

Załącznik nr 3 do wniosku z dnia 03.06.2022
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Autoreferat

Sebastian Rutkowski

Opole 2022

1. Imię i nazwisko:

Sebastian Rutkowski

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

Wykształcenie:

- 01.2018 – Stopień naukowy doktora nauk o kulturze fizycznej, uzyskany w 2018 roku na Wydziale Fizjoterapii, Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Ocena efektów rehabilitacji z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości u chorych na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc”. Promotor w przewodzie doktorskim: dr hab. Jan Szczegielniak prof. nadzw.
- 2011 – Dyplom ukończenie studiów magisterskich na kierunku Fizjoterapia na Wydziale Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii Politechniki Opolskiej
- 2009 – Dyplom ukończenie studiów licencjackich na kierunku Fizjoterapia na Wydziale Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii Politechniki Opolskiej

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

- 04.2021 – 06.2021 Pracownik naukowy, San Camillo IRCCS S.R.L., Wenecja, Włochy.
- 10.2011 – obecnie Adiunkt w Katedrze Fizjoterapii na Wydziale Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii Politechniki Opolskiej, Polska.

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.).

4.1 Tytuł głównego osiągnięcia naukowego

Osiągnięcia naukowe przedstawione jako jednotematyczny cykl sześciu prac naukowych pod wspólnym tytułem: „**Wykorzystanie nowoczesnych technologii w rehabilitacji**”, opublikowanych w czasopismach posiadających wskaźnik Impact Factor.

1. **Rutkowski S**, Kiper P, Cacciante L, Cieślik B, Mazurek J, Turolla A, Szczepańska-Gieracha J. **Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis.** Journal of Rehabilitation Medicine 2020, 19, jrm00121.

IF=2,912; MNiSW=100

Mój wkład pracy polegał na przygotowaniu koncepcji i projektu badania, analizie streszczeń, analizie pełno tekstowych artykułów, gromadzeniu danych, interpretacji danych, ocenie ryzyka stronniczości, tworzeniu tekstu, krytycznym zrecenzowaniu pracy, akceptacji ostatecznej wersji pracy.

2. **Rutkowski S**, Adamczyk M, Pastuła A, Gos E, Luque-Moreno C, Rutkowska A. **Training Using a Commercial Immersive Virtual Reality System on Hand-Eye Coordination and Reaction Time in Young Musicians: A Pilot Study.** International Journal of Environmental Research and Public Health 2021, 18(3), 1297.

IF=3,390; MNiSW=140

Mój wkład pracy polegał na przygotowaniu koncepcji i projektu badania, analizie statystycznej i przygotowaniu wyników, interpretacji danych i dyskusji nad wynikami pracy, tworzeniu tekstu, tworzeniu tabel i rycin, krytycznym zrecenzowaniu pracy, zebraniu piśmiennictwa, akceptacji ostatecznej wersji pracy, pozyskaniu funduszy oraz nadzorze nad projektem badawczym.

3. **Rutkowski S**, Szczegielniak J, Szczepańska-Gieracha J. **Evaluation of The Efficacy of Immersive Virtual Reality Therapy as a Method Supporting Pulmonary**

Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. Journal of Clinical Medicine 2021, 10(2), 352.

IF=4,242; MNiSW=140

Mój wkład pracy polegał na przygotowaniu koncepcji i projektu badania, gromadzeniu danych, analizie statystycznej i przygotowaniu wyników, interpretacji danych i dyskusji nad wynikami pracy, tworzeniu tekstu, tworzeniu tabel i rycin, krytycznym zrecenzowaniu pracy, zebraniu piśmiennictwa, akceptacji ostatecznej wersji pracy, korespondencji z redakcją czasopisma.

4. **Rutkowski S. Management Challenges in Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the COVID-19 Pandemic: Telehealth and Virtual Reality.** Journal of Clinical Medicine 2021, 10(6), 1261.

IF=4,242; MNiSW=140

Mój wkład pracy obejmował wszystkie działania z racji jednoosobowego autorstwa artykułu. Polegał na przygotowaniu koncepcji i projektu badania, tworzeniu tekstu, krytycznym zrecenzowaniu pracy, zebraniu piśmiennictwa, akceptacji ostatecznej wersji pracy oraz korespondencji z redakcją czasopisma.

5. **Rutkowski S, Buekers J, Rutkowska A, Cieślik B, Szczegielniak J. Monitoring Physical Activity with a Wearable Sensor in Patients with COPD during In-Hospital Pulmonary Rehabilitation Program: A Pilot Study.** Sensors 2021, 21(8), 2742.

IF=3,576; MNiSW=100

Mój wkład pracy polegał na przygotowaniu koncepcji i projektu badania, gromadzeniu danych, analizie statystycznej i przygotowaniu wyników, interpretacji danych i dyskusji nad wynikami pracy, tworzeniu tekstu, tworzeniu tabel i rycin, krytycznym zrecenzowaniu pracy, zebraniu piśmiennictwa, akceptacji ostatecznej wersji pracy, korespondencji z redakcją czasopisma oraz nadzorze nad projektem badawczym.

6. **Rutkowski S, Szary P, Sacha J, Casaburi J. Immersive virtual reality influences physiologic responses to submaximal exercise: a randomized, crossover trial.** Frontiers in Physiology 2021, 12, 702266.

IF=4,556; MNiSW=100

Mój wkład pracy polegał na przygotowaniu koncepcji i projektu badania, analizie statystycznej i przygotowaniu wyników, interpretacji danych i dyskusji nad wynikami pracy, tworzeniu tekstu, tworzeniu tabel i rycin, krytycznym zrecenzowaniu pracy, zebraniu piśmiennictwa, akceptacji ostatecznej wersji pracy, pozyskaniu funduszy oraz nadzorze nad projektem badawczym.

Bibliometryczne podsumowanie zamieszczonego powyżej jednotematycznego cyklu sześciu oryginalnych publikacji, stanowiących osiągnięcie naukowe Kandydata:

IF=22,918;

MNiSW=720

Wstęp

Rehabilitacja została zdefiniowana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) jako „zestaw interwencji zaprojektowanych w celu optymalizacji funkcjonowania i zmniejszenia niepełnosprawności u osób z problemami zdrowotnymi w interakcji z ich środowiskiem. Do stanów zdrowia zalicza się choroby (ostre lub przewlekłe), zaburzenia, urazy lub obrażenia. Stan zdrowia może również obejmować inne okoliczności, takie jak ciąża, starzenie się, stres, wady wrodzone lub predyspozycje genetyczne” (1). W związku z tym, cel rehabilitacji jest tradycyjnie postrzegany jako ułatwienie normalizacji funkcjonowania człowieka po urazie, chorobie lub z powodu wad wrodzonych oraz przywróceniu możliwości pełnego udziału w społeczeństwie. Wyniki opublikowanego w lutym 2019 roku Barometru WHC – Raportu na temat zmian w dostępności do gwarantowanych świadczeń zdrowotnych w Polsce nr 19/15/02/2019 (2), przedstawiają że średni czas oczekiwania na rehabilitację na przełomie grudnia/stycznia 2019 wyniósł 4,8 miesiąca. Co więcej, Bright i wsp. przeprowadził systematyczny przegląd dostępu do rehabilitacji dla osób niepełnosprawnych w krajach o

niskich i średnich dochodach (3). Spośród 77 włączonych badań, 17% mierzyło dostęp do usług związanych ze słuchem; 22% z widzeniem; 31% z upośledzeniem fizycznym; a 44% z upośledzeniem umysłowym, natomiast 35% badało dostęp do usług dla wszystkich rodzajów niepełnosprawności. Dostęp do usług rehabilitacyjnych był bardzo zróżnicowany, jednak ogólnie okazał się niski. Również raporty WHO wskazują na niezaspokojone potrzeby w zakresie rehabilitacji, które mają istotny wpływ na ograniczenia aktywności i mogą skutkować gorszym stanem zdrowia i jakością życia (4). Implikuje to zatem wątpliwość czy rezultat przeprowadzonego działania lekarskiego będzie tak samo skuteczny bez kontynuacji leczenia (lub z dużą przerwą) jaką jest rehabilitacja. Brak dostępności do tradycyjnej formy rehabilitacji może również budzić obawę przed progresem choroby przewlekłej, jak również istotnie ograniczyć działania prewencyjne. Tym samym, wydaje się uzasadnionym poszukiwanie nowych rozwiązań technologicznych które umożliwią łatwiejszy dostęp do rehabilitacji.

