycznych lub EMG, a następnie wykorzystać je do oceny nerwowo-mięśniowej. Opisane metody analizy ruchu (analiza widma częstotliwości, uczenia maszynowego i zmian prędkości) znajdują zastosowanie w różnych grupach badanych, niezależnie od poziomu sprawności badanego,

jak również wykonywanego wzorca ruchowego. Na przykład ruchy osoby zdrowej w nowym zadaniu lub nowym dynamicznym środowisku mogą być ocenione jako nie płynne z powodu słabej znajomości zadania i/lub środowiska. Przerwane ruchy pacjentów po udarze są często wynikiem słabej kontroli motorycznej spowodowanej urazem neurologicznym. U pacjentów z udarem mózgu charakterystyka wybranego do oceny testu motorycznego ma bezpośredni związek z poziomem uszkodzenia tkanki nerwowej. Zatem nieodpowiedni dobór wzorca ruchowego może prowadzić do rozbieżności, które nie są wynikiem obniżonej kontroli nerwowo-mięśniowej, ale są wymuszone przez jego ograniczenia lub wymagania. Z uwagi na rosnącą liczbę badań prezentujących analizę ruchu człowieka czy to w sporcie czy w rehabilitacji, ciągle nie wypracowano standardowych protokołów, które znalazłyby zastosowanie w dużych badaniach populacyjnych. Problem ten można rozwiązać, m.in. przez powszechne udostępnianie rejestrowanych danych i próbę ich łączenia w duże zbiory danych, stanowiących podstawę do wnioskowania dla całej populacji.

Kolejnym problemem podejmowanym w dziedzinie analizy ruchu człowieka opartej na czujnikach zewnętrznych, jest brak dogłębnego śledzenia przewodnictwa nerwowo-mięśniowego. W tym celu zaprezentowano metodę analizy koherencji, jako obiektywną metodę oceny przewodnictwa nerwowo-mięśniowego, na podstawie analizy widma częstotliwości.

Z uwagi na powyższe rozważania przeprowadzona i zaprezentowana w cyklu sześciu oryginalnych artykułów naukowych analiza ruchu człowieka i metody kwantyfikacji wzorców ruchowych w kontekście kontroli nerwowo-mięśniowej w sporcie i rehabilitacji, prezentuje różne grupy pozyskanych danych ruchu. Elementem łączącym są zastosowane ilościowe metody analizy ruchu, które mają charakter uniwersalny. Zarówno zaplanowane badania, zastosowane procedury badawcze, jak i wykorzystana aparatura pomiarowa zostały dobrane do wymogów, przepisów oraz specyfiki konkretnej grupy badanych. Prezentację i opis sześciu oryginalnych artykułów naukowych, ujętych w ramach jednotematycznego cyklu, rozpoczęto od publikacji poświęconych wzorcom ruchowym w warunkach problemów stawianych w rehabilitacji, a następnie zaprezentowano artykuły, dotyczące sportu, artykułem łączącym sport i ograniczenia przewodnictwa nerwowego jest artykuł prezentujący dane pozyskane w grupie sportowców na wózkach.

Cele szczegółowe publikacji poświęconych analizie ruchu człowieka i metodom oceny uwarunkowań wzorców ruchowych w kontekście kontroli nerwowo-mięśniowej, w sporcie i rehabilitacji

1. Analiza ilościowych indeksów kinematycznych kończyn górnych u osób po udarze mózgu, podczas wykonywania wybranych czynności życia codziennego.
2. Zastosowanie konwolucyjnej sieci neuronowej w celu analizy ruchu kończyn górnych w oparciu o akwizycję danych ruchu osób po udarze mózgu i grupy kontrolnej.
3. Ocena synchronizacji mięśni stabilizujących tułów u szermierzy na wózkach z wykorzystaniem analizy falkowej.
4. Wykorzystanie analizy falkowej do zidentyfikowania poziomów częstotliwości w warunkach dynamicznych, w celu oceny przewodnictwa nerwowo-mięśniowego.
5. Prezentacja repozytorium wysokiej jakości kompleksowego zestawu danych, wraz z opisem merytorycznym oraz przykładowym zastosowaniem do dalszej analizy.
6. Analiza trójwymiarowej kinematyki ruchu całego ciała podczas kopnięcia frontального u zawodników karate Kyokushin.

Aparatura pomiarowa

Prezentowane dane zostały zarejestrowane przy użyciu systemów do śledzenia ruchu i aparatury do sEMG:

- 1) **System Vicon** (Motion Systems Limited, Oxford, UK) z częstotliwością próbkowania 250 Hz. System akwizycji danych składał się z następujących elementów: 10 kamer NIR Vicon MX-T40 o rozdzielczości 4 MP (2352×1728 px) i 10-bitowej skali szarości. Przestrzeń pomiarowa ma kształt elipsoidalnego cylindra o wysokości 3 m i podstawie o osiach 6,47 m i 4,2 m. Zastosowano również 4 kamery wideo HD (DV Basler Pilot piA 1900-32gc). Trzydzieści dziewięć markerów reaktywnych z zestawu markerów całego ciała Plug-In Gait software, zostało przymocowanych do określonych, anatomicznych punktów orientacyjnych (zgodnie z dokumentacją systemu Vicon). Dodatkowe markery zostały umieszczone na celu (tarcza)
- 2) **System OptiTrack** (NaturalPoint, Inc. <https://optitrack.com/>), z częstotliwością próbkowania 250 Hz. System składał się z ośmiu kamer na podczerwień rejestrujących ruch markerów w maksymalnej rozdzielczości 832 x 832 px. Główną zaletą systemu OptiTrack jest jego mobilność, ponieważ składa się z kamer umieszczonych na statywach, który można ustawić w dowolnym miejscu zgodnie z procedurą opisaną w dokumentacji systemu (Nagyimáté & Kiss 2018)
- 3) **System EMG** (Noraxon, DTS, Desktop Direct Transmission System, Scottsdale, Arizona, USA) z 16-bitową częstotliwością próbkowania 1500 Hz. Do analizy danych systemowych wykorzystano dedykowane oprogramowanie (MyoResearch XP Master Edition dla DTS Noraxon), a do synchronizacji systemu EMG i przesyłania sygnału EMG

bezpośrednio do komputera, wykorzystano bezprzewodowy nadajnik-rejestратор (3-osiowy bezprzewodowy czujnik akcelerometru DTS 3D o następujących specyfikacjach: nominalny zakres wyjściowy: +/- 6 g, czułość +/- 0,67 V/g i szerokość pasma 5 Hz-1,8 kHz). Procedury testowe, w tym umieszczenie elektrod, zostały określone zgodnie z projektem SENIAM. W badaniu wykorzystano typowe elektrody sEMG (hydrożelowe) z chlorku srebra i srebra (Ag/AgCl).

Pierwszy artykuł zaprezentowany w cyklu 6 powiązanych publikacji, koncentruje się wokół kinematycznych wskaźników ruchu kończyn górnych w czynnościach funkcjonalnych w wyniku przebytego udaru mózgu. W badaniu przeprowadzono analizę porównawczą pacjentów w okresie wczesnym i przewlekłym po udarze mózgu. Analizowane ilościowe cechy wzorca ruchowego kończyn górnych, wykazały przydatność w ocenie parametrów kinematycznych zarówno we wczesnym, jak i przewlekłym okresie po udarze.

1. **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Opara Józef, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł, Balkó Štefan: *Functional differences in upper limb movement after early and chronic stroke based on kinematic motion indicators*, Biomedical Papers-Olomouc, vol. 162, nr 4, 2018, s. 294-303, DOI:10.5507/bp.2018.061. **IF=1.141; MEiN=20pkt**

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

Metoda

Badania osób po przebytym udarze mózgu prowadzono na Oddziale Rehabilitacji, Szpitala Świętego Rocha w Ozimku (woj. opolskie), po wcześniejszym uzyskaniu zgody Komisji Bioetycznej Opolskiej Izby Lekarskiej w Opolu, nr 215 z dnia 25 marca 2015r. Kierownik projektu: Monika Błaszczyszyn. Do przechwytywania ruchu wykorzystano system OptiTrack.

Cel pracy

Analiza ilościowych indeksów kinematycznych kończyn górnych u osób po udarze mózgu, podczas wykonywania wybranych czynności życia codziennego.

Protokół badania

Badania odbyły się w specjalnie przygotowanym pomieszczeniu wyposażonym w stół i krzesło oraz osiem szybkich kamer OptiTrack o wysokiej rozdzielczości. Miejsca umieszczenia przedmiotów zostały oznaczone. Przed zajęciem miejsca przy stole, każdy uczestnik otrzymał zestaw markerów, przyklejonych bezpośrednio na skórze w miejscach oznaczonych zgodnie z dokumentacją systemu. Następnie badający przeprowadzał demonstrację, po czym następowała kalibracja. Następnie badający umieszczał przedmiot na stole w oznaczonym miejscu. Przed rozpoczęciem właściwego badania uczestnik otrzymywał instrukcje słowne, a następnie wykonywał jedną próbę, przed właściwym badaniem. Protokół był wykonywany w oparciu o protokół testu Frenchay Arm Test (FAT) i składał się z następujących czynności: picie ze szklanki, podnoszenie małego i dużego cylindra, zamykanie i odkręcanie słoika, zdejmowanie i zakładanie spinacza, czesanie włosów i rysowanie linii. Markery zostały umieszczone zgodnie ze schematem umieszczania markerów na górnej części ciała OptiTrack opisanym w instrukcji systemu, zgodny z wytycznymi Międzynarodowego Towarzystwa Biomechaniki (ISB) (Wu et al. 2005). Dane o ruchu, zostały zarejestrowane jako trajektorie ruchu markerów umieszczone na poszczególnych segmentach ciała w przestrzeni 3D. Analizie poddano dwie fazy ruchu: podnoszenie i opuszczania. Faza podnoszenia rozpoczynała się od momentu, uchwycenia cylindra ręką, a podnoszenie kończyło się w momencie osiągnięcia najwyższego punktu, czyli maksymalnego wyprostowania kończyny. Faza opuszczania rozpoczynała się w momencie rozpoczęcia ruchu opuszczania cylindra i kończyła się, gdy cylinder zetknął się z blatem stołu.

Uczestnicy

Przebadano 20 pacjentów po udarze w okresie wczesnym (od 1 do 3 miesięcy po udarze) i przewlekłym (od 6 miesięcy do 1 roku), zgodnie z przyjętymi kryteriami włączenia i wyłączenia.

Analiza danych

Do analizy ruchu kończyn górnych w poszczególnych fazach wybrano następujące macierze: prędkość średnia i szczytowa, znormalizowana jednostka ruchu, znormalizowane szarpnięcie i czas ruchu w fazie. Wybrane macierze reprezentują profil prędkości i płynności danych punktu końcowego, dodatkowo analizowano wskaźnik kompensacji tułowia w każdej płaszczyźnie. Ilościowe indeksy kinematyczne, zastosowane w badaniu:

- *Czas ruchu*, czas wymagany do pomyślnego wykonania zadania, wyrażony w sekundach
- *Średnia prędkość ruchu*, obliczana na podstawie średniej wartości prędkości chwilowej, opartej się na przemieszczaniu markera 3D

- *Jednostka ruchu*, liczba szczytów przyspieszenia w danych kinematycznych i ilościowa miara płynności ruchu. Mniejsza liczba szczytów oznacza mniej okresów przyspieszania i zwalniania, dzięki czemu obserwujemy płynniejszy ruch. Zastosowaliśmy znormalizowaną jednostkę ruchu przez całkowite przemieszczenie markera. W zaburzeniach ruchu wzrasta liczba szczytowa prędkości, co powoduje szarpnięcia w ruchu

- *Szarpnięcia (jerk)*, jest trzecią pochodną czasu 3D przemieszczenia punktu (znacznika). Szarpnięcie jest to tempo zmiany przyspieszenia w czasie. Najpłynniejszy ruch ma najmniejsze wartości szarpnięcia

- *Kompensacja tułowia*, oznaczono wskaźnikiem kompensacji tułowia ramienia w każdej płaszczyźnie. Indeks jest obliczany na podstawie odległości między pierwszą i ostatnią pozycją w fazie ruchu i jest wyrażony jako stosunek różnicy odległości między znacznikiem palca wskazującego a znacznikiem mostka. Niższa wartość wskazuje na mniejsze przemieszczenie tułowia i niższą kompensację tułowia

Wyniki

Analizowane cechy wykazały różnice w ocenianych czynnościach, a istotność statystyczną zaobserwowano głównie w fazie podnoszenia. Analiza porównawcza opierała się na zmienności ruchu w obu grupach badanych (wczesny/przewlekły udar) zarówno zdrowych (zachowanych), jak i niedowładnych kończyn. Znaczące różnice wykazała średnia prędkość i prędkość szczytowa (podczas ruchu grupa w okresie wczesnym osiągała wyższe prędkości). Istotne różnice uzyskano również dla płynności ruchu (szarpnięcie i jednostka ruchu) gdzie grupa z przewlekłym udarem charakteryzowała się obecnością większej liczby szarpnięć. Zaobserwowano także różnice w kompensacji ramię-tułów w płaszczyźnie czołowej. Takiej zależności nie zaobserwowano w analizie wzorca zdrowej (zachowanej) kończyny, gdzie wartości współczynnika kompensacji były bardzo zbliżone. Przeprowadzona analiza wykazała, wrażliwość ocenianych wskaźników kinematycznych (średnia prędkość, znormalizowana jednostka ruchu, znormalizowane szarpnięcie, i czas ruchu fazowego), na zmiany wzorca ruchu po stronie porażonej, w okresie wczesnym i przewlekłym.