Wykorzystanie nowoczesnych technologii w rehabilitacji

Rozwój medycyny doprowadził do urzeczywistnienia wielu wizji twórców science-fiction. Na przełomie jedynie ostatniego 10-lecia dokonano przełomowych odkryć w obszarze wykorzystania nowoczesnych technologii: stworzono pierwsze organy przy użyciu drukarek 3D, rozbudowano architekturę technologii telemedycznych, udoskonalono gogle wirtualnej rzeczywistości czy nawet wykorzystano drony transportujące krew do pilnych transfuzji. Od czasów pierwszej udanej transplantacji serca w 1985 przez Profesora Religę, oblicze medycyny zmieniło się diametralnie. Nowe technologie i sztuczna inteligencja to nie tylko niedostępne wcześniej możliwości leczenia i diagnostyki, to także znaczący wzrost efektywności działania systemu ochrony zdrowia. W dobie technologicznego postępu również w dziedzinie rehabilitacji można odnotować postęp. Katalog nowoczesnych technologii wspierających proces rehabilitacji jest różnorodny (5). Rynek zapewnia konsumentom coraz większy wybór urządzeń, które pomagają w codziennych czynnościach jak również pozwalają wkroczyć w wirtualną rzeczywistość. Wydaje się więc, że nowoczesne podejście w procesie rehabilitacji można podzielić na technologie wykorzystujące oddziaływanie na odległość oraz technologie przenoszące świadomość pacjenta do wirtualnej rzeczywistości. E-rehabilitacja lub telerehabilitacja dostarczana jest za pomocą urządzeń mobilnych bądź z wykorzystaniem Internetu lub łącza telefonicznego, których

celem jest monitorowanie stanu zdrowia pacjentów, funkcji fizjologicznych jak również dostarczenie interwencji terapeutycznej w czasie rzeczywistym lub z wykorzystaniem przygotowanych wcześniej programów treningowych. Drugim obszarem oddziaływania nowoczesnych technologii w procesie rehabilitacji jest wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości.

Cyfrowe technologie zdrowotne (digital health technologies)

Warunkiem skutecznej rehabilitacji leczniczej, przyjętym jako kanon polskiego modelu rehabilitacji, jest jej wczesne zapoczątkowanie oraz jej systematyczne kontynuowanie również w warunkach domowych. Chcąc sprostać wymaganiom pacjentów i potrzebom rynku konieczne staje się wprowadzenie innowacyjnych, usprawniających proces rehabilitacji rozwiązań. Zachowanie ciągłości procesu rehabilitacji jak i monitorowanie stanu zdrowia zwłaszcza u osób przewlekle chorych wydaje się kluczowe. Technologie zdalne umożliwiają komunikację pomiędzy podmiotami świadczącymi opiekę zdrowotną (6), ułatwiają kontakt z lekarzami (7), umożliwiają zdalne monitorowanie stanu zdrowia (8) oraz umożliwiają pacjentom odgrywanie aktywnej roli w ich długoterminowej rehabilitacji (9). W obszarze monitorowania pacjentów wykorzystywane są m.in. aplikacje mobilne na smartfony lub tzw. „wearable sensors” – niewielkie sensory umieszczane na ciele pacjenta, gromadzące dane np. w zakresie saturacji, tętna czy wydatku energetycznego (10). Takie podejście służy przede wszystkim zapisywaniu parametrów, aby następnie skonsultować je z fizjoterapeutą czy lekarzem lub w celu ewaluacji implementowanego w sposób zdalny treningu fizycznego. Liczba dostępnych aplikacji jest ciągle rosnąca, zarówno dla pacjentów jak i profesjonalistów. Interfejs pacjenta to zazwyczaj baza ćwiczeń, dopasowanych względem rodzaju uszkodzenia/dysfunkcji oraz jego umiejscowienia. Dla przykładu na platformie Physitrack.com – dostępna baza zawiera ponad 5000+ filmów z prezentacją ćwiczeń podzielonych na 18 kategorii m.in. „amputacja”, „neurologia”, „ortopedia”, „trening i przygotowanie motoryczne”, „zdrowie seniora” itp. Ćwiczenia podzielone są na 11 pozycji wyjściowych, z uwzględnieniem sprzętu lub bez, jak również podziałem na grupy wiekowe oraz poziom trudności. Zazwyczaj ćwiczenia przedstawiane są w formie krótkich filmów lub animacji wraz z instrukcją audio. Użytkownik może modyfikować liczbę powtórzeń, serii oraz czas odpoczynku. Bardziej zaawansowane systemy pozwalają na wyświetlanie wirtualnego trenera, który zgodnie z zaprogramowanym algorytmem towarzyszy pacjentowi w trakcie

treningu dostarczając odpowiedź zwrotną (feedback) przy wykorzystaniu czujników ruchu lub sensorów na ciele pacjenta (11). Efektywność takiej formy rehabilitacji jest na podobnym poziomie jak rehabilitacja prowadzona w formie tradycyjnej u pacjentów w obszarze chorób wewnętrznych (12, 13).

Wirtualna Rzeczywistość (VR)

Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w medycynie zyskuje coraz więcej zwolenników, znajdując zastosowanie m.in. w rehabilitacji, psychiatrii, stomatologii, ortopedii i neurologii (14). Technologia ta wciąż szybko się rozwija i zdobywa coraz większe grono entuzjastów w różnych kategoriach wiekowych. Jako pierwszy, pojęcie VR zdefiniował Jaron Lanier. Na podstawie prac Steve'a Brysona wspólnie określili krótką definicję: „Rzeczywistość wirtualna jest sposobem użycia technologii komputerowej w tworzeniu efektywnego interaktywnego, trójwymiarowego świata, w którym obiekty dają wrażenie przestrzennej obecności” (15). Wirtualna rzeczywistość opiera się na tworzeniu komputerowej reprezentacji obiektów, przestrzeni i zdarzeń. Jest to więc symulacja rzeczywistych sytuacji z interakcją za pomocą wielu kanałów sensorycznych (16). W literaturze wyróżnia się cztery rodzaje VR: immersyjną, nieimmersyjną (ekranową), rozszerzoną oraz mieszaną rzeczywistość wirtualną (połączenie rzeczywistych obiektów i środowisk z wirtualnymi osobami lub miejscami) (17). Główna różnica między nimi polega na liczbie bodźców dostarczanych użytkownikowi. Technologia immersyjna, zwykle dostarczana za pomocą gogli HMD (Head-Mounted Display), pozwala użytkownikowi na odizolowanie się od świata rzeczywistego i interakcję w środowisku wygenerowanym komputerowo, przy jednoczesnym zaangażowaniu różnych zmysłów: wzroku, słuchu, dotyku, a nawet węchu. Nieimmersyjna VR jest prezentowana za pomocą wyświetlacza (monitora lub projektora), gdzie użytkownik wchodzi w interakcję ze swoim awatarem wewnątrz VR, ale nadal postrzega środowisko zewnętrzne. Rozszerzona VR to rzeczywiste dane łączone ze światem wygenerowanym komputerowo; mieszaną VR to połączenie rzeczywistych obiektów i środowisk z wirtualnymi osobami lub miejscami, kontrolowane przez ludzi lub sztuczną inteligencję. Dostępne badania wskazują, że istota immersji (zanurzenia) wydaje się mieć duże znaczenie praktyczne w rehabilitacji, gdzie pacjent może się bardziej zaangażować, „odciąć” od świata zewnętrznego np. warunków szpitalnych, czy przebywania ciągle w jednym pomieszczeniu (18). Termin Wirtualnej Rehabilitacji został wprowadzony po raz pierwszy w 2002, odnosił się on zarówno do

fizjoterapii jak i terapii funkcji poznawczych (stres post traumatyczny, fobie, lęki, deficyty uwagi, zaniki pamięci). Zainteresowanie wykorzystaniem tej technologii w procesie rehabilitacji doprowadziło do powołania Międzynarodowego Stowarzyszenia Wirtualnej Rehabilitacji (International Society for Virtual Rehabilitation). Założone w styczniu 2009 roku, stowarzyszenie stanowi multidyscyplinarne forum dla inżynierów, naukowców i klinicystów, którzy są zainteresowani wykorzystaniem nowych technologii do rehabilitacji fizycznej, psychologicznej, poznawczej i społecznej. Wirtualna rzeczywistość wydaje się więc być nowym i skutecznym narzędziem wykorzystywanym w procesie rehabilitacji (19).

Cykl publikacji

Na cykl publikacji składa się sześć artykułów podejmujących tematykę wykorzystania nowoczesnych technologii w rehabilitacji. Pierwszy artykuł stanowi systematyczny przegląd literatury z metaanalizą dotyczący efektywności treningów opartych na wirtualnej rzeczywistości w różnych obszarach rehabilitacji. Kolejna publikacja to eksperyment kliniczny oceniający efektywność treningu prowadzonego w immersyjnej VR na koordynację oko-ręka oraz czas reakcji u młodych muzyków. Kolejne cztery publikacje koncentrują się na tematyce wykorzystania nowoczesnych technologii w rehabilitacji oddechowej. Podjęto próbę odpowiedzi na pytania, które elementy programów rehabilitacji oddechowej mogą być przeprowadzone z wykorzystaniem nowoczesnych technologii oraz postanowiono ocenić ich efektywność.

W publikacji pt. ***Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis (numer 1 w wykazie)*** przeprowadziłem analizę literatury w obszarze wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w procesie rehabilitacji. Celem pracy była analiza skuteczności interwencji opartych na wirtualnej rzeczywistości w kilku dziedzinach rehabilitacji oraz zbadanie czy efekty treningów w VR, w zakresie funkcji kończyn górnych lub dolnych, chodu i równowagi różnią się w zależności od zastosowanego systemu wirtualnej rzeczywistości. Zidentyfikowano 481 prac opublikowanych w bazie PubMed w okresie 8 lat przed rokiem publikacji artykułu. Po przeanalizowaniu streszczeń wybrano 27 prac do lektury pełno tekstowej. Spośród nich ostatecznie 20 prac zostało włączonych do przeglądu. Spośród 20 włączonych badań, 16 (518 uczestników) dotyczyło leczenia zaburzeń

neurologicznych, 1 (30 uczestników) dotyczyło leczenia zaburzeń ortopedycznych, 1 (70 uczestników) dotyczyło pacjentów geriatrycznych pacjentów, oraz 2 (128 uczestników) pacjentów pediatrycznych. Analiza jakościowa włączonych prac wykazała ogólną wysoką jakość prac. Ocena została przeprowadzona zgodnie z kryteriami określonymi przez Cochrane Collaboration w Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Oceniono następujące domeny: (1) błąd selekcji (selection bias): generowanie sekwencji, ukrycie alokacji; (2) błąd wykrywania (detection bias): zaślepienie oceny wyników; (3) błąd eliminacji (attrition bias): niekompletne dane dotyczące wyników; oraz (4) błąd raportowania (reporting bias): selektywne raportowanie. Zdecydowano się pominąć dziedzinę oceniającą zaślepienie uczestników, ponieważ zaślepienie nie jest możliwe w większości przypadków, a także dlatego, że uznano, iż dziedzina ta odnosi się do charakteru interwencji, a nie do jakości badania, jak stwierdzili już Laver i wsp. (20). W obrębie chorób neurologicznych w 14 badaniach oceniano efekty leczenia za pomocą VR u pacjentów po udarze mózgu zarówno w odniesieniu do upośledzenia kończyny górnej, jak i dolnej. Narzędziami wykorzystywanymi narzędziami badawczymi do oceny funkcjonalnej były: Fugl Mayer Assessment for the upper extremities (UE-FM), Functional Independence Measure (FIM), Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (CAHAI-7), Wolf Motor Function Test (WMFT), Box and Block Test (BBT), Functional Reach Test (FRT), Activity of Daily Living (ADLs), Barthel Index (BI), Hamilton Scale, Berg Balance scale (BBS), Timed Up and Go test (TUG). Całkowita dawka terapii VR była różna w poszczególnych badaniach. Pojedyncze sesje trwały od 20 min do 3 godzin, a minimalny czas trwania treningu wynosił 10 sesji. Terapię VR prowadzono 3-5 razy w tygodniu, stosując różne rodzaje systemów VR. Trzydzieści badań wykorzystywało tzw. specjalistyczne systemy VR, a 7 badań wykorzystywało komercyjnie dostępne konsole do gier (np. Nintendo Wii, Nintendo Co., Ltd, Kyoto, Japonia). Interwencje prowadzono w warunkach szpitalnych, ambulatoryjnych lub domowych. We wszystkich badaniach mierzono wyniki na początku i wkrótce po zakończeniu interwencji. W 12 badaniach przedstawiono wyniki dotyczące funkcji kończyny górnej, a w 10 wyniki dotyczące funkcji kończyny dolnej. Do oceny ilościowej zakwalifikowano 17 prac ze względu na brakujące dane lub brak odpowiedzi autorów na wysłane zapytanie o dostarczenie danych. Przeprowadzono 8 metaanaliz: 4 analizy porównujące efektywność terapii z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania VR z terapią tradycyjną oraz 4 analizy porównujące efektywność terapii z wykorzystaniem konsoli do gier z terapią tradycyjną. Analizy zostały podzielone ze względu