Wnioski

Zastosowane w badaniu zmienne wykazały przydatność do oceny wzorców ruchowych, ilościowych wskaźników kinematycznych zarówno we wczesnym, jak i przewlekłym okresie po udarze mózgu. Analiza ilościowych cech ruchu, charakterystycznych dla zaburzeń funkcjonalnych kończyn górnych po udarze, przyczyniła się do kontynuacji projektu badawczego z udziałem grupy kontrolnej. Grupę kontrolną stanowiły osoby zdrowe w tym samym przedziale wiekowym, spełniającymi kryteria włączenia. Efektem

przeprowadzonych badań były kolejne 2 publikacje dotyczące analizy wzorców ruchowych kończyn górnych po udarze i u zdrowych uczestników w podobnym wieku. Pierwsza praca prezentuje kwantyfikację kinematyki ruchu druga zastosowanie sieci neuronowej do klasyfikacji wzorców ruchowych kończyn górnych.

2. **Błaszczyszyn Monika**, Szczęśna Agnieszka, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł, Balko Stefan, Borysiuk Zbigniew: *Quantitative Assessment of Upper Limb Movement in Post-Stroke Adults for Identification of Sensitive Measures in Reaching and Lifting Activities*. Journal of Clinical Medicine. 2023;12(9):1–11. doi.org/10.3390/jcm12093333. **IF=3.9; MEiN=140pkt**

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

Metoda

Badania osób po przebytych udarze mózgu prowadzono na Oddziale Rehabilitacji, Szpitala Świętego Rocha w Ozimku (woj. opolskie), badania grupy kontrolnej przeprowadzono w Laboratorium Antropomotoryki i Biomechaniki, Politechniki Opolskiej w Opolu. Po wcześniejszym uzyskaniu zgody Komisji Bioetycznej Opolskiej Izby Lekarskiej w Opolu, nr 215 z dnia 25 marca 2015r. Kierownik projektu: Monika Błaszczyszyn.

Uczestnicy

Do badania zrekrutowano łącznie 54 uczestników, w tym 35 pacjentów po udarze mózgu (grupa udarowa) i 19 zdrowych osób (grupa kontrolna), których wiek odpowiadał wiekowi pacjentów.

Procedura badań jest zgodna z poprzednio prezentowaną pracą

Trzy ruchy podnoszenia przedmiotów zostały ocenione w następujący sposób: (1) podnoszenie dużego cylindra (średnica 34 mm, długość 7 cm, waga 450 g); (2) podnoszenie małego cylindra (średnica cylindra 12 mm, długość 5 cm, waga 190 g); oraz (3) picie ze szklanki. Aktywności 1 i 2 składały się z następujących faz: chwycenie cylindra, umieszczonego w oznaczonym miejscu na stole, 15 cm od krawędzi, podniesienie tak wysoko, jak to możliwe (najlepiej w celu wyprostowania kończyny górnej w stawie łokciowym) i odłożenie na oznaczone miejsce, bez opuszczenia. Czynność picia ze szklanki

przebiegała następująco: podniesienie szklanki, ustawionej w odległości 15 cm od krawędzi stołu; pierwsza faza polegała na wyciągnięciu ręki po szklankę z pozycji wyjściowej, a następnie chwyceniu i zbliżeniu szklanki do ust w celu wypicia napoju oraz umieszczeniu jej na stole w oznaczonym miejscu, a następnie powrót do pozycji wyjściowej.

Analiza danych

W publikacji zaproponowano analizę ilościową wybranych, znaczących, systematycznie wyodrębnianych cech, w postaci szeregów czasowych. Dane pozyskane przez OptiTrack były danymi pozycyjnymi (wartości współrzędnych x, y, z) markerów dla modelu tworzącego łańcuch kinematyczny kończyny górnej. Przechwycone sygnały ruchu były rejestrowane z częstotliwością 100 Hz. Ze wszystkich wejściowych szeregów czasowych wycięto próbki między czasem rozpoczęcia i zakończenia aktywności w oparciu o zmianę wartości współrzędnych z markera umieszczonego na palcu. Na podstawie trajektorii markerów w 3D, obliczono sygnały przemieszczenia, prędkości, przyspieszenia, modułu wektora: przemieszczenia, prędkości i przyspieszenia.

Wyniki

Aby wykorzystać zestaw szeregów czasowych jako dane wejściowe dla nadzorowanych lub nienadzorowanych algorytmów uczenia maszynowego, każdy szereg czasowy został odwzorowany w dobrze zdefiniowanej przestrzeni cech. Przedstawiona analiza porównawcza, grupy po udarze z grupą kontrolną, wykazała istotne różnice we wzorcu ruchowym, nie tylko w odniesieniu do kończyny dotkniętej udarem, ale także wykazała, że kończyna górna niedotknięta, różni się od kończyny uczestników z grupy kontrolnej.

Wnioski

W niniejszym badaniu pomiar przyspieszenia, okazał się ważnym narzędziem oceny różnic w badanych czynnościach. Szczególnie w odniesieniu do identyfikacji różnic obu kończyn górnych u osób po udarze mózgu. Poczynione obserwacje, skłoniły do zastanowienia nad różnicami w czynnościach funkcjonalnych kończyn górnych po udarze mózgu zarówno strony porażonej, jak i zachowanej. W tym celu wykorzystano implementację konwolucyjnej sieci neuronowej (Convolutional Neural Network - CNN), zaprezentowaną w kolejnym artykule

3. Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Kawala-Sterniuk Aleksandra: *Convolutional neural network in upper limb functional motion analysis after stroke*, PeerJ, vol. 8, 2020, s. 1-20, DOI:10.7717/peerj.10124, **IF=2.984; MEiN=100pkt**

Mój wkład: zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku

Metoda

W niniejszej pracy zastosowano implementację konwolucyjnej sieci neuronowej do celów analizy funkcjonalnego wzorca ruchu kończyn górnych.

Cel

Głównym celem badania było porównanie ruchu wybranych czynności życia codziennego uczestników po udarze mózgu z osobami zdrowymi (w podobnym wieku).

Uczestnicy

Do badania włączono 54 osoby, w tym 35 po udarze i 19 zdrowych (grupa kontrolna).

Protokół jak w poprzednich pracach

Przeprowadzona analiza wzorca podnoszenia kończyny górnej u zdrowych osób w podeszłym wieku oraz pacjentów po udarze. Dane były rejestrowane podczas podnoszenia małego i dużego cylindra oraz picia ze szklani, czynności były wykonywane obiema kończynami.

Analiza danych

Do akwizycji danych zastosowano optyczny system przechwytywania ruchu oparty na markerach. Podjęto próbę znalezienia istniejących różnic we wzorcu ruchu kończyn górnych. W tym celu porównano cechy ruchu dominujących i niedominujących kończyn górnych zdrowych uczestników z cechami ruchu niedowładnych i zachowanych kończyn górnych uczestników po udarze. Na tej podstawie stworzono klasyfikację do rozróżniania typów kończyny górnej (3 klasy) oraz klasyfikację do różnicowania stanu pacjenta (2 klasy).

Wyniki

W badaniu zaproponowano rozwiązanie służące do analizy ruchu funkcjonalnego człowieka, oparte na implementacji konwolucyjnej sieci neuronowej, która umożliwia rozpoznawanie lokalnych wzorców poprzez translację charakterystyk niezmienności. Przeprowadzone badania dotyczyły konfiguracji markerów dla modelu kończyny górnej, w odniesieniu do postawionej hipotezy aktywność dystalnych i proksymalnych części kończyny. Uzyskane wyniki wykazały, że markery na palcu i segmencie przedramienia, nie były wystarczająco czułe na zmiany ruchu. Natomiast wyniki uzyskane dla proksymalnych części kończyny okazały się satysfakcjonujące; dla markera umieszczonego w połowie ramienia

(dokładność wynosiła około 99%) oraz dla kombinacji z przedramieniem (ramię-przedramię - dokładność wyniosła około 99%) a także wszystkimi markerami kończyn górnych (dokładność około 99%). Ten trend był zachowany w dwóch wariantach klasyfikacji opartych na typie kończyny górnej i grupie uczestników. Na podstawie uzyskanych wyników zidentyfikowano odcinki łańcucha kinematycznego, które były najbardziej istotne dla konkretnego testu klasyfikacyjnego. Zaproponowany model konwolucyjnej sieci neuronowej do klasyfikacji ruchu kończyny górnej w oparciu o typ uczestnika (zdrowy/po udarze) uzyskał bardzo dobre wyniki.

Wnioski

Prezentowana w niniejszych badaniach analiza wzorców ruchowych po udarze mózgu w porównaniu do zdrowych osób, dostarcza szeregu informacji o zaburzeniach struktury ruchu wskazując kierunki terapii, oceny oraz monitorowania. Stwarza podłoże do projektowania urządzeń i aplikacji mających powszechne zastosowanie w ośrodkach klinicznych oraz rehabilitacji domowej. Jednak w przeprowadzonych badaniach i metodach analizy brakowało obserwacji głębokich warstwy układu nerwowego odpowiedzialnych za przewodnictwo nerwowo-mięśniowe. Odpowiedzią na postawiony problem jest praca dotycząca analizy falkowej wzorców ruchowych u szermierzy na wózkach

4. **Błaszczyszyn Monika**, Borysiuk Zbigniew, Piechota Katarzyna, Kręcisz Krzysztof, Zmarzły Dariusz: *Wavelet coherence as a measure of trunk stabilizer muscle activation in wheelchair fencers*, BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, BioMed Central, vol. 13, 2021, s. 1-10, DOI:10.1186/s13102-021-00369-y, **IF=2.367; MEiN=100pkt**

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, zgromadzenie literatury, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku.

Metody badań

Badania zawodników trenujących szermierkę, prowadzono podczas zgrupowania kadry olimpijskiej mężczyzn oraz kobiet w szermierce na wózkach, w Centralnym Ośrodku Sportu w Cetniewie (wrzesień 2017 rok) oraz w Integracyjnym Klubie Sportowym szermierki na wózkach przy Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie.

Cel

W celu zidentyfikowania różnic w synchronizacji międzymięśniowej, mięśni tułowia u szermierzy na wózkach, wykorzystano analizę falkową. Wybrano dwie grupy mięśni: mięsień skośny brzucha i mięsień najszerzy grzbietu, a następnie przeanalizowano dane dla mięśni prawej i lewej strony

Uczestnicy

Do udziału w badaniu zakwalifikowano 16 członków Polskiej Reprezentacji Paraolimpijskiej w Szermierze na Wózkach (7 z kategorii A, 9 z kategorii B). Kategoria A obejmuje szermierzy po amputacji kończyn dolnych lub z częściowym niedowładem, posiadających swobodę ruchów tułowia i ramion. Kategoria B obejmuje zawodników z osłabioną stabilizacją tułowia spowodowaną np. paraplegią (paraplegią poprzeczną) z przerwany rdzeniem kręgowym, sparaliżowanymi kończynami dolnymi i/lub minimalnym niedowładem rąk.

Procedura badań

Badania zostały poprzedzone indywidualnym treningiem rozgrzewkowym z trenerem trwającym 20-25 minut. Po typowej sesji technicznej z trenerem, szermierze zostali przygotowani do procedury testowej. W badaniu EMG, elektrody zostały umieszczone na następujących mięśniach: naramienny, dwugłowy ramienia, trójgłowy, zginacz promieniowy nadgarstka, prostownik promieniowy nadgarstka, skośny brzucha, prostownik grzbietu. Przed rozpoczęciem testów próbnych pas szermierczy z wózkami szermierzy został ustawiony w taki sposób, aby koniec broni znajdował się w dostosowanej pozycji od zgiętego ramienia trenera. Na osłonie broni trenera zainstalowano akcelerometr. W trakcie badania trener inicjował wykonanie przez badanych trzech serii pchnięć w odpowiedzi na bodziec wizualny (ruch ostrza trenera od zasłony czwartej do szóstej) oraz na bodziec sensoryczny - wypad wykonywany przez szermierza na komendę trenera (oznaczoną odłączeniem broni, od tej trzymanej przez szermierza). Ruch szermierza był spowodowany dynamicznym napięciem mięśni tułowia i kończyn górnych. Po przyjęciu pozycji, na komendę "Gotów", szermierz czekał na sygnał wizualny trenera. Następnie szermierz jak najszybciej reagował na ruch broni trenera atakiem i powrotem do pozycji wyjściowej. Procedurę powtórzono trzykrotnie.