na ocenianą funkcje: funkcja kończyny górnej (Fugl Meyer), funkcja zręcznościowa ręki kończyny górnej, funkcja kończyny dolnej (chód), funkcja kończyny dolnej (równowaga). Wykazano, że terapia VR powoduje poprawę analizowanych parametrów, ale nie we wszystkich schorzeniach w porównaniu z leczeniem konwencjonalnym. Istotne różnice pomiędzy specjalistyczną terapią VR a leczeniem konwencjonalnym zaobserwowano w zakresie funkcji kończyny górnej (Fugl Meyer) i kończyny dolnej (równowaga). Analiza porównawcza leczenia konwencjonalnego i VR w grach wykazała istotne różnice tylko w zakresie funkcji kończyny górnej (wszystkie miary). We wszystkich badaniach z udziałem pacjentów po udarze mózgu wykazano poprawę po terapii VR w porównaniu z terapią konwencjonalną zarówno w zakresie kończyn górnych, jak i dolnych. Wyniki badań zawartych w niniejszym przeglądzie wskazują, że pacjenci po udarze mózgu odnoszą korzyści z tej innowacyjnej terapii, prawdopodobnie dzięki zwiększonej stymulacji dostarczanej przez sztucznie wygenerowane środowisko, prowadzącej do aktywacji procesów motorycznego uczenia się. Zgodnie z paradygmatami nauczania motorycznego, sprawny ruch powinien być powtarzany, naśladując model odniesienia tak dokładnie, jak to możliwe, w celu osiągnięcia najlepszej wydajności motorycznej (21). Tak więc paradygmaty nauczania motorycznego mogą być postrzegane jako podstawa do ponownego uczenia się ruchu, a zgodnie z wynikami analizowanych badań środowisko VR ma potencjał do stymulowania zarówno uczenia nadzorowanego, jak i wzmocnienia, opartego na rozszerzonym wizualnym, akustycznym i czuciowym sprzężeniu zwrotnym. Terapia VR okazała się również skuteczna w leczeniu osób ze stwardnieniem rozsianym oraz urazami rdzenia kręgowego. Wyniki te świadczą o szerokim zakresie zastosowań VR w rehabilitacji i jej możliwych zaletach w różnych warunkach klinicznych. Ponadto w badaniach uwzględnionych w tym przeglądzie nie stwierdzono przeciwwskazań do stosowania tej formy terapii. W dziedzinie ortopedii opublikowano tylko jedno badanie, w którym autorzy oceniali wpływ programu VR na powrót do zdrowia w zespole ciasnoty podbarkowej (subacromial impingement syndrome, SAIS), wykazując, że trening VR był bardziej skuteczny niż domowe programy ćwiczeń w krótkim okresie u osób z SAIS. Zaobserwowano, że specjalistyczne systemy VR były wykorzystywane zarówno do leczenia, jak i oceny pacjentów. Było to szczególnie częste w dziedzinie neurologii, prawdopodobnie ze względu na fakt, że pacjenci neurologiczni wymagają specyficznych i indywidualnych programów treningowych. Z drugiej strony, systemy gier były stosowane u dzieci, co może być korzystne, ponieważ niektóre nudne lub

powtarzalne ćwiczenia mogą być zastąpione przez bardziej interaktywne aktywności. Może to pomóc zarówno klinicytom, jak i rodzicom skutecznie motywować dzieci do przestrzegania zasad codziennej terapii.

Główny wniosek: Rehabilitacja oparta na terapii VR staje się skuteczną metodą leczenia zaburzeń równowagi oraz kończyn górnych. Terapia oparta na VR jest szeroko stosowana w dziedzinie neurologii, szczególnie w rehabilitacji po udarze mózgu. Dotychczasowe badania wykazały pewną skuteczność podejścia opartego na VR, zarówno przy użyciu specjalistycznych systemów VR, jak i gier, w zakresie chodu i zręczności rąk, jednak nie była ona znacząca.

W pracy pt. **Training Using a Commercial Immersive Virtual Reality System on Hand-Eye Coordination and Reaction Time in Young Musicians: A Pilot Study (numer 2 w wykazie)** oceniłem efektywność immersyjnego treningu VR na koordynację oko-ręka i czas reakcji u uczniów państwowej szkoły muzycznej. Analiza literatury dotyczącej wykorzystania VR do kształtowania koordynacji oko-ręka wykazała niewielką liczbę prac opisujących zastosowanie tego typu treningu jedynie dla lekarzy w symulatorach chirurgicznych. Na podstawie własnych doświadczeń i przeglądu literatury wybrano grupę młodych muzyków, aby ocenić skuteczność treningu w immersyjnej VR na koordynację oko-ręka i czas reakcji. Postawiono hipotezę, że implementacja VR otwiera szeroki wachlarz możliwości rozwoju zręczności, szybkości i precyzji ruchów, które są kluczowe dla opanowania instrumentu muzycznego. Drugim celem była ocena wydatku energetycznego takiego treningu. W badaniu zastosowano jednogrupowy projekt badawczy typu pre-post. Do badania zakwalifikowano 14 osób, które poddano 15-minutowej sesji treningowej w immersyjnej grze muzycznej "Beat Saber", raz dziennie przez 5 kolejnych dni. Stanowisko badawcze składało się z zestawu słuchawkowego HTC Vive Pro (HTC Corporation, New Taipei, Taiwan) wraz z podłączonym laptopem. Interakcja w VR wymaga trzymania przez gracza dwóch kontrolerów. Ruch kontrolerów i gogli jest ślędzony przez dwa czujniki. Obszar gry obejmował około 5 m², w formie kwadratu i wyznaczony przez lokalizację czujników ruchu, zgodnie z zaleceniami producenta. Uczestnik otrzymywał informację wizualną w momencie zbliżania się do granic pola gry. Zadaniem uczestnika było przecinanie w rytm muzyki różnokolorowych klocków, które zbliżały się do uczestnika, za pomocą dwóch wirtualnych mieczy. Bloki należało przecinać mieczem, którego kolor pasował do bloku i w odpowiednim kierunku, który

wskazywała strzałka na bloku (Rycina 1). Sesja treningowa składała się z czterech utworów muzycznych o różnym tempie i natężeniu obiektów. Sesja treningowa składała się z czterech utworów: pierwszy i drugi utwór to "It's time" oraz "Believer" wykonane na normalnym poziomie trudności. Trzeci i czwarty utwór to "Thunder" i "Radioactive" wykonane na poziomie trudności hard. Wszystkie utwory pochodziły od zespołu Imagine Dragons. Dodatkowo w trakcie piosenki uczestnik musiał omijać objekty- przeszkody, które losowo pojawiały się w scenariuszu gry, zmuszając całe ciało do ruchu.



Rycina 1. Przykład sesji treningowej.

Do oceny czasu reakcji wykorzystano test stukania w talerz (The plate-tapping test; PTT) oraz test upuszczania linijki (test Ditricha). Test tworzenia prób (Trial-making test; TMT) A i TMT B posłużyły do oceny koordynacji i uwagi wzrokowej. Opaska SenseWear Armband (BodyMedia, Inc, Pittsburgh, PA USA) została użyta do oceny wydatku energetycznego, jako wyniku wtórnego (secondary outcome). Analiza koordynacji oko-ręka wykazała istotną poprawę w TMT A ($p < 0,002$) i TMT B ($p < 0,001$). Stwierdzono istotne skrócenie czasu wykonania zadania. W zakresie czasu reakcji ocenianego za pomocą PTT odnotowano istotną statystycznie poprawę ($p < 0,0001$). Analiza wyników testu Ditricha dla prawej ręki ($p < 0,847$) nie wykazała istotnych zmian, natomiast zmiany dla lewej ręki wykazały istotność statystyczną ($p < 0,025$). Analiza wyników wydatku energetycznego wykazała, że podczas 5 dni treningowych całkowity średni wydatek energetyczny wynosił 320 kcal, czyli około 64

kcal na sesję treningową. Zgodnie z hipotezą, trening VR poprawił koordynację ręka-oko i czas reakcji muzyków, co może prowadzić do szybszego opanowania instrumentu muzycznego. W trakcie całego badania uczestnicy entuzjastycznie podchodzili do udziału, z dnia na dzień bardziej angażowali się w grę i według ich subiektywnych opinii czerpali przyjemność z grania. Nie odnotowano żadnych efektów niepożądanych po treningu. Praktyczny aspekt badań może mieć duże znaczenie w edukacji młodych muzyków, ponieważ wykazano, że muzycy, którzy rozpoczynają trening w młodym wieku, wykazują większą centralizację w korze słuchowej, a także w obszarach związanych z procesami top-down, uwagą, emocjami, przetwarzaniem somatosensorycznym i niewerbalnym przetwarzaniem mowy. Biorąc pod uwagę, że podobny wpływ na ludzki mózg ma interakcja w środowisku VR, można założyć, że tradycyjna edukacja w szkole muzycznej w połączeniu z rozrywką w postaci immersyjnej gry muzycznej może w jeszcze większym stopniu stymulować neuroplastyczność mózgu.

Główny wniosek: Analiza wyników wskazała, że dostępne w sklepach gogle HMD wraz z grami muzycznymi mają potencjał, aby poprawić koordynację ręka-oko i czas reakcji u młodych muzyków.

Kolejne cztery prace z cyklu habilitacyjnego zostały zaplanowane jako kontynuacja zainteresowań badawczych przygotowanych w ramach rozprawy doktorskiej dotyczącej wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w rehabilitacji oddechowej.

W artykule pt. **Evaluation of The Efficacy of Immersive Virtual Reality Therapy as a Method Supporting Pulmonary Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial (numer 3 w wykazie)** oceniłem skuteczność immersyjnej terapii VR na redukcję objawów depresji i lęku oraz poziomu stresu u pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP) w porównaniu do tradycyjnej formy rehabilitacji. Eksperyment był częścią projektu pt. VR TierOne – Gra VR wspierająca terapię i rehabilitację osób po udarach (grant NCBiR realizowany na Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu POIR.01-02.00-00-0134/16). Badanie przeprowadzono na 50 osobach u których rozpoznano POChP i leczonych w Szpitalu Specjalistycznym MSWiA w Głuchołazach. Pacjenci w sposób losowy zostali podzieleni na dwie grupy. Elementy programu rehabilitacji wykonywano raz dziennie, każdy przez 15-30 min (w zależności od zadania), pięć razy w tygodniu przez dwa tygodnie. Różnica między

grupami polega na rodzaju treningu relaksacyjnego: grupa VR wykonała 10 sesji terapii VR trwających 20 min, a grupa kontrolna 10 sesji treningu autogennego Schultza trwających 20 min. Głównym wynikiem badania było porównanie zmian w poziomie stresu oraz objawów depresji i lęku. Dodatkowo oceniono tolerancję wysiłku oraz natężona objętość wydechu przez 1 sekundę (FEV1). Do oceny poziomu stresu wykorzystano Kwestionariusz Poczucia Stresu (KPS). Do oceny objawów depresji i lęku wykorzystano kwestionariusz Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS). Natomiast do oceny możliwości funkcjonalnych wykorzystano 6-minutowy test marszowy (6MWT) oraz badanie spirometryczne. Jako źródło VR wykorzystano urządzenie VR TierOne (Stolgraf®, Stanowice, Polska). Wyświetlacz montowany na głowie oraz zjawisko immersji w VR powodowały intensywną stymulację wzrokową, słuchową i kinestetyczną (Rycina 2).



Rycina 2. Wirtualny ogród w początkowej fazie terapii.

Podstawowym celem oprogramowania było uspokojenie pacjenta i poprawa jego samopoczucia. Dodatkowymi celami oprogramowania były: pomoc pacjentom w odzyskaniu równowagi emocjonalnej, umożliwienie im rozpoznania swoich zasobów w celu nabrania sił w procesie rehabilitacji oraz uruchomienie naturalnych mechanizmów zdrowienia. Oprogramowanie przedstawia Wirtualny Ogród Terapeutyczny i jest oparte na podejściu psychoterapii ericksonowskiej. Ogród jest metaforą zdrowia pacjenta: na początku wydaje

się nieuporządkowany i szary, ale z każdą sesją staje się bardziej kolorowy i żywy, symbolizując w ten sposób proces odzyskiwania energii i wigoru. Analiza wyników kwestionariusza KPS we wszystkich domenach nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami na początku badania. Analiza wewnątrzgrupowa grupy VR i grupy kontrolnej wykazała istotną statystycznie poprawę w zakresie napięcia emocjonalnego ($p < 0,0003$), stresu zewnętrznego ($p < 0,0092$) i wyniku całkowitego ($p < 0,0069$) w grupie VR po zakończeniu programu rehabilitacji. Analiza wyników kwestionariusza HADS wykazała statystycznie istotną różnicę w ogólnej punktacji HADS na początku pomiędzy grupami ($p < 0,0198$), wskazując, że pacjenci w grupie VR mieli więcej objawów depresji i lęku. Analiza wewnątrzgrupowa wykazała istotną statystycznie poprawę w punktacji HADS-A ($p < 0,0009$), HADS-D ($p < 0,0001$) i ogólnej HADS ($p < 0,0001$) w grupie VR po zakończeniu programu rehabilitacji, natomiast w grupie kontrolnej nie było istotnych statystycznie zmian. Różnice świadczą o tym, że poziom lęku i depresji w grupie poddanej treningowi VR zmniejszył się, podczas gdy w grupie kontrolnej miał tendencję do wzrostu. Analiza wyjściowych cech tolerancji wysiłku i czynności płuc pomiędzy grupami wykazała istotnie statystycznie niższe wartości FEV1 w grupie eksperymentalnej ($p < 0,0230$). Analiza wewnątrzgrupowa wykazała istotną statystycznie poprawę tolerancji wysiłkowej w grupie eksperymentalnej ($p < 0,0018$) i kontrolnej ($p < 0,0002$), a także poprawę FEV1 w grupie kontrolnej ($p < 0,0429$), po zakończeniu programu rehabilitacji. Przeprowadzono również dwie wieloczynnikowe analizy regresji w celu identyfikacji czynników determinujących objawy depresji i lęku oraz poziom stresu. W pierwszym modelu, uwzględniającym predyktory poziom stresu, odnotowano, że 6MWT i FEV1 były skorelowane z poprawą wyniku całkowitego KPS. Pacjenci z gorszymi wartościami 6MWT i FEV1 prezentowali wyższy poziom stresu. W odniesieniu do predyktorów objawów depresji i lęku nie stwierdzono związku między wynikiem w skali HADS a wydolnością funkcjonalną. Odnotowano jedynie słabe dopasowanie modelu regresji do punktu czasowego pomiarów, co wskazuje, że po zakończeniu rehabilitacji pacjenci prezentowali zmniejszone objawy depresji i lęku.

Główny wniosek: Wzbogacenie rehabilitacji pulmonologicznej o terapię immersyjną VR przynosi korzyści w zakresie poprawy nastroju oraz redukcji lęku i stresu u chorych na POChP. Terapia VR jest bardziej skuteczna niż tradycyjnie stosowany trening autogenny Schultza.