Analiza danych

Analiza składała się z trzech etapów: (1) rejestracji aktywacji mięśni za pomocą EMG, (2) analizy koherencji falowej i (3) analizy gęstości koherencji. Spójność jest miarą tego, jak blisko dwa sygnały EMG są powiązane przez transformację liniową. Spójność jest szacowana między 0 a 1, gdzie wartość 1 wskazuje, że dwa sygnały są silnie skorelowane, podczas gdy

wartość 0 oznacza, że oba sygnały są niezależne. Sygnały EMG rejestrowano z częstotliwością próbkowania 10 kHz. Do analizy wybrano pasma częstotliwości: 2–16 Hz, 17–30 Hz, 31–60 Hz. Wszystkie punkty koherencji w każdym określonym paśmie częstotliwości od każdego uczestnika zostały uśrednione w celu uzyskania średniej wartości koherencji dla danego pasma częstotliwości.

Wyniki

Sportowcy na wózkach aktywują mięśnie na niskich poziomach częstotliwości, niezależnie od kategorii niepełnosprawności. Dodatkowo, znacznie wyższe wskaźniki koherencji odnotowano u szermierzy kategorii B. Uzyskany wynik, dowodzi, że zawodnicy z większymi deficytami neurologicznymi (kategoria B) wymagają większej stabilizacji mięśni tułowia, aby utrzymać stabilną postawę i umiejętnie wykonywać złożone, dynamiczne testy motoryczne. Przeprowadzona analiza koherencji falkowej wykazała synchronizację międzymięśniową na niskich poziomach częstotliwości (8-20 Hz - kategoria A, 5-15 Hz - kategoria B).

Wnioski

Szermierze kategorii B wymagają, większej stabilizacji po stronie przeciwnej do kierunku ruchu, w celu utrzymania prawidłowej postawy na wózku w trakcie wykonywania złożonych i dynamicznych wzorców ruchowych. Podobne zależności stwierdzono w płaszczyźnie poprzecznej. Synchronizacja na poziomie niskich częstotliwości szczególnie odzwierciedla zaangażowanie dróg siateczkowo-rdzeniowych u obu badanych kategorii zawodników.

Kolejne 2 prezentowane w cyklu prace, dotyczą wzorców ruchowych w karate

Metoda

Akwizycja danych zawodników trenujących karate została przeprowadzona w Wielomodalnym Laboratorium Ruchu HML (Human Motion Lab) Centrum Badawczo-Rozwojowego Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych w Bytomiu.

Uczestnicy badań

W badaniu uczestniczyło 37 zawodników karate (13 kobiet, 24 mężczyzn). Uczestnicy trenowali w Klubie Kyokushin Karate (Gliwice lub Nysa, Polska). Uczestnicy nie zgłosili żadnych znanych zaburzeń ruchowych lub innych problemów zdrowotnych, które mogłyby wpłynąć na zaburzenia ruchowe.

Procedura badań

Przed wykonaniem techniki uczestnicy przeprowadzili standaryzowaną indywidualną rozgrzewkę. Rozgrzewka trwała około 2 minut i składała się głównie z ćwiczeń rozciągających. Zawodnicy musieli wykonać wyznaczoną technikę w obszarze pomiarowym. Po umieszczeniu markerów na skórze, a przed wykonaniem techniki, przeprowadzono kalibrację systemu przechwytywania ruchu, zgodnie ze standardowym protokołem Vicon. Wyznaczona technika została wykonana tylną kończyną, a po jej wykonaniu, uczestnicy wracali do pozycji wyjściowej. Uczestnicy zostali poinstruowani, aby użyć kończyny dominującej z wyjątkiem warunku w kontakcie. Uczestnicy zostali poinstruowani, aby wykonać technikę z maksymalną prędkością i zamiarem osiągnięcia maksymalnej siły. Wykonywano trzy powtórzenia wyznaczonej techniki i przeprowadzono dwie próby dla każdego warunku. Dane uzyskano dla następujących technik: pchnięcie przeciwne (Gyaku-Zuki), kopnięcie w przód (Mae-Geri), kopnięcie okrężnego (Mawashi-Geri) i kopnięcie okrężne tylne (Ushiro-Mawashi-Geri). Określono następujące trzy warunki: treningowe kopnięcie lub uderzenie w powietrze, kopnięcie lub uderzenie w cel (tj. tarczę treningową trzymaną przez trenera), kopnięcie lub uderzenie w kontakcie, z nagraniem zarówno atakującego, jak i broniącego. W artykule:

5. Błaszczyszyn Monika, Szczęsna Agnieszka, Pawlyta Magdalena, Marszałek Maciej, Karczmīt Dariusz: *Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes*, International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, nr 17, 2019, s. 1-10, DOI:10.3390/ijerph16173155, **IF=2.849; MEiN=140pkt**

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

Zaprezentowano trójwymiarową kinematykę kopnięcia przedniego (Mae-Geri) wykonywanego przez zawodników karate Kyokushin na różnych poziomach zaawansowania

Analiza danych

Analizę kinematyczną kopnięcia frontalnego, zawodnicy wykonywali w trzech testach: powietrze (test I), tarcza (test II), kontakt (test III). Ocenie porównawczej poddano maksymalne, minimalne i średnie wartości kątów w poszczególnych segmentach ciała:

głowy, tułowia, biodra, kolana i stopy. Kąty poszczególnych stawów zostały określone przy użyciu oprogramowania Plug-In Gait. Oddzielne kopnięcia zostały wycięte na podstawie trajektorii znacznika umieszczonego na kostce kończyny wykonującej test, na podstawie sygnału wejściowego przechwyconego z częstotliwością 250 Hz.

Wyniki

W grupie zaawansowanych sportowców istnieje wyraźny wzorzec kopnięcia składający się z: energicznego zgięcia głowy (przyciągnięcia jej do klatki piersiowej), minimalnego odwodzenia głowy w kierunku przeciwnym do kończyny kopiącej, lekkiego zgięcia tułowia do przodu i przywodzenia w kierunku kończyny kopiącej, zgięcia biodra, przywodzenia i rotacji wewnętrznej, wyprostowania stawu kolanowego, wyraźnego zgięcia podszwowego stopy i nieznacznej rotacji zewnętrznej. Opisany wzorzec ruchu był prezentowany we wszystkich testach. U początkujących sportowców nie zaobserwowano jednolitego wzorca ruchu, ponadto wzorzec u danego zawodnika różnił się w zależności od warunków. Największe różnice zaobserwowano w trajektorii ruchu głowy. Można przyjąć, że ruch zgięcia głowy jest istotny w ocenianej technice. Zawodnicy zaawansowani utrzymują niemal stałe wartości zgięcia głowy niezależnie od testu, co wskazuje na wypracowanie stałego wzorca ruchu dla danego segmentu, czego nie obserwuje się u początkujących zawodników, którzy zwiększali wartości zgięcia głowy w zależności od warunku. Różnice te mogą wskazywać na odmienną kontrolę wzrokową zawodników zaawansowanych i początkujących, a także na brak odpowiedniej koordynacji ruchowej w ocenianym wzorcu u początkujących zawodników. Co więcej, zawodnicy początkujący mają tendencję do większego zgięcia tułowia. Podczas swobodnego kopnięcia w powietrze kolano było maksymalnie wyprostowane, a pozycja stopy w płaszczyźnie czołowej pozostawała w pozycji neutralnej z minimalnym przywodzeniem. Dodatkowo ruchy rotacyjne zachodzące w biodrze wskazują na kierunek rotacji wewnętrznej, która wymusza ustawienie kolana w tym samym kierunku, podczas gdy staw skokowy ustawiał się w kierunku przeciwnym.

Wnioski

Przyjęcie odpowiedniego wzorca ruchowego jest gwarancją rozwoju odpowiedniej szybkości i siły oraz zapewnia postawę obronną, o czym wspominają badacze twierdzący, że w sportach kontaktowych, takich jak karate, przechwytywanie poruszających się obiektów jest kluczowe dla sportowców odnoszących sukcesy. Jednak problem prawidłowego przechwycenia ruchu przeciwnika może prowadzić do nieskończonej liczby rozwiązań i może nastąpić w dowolnym momencie.

Przegląd piśmiennictwa i zainteresowanie niniejszą pracą, przejawiający się w rosnącej, liczbie cytowań, skłonił do udostępnienia zarejestrowanych danych, co zostało docenione przez recenzentów czasopisma z listy TOP 1. Praca jest odpowiedzią na pojawiający się problem standaryzacji protokołów i metod

6. Szczęsna Agnieszka, Błaszczyszyn Monika, Pawlyta Magdalena: *Optical motion capture dataset of selected techniques in beginner and advanced Kyokushin karate athletes*, Scientific data, vol. 8, nr 1, 2021, s. 1-12, DOI:10.1038/s41597-021-00801-5, **IF=8.501**; **MEiN=140pkt**

Mój wkład: zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku

Metoda

W publikacji zaprezentowano wysokiej jakości zbiór danych ruchu zawodników karate, łącznie wykonano 1411 nagrań. Dane uzyskano dla następujących technik: pchnięcie przeciwne (Gyaku-Zuki), kopnięcie w przód (Mae-Geri), kopnięcie okrężnego (Mawashi-Geri) i kopnięcie okrężne tylne (Ushiro-Mawashi-Geri). Każdą technikę wykonywano trzykrotnie w trzech warunkach: powietrze, tarcza treningowa, kontakt. Dane wzbogacono szczegółowym opisem technik, charakterystyką grupy badanej, przykładowymi metodami analizy, normalizacji, zamieszczone zostały przykładowe trajektorie dla poszczególnych technik.

Analiza danych

Zbiór danych składa się z 1411 plików, zawierających 3229 pojedynczych kopnięć i ciosów. Dane są przechowywane w formacie pliku C3D (<https://www.c3d.org/>). Istnieją 3-4 powtórzenia tej samej techniki w danej próbie. Stwarza to również możliwość analizy czasu i ruchu poprzedzającego wykonanie techniki. Format pliku C3D jest szeroko stosowany w dziedzinie biomechaniki przez firmy i laboratoria do przechowywania danych ruchu.

Wyniki i wnioski

W pracy zaprezentowano analizę opisową poszczególnych technik wraz z uzyskanymi trajektoriami. W przypadku kopnięcia Mae-Geri znormalizowana trajektoria markera umieszczonego na kostce bocznej została przedstawiona w płaszczyźnie strzałkowej oraz jako współrzędne osi pionowej. Zakresy wartości kątów dowodzą, że ruch odbywa się głównie w

płaszczyźnie czołowej i strzałkowej, przy czym duże zakresy kątowe (od -20 stopni do 120 stopni) zależą od fazy ruchu. Mawashi-Geri gedan jest kopnięciem z największym zakresem ruchu w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. Trajektoria markera kostki wykazała wysoką powtarzalność techniki. Zakres kątów stawu biodrowego dla kopnięcia Ushiro-Mawashi-Geri był największy spośród prezentowanych technik, ale w porównaniu z innymi technikami, mniej zaawansowanym uczestnikom trudno było osiągnąć wymagany zakres ruchu. Prezentowana praca jest cenna pod względem standaryzacji badań w sporcie i posiada bogate walory aplikacyjne.

Wnioski z badań poświęconych analizie ruchu człowieka i metodom oceny uwarunkowań wzorców ruchowych w kontekście kontroli nerwowo-mięśniowej, w sporcie i rehabilitacji

1. Ilościowe cechy ruchu (średnia prędkość, znormalizowana jednostka ruchu, znormalizowane szarpnięcie, fazowy czas ruchu i wskaźnik kompensacji tułowia) wykazały czułość w ocenie ilościowych wskaźników kinematycznych zarówno we wczesnym, jak i przewlekłym udarze mózgu. Stanowią cenne narzędzia do oceny wyników rehabilitacji i planowania procesu terapeutycznego.
2. Zaburzenia płynności ruchu w obu kończynach górnych po udarze mózgu, wskazują na konieczność zwrócenia uwagi i zaangażowania w procesie terapeutycznym obu kończyn.
3. Analiza cech ruchu pod względem typu segmentu ciała, wykazała największą czułość na zmiany znacznika umieszczonego w połowie ramienia. Największa liczba cech została określona na podstawie sygnałów przyspieszenia, najbardziej znaczącymi cechami były ruchy w płaszczyźnie czołowej.
4. Zaproponowana metodologia w oparciu o model konwolucyjnej sieci neuronowej stwarza potencjał do wykorzystania w funkcjonalnej analizie ruchu, pod względem wykrywania zmian ruchu.
5. Wykorzystanie sztucznych klasyfikatorów w oparciu o metody uczenia maszynowego stwarza podstawy do lepszej kwalifikacji pacjentów do terapii oraz monitorowania postępów.
6. Udostępnienie danych wysokiej jakości wychodzi naprzeciw standaryzacji badań naukowych. Każde przyszłe repozytorium powinno zawierać nagrania przedstawiające sportowców karate na różnych poziomach zaawansowania (np. stopień, doświadczenie) wykonujących techniki w różnych warunkach (np. obrona i atak).

7. Trening karate zmienia strategię kontroli nerwowo-mięśniowej, promując poprawę wzorców ruchowych. W związku z tym, aby rozwijać odpowiednią aktywność ruchową, trenerzy powinni wzmacniać nabywanie, doskonalenie i stabilizację wzorców ruchowych w całym łańcuchu kinematycznym, nie skupiając się jedynie na pracy kończyn. Co więcej, rozwój umiejętności kreatywności ruchowej powinien być rozważany na jak najwcześniejszym etapie treningu poprzez kontakt z celem.

8. Zdobywanie przez trenerów i zawodników wiedzy na temat kinematyki ruchu może prowadzić do lepszych wyników, eliminacji błędów w nauczaniu, szczególnie w początkowym okresie treningu, oraz zapobiegać kontuzjom.

9. Ze względu na fakt, że funkcja nerwowo-mięśniowa jest upośledzona u sportowców na wózkach, wymagania dotyczące pracy tułowia są u nich zwiększone. Wyniki wskazują na potrzebę badań wzorców posturalnych u sportowców na wózkach i podkreślają znaczenie włączenia testów sEMG mięśni tułowia w proces treningowy.

10. Analiza falkowa wykazała wyraźną aktywność mięśni tułowia na niskich poziomach częstotliwości u szermierzy na wózkach. Analiza częstotliwości EMG ma duży potencjał diagnostyczny sportowców na wózkach.

Implikacje praktyczne

1. Zastosowane w badaniu cechy wykazały czułość w ocenie ilościowych wskaźników kinematycznych zarówno we wczesnym, jak i przewlekłym udarze mózgu. Zatem są skuteczne narzędzia oceny wyników rehabilitacji i planowania procesu terapeutycznego. Wskazują, które parametry kinematyczne podczas określonej czynności funkcjonalnej są zaburzone, a co za tym idzie, jakie są potrzeby skutecznego procesu poprawy funkcji kończyny górnej danej osoby, zarówno we wczesnym, jak i przewlekłym okresie. Ponadto badani osiągnęli większą szybkość i płynność podczas celowego ruchu. Zaburzenia w obu kończynach wskazują na potrzebę obustronnych ćwiczeń obejmujących zdrową i uszkodzoną półkulę.

2. Badanie modelu konwolucyjnej sieci neuronowej zastosowanego w celu ilościowej kinematyki kończyny górnej dostarcza dokładnych i obiektywnych informacji dotyczących ruchu człowieka, a zatem jest potężnym narzędziem zarówno w dziedzinie klinicznej, jak i badawczej. Dokładność uzyskanych wyników wskazywała, że najbardziej znaczącym segmentem w klasyfikacji okazał się marker na środku ramienia. Na potrzeby tego badania sprawdzono klasyfikację dwu i trzyklasową. Zaproponowana metodologia ma potencjał

zastosowania do funkcjonalnej analizy ruchu, która może: stanowić podstawę do badań nad modelem szczegółowego i dokładnego monitorowania stanu funkcjonalnego po udarze, kwalifikacji do rehabilitacji i oceny postępu po udarze. Przedstawione metody można rozszerzyć o zakresy dokładności klasyfikacji (lub inną metrykę) na podstawie wielu przebiegów proponowanego treningu i walidacji w zadaniach klasyfikacyjnych z różnym podziałem zbiorów danych.

3. Zastosowane w badaniach systemy do analizy ruchu oraz analizowane cechy wykazały wysoką czułość w ocenie wskaźników kinematycznych u sportowców, pacjentów oraz osób starszych. Stanowią doskonałe narzędzia oceny wyników rehabilitacji i planowania procesu terapeutycznego, osiągania lepszych wyników w sporcie, eliminacji błędów w treningu, zwłaszcza w początkowym okresie treningowym oraz zapobiegania kontuzjom.

Stosowane systemy do śledzenia ruchu uważane za złoty standard mają tę przewagę, że precyzyjnie wskazują, które cechy kinematyki wzorca ruchu są zaburzone lub wymagają korekty, a co za tym idzie, jakie są indywidualne potrzeby danej osoby niezależnie od jej wieku, stanu zdrowia czy poziomu sportowego.

4. Prezentowane dane charakteryzują się innym rodzajem wzorców ruchowych pod kątem ich dynamiki, sposobu wykonania i wymagają odrębnych protokołów, jednak zastosowane ilościowe cechy ruchu: czas ruchu, prędkość ruchu, płynność ruchu, gładkość, szarpnięcie (jerk), kompensacja czy trajektorie są uniwersalnymi cechami do analizy ruchu, dzięki czemu możliwe jest wykonanie szczegółowej charakterystyki każdego ruchu niezależnie od jego charakteru.

5. Ponadto badania zostały uzupełnione o techniki analizy czasowo-częstotliwościowej oraz sieci neuronowej. Metody te dostarczają dokładnych i obiektywnych informacji dotyczących ruchu człowieka, a zatem są potężnymi narzędziami zarówno w dziedzinie klinicznej, jak i badawczej. Zaproponowana metodologia ma potencjał wykorzystania w kierunku funkcjonalnej analizy ruchu, która może stanowić podstawę do badań nad modelami ruchu, służącymi do szczegółowego monitorowania wzorców ruchowych

Podsumowanie cyklu sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

Zaprezentowany cykl publikacji uzupełnia dotychczasowy stan wiedzy, skupiony w obszarze problematyki metod kwantyfikacji ruchu człowieka. Przechwytywanie ruchu człowieka jest powszechnie stosowane w różnych dziedzinach, w tym w sporcie do analizy, zrozumienia i syntezy danych kinematycznych i kinetycznych. Specjalistyczna wizja komputerowa i techniki optycznego przechwytywania ruchu oparte na markerach stanowią

złoty standard dla dokładnego i obiektywnego przechwytywania ruchu człowieka. Zastosowane w prezentowanym cyklu publikacji ilościowe metody analizy ruchu ułatwiają badanie kliniczne pacjentów pod kątem analizy ruchu i są cenne dla lepszego planowania procesu rehabilitacji. Prezentowane wyniki wyraźnie wskazują, że pacjenci po udarze stosują zmieniony rodzaj strategii motorycznej podczas wykonywania czynności życia codziennego, w wyniku uszkodzenia struktur mózgu i w konsekwencji obserwowanych ograniczeń ruchowych, zmiany te dotyczą zarówno zdrowej (zachowanej), jak i niedowładnej kończyny. Większość nowoczesnych terapii plastycznych promuje przebudowę aksonów dwustronnie, a nawet w szlakach rdzeniowych pnia mózgu. Terapia związana z tymi podejściami umożliwia przywrócenie projekcji rdzeniowych poprzez promowanie przekierowania lub przekazywania projekcji neuronowych z kory kontralateralnej i głębokich obszarów mózgu (Wiersma et al. 2017). Liczne badania poświęcone sprawności motorycznej pacjentów po udarze mózgu wskazują, na brak konsensusu względem najbardziej odpowiednich miar analizy ruchu (Tran et al. 2018; Kwakkel et al. 2019, Schwarz et al. 2019; Saes et al. 2022).

Postępy w uczeniu maszynowym i pojawienie się nowoczesnych rozwiązań do przechwytywania ruchu przyczyniły się do opracowania automatycznych metod oceny pacjenta i postępów w powrocie do zdrowia. W niniejszym cyklu zaprezentowano kwantyfikację ruchów funkcjonalnych w celu wygenerowania wymaganych trajektorii i kinematyki kończyny górnej w celu dokładnej oceny testu funkcjonalnego (podnoszenie i opuszczanie przedmiotów). Chociaż były to proste czynności, wymagany ruch okazał się zależny od poziomu umiejętności uczestników w zakresie funkcji. Ilościowe podejście do oceny sprawności pacjenta w programach rehabilitacyjnych z wykorzystaniem systemów przechwytywania ruchu odgrywa kluczową rolę w uzupełnianiu tradycyjnych ocen rehabilitacyjnych przeprowadzanych przez przeszkolonych klinicystów oraz stanowią cenne uzupełnienie rehabilitacji domowej. Każda strategia kontroli motorycznej musi być w stanie sterować całym łańcuchem kinematycznym w taki sposób, aby osiągnąć pożądany ruch i skompensować wszelkie zakłócenia, np. początek zmęczenia mięśni, a także silną nieliniową i zmienną w czasie reakcję nerwowo-mięśniową (Maffiuletti 2010; Barth et al. 2020). Ponadto, dzięki obecnemu rozwojowi technik śledzenia ruchu, dysponujemy lepszymi narzędziami do oceny stanu funkcjonalnego pacjentów. Stwarza to możliwość obiektywnej i dokładnej oceny jakościowej i ilościowej ludzkiego ruchu. Idealnym rozwiązaniem byłoby stworzenie prostych rozwiązań, które mogłyby znaleźć zastosowanie w codziennej praktyce terapeutycznej. Poprawa uszkodzonych struktur nerwowo-mięśniowych jest najlepiej reprezentowana przez dyskretną kwantyfikację ruchu, która jest czuła i specyficzna, tj. zdolna

do wychwytywania niewielkich, ale rzeczywistych zmian. W badaniach nad udarem wykorzystano wiele różnych wskaźników płynności, ale nie zidentyfikowano "prawidłowego" wskaźnika (Mohamed Refai et al. 2021). Badacze sugerują, że tylko poprzez zastosowanie odpowiednich miar ruchu można odróżnić zmiany neuronowe związane ze zdrowieniem od strategii kompensacyjnych, wskazując na potrzebę odrębnego podejścia neurofizjologicznego i teoretycznego (Kwakkel et al. 2019).

Rosnące znaczenie analizy ruchu doprowadziło do opracowania złożonych modeli biomechanicznych, aby szczegółowo opisać ludzkie wzorce ruchu. Modele te skalowały się od uproszczonych dwuwymiarowych do trójwymiarowych reprezentacji segmentów ciała. Charakterystyka modelu kinematycznego, wykonywane testy i publikowane wyniki nie są konsekwentnie wystandaryzowane i wykazują, znaczną zmienność między dostępnymi badaniami (Valevicius et al. 2018). Zaproponowano różne metody obliczeniowe w celu rozszerzenia tradycyjnej analizy kinematycznej, aby uwzględnić nie tylko ocenę siły mięśniowej, ale także działanie ośrodkowego układu nerwowego, którego działanie jest zbyt trudne do zmierzenia nieinwazyjnie (Maura et al. 2023). Takim rozwiązaniem jest prezentowana w niniejszym cyklu metoda transformacji falkowej. Dająca możliwość określenia przewodnictwa nerwowo-mięśniowego dzięki skalogramom widma częstotliwości. Ponadto dużym problemem w naukach o kulturze fizycznej jest brak dużych badań populacyjnych, opartych na obiektywnych metodach badawczych takich jak śledzenie ruchu. Wychodząc temu naprzeciw w niniejszym cyklu zaprezentowano dwa rozwiązania, jednym jest metoda uczenia maszynowego w celu wykorzystania sztucznych klasyfikatorów mogących z łatwością porównywać i rozpoznawać wzorce ruchowe czy to w sporcie czy w rehabilitacji, drugą, metoda udostępniania publicznie baz danych. Z tym warunkiem, że zarejestrowane dane ruchu, muszą charakteryzować się wysoką jakością, prezentacją danych w postaci wystandaryzowanych miar i protokołów.

Poza walorem naukowym, wnioski z niniejszych artykułów, niosą wartość aplikacyjną. Interdyscyplinarny charakter prezentowanego cyklu wskazuje na szerokie możliwości wykorzystania zebranych danych ruchu w postaci miar ilościowych, analizy częstotliwościowej oraz metod uczenia maszynowego.