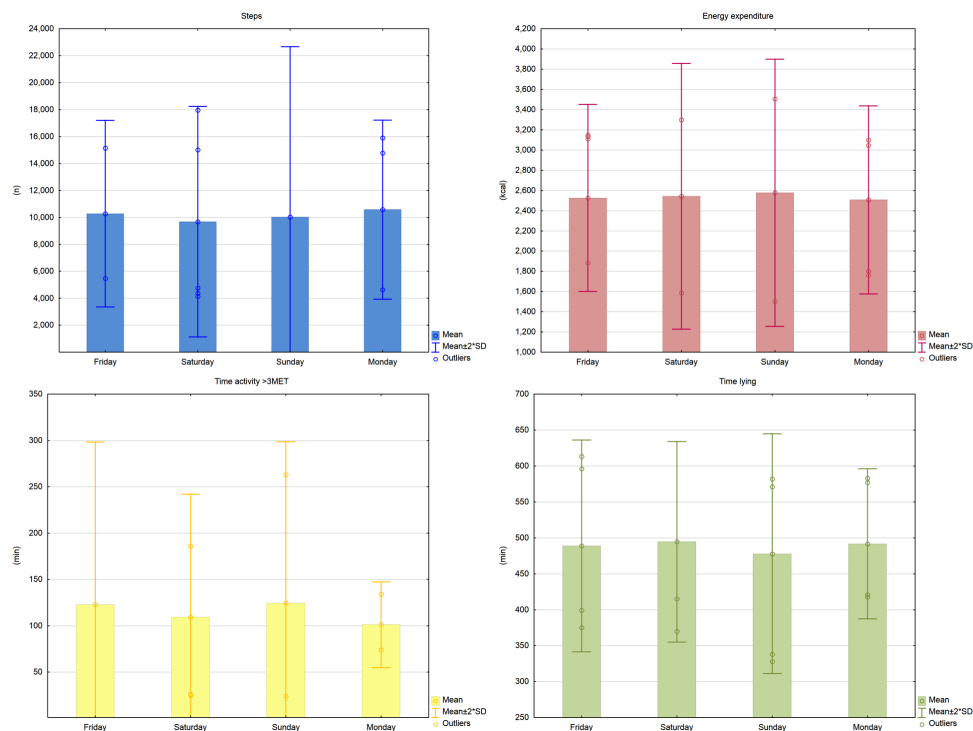
W artykule pt. **Management Challenges in Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the COVID-19 Pandemic: Telehealth and Virtual Reality (numer 4 w wykazie)**, dokonałem analizy piśmiennictwa w zakresie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii do zarządzania pacjentami z POChP w czasie pandemii choroby koronawirusowej 2019 (COVID-19). W leczeniu POChP bardzo ważne jest wczesne rozpoznanie i prawidłowe postępowanie w początkowym stadium choroby, kiedy objawy nie są jeszcze zbyt niepokojące. W ten sposób można spowolnić postęp choroby, jak również wystąpienie późnych, zagrażających życiu objawów. Pandemia COVID-19 spowodowała poważne ograniczenia w publicznej opiece zdrowotnej. Systemy opieki zdrowotnej były w dużej mierze nieprzygotowane na wybuch epidemii o takiej skali. W związku z pandemią pojawiło się wiele kwestii dotyczących postępowania z chorymi na POChP i zasadności modyfikacji ich terapii. Poszukiwanie nowych, atrakcyjnych technologii pomagających pacjentom z chorobami przewlekłymi wydawało się więc być uzasadnione. Celem publikacji było przedstawienie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii w zarządzaniu pacjentami z POChP. Praca została podzielona na dwie części. W pierwszej z nich zaprezentowałem potencjał usług telezdrowotnych. Telezdrowie odnosi się do dostarczania różnych usług opieki zdrowotnej dla pacjentów za pośrednictwem technologii telekomunikacyjnych i obejmuje telemedycynę oraz teleopiekę zdrowotną. Obszar teleopieki zdrowotnej zawiera: teleopiekę domową, telenursing, telecoaching i telerehabilitację. Natomiast telemedycyna może być implementowana za pomocą teleusług w zakresie: teleradiologii, teledermatologii, telepsychiatrii, telekardiologii i telerehabilitacji. W publikacji omówiłem dotychczasowe piśmiennictwo w obszarze rehabilitacji pulmonologicznej, gdzie usługi były realizowane poprzez telemonitoring i telerehabilitację. Stwierdzono, że domowe usługi telezdrowotne w tej dziedzinie zmniejszają wskaźniki hospitalizacji i wizyt na oddziałach ratunkowych. Większość badań wykazała, że telezdrowie w warunkach domowych pozwala zaoszczędzić koszty z punktu widzenia systemu opieki zdrowotnej i ubezpieczyciela, a także jest równie skuteczne w przypadku pacjentów ambulatoryjnych przebywających w szpitalu. Programy telerehabilitacji okazały się szczególnie skuteczne w monitorowaniu zaostrzeń choroby. W odniesieniu do interwencji telerehabilitacyjnych, w najnowszym piśmiennictwie sugeruje się, że telerehabilitacja jest równie skuteczna jak szpitalne programy rehabilitacji, a także potwierdza się jej bezpieczeństwo i wykonalność. Główne korzyści wykazano w zmniejszeniu duszności, poprawie wydolności funkcjonalnej, jakości życia i wysokim stopniu

przestrzegania programów ćwiczeń. W drugiej części zaprezentowałem doświadczenia własne jak i wyniki innych naukowców w zakresie wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w rehabilitacji oddechowej. Najnowszy przegląd systematyczny i metaanaliza skuteczności wirtualnej rzeczywistości dla pacjentów z chorobami układu oddechowego zostały opublikowane w listopadzie 2020 roku. Analizowano w nim jednak jedynie 22 artykuły: 7 badań pilotażowych, 4 przeglądy systematyczne, 6 badań randomizowanych oraz 5 badań obserwacyjnych. Sześć badań rekrutowało osoby z mukowiscydozą, jeden artykuł analizował astmę, a cztery artykuły analizowały osoby z POChP. Wskazuje to na niezagospodarowanie programów rehabilitacji oddechowej implementacją nowoczesnych technologii. Zaprezentowanie wyników badań własnych, łącznie z jeszcze nie opublikowanymi, miało na celu zaprezentowanie szerokiemu gronu odbiorców potencjału tych technologii i stanowiło próbę popularyzacji takich rozwiązań w kontekście toczącej się pandemii. Dowody naukowe wskazują, że terapia prowadzona w wirtualnym świecie jest wysoce skuteczna. Świat wirtualny pozwala również na stworzenie nowego środowiska dla pacjenta, co skutkuje zwiększonym zaangażowaniem pacjenta, co może prowadzić do zmiany zachowań, a tym samym do zwiększenia poziomu aktywności fizycznej. Również w sytuacji kolejnych blokad istotne może być posiadanie alternatywy dla szpitalnych programów rehabilitacyjnych w celu zwalczania długofalowych skutków przerwane treningu.

Główny wniosek: Trzy główne elementy systemu medycznego - profilaktyka, leczenie i rehabilitacja - są równie ważne. Może to być realizowane przez platformy telezdrowia, jak również przez wykorzystanie VR. W opinii światowych ekspertów istotne mogą być "nowatorskie" formy rehabilitacji pulmonologicznej. Wydaje się więc, że postępowanie z chorymi na POChP w czasie epidemii COVID-19 powinno obejmować zdalne zarządzanie programami rehabilitacji, poprzez telerehabilitację oraz platformy wirtualnej rzeczywistości, w miarę jak dowody naukowe na ich skuteczność będą coraz szerzej dostępne.

W artykule pt. **Monitoring Physical Activity with a Wearable Sensor in Patients with COPD during In-Hospital Pulmonary Rehabilitation Program: A Pilot Study (numer 5 w wykazie)**, oceniłem poziom aktywności fizycznej oraz wydatek energetyczny pacjentów z POChP w trakcie rehabilitacji stacjonarnej przy wykorzystaniu zdalnych urządzeń do monitorowania. Pomimo zwiększonego zainteresowania badaniami związanymi z aktywnością fizyczną, odnaleziono niewiele publikacji oceniających aktywność fizyczną podczas nadzorowanych