4.1. Pozostały dorobek naukowy nie wchodzący w skład głównego osiągnięcia

Poza głównym osiągnięciem, po uzyskaniu stopnia doktora opublikowałam łącznie 28 prac, w czasopiśmie naukowych, o łącznej wartości wpływu współczynnika Impact Factor równej 52.3784, na łączną sumę 1863 punktów MEiN.

Obszar moich zainteresowań, poza opisanym w głównym osiągnięciu, dotyczy stabilności postawy szczególnie w odniesieniu do procesu starzenia się człowieka. W tym obszarze posiadam 4 prace:

1) **Błaszczyszyn Monika**, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł: Analysis of Ankle sEMG on Both Stable and Unstable Surfaces for Elderly and Young Women - A Pilot Study, International Journal of Environmental Research and Public Health, MDPI ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND, vol. 16, nr 9, 2019, s. 1-12, DOI:10.3390/ijerph16091544, IF=2,849, MEiN=140 punktów

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania

2) **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Piechota Katarzyna: sEMG Activation of the Flexor Muscles in the Foot during Balance Tasks by Young and Older Women: A Pilot Study, International Journal of Environmental Research and Public Health, MDPI ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND, vol. 16, 2019, s. 1-10, DOI:10.3390/ijerph16224307, IF=2.849, MEiN=140 punktów

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku, pozyskanie finansowania.

Cel

Celem niniejszego badania było określenie znaczenia aktywacji mięśni: piszczelowego przedniego, strzałkowego długiego, brzuchatego łydki cz. przyśrodkowej i bocznej, u osób stojących na stabilnych i niestabilnych powierzchniach z oczami otwartymi i zamkniętymi.

Metody badań

Badanie przeprowadzono w grupie zdrowych, dorosłych kobiet. Były to studentki Politechniki Opolskiej i Słuchaczki Akademii Młodych Serc, działającej przy Politechnice Opolskiej.

Uczestnicy badań

Do badania zakwalifikowano grupę 20 zdrowych kobiet, w tym 10 kobiet w wieku $24 \pm 3,6$ lat, z BMI (wskaźnik masy ciała) $20,93 \pm 1,8$ i 10 w wieku $64 \pm 4,2$ lat, z BMI $25,98 \pm 2,6$. Kryteriami udziału w badaniu był brak: urazów kończyn dolnych, schorzeń nerwowo-

mięśniowych, schorzeń ortopedycznych i upadków w wywiadzie, a także zaburzeń wzroku lub słuchu oraz istniejących problemów z utrzymaniem równowagi. Uczestnikami badania były osoby, które nie trenowały ani nie wykonywały regularnie ćwiczeń fizycznych.

Aparatura pomiarowa

Jako narzędzie badawcze wykorzystano system EMG firmy Noraxon (Scottsdale, AZ, USA). Analizę danych przeprowadzono za pomocą programu MyoResearch XP MT 400 (Noraxo, Scottsdale, AZ, USA). Wartości średniej kwadratowej (RMS) sygnałów EMG obliczano dla kolejnych segmentów trwających 50 ms.

Procedury badań

Badanie składało się z sześciu prób. Czas trwania każdej próby wynosił 20 sekund, na wszystkich rodzajach powierzchni z oczami otwartymi i zamkniętymi, z 5-sekundowymi przerwami na komendę "oczy zamknięte". Uczestnicy wykonywali próbę stania na twardej stabilnej powierzchni (podłoga), następnie na piance o wymiarach 50 × 50 cm, wysokości 20 cm i gęstości 40 kg/m³. Ostatnia aktywność wymagała od uczestników stania na "kołysce" w pozycji umożliwiającej poruszanie się do przodu i do tyłu.

Wyniki

Przeprowadzone badania pilotażowe, wykazały, że w pozycji stania swobodnego na twardym stabilnym podłożu oraz na dwóch rodzajach niestabilnego podłoża, osoby starsze generowały wyższą aktywację EMG, głównie, mięśni grupy przedniej goleni. Uzyskane wyniki wskazują, na przesunięcie granicy stabilności w kierunku do tyłu. Mechanizm ten wskazuje, że osoby starsze stosują strategię stawu skokowego w celu utrzymania stabilnej pozycji. Podczas testów na niestabilnym podłożu w warunkach ograniczonej percepcji wzrokowej osoby starsze generowały istotnie niższą aktywność ocenianych mięśni. Było to szczególnie widoczne w próbie utrzymania stabilnej pozycji na „kołysce”, gdzie aktywność mięśni znacząco wzrosła u młodych uczestników, szczególnie po stronie przyśrodkowej kończyny.

Wnioski z badań

Trening strategii stawu skokowego może być przydatny u osób starszych w celu poprawy funkcji mięśni kończyn dolnych, zwiększając ich zdolność do utrzymania równowagi. Wykrywanie deficytów funkcjonalnych, które predysponują osoby starsze do wystąpienia urazów, może pozwolić na dostosowanie celów treningu, umożliwiając w ten sposób znaczącą poprawę stanu równowagi i stabilności postawy.

Dwie kolejne prace powstały przy współpracy z Polsko-Japońską Akademią Technik Komputerowych w Warszawie. Prace dotyczyły prezentacji autorskiej aplikacji do oceny równowagi podczas czynności chodzenia

3) Szczęsna Agnieszka, Pawlyta Magdalena, **Błaszczyszyn Monika**, Strzelczyk Adam: Virtual Reality Application to Study the Visual Influences on Human Balance, W: Man-machine interactions 5 : 5th International Conference on Man-Machine Interactions, ICMMI 2017 Held at Kraków, Poland, October 3-6, 2017 / Gruca Aleksandra [i in.] (red.), Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 659, 2018, Springer, ISBN 978-3-319-67791-0, s. 102-112, DOI:10.1007/978-3-319-67792-7_11, MEiN=20.

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku.

4) Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Pawlyta Magdalena, Michalczuk Agnieszka: Assessment of Gait Parameters in Virtual Environment, W: 2018 IEEE 20th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2018, Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISBN 978-1-5386-4294-8, s. 246-250, DOI:10.1109/HealthCom.2018.8531159, MEiN=20 punktów,

Mój wkład: nadzór projektu, tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, przeprowadzenie badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku.

Cel

Artykuły dotyczą procesu projektowania aplikacji „Korytarz” działającej w multisensorycznym systemie rzeczywistości wirtualnej (CAREN, Computer Assisted Rehabilitation Environment). W prezentowanej aplikacji zaproponowano wykorzystanie warunków stabilnej postawy poprzez warunki pochylania obrazu przestrzeni w różnych kierunkach. Proponowanym zastosowaniem jest wymuszenie nieświadomej zmiany sił nacisku na podłoże, w tworzeniu iluzji wizualnych, opartych na zmianie kąta obserwowanej przestrzeni bez rzeczywistej ingerencji w podłoże.

Metody badań

Badania przeprowadzono w Laboratorium HDMI znajdującym się w Centrum Badawczo-Rozwojowym PJATK w Bytomiu.

Uczestnicy badań

4 młodych zdrowych uczestników w wieku 26-28 lat oraz 7 zdrowych, uczestników w wieku 66-70 lat uczestniczyło w prezentowanym projekcie.

Aparatura pomiarowa

System CAREN Extended, dostępny w Laboratorium HDMI, PJATK w Bytomiu, składa się z zakrzywionego o 180 stopni projektora i dodatkowych czterech projektorów (jeden na podłodze i trzy połączone razem, aby utworzyć pojedynczy obraz na ekranie). System posiada interaktywną dwupasmową bieżnię o prędkości maksymalnej 5 m/s. Na całej długości każdego pasa bieżni rozmieszczone są czujniki mierzące siłę nacisku stopy na podłoże (system GRF). Bieżnia umieszczona jest na platformie o 6 stopniach swobody. Kinematyka platformy jest programowalna i umożliwia zadawanie prędkości i przyspieszeń liniowych oraz kątowych platformy w funkcji czasu. Dane kinematyczne i kinetyczne rejestrowane są z częstotliwością 100 Hz przy użyciu 10 kamer na podczerwień Vicon Bonita10 i dwóch programów - Vicon Nexus i D-Flow. System składa się również z szesnastokanałowego systemu Myon EMG do pomiaru mięśni i trzech kamer wideo z prędkością 25 klatek na sekundę w celach referencyjnych. Dane ze wszystkich urządzeń są zsynchronizowane sprzętowo.

Procedury badań

Protokół został podzielony na trzy etapy - adaptację i dwukrotne przejście przez aplikację. Podczas drugiego przejścia pacjent musiał wykonać podwójne zadanie. Etap adaptacji polegał na zapoznaniu uczestnika z systemem i aplikacją. Na tym etapie uczestnik uczył się również, jak kontrolować prędkość bieżni, aby dostosować ją do swojej naturalnej prędkości chodzenia. Pozostałe dwa etapy obejmowały właściwe badania, pierwsze polegało na przejściu przez aplikacje 3 razy, w drugim badaniu podczas przejścia badany wykonywał dodatkowe zadanie matematyczne. Każda sekcja korytarza została nagrana oddzielnie w różnych plikach. Do pomiaru parametrów kinematycznych i kinetycznych użyto standardowego modelu Vicon Full Body PlugInGait, który zawiera 39 markerów odbłaskowych, do pomiaru aktywacji mięśni użyto 8 elektrod EMG, umieszczonych na następujących mięśniach: prosty uda, dwugłowy uda, piszczelowy przedni, brzuchaty łydki cz. przyśrodkowa.

Wyniki

W przedstawionych wynikach wstępnych zaobserwowano, pewne różnice podczas chodzenia po płaskiej powierzchni oraz w przechylonej przestrzeni w rzeczywistości wirtualnej. Zaobserwowano różnice w aktywności stawów skokowych i stawów biodrowych,

a wyniki różniły się podczas chodu z podwójnym zadaniem. Dodatkowo zaobserwowano większe spadki prędkości dla przechylenia w lewą stronę niż w prawą. Zmiany parametrów chodu obserwowane w chodzie z podwójnym zadaniem charakteryzowały się zmniejszoną symetrią.

Wnioski z badań

Aplikacja Korytarz z wykorzystaniem środowiska CAREN może być pomocna w badaniach dotyczących równowagi człowieka. Aplikacja może służyć do oceny strategii kontroli równowagi człowieka i ochrony przed upadkiem.

Na uwagę zasługuje również praca, która powstała we współpracy ze Śląskim Uniwersytetem Medycznym:

Lasek-Bal Anetta, Kidoń Joanna, **Błaszczyszyn Monika**, Stasiów Bartłomiej, Żak Amadeusz: BOLD fMRI signal in stroke patients and its importance for prognosis in the subacute disease period – Preliminary report, *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, vol. 52, nr 3, 2018, s. 1-6, DOI:10.1016/j.pjnns.2017.12.006, IF=1.006, MEiN=15 punktów.

Mój wkład: tworzenie koncepcji, zaplanowanie badania, wybór metodyki badań, analiza i interpretacja wyników, przeprowadzenie dyskusji i wyników, przegląd piśmiennictwa, pisanie artykułu i jego korekta przed i po złożeniu pracy do druku.

Cel

Celem pracy była ocena wzorca aktywności mózgu w fMRI u pacjentów z pierwszym w życiu udarem niedokrwiennym mózgu oraz ocena potencjalnego związku między wzorcem aktywności korowej a stanem neurologicznym i funkcjonalnym u pacjentów w ostrym okresie choroby.

Metody badań

Badania osób po przebytym udarze mózgu prowadzono w Górnośląskim Centrum Medycznym im. prof. Leszka Gieca Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

Uczestnicy badań

Do prospektywnego badania przeprowadzonego w okresie od grudnia 2016 r. do kwietnia 2017 r. włączono 13 pacjentów z udarem niedokrwiennym mózgu rozpoznany po raz pierwszy w życiu na podstawie kryteriów WHO i obecną ostrą zmianą udarową (w TK głowy i/lub MRI) powodującą objawy neurologiczne. Uczestnicy badania nie mieli zaburzeń mowy i byli oceniani przed wystąpieniem udaru jako 0-1 punktów w zmodyfikowanej skali Rankina (mRS). W podanym okresie 216 pacjentów z udarem niedokrwiennym było

leczonych w Oddziale Neurologii. Początkowo kryteria spełniało 61 pacjentów, 29 włączono do badania, a wyniki 13 pacjentów poddano analizie.

Aparatura pomiarowa

Tomograf rezonansu magnetycznego stanowił aparat firmy GE o nazwie Optima 450w, o wartości indukcji magnetycznej 1,5 T. Pacjent został przygotowany do badania z zachowaniem standardów bhp obowiązujących w szpitalu. Zastosowano 16-to kanałową cewkę nadawczo-odbiorczą służącą do badania głowy. Bodźce zostały podane przez specjalne słuchawki kompatybilne z cewką oraz ekran do projekcji wstecznej, którego obserwacja była możliwa za pomocą specjalnego lusterka montowanego do cewki.