(dni powszednie) i nienadzorowanych (weekendy) dni programu stacjonarnej rehabilitacji pulmonologicznej. Celem pracy było zbadanie czy pacjenci podejmują aktywność fizyczną podczas dni bez nadzoru w trakcie rehabilitacji stacjonarnej oraz czy przestrzegają rygoru 24-godzinnego monitorowania. Drugim celem była analiza mocnych i słabych stron tego typu czujników. Postawiono hipotezę, że pacjenci w dni bez nadzoru będą podejmować mniejszą aktywność fizyczną. W badaniu zastosowano jednogrupowy projekt badawczy typu pre-post. Do badania zakwalifikowano 13 losowo wybranych pacjentów, zakwalifikowanych do stacjonarnej, 3-tygodniowej rehabilitacji pulmonologicznej o wysokiej intensywności, 5 razy w tygodniu (poniedziałek-piątek, dni nadzorowane). Program rehabilitacji realizowany był w godzinach od 8.00 do 15.00 z godziną przerwą obiadową między 12.30 a 13.30. W czasie wolnym (po godzinie 15.00) pacjenci byli zachęceni do podejmowania dowolnej aktywności fizycznej, jednak bez dostępu do urządzenia i sprzętu rehabilitacyjnego. W czasie weekendu pacjenci byli zachęceni do spacerów i drobnej aktywności fizycznej we własnym zakresie, ale w tym czasie nie korzystali ze zorganizowanej rehabilitacji (dni nienadzorowane). Do oceny aktywności fizycznej wykorzystano urządzenie SenseWear armband. Uczestnicy nosili urządzenie 24h na dobę, podczas czterech kolejnych dni (piątek-poniedziałek) 3-tygodniowego, szpitalnego programu rehabilitacji pulmonologicznej. Analiza liczby kroków dziennie, czasu spędzonego w pozycji leżącej, jak również podejmowania umiarkowanej lub intensywnej aktywności fizycznej (>3 METs) oraz wydatku energetycznego wyrażonego w kcal nie wykazała istotnej statystycznie różnicy pomiędzy nadzorowanymi dniami treningowymi a dniami nienadzorowanymi. Średni czas trwania aktywności fizycznej > 3 METs wynosił 112 min, co odpowiada protokołowi aktywności fizycznej podczas nadzorowanych dni treningowych. Aktywność fizyczna w dni bez nadzoru musiała być zatem generowana przez czynności fizyczne generujące wydatek energetyczny większy niż rekreacyjny spacer. Analiza wyników nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy kolejnymi dniami badania dla wszystkich zmiennych (Rycina 4).



Rycina 4. Analizowane parametry w poszczególnych dniach badania.

Zdalne monitorowanie pozwala na ocenę zaangażowania osób poddawanych rehabilitacji w czasie, gdy nikt ich nie nadzoruje, co z kolei jest istotne w kontekście efektywności całego procesu leczenia. Otrzymane wyniki mają więc duże znaczenie kliniczne, wykazano bowiem, że modyfikacje, które zwiększają przestrzeganie prozdrowotnych zachowań pacjenta oraz zwiększają poziom aktywności w życiu codziennym są kluczowymi czynnikami utrzymania poprawy wydolności fizycznej uzyskanej dzięki uczestnictwu w rehabilitacji pulmonologicznej u pacjentów z POChP. W odniesieniu do drugiego celu badania, tj. mocnych i słabych stron tego typu czujników, zwrócono uwagę na subiektywną akceptację przez pacjentów takiego systemu monitorowania. Pacjenci w raportach końcowych wskazywali, że nie byli świadomi noszenia czujnika, z wyjątkiem sytuacji, gdy po kąpielii zbyt mocno zaciskali urządzenie na pasku mocującym. Prezentowane badanie było pierwszym, w którym badano wydatek energetyczny podczas dwóch różnych aktywności: nadzorowanej aktywności podczas programu pulmonologicznego i dni bez nadzoru u pacjentów z POChP podczas 3-tygodniowego, szpitalnego programu rehabilitacyjnego.

Główny wniosek: Przenośne, lekkie, montowane na ramieniu lub nadgarstku czujniki skórne wydają się zapewniać odpowiedni komfort i znaczące pomiary w celu monitorowania i

modyfikacji zachowania pacjenta, aby zwiększyć jego przestrzeganie zachowań prozdrowotnych i podnieść poziom aktywności w życiu codziennym.

W artykule pt. **Immersive virtual reality influences physiologic responses to submaximal exercise: a randomized, crossover trial (numer 6 w wykazie)**, oceniłem wpływ implementacji immersyjnej wirtualnej rzeczywistości w trakcie submaksymalnej próby wysiłkowej na ergometrze rowerowym. Procedury submaksymalne są najpowszechniej stosowanymi narzędziami do pomiaru tolerancji wysiłku. Jednakże, jazda na rowerze stacjonarnym jest metodą ćwiczeń nieznaną wielu osobom, a stopień wytrzymałości jest w dużym stopniu uzależniony od motywacji pacjenta. Dlatego też, test może zakończyć się przedwcześnie, przed osiągnięciem kardiopulmonologicznego punktu końcowego. Przez cały czas trwania testu pacjent nie jest w stanie zobaczyć upływającego czasu, co skutkuje monotonnym wzorcem, co może prowadzić do zmniejszenia uwagi pacjenta, a tym samym obniżenia motywacji do wykonania zadania. Dlatego celem badania było ustalenie czy zastosowanie wirtualnej rzeczywistości podczas submaksymalnego wysiłku fizycznego wydłuży czas do osiągnięcia docelowej częstości akcji serca, a także zbadanie, czy VR może osłabić odpowiedź serca i zmienić zmienność rytmu serca (HRV) związaną z ćwiczeniem na ergometrze rowerowym u zdrowych osób. Badanie zostało zaprojektowane jako badanie typu crossover z pojedynczo ślełą próbą. Badanie objęło 70 zdrowych młodych mężczyzn i kobiet w wieku 20-25 lat. Próba wysiłkowa na ergometrze rozpoczęła się od jazdy bez obciążenia przez 3min, następnie 50W przez 3min, po czym nastąpiła faza inkrementalna, w której tempo pracy wzrastało o 25W co 3min. Według tego protokołu wykonano dwa badania dla każdego uczestnika w losowej kolejności. Pierwsza próba prowadzona była w formie tradycyjnej, natomiast druga prowadzona była w wirtualnej rzeczywistości. Częstość akcji serca (HR) była stale rejestrowana za pomocą monitora Polar H10. Testy zostały zakończone, gdy badani osiągnęli 85% przewidywanego dla wieku maksymalnego HR (obliczonego jako 220 – wiek). Uczestnicy zostali poinstruowani podczas testu, aby utrzymać częstotliwość pedałowania pomiędzy 60 a 70 obrotów na minutę. Stacja badawcza VR składała się z zestawu gogli HTC Vive Pro Goggle wraz z oprogramowaniem VR healthcare (ćwiczenia aerobowe) VR cycling. Zamontowane na kostce urządzenie HTC Vive Tracker służyło do powiązania prędkości pedałowania z obrazami VR (Rycina 5). Taki system pozwala

jego użytkownikowi na osiągnięcie całkowitego zanurzenia w wirtualnym świecie. Monitor Polar H10 został zastosowany do rejestracji serii tętna przy częstotliwości próbkowania 1000 Hz. Urządzenie to jest zalecane jako złoty standard do oceny odstępów RR podczas intensywnych aktywności w celu uzyskania HR i HRV. Parametry HRV w dziedzinie czasu i częstotliwości były obliczane dla każdego 3-minutowego etapu testu wysiłkowego. Przedstawiono wskaźniki HRV uzyskane z pierwszych 3 min wysiłku obciążonego (50 W, oznaczonego jako T1), ostatnich 3 min (najwyższa tolerowana faza, oznaczana jako T2) oraz 3-minutowego etapu, na którym kończył się krótszy z dwóch testów (oznaczany jako Tiso).



Rycina 5. Stanowisko badawcze z wykorzystaniem VR.