Procedury badań

Badanie fMRI przeprowadzono u pacjentów do 4. dnia od wystąpienia udaru. Przed rozpoczęciem obrazowania pacjenci zostali przeszkoleni w celu wykonania zadania: ruch pianisty, czyli naprzemienne ruchy palców. Następnie rozpoczęto sekwencję funkcjonalną wraz z ruchem wykonywanym niedowładną kończyną. Zadanie było wykonywane zgodnie z ustalonym paradygmatem, a jego realizacja była stale monitorowana przez personel obsługujący fMRI. Jeśli pacjent nie wykonał zadania poprawnie, sekwencja fMRI była powtarzana. Paradygmat składał się z pięciu bloków spoczynkowych i czterech aktywnych bloków, każdy blok trwał 30 s, a cała sekwencja trwała 4 min i 30 s.

Wyniki

Zaobserwowano różnice w obszarach aktywacji kory mózgowej zarówno w udarowej, jak i nieudarowej półkuli mózgu u pacjentów z udarem mózgu. Ponad połowa pacjentów z udarem półkulowym, ale wszyscy z dobrym rokowaniem, wykazała aktywację mózdzku. Nie było wyraźnej korelacji między wzorcem aktywacji korowej a stanem neurologicznym w pierwszym dniu udaru. Istnieje prawdopodobna dodatnia korelacja między wielkością sygnału BOLD w fMRI, młodym wiekiem, aktywacją uzupełniającą obszaru motorycznego w półkuli udarowej a dobrym stanem funkcjonalnym pacjentów w ostrym okresie udaru mózgu.

Wnioski z badań

W badaniu ocenialiśmy aktywność neuronów w odpowiedzi na ruch ręki u pacjentów z udarem. Wyniki fMRI wskazują na zróżnicowany model aktywacji kory mózgowej po tej samej i przeciwległej półkuli mózgu. Zgłosiliśmy aktywację struktur mózdzku u 60% pacjentów. Ponieważ zakwalifikowani pacjenci nie mieli wcześniejszego uszkodzenia mózgu, możemy założyć, że mieliśmy okazję zaobserwować zmiany w korze mózgowej w odpowiedzi na ostre niedokrwienie. Zaawansowane obrazowanie pozwala identyfikować pacjentów z udarem mózgu oraz określać rozmiar ogniska niedokrwiennego i potencjalnie

możliwego do uratowania, a wszystko to dostarcza informacji kluczowych dla prawidłowego leczenia udaru.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Podczas dotychczasowej działalności naukowej wykazałam się istotną aktywnością naukową w 4 niżej wymienionych uczelniach:

- A. Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu (dawniej PWSZ im. ks. B. Markiewicza w Jarosławiu), Instytut Stosunków Międzynarodowych
- B. Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych w Warszawie.
- C. VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Czech Republic.
- D. Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem, Department of Physical Education and Sport, Czech Republic.

A. Aktywność naukowa realizowana w Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu

Bezpośrednio po ukończeniu studiów magisterskich podjęłam pracę w Państwowej Wyższej Szkole Techniczno-Ekonomiczna im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu (PWSTE), gdzie byłam zatrudniona od 01 października 2005 roku do 30 czerwca 2011 roku. Jednocześnie w latach 2005–2009 byłam słuchaczką studiów doktoranckich w zakresie nauk o kulturze fizycznej, w Akademii Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach. Przez cały ten czas wykazywałam się istotną działalnością naukową, głównym osiągnięciem z tego okresu jest obrona rozprawy doktorskiej i nadanie stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej (2009 rok). W tym okresie prowadziłam badania dotyczące rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu w okresie wczesnym. Badania przeprowadzałam w Górnośląskim Centrum Rehabilitacji „Repty” w Tarnowskich Górach, pod opieką naukową profesora Józefa Opary. W okresie zatrudnienia w PWSTE wykazałam się czynnym udziałem w 9 konferencjach naukowych, autorstwem i współautorstwem 3 artykułów w czasopiśmie naukowych oraz 7 rozdziałów w monografiach naukowych.

Artykuły w czasopismach naukowych:

1. **Błaszczyszyn Monika**, Opara Józef: Ocena jakości życia w okresie wczesnym po udarze mózgu, Zamojskie Studia i Materiały Seria: Fizjoterapia, vol. 12, nr 1, 2010, s. 31-40.
2. Opara Józef, **Błaszczyszyn Monika**, Barszcz Jacek: The continuation of post-stroke rehabilitation according to the model of Early Home Supported Discharge, Rehabilitacja Medyczna, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie, vol. 13, nr 3, 2009, s. 25-30.
3. **Błaszczyszyn Monika**: Wyniki wczesnej rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu – doniesienia wstępne, Zeszyty Metodyczno-Naukowe AWF w Katowicach, nr 20, 2006, s. 177-189.

Rozdziały w monografiach naukowych:

1. **Błaszczyszyn Monika**: Stroke a medical, psychological and social problem of modern man, W: Contemporary public health issues / Kubińska Zofia (red.), 2011, Instytut Zdrowia. Państwowa Wyższa Szkoła im. Papieża Jana Pawła II, ISBN 978-83-61044-49-9, s. 311-323, MEiN=4 punkty.
2. **Błaszczyszyn Monika**: Wpływ wieku i płci na poprawę stanu funkcjonalnego osób po udarze mózgu, W: Wybrane aspekty kultury fizycznej w badaniach naukowych/Kwieciński Janusz, Tomczak Maciej (red.), 2010, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Koninie, ISBN 978-83-88335-58-7, s. 196-204, MEiN=3 punkty.
3. **Błaszczyszyn Monika**: Wpływ wybranych czynników na poprawę czynności życia codziennego osób po udarze mózgu, W: Реалізація здорового способу життя - сучасні підходи / Лук'янченка М. [i in.] (red.), 2009, Дрогобицький Державний Педагогічний Університет Імені Івана Франка, ISBN 966-7996-113-5, s. 449-459, MEiN 3 punkty.
4. **Błaszczyszyn Monika**: Wyniki wczesnej rehabilitacji poszpitalnej wzbogaconej o zajęcia rekreacyjne pacjentów po udarze mózgu, W: Rekreacja ruchowa w edukacji i promocji zdrowia. T. 2/Kubińska Zofia, Nałęcka Danuta (red.), 2009, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Papieża Jana Pawła II. Instytut Turystyki i Rekreacji, ISBN 978-83-61044-64-2, s. 321-334, MEiN=3 punkty.
5. **Błaszczyszyn Monika**: Aktywność fizyczna w ciągu dnia oraz sposoby spędzania wakacji i ferii uczniów starszych klas szkół podstawowych na Podkarpaciu - doniesienia wstępne, W: Aktywność fizyczna i odżywianie się jako uwarunkowania promocji zdrowia/Szczepanowska Ewa, Sokołowski Marek (red.), 2008, Wielkopolska Wyższa Szkoła Turystyki i Zarządzania w Poznaniu, ISBN 978-83-927029-1-7, s. 43-52, MEiN=3 punkty.
6. **Błaszczyszyn Monika**: Aktywna rehabilitacja jako forma podnoszenia jakości życia osób niepełnosprawnych, W: Реалізація здорового способу життя - сучасні підходи/

Лук'янченка М. [i in.] (red.), 2007, Дрогобицький Державний Педагогічний Університет Імені Івана Франка, ISBN 966-7996-113-5, s. 324-328, MEiN=3 punkty.

7. **Błaszczyszyn Monika:** Subiektywna ocena aktywności fizycznej uczniów szkoły miejskiej i wiejskiej w wieku 11-13 lat, W: Miejsce i rola wychowania fizycznego w szkole po reformie systemu edukacji/Warchoł Krzysztof, Wojtyczek Łukasz (red.), nr 25, 2007, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie, ISBN 978-83-89295-66-8, 79–86, MEiN=3 punkty.

Łącznie: 31 punktów MEiN.

Czynny udział w konferencjach naukowych:

1. Konferencja Naukowa Studiów Doktoranckich AWF w Katowicach, 10 czerwca 2006.
2. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Miejsce i rola wychowania fizycznego w szkole po reformie systemu edukacji” PWSZ w Krośnie, 20-21 kwietnia 2007.
3. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Realizacja zdrowego stylu życia – współczesne podejście” Uniwersytet Pedagogiczny w Drohobyczu, 17-18 maja 2007.
4. Konferencja Naukowa Studiów Doktoranckich AWF w Katowicach, 26 maja 2007.
5. V Sympozjum Naukowe Polskiego Towarzystwa Rehabilitacji Neurologicznej, Tarnowskie Góry, 9-10 maja 2008.
6. Konferencja Naukowa Studiów Doktoranckich AWF w Katowicach, 31 maja 2008.
7. Konferencja Naukowa „Rekreacja ruchowa w edukacji i promocji zdrowia”. Biała Podlaska, 24 października 2008.
8. Konferencja Naukowa Studiów Doktoranckich AWF w Katowicach, 01 czerwca 2009.
9. II Konferencja Naukowa „Kultura fizyczna – stan i perspektywy”, PWSZ w Koninie, 6 maja 2010.

Nagrody:

29 sierpnia 2007 roku – Nagroda Rektora Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu, za wybitne i twórcze osiągnięcia naukowo-dydaktyczne w roku akademickim 2006/2007.

31 maj 2008 roku – za zajęcie I miejsca w konkursie na najlepszą prezentację podczas VI Konferencji Studiów Doktoranckich, AWF w Katowicach.

B. Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych w Warszawie

Od 13 marca 2017 roku do 13 marca 2020 roku byłam koordynatorem współpracy Politechniki Opolskiej z Polsko-Japońską Akademią Technik Komputerowych w Warszawie (PJATK). Koordynatorem ze strony PJATK była dr hab. inż. Agnieszka Szczęsna, prof. PŚ.

Prowadzona współpraca opierała się na realizacji wspólnych projektów badawczych w Centrum Badawczo Rozwojowym PJATK w Bytomiu. W ramach współpracy przeprowadziłam następujące projekty badawcze:

1. Analiza wzorców ruchowym karate Kyokushin, efektem współpracy w tym obszarze są 2 publikacje naukowe:

1) Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Pawlyta Magdalena: Optical motion capture dataset of selected techniques in beginner and advanced Kyokushin karate athletes, Scientific data, vol. 8, nr 1, 2021, s. 1-12, DOI:10.1038/s41597-021-00801-5. IF=8.501; MEiN=140pkt

2) **Błaszczyszyn Monika**, Szczęsna Agnieszka, Pawlyta Magdalena, Marszałek Maciej, Karczmait Dariusz: Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes, International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, nr 17, 2019, s. 1-10, DOI:10.3390/ijerph16173155. IF=2.849; MEiN=140pkt
Pozyskane dane i uzyskane wyniki, zaprezentowałam jako prelegentka 23rd ECSS Congress, Dublin, Irlandia, Organizator: European College of Sport Science, temat wystąpienia: *Analysis of kinematic parameters of mae-geri kick depending on the level of advancement of competitors* (04-07 lipca, 2018 roku).

2. Badania wzorców chodu przy zastosowaniu innowacyjnej aplikacji „wirtualny korytarz”

Jednym z moich zainteresowań naukowych jest zaburzenie stabilności postawy oraz chodu w procesie starzenia się organizmu człowieka. Wizyty w Centrum Badawczo Rozwojowym PJATK w Bytomiu, zainspirowały mnie do pomysłu stworzenia aplikacji w wirtualnym środowisku do treningu poprawy stabilności postawy podczas chodu. Kolektywna współpraca doprowadziła do powstania aplikacji i wstępnych wyników, które zostały opublikowane jako rozdziały w monografiach naukowych:

1) Szczęsna Agnieszka, **Błaszczyszyn Monika**, Pawlyta Magdalena, Michalczyk Agnieszka: Assessment of Gait Parameters in Virtual Environment, W: 2018 IEEE 20th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom) , 2018, Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISBN 978-1-5386-4294-8, s. 246-250, DOI:10.1109/HealthCom.2018.8531159, MEiN 20 punktów

2) Szczęsna Agnieszka, Pawlyta Magdalena, **Błaszczyszyn Monika**, Strzelczyk Adam: Virtual Reality Application to Study the Visual Influences on Human Balance, W: Man-machine interactions 5 : 5th International Conference on Man-Machine Interactions, ICMMI

2017 Held at Kraków, Poland, October 3-6, 2017 / Gruca Aleksandra [i in.] (red.), Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 659, 2018, Springer, ISBN 978-3-319-67791-0, s. 102-112, DOI:10.1007/978-3-319-67792-7_11, MEiN 20 punktów

3) Projekt DELTA nr projektu 060/21, grant Rektora Politechniki Opolskiej na projekty realizowane przez nauczycieli akademickich zatrudnionych w Politechnice Opolskiej. W 2021 roku otrzymałam grant Rektora Politechniki Opolskiej na projekt realizowany przez nauczycieli akademickich, w ramach projektu przeprowadziłam badania pilotażowe chodu po wszepieniu endoprotezy jednoprzeciałowej stawu kolanowego. Badania odbyły się w Centrum Badawczo Rozwojowym PJATK w Bytomiu. Wstępne wyniki wykazały brak różnic w analizie kinematycznej chodu w porównaniu kończyny operowanej do nieoperowanej. Jednak wykazały duże indywidualne rozbieżności co może wskazywać na różne strategie chodu i równowagi u poszczególnych pacjentów po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego. Efektem współpracy w tym obszarze jest przygotowanie publikacji, która aktualnie została przyjęta do recenzji w czasopiśmie The Knee, Number: THEKNE-D-23-00502, Manuscript Title: „Gait analysis following unicompartmental knee arthroplasty utilizing CAREN Extended virtual environment”.

C. VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Czech Republic

W roku akademickim 2022/23 byłam beneficjentką programu wymiany osobowej studentów i naukowców w ramach współpracy bilateralnej – oferta wyjazdowa: organizowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej – NAWA, nr BPN/BIL/2021/1/00102. W ramach programu odbyłam miesięczny staż naukowy w VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Czech Republic, czas trwania stażu: 01.09 – 30.09 2022.

Pobyty w uczelni goszczącej umożliwił mi współpracę z interdyscyplinarnym zespołem, w celu poszerzenia i usprawnienia metodologii prowadzonych badań naukowych, zdobycie nowych doświadczeń w celu przetwarzania i analizy biosygnalów.

Efektami dotychczasowej współpracy z VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Czech Republic, jest:

- 1) odbycie miesięcznego stażu naukowego w ramach programu NAWA oraz 2 publikacje naukowe
- 2) Pelc Mariusz, Kahankova Radana Vilimkova, **Błaszczyszyn Monika**, Konieczny Mariusz, Khoma Volodymyr, Zygarlicki Jarosław, Martinek Radek, Gupta Munish,

Zygarlicka Małgorzata, Kawala-Sterniuk Aleksandra: Initial study on an expert system for spine diseases screening using inertial measurement unit, *Scientific Reports*, Nature Publishing Group, vol. 13, 2023, s. 1-20, DOI:10.1038/s41598-023-36798-7, IF=4.6, MEiN=140 punktów

3) Kawala-Sterniuk Aleksandra, Podpora Michał, Pelc Mariusz, **Błaszczyszyn Monika**, Gorzelanczyk Edward Jacek, Martinek Radek, Ozana Stepan: Comparison of Smoothing Filters in Analysis of EEG Data for the Medical Diagnostics Purposes, *Sensors*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, vol. 20, nr 3, 2020, s. 1-18, DOI:10.3390/s20030807, IF=3.576, MEiN=100 punktów.

D. Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem, Department of Physical Education and Sport, Czech Republic

Od 2018 roku współpracuję z Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem, Department of Physical Education and Sport, Czech Republic. Podczas mojej aktywności w Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem uczestniczyłam czynnie w dwóch konferencjach naukowych, pełniąc funkcję prelegentki oraz członkini komitetu naukowego:

2018 r.– 1st International Conference of Sport, Health and Physical Education

2021r. –2st International Conference of Sport, Health and Physical Education

Podczas pobytów w Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem, miałam okazje do nawiązania współpracy naukowej oraz wymiany doświadczeń, szczególnie w zakresie interesujących mnie problemów naukowo-badawczych, zbliżone cele naukowo-badawcze oraz wspólne obserwacje i wymiana doświadczeń naukowych, przyczyniły się do powstanie 4 wspólnych artykułów naukowych:

1) **Błaszczyszyn Monika**, Szczęśna Agnieszka, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł, Balko Stefan, Borysiuk Zbigniew: Quantitative Assessment of Upper Limb Movement in Post-Stroke Adults for Identification of Sensitive Measures in Reaching and Lifting Activities, *Journal of Clinical Medicine*, vol. 12, nr 9, 2023, s. 1-11, DOI:10.3390/jcm12093333, IF=3.9, MEiN=140 punktów

2) Borysiuk Zbigniew, **Błaszczyszyn Monika**, Piechota Katarzyna, Balko Stefan, Waśkiewicz Zbigniew: EMG structure, ground reaction forces as anticipatory indicators of the fencing lunge effectiveness, *Archives of Budo*, vol. 18, 2022, IF=2.1, MEiN=140 punktów

3) Štefan Balkó, James J Tufano, Marek Jelínek, Svoboda Zdeněk, **Błaszczyszyn Monika**, Vaverka Frantisek: Influence of school backpack load on plantar foot pressure during walking in 9-11 years old girls, *Central European Journal of Public Health*, National

Institute of Public Health, Prague, vol. 3, nr 30, 2022, s. 185-189, DOI:10.21101/cejph.a7109, IF=1.2, MEiN= 40 punktów

4) **Błaszczyszyn Monika**, Agnieszka Szczęsna, Opara Józef, Konieczny Mariusz, Pakosz Paweł, Balkó Štefan: Functional differences in upper limb movement after early and chronic stroke based on kinematic motion indicators, Biomedical Papers-Olomouc, Palacký University Olomouc, vol. 162, nr 4, 2018, s. 294-303, DOI:10.5507/bp.2018.061, IF=1.141MEiN=20 punktów.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

1.1 Informacja o osiągnięciach dydaktycznych

Pracując w Państwowej Wyższej Szkole Ekonomiczno-Technicznej w Jarosławiu, w latach 2005 - 2011, prowadziłam zajęcia dydaktyczne na kierunku turystyka i rekreacja, były to następujące zajęcia: wychowanie fizyczne, teoria i metodyka rekreacji, rekreacja ruchowa i usprawnianie fizyczne, obozy i turystyka kwalifikowana, turystyka kwalifikowana, gry i zabawy ruchowe, warsztaty w zakresie organizacji imprez turystycznych i rekreacyjnych, wycieczki studyjne, podstawy rekreacji, formy turystyki kwalifikowanej, obsługa ruchu turystycznego, historia turystyki i rekreacji, turystyka zdrowotna, obozy turystyczne, zajęcia terenowe regionalne, fizjologia człowieka, gry integracyjne, wykład monograficzny, turystyka i rekreacja osób niepełnosprawnych, seminarium dyplomowe, a także zajęcia w ramach kursu: pilota wycieczek turystycznych, wychowawcy wypoczynku dzieci i młodzieży oraz kierownika wypoczynku dzieci i młodzieży. Wypromowałam 11 dyplomantów, recenzowałam 24 prace licencjackie.

Od 2011 roku do chwili obecnej pracuję w Politechnice Opolskiej, początkowo w Instytucie Turystyki i Rekreacji, do prowadzonych przeze mnie zajęć dydaktycznych należały: specyfika pracy w obiektach Spa i wellness, obsługa ruchu turystycznego, SPA i wellness, przedmiot do wyboru IV: wybrane zagadnienia z odnowy biologicznej, fizykoterapia, wybrane metody fizjoterapeutyczne w odnowie biologicznej, fizykoterapia w odnowie biologicznej, seminarium dyplomowe, turystyka aktywna i kwalifikowana, teoria i metodyka odnowy biologicznej, odnowa biologiczna, kinezyterapia, masaż w odnowie biologicznej, aktywne formy turystyki: survival. Pełniłam funkcję opiekuna praktyk studenckich: praktyki zawodowe w instytucji działającej w sferze rekreacyjnej, praktyka

zawodowe - obiekty typu Spa i wellness, gabinety odnowy biologicznej, obiekty uzdrowiskowe.

Od 2014 roku do chwili obecnej pracuję na kierunku wychowanie fizyczne, w Politechnice Opolskiej, do prowadzonych przeze mnie zajęć dydaktycznych należały: antropologia, neurofizjologiczne podstawy wzorców ruchowych, kinezygerontoprofilaktyka, kinezyjologia, taśmy mięśniowe człowieka, seminarium magisterskie, anatomia, fizjologia, nauka o człowieku - anatomia i fizjologia człowieka, seminarium dyplomowe, medycyna wychowania fizycznego i sportu, wybrane zagadnienia z anatomii i fizjologii wysiłku fizycznego. W roku ak. 2021/22 prowadziłam zajęcia dla studentów kierunku wychowanie fizyczne w ramach projektu p.n. Narodowa Reprezentacja Akademicka.

Wypromowałam 62 magistrów i 24 prace licencjackie.

Uczestniczyłam w dwóch wyjazdach zagranicznych w ramach programu Erasmus +:

- Jan Evangelista Purkyne University in Usti nad Labem, Czech Republic (02-05.11.2021 r.),
- Polytechnic Institute of Bragança (IPB) Portugalia (04-08.05.2015 r.).

1.2 Informacja o osiągnięciach organizacyjnych

Od dnia 01. 12. 2009 r. do dnia 28. 02. 2011r. pełniłam funkcję kierownika zakładu Organizacji Czasu Wolnego, w Instytucie Stosunków Międzynarodowych, Państwowej Wyższej Szkoły Techniczno-Ekonomicznej w Jarosławiu. W roku ak. 2009/2010 i 2010/2011 pełniłam członkostwo w Radzie Instytutu Stosunków Międzynarodowych PWSTE w Jarosławiu, a także funkcję kierownika obozów turystycznych. W roku ak. 2009/2010 uczestniczyłam w grupie roboczej do spraw współpracy międzynarodowej, w ramach której: reprezentowałam Uczelnię na II Zachodnioukraińskiej Turystycznej Wystawie-Festiwal, w dniach 15-16 maja 2010 roku, w ramach V Międzynarodowego Forum Inwestycyjnego w Tarnopolu na Ukrainie; uczestniczyłam w międzynarodowej wymianie studenckiej PWSTE w Jarosławiu a Lwowskim Instytutem Bankowości Narodowego Banku Ukrainy w terminie: 5 do 12 lipca 2010 r.; powołałam Studenckie Koło Naukowe „Nauka bez granic”. W latach 2006 - 2011 pełniłam funkcję opiekuna grup studenckich na kierunku turystyka i rekreacja. Opracowałam projekt regulaminu zajęć terenowych, statut Studenckiego Koła Naukowego „Nauka bez granic”. pełniłam funkcję opiekuna grupy wolontariuszy współpracującymi z Domem Dziecka w Jarosławiu. Czynnie uczestniczyłam w promocji Uczelni i dniach otwartych.

Od 2011 roku, jako adiunkt w Politechnice Opolskiej, pełniłam funkcję członka Wydziałowej Komisji ds. jakości kształcenia, w latach: 2012-2016; 2016-2020, oraz Rady

Dydaktycznej kierunku wychowanie fizyczne. Byłam członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej w latach 2016/2017. Uczestniczyłam w tworzeniu programu studiów podyplomowych „Diagnostyka sportowa”. Od 2017 r. do 2020 r. koordynowałam współpracę z Polsko-Japońską Akademią Technik Komputerowych w Warszawie. W 2014 roku byłam członkiem komitetu organizacyjnego - 1st Control of Movement and Posture Conference, Organizator: Wydział Wychowania Fizycznego I Fizjoterapii. Pełniłam funkcję sekretarza redakcyjnego monografii: *Elektromiografia w sporcie. Wybrane zastosowania praktyczne*, pod red. Prof. Zbigniewa Borysiuka.

Jestem członkiem: Polskiego Towarzystwa Neurologicznego, Krajowej Izby Fizjoterapii oraz Stowarzyszenia Idokan Polska.

Od grudnia 2022 roku pełnię funkcję redaktora akademickiego w czasopiśmie PLOS ONE.

1.3 Informacja o osiągnięciach popularyzujących naukę

- 1) Upowszechnianie wyników badań w wysokopunktowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym – (załącznik 4)
- 2) Czynny udział i prezentacja wyników badań na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, które odbywały się zarówno w kraju, jak i za granicą (załącznik 10)
- 3) Wykład wygłoszony podczas I Polskiego Kongresu NeuroRehabilitacji, Łódź, 29-31 maja, 2014 roku
- 4) Wykłady prowadzone we współpracy z Opolskim Związkiem Koszykówki, w ramach kursu „Koszykówka-sport na całe życie”, Zadanie współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach RPO WO 2014-2020 ze środków Budżetu Państwa oraz ze środków Województwa Opolskiego. Zadanie realizowane w ramach projektu nr RPOP.09.04.00-16-0001/20 pn. „Wsparcie kształcenia ustawicznego w ramach Europejskiego Budżetu Obywatelskiego”, 08-14.05.2022
- 5) Współpraca z Fundacją Międzypokoleniowa CZAS, efektem współpracy jest powołanie w 2014 roku Akademii Młodych Serc, działającej przy Politechnice Opolskiej
- 6) Wykład wygłoszony podczas konferencji: „Wypadki przy pracy i choroby zawodowe”, Organizatorzy: Zakład Ubezpieczeń Społecznych, oddział w Opolu i Państwowa Inspekcja Pracy, 15.10. 2019 r., Opole

- 7) Wykład wygłoszony dla kadry kierowniczej pionu IT ZUS: „*Aktywność fizyczna & siedzący tryb życia, ergonomia stanowisk pracy, siedzącego trybu życia (w kontekście pracowników biurowych i informatyków)* – jako działania profilaktyczne”, 24.05.2022 r., Jarnołówki
- 8) Prowadzenie zajęć z muzykoterapii dla słuchaczy Jarosławskiego Uniwersytetu Trzeciego Wieku w latach 2006-2010
- 9) Prowadzenie zajęć z kinezygerontoprofilaktyki dla Słuchaczy Akademii Młodych Serc, przy Politechnice Opolskiej, od 2014 roku
- 10) Inicjowanie i koordynowanie pracy studentów w organizowaniu akcji społecznych: Światowy Dzień Zdrowia (2013,2014,2015,2016), promocji wydziału: Drzwi Otwarte (2017 i 2018), IX Opolski Festiwal Nauki (2011).

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

17 listopada 2022 roku Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytetu Rzeszowskiego, Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej, powierzyło mi pełnię funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej mgr. Jacka Kaczmarek. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. Zbigniew Borysiuk.

Byłam recenzentką licznych artykułów naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych (załącznik 4. Wykaz osiągnięć naukowych lub artystycznych)

7.1 Nagrody i wyróżnienia za działalność naukową

2007 r.– Nagroda zespołowa III stopnia, Rektora Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu, za wybitne i twórcze osiągnięcia naukowo-dydaktyczne w roku akademickim 2006/2007

2010 r. - Nagroda I stopnia, Rektora Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu, za wybitne i twórcze osiągnięcia naukowo-dydaktyczne w roku akademickim 2009/2010

2013 r. – Nagroda zespołowa I stopnia, Rektora Politechniki Opolskiej, za wybitne i twórcze osiągnięcia naukowo-dydaktyczne w roku akademickim 2013/2014

2020 r. – Nagroda Rektora Politechniki Opolskiej, indywidualna za inne osiągnięcia

2022 r. - Nagroda Rektora Politechniki Opolskiej, indywidualna za inne osiągnięcia.

Piśmiennictwo:

- Barth, J., Klaesner, J. W., & Lang, C. E. (2020). Relationships between accelerometry and general compensatory movements of the upper limb after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 17(1), 138.
- Borysiuk, Z., Błaszczyszyn, M., Piechota, K., & Nowicki, T. (2022). Movement Patterns of Polish National Paralympic Team Wheelchair Fencers with Regard to Muscle Activity and Co-Activation Time. *Journal of Human Kinetics*, (82), 223–232.
- Borysiuk, Z., & Sadowski, J. (2007). Time and spatial aspects of movement anticipation. *Biology of Sport*, (vol. 24), 287–295.
- Bosecker, C., Dipietro, L., Volpe, B., & Krebs, H. I. (2010). Kinematic robot-based evaluation scales and clinical counterparts to measure upper limb motor performance in patients with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 24(1), 62–69.
- Chan, K. L., Leng, X., Zhang, W., Dong, W., Qiu, Q., Yang, J., Soo, Y., Wong, K. S., Leung, T. W., & Liu, J. (2019). Early Identification of High-Risk TIA or Minor Stroke Using Artificial Neural Network. *Frontiers in neurology*, 10, 171.
- Corona, F., Piloni, G., Arippa, F., Porta, M., Casula, C., Cossu, G., & Pau, M. (2018). Quantitative assessment of upper limb functional impairments in people with Parkinson's disease. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 57, 137–143.
- Dideriksen, J. L., Negro, F., Falla, D., Kristensen, S. R., Mrachacz-Kersting, N., & Farina, D. (2018). Coherence of the Surface EMG and Common Synaptic Input to Motor Neurons. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 207.
- Dipietro, L., Krebs, H. I., Fasoli, S. E., Volpe, B. T., & Hogan, N. (2009). Submovement changes characterize generalization of motor recovery after stroke. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 45(3), 318–324.
- Edwards, D. F., Hollingsworth, H., Zazulia, A. R., & Diringer, M. N. (1999). Artificial neural networks improve the prediction of mortality in intracerebral hemorrhage. *Neurology*, 53(2), 351–357.
- Gavagan, C. J., & Sayers, M. G. L. (2017). A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PloS one*, 12(8), e0182645.
- Gross, J., Timmermann, L., Kujala, J., Dirks, M., Schmitz, F., Salmelin, R., & Schnitzler, A. (2002). The neural basis of intermittent motor control in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(4), 2299–2302.

Guzik-Kopyto, A., Nowakowska-Lipiec, K., Krysiak, M., Jochymczyk-Woźniak, K., Jurkojć, J., Wodarski, P., Gzik, M., & Michnik, R. (2022). Selection of Kinematic and Temporal Input Parameters to Define a Novel Upper Body Index Indicator for the Evaluation of Upper Limb Pathology. *Applied Sciences*, 12, no. 22: 11634.

Kenville, R., Maudrich, T., Vidaurre, C., Maudrich, D., Villringer, A., Ragert, P., & Nikulin, V. V. (2020). Intermuscular coherence between homologous muscles during dynamic and static movement periods of bipedal squatting. *Journal of neurophysiology*, 124(4), 1045–1055.

Kidziński, Ł., Yang, B., Hicks, J. L., Rajagopal, A., Delp, S. L., & Schwartz, M. H. (2020). Deep neural networks enable quantitative movement analysis using single-camera videos. *Nature communications*, 11(1), 4054.

Kwakkel, G., van Wegen, E. E. H., Burridge, J. H., Winstein, C. J., van Dokkum, L. E. H., Alt Murphy, M., Levin, M. F., Krakauer, J. W., & ADVISORY group (2019). Standardized Measurement of Quality of Upper Limb Movement After Stroke: Consensus-Based Core Recommendations From the Second Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *Neurorehabilitation and neural repair*, 33(11), 951–958.

Li Zhang, Sudhakar Sengan, P. Manivannan. (2022) The Capture and Evaluation System of Student Actions in Physical Education Classroom Based on Deep Learning. *Journal of Interconnection Networks* 22:Supp02.

Maffiuletti N. A. (2010). Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *European journal of applied physiology*, 110(2), 223–234.

Malawski, F., Kwolek, B. (2018), Recognition of action dynamics in fencing using multimodal cues. In: *Image and Vision Computing*, vol. 75, pp. 1–10.

Mannini, A., Trojaniello, D., Cereatti, A., & Sabatini, A. M. (2016). A Machine Learning Framework for Gait Classification Using Inertial Sensors: Application to Elderly, Post-Stroke and Huntington's Disease Patients. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 16(1), 134.

Maura, R. M., Rueda Parra, S., Stevens, R. E., Weeks, D. L., Wolbrecht, E. T., & Perry, J. C. (2023). Literature review of stroke assessment for upper-extremity physical function via EEG, EMG, kinematic, and kinetic measurements and their reliability. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 20(1), 21.

Mesquita, I. A., Fonseca, P. F. P. D., Pinheiro, A. R. V., Velhote Correia, M. F. P., & Silva, C. I. C. D. (2019). Methodological considerations for kinematic analysis of upper limbs in

healthy and poststroke adults Part II: a systematic review of motion capture systems and kinematic metrics. *Topics in stroke rehabilitation*, 26(6), 464–472.

Mohamed Refai, M. I., Saes, M., Scheltinga, B. L., van Kordelaar, J., Bussmann, J. B. J., Veltink, P. H., Buurke, J. H., Meskers, C. G. M., van Wegen, E. E. H., Kwakkel, G., & van Beijnum, B. F. (2021). Smoothness metrics for reaching performance after stroke. Part 1: which one to choose?. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 154.

Alt Murphy, M., Willén, C., & Sunnerhagen, K. S. (2011). Kinematic variables quantifying upper-extremity performance after stroke during reaching and drinking from a glass. *Neurorehabilitation and neural repair*, 25(1), 71–80.

Nagymáté, G., & M. Kiss, R. (2018). Application of OptiTrack motion capture systems in human movement analysis: A systematic literature review. *Recent Innovations in Mechatronics*, 5(1.), 1–9.

Niewiadomski R, Kolykhalova K, Piana S, Alborn P, Volpe G and Camurri A. (2019). Analysis of Movement Quality in Full-Body Physical Activities. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*. 9:1. (1-20).

Panwar, M., Biswas, D., Bajaj, H., Jobges, M., Turk, R., Maharatna, K., & Acharyya, A. (2019). Rehab-Net: Deep Learning Framework for Arm Movement Classification Using Wearable Sensors for Stroke Rehabilitation. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, 66(11), 3026–3037.

Roberts J. W. (2020). Energy minimization within target-directed aiming: the mediating influence of the number of movements and target size. *Experimental brain research*, 238(3), 741–749.

Saes, M., Mohamed Refai, M. I., van Beijnum, B. J. F., Bussmann, J. B. J., Jansma, E. P., Veltink, P. H., Buurke, J. H., van Wegen, E. E. H., Meskers, C. G. M., Krakauer, J. W., & Kwakkel, G. (2022). Quantifying Quality of Reaching Movements Longitudinally Post-Stroke: A Systematic Review. *Neurorehabilitation and neural repair*, 36(3), 183–207.

Salmond, L. H., Davidson, A. D., & Charles, S. K. (2017). Proximal-distal differences in movement smoothness reflect differences in biomechanics. *Journal of neurophysiology*, 117(3), 1239–1257.

Schwarz, A., Kanzler, C. M., Lambercy, O., Luft, A. R., & Veerbeek, J. M. (2019). Systematic Review on Kinematic Assessments of Upper Limb Movements After Stroke. *Stroke*, 50(3), 718–727.

Shi, H. Y., Hwang, S. L., Lee, K. T., & Lin, C. L. (2013). In-hospital mortality after traumatic brain injury surgery: a nationwide population-based comparison of mortality predictors used

in artificial neural network and logistic regression models. *Journal of neurosurgery*, 118(4), 746–752.

Tran, V. D., Dario, P., & Mazzoleni, S. (2018). Kinematic measures for upper limb robot-assisted therapy following stroke and correlations with clinical outcome measures: A review. *Medical engineering & physics*, 53, 13–31.

Valevicius, A. M., Jun, P. Y., Hebert, J. S., & Vette, A. H. (2018). Use of optical motion capture for the analysis of normative upper body kinematics during functional upper limb tasks: A systematic review. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 40, 1–15.

Wąsik, J., Mosler, D., Ortenburger, D., Góra, T., & Cholewa, J. (2021). Kinematic Effects of the Target on the Velocity of Taekwon-Do Roundhouse Kicks. *Journal of human kinetics*, 80, 61–69.

Wąsik, J., & Shan, G. (2015). Target effect on the kinematics of Taekwondo Roundhouse Kick - is the presence of a physical target a stimulus, influencing muscle-power generation? *Acta of bioengineering and biomechanics*, 17(4), 115–120.

Wiersma, A. M., Fouad, K., & Winship, I. R. (2017). Enhancing Spinal Plasticity Amplifies the Benefits of Rehabilitative Training and Improves Recovery from Stroke. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 37(45), 10983–10997.

Wolff, A. L., Kwasnicki, R. M., Farnebo, S., & Horwitz, M. D. (2023). Dynamic assessment of the upper extremity: a review of available and emerging technologies. *The Journal of hand surgery, European volume*, 48(5), 404–411.

Woytowicz, E. J., Rietschel, J. C., Goodman, R. N., Conroy, S. S., Sorkin, J. D., Whitall, J., & McCombe Waller, S. (2017). Determining Levels of Upper Extremity Movement Impairment by Applying a Cluster Analysis to the Fugl-Meyer Assessment of the Upper Extremity in Chronic Stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 98(3), 456–462.

Wu, G., van der Helm, F. C., Veeger, H. E., Makhsous, M., Van Roy, P., Anglin, C., Nagels, J., Karduna, A. R., McQuade, K., Wang, X., Werner, F. W., Buchholz, B., & International Society of Biomechanics (2005). ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion--Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. *Journal of biomechanics*, 38(5), 981–992.

Błaszczyszyn Monika
(podpis wnioskodawcy)