Analiza wyników wykazała, że częstość akcji serca była konsekwentnie niższa w testach rzeczywistości wirtualnej w pełnym zakresie częstości pracy. Ponieważ u danego uczestnika ćwiczenie zostało zatrzymane przy tej samej częstości akcji serca w obu testach, czas trwania testu i szczytowa częstość pracy odzwierciedlały wpływ VR na tolerancję wysiłku. Średni czas wysiłku był o 103s (17,4%) dłuższy w przypadku wirtualnej rzeczywistości ($p < 0,0000001$). Stwierdzono również wyraźne różnice w zakresie szeregu zmiennych HRV między dwoma

trybami badań. W fazach T1 i Tiso, wirtualna rzeczywistość wiązała się z niższym HR i wyższymi wszystkimi bezwzględными parametrami HRV. Ponieważ HRV w dużym stopniu odzwierciedla aktywność układu przywspółczulnego, wyższe HRV i niższe HR można bezpiecznie interpretować jako mniejsze wycofanie aktywności przywspółczulnego układu nerwowego w T1 i Tiso. I odwrotnie, w fazie T2 HR było nieco wyższe (choć nieistotnie), ale SDNN, TP, LF i HF (marginalnie) niższe w VR, co wiązało się z dłuższym czasem trwania wysiłku - sugerując, że dłuższy wysiłek wymagał dalszego zmniejszenia aktywności układu przywspółczulnego. Przeprowadzono dwie wieloczynnikowe analizy regresji w celu określenia czynników determinujących czas trwania wysiłku, przy którym osiągnięto docelowe HR. W pierwszym modelu, w którym uwzględniono jedynie parametry związane z HR w początkowej fazie ćwiczenia (50W), płeć męska, wirtualna rzeczywistość, niższy HRT1 i wyższy stosunek LF/HFT1 były związane z dłuższym czasem trwania próby. W drugim modelu, uwzględniającym parametry pobrane z fazy początkowej i „isotime”, płeć męska, wirtualna rzeczywistość, niższy HRT1 i niższy RMSSDT1 były związane z dłuższym czasem trwania ćwiczenia. Istotność statystyczną wszystkich uzyskanych wyników potwierdzono w analizie bootstrappingowej.

Główny wniosek: U młodych, zdrowych osób wykonujących identyczne sesje submaksymalnego, narastającego ćwiczenia na ergometrze rowerowym, wirtualna rzeczywistość obniżyła odpowiedź tętna przy identycznych poziomach wysiłku, co z kolei pozwoliło osobom badanym na wykonywanie ćwiczeń z wyższym tempem pracy przed osiągnięciem docelowego tętna. Analiza zmienności rytmu serca wykazała, że może to być związane z funkcjonalnymi zmianami w autonomicznym układzie nerwowym.

Zastosowanie praktyczne

Identyfikacja potencjału wykorzystania nowoczesnych technologii w procesie rehabilitacji wydaje się kluczowym aspektem w kontekście rozwoju dostępności i podnoszenia efektywności rehabilitacji. Wspólną konkluzją cyklu publikacji może stanowić stwierdzenie, że w obliczu zachodzących obecnie zmian demograficznych i kulturowych stosowanie terapii w środowisku VR wydaje się uzasadnione i konieczne. Wirtualny świat może ożywić codzienną monotonię i w zależności od potrzeb pacjenta sprzyjać wyciszeniu i relaksacji psychofizycznej lub wręcz przeciwnie - aktywizować i energetyzować jego użytkownika. Przeprowadzone przeze mnie badania pokazują, że ten obszar zdecydowanie daje duże pole

do rozwoju. Dzięki wynikom pierwszej publikacji wykazanej w cyklu, byłem w stanie wnioskować o szacunkowej skuteczności tradycyjnych podejść w porównaniu z terapią opartą na VR. Przegląd systematyczny pozwolił również identyfikować nisze, które następnie zostały uzupełnione przeprowadzonymi badaniami klinicznymi. Kluczowym wnioskiem płynącym z przeglądu literatury było stwierdzenie niedoceniań potencjału rozwiązań VR, w szczególności immersyjnej VR. Aby w pełni wykorzystać zalety VR, przyszłe badania powinny wykorzystywać systemy charakteryzujące się wysokim poziomem immersji (np. wykorzystujące wyświetlacze montowane na głowie) oraz bardziej naturalną i realistyczną interakcją (np. zawierające czujniki ruchu i czujniki fizjologiczne). Wnioski te zostały już wykorzystane przeze mnie w praktyce. Projekty badawcze które obecnie realizuję we współpracy z zagranicznymi partnerami, uwzględniły wnioski publikacji wykazanych w cyklu, w pilotażowym programie rehabilitacji pacjentów hospitalizowanych z powodu COVID-19 w Szpitalu Specjalistycznym MSWiA w Głuchołazach. W projekcie wykorzystywane są immersyjne systemy do treningu wydolnościowego na ergometrze rowerowym jak również do psychoterapii.

Kolejnym praktycznym zastosowaniem wyników przedstawionego cyklu publikacji, może stanowić przesłanka do zmiany formy treningowej dla osób przewlekle chorych o ograniczonej tolerancji wysiłku. Jak wskazano w publikacji *Immersive virtual reality influences physiologic responses to submaximal exercise: a randomized, crossover trial*, terapia prowadzona w VR jest bezpieczniejsza dla układu sercowo-naczyniowego w porównaniu z terapią prowadzoną w formie tradycyjnej.

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż większość z przeprowadzonych badań klinicznych była pionierska w swoich założeniach. Pomimo iż dwie wskazane w cyklu prace to badania pilotażowe, to efekty poznawcze wydają się mieć duży wpływ na rozwój dyscypliny nauk o kulturze fizycznej.

Bibliografia

1. Rehabilitation.
2. o.o MSz. Barometr Fundacji Watch Health Care nr 19/15/02/2019.
3. Bright T, Wallace S, Kuper H. A Systematic Review of Access to Rehabilitation for People with Disabilities in Low- and Middle-Income Countries. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(10).
4. Seelman KD. The World Health Organization/World Bank's first World Report on Disability. *Int J Telerehabil*. 2011;3(2):11-4.
5. Tomanek M, Pałucka D. Assisting the rehabilitation by hi-tech. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(2):369-77.

6. Rathbone AP, Norris R, Parker P, Lindsley A, Robinson A, Baqir W, et al. Exploring the use of WhatsApp in out-of-hours pharmacy services: A multi-site qualitative study. *Res Soc Admin Pharm.* 2020;16(4):503-10.
7. Vennik FD, Adams SA, Faber MJ, Putters K. Expert and experiential knowledge in the same place: patients' experiences with online communities connecting patients and health professionals. *Patient Educ Couns.* 2014;95(2):265-70.
8. Tenhagen M, van Ramshorst GH, Demirkiran A, Hunfeld MA, Cense HA. Perioperative Online Weight Monitoring in Bariatric Surgery with a Digital Internet-Connected Scale. *Obes Surg.* 2016;26(5):1120-6.
9. Robinson A, Oksuz U, Slight R, Slight S, Husband A. Digital and Mobile Technologies to Promote Physical Health Behavior Change and Provide Psychological Support for Patients Undergoing Elective Surgery: Meta-Ethnography and Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;8(12):e19237.
10. Slevin P, Kessie T, Cullen J, Butler MW, Donnelly SC, Caulfield B. A qualitative study of clinician perceptions regarding the potential role for digital health interventions for the management of COPD. *Health Inform J.* 2021;27(1).
11. Cerdan-de-Las-Heras J, Balbino F, Lokke A, Catalan-Matamoros D, Hilberg O, Bendstrup E. Tele-Rehabilitation Program in Idiopathic Pulmonary Fibrosis-A Single-Center Randomized Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(19).
12. Batalik L, Pepera G, Papathanasiou J, Rutkowski S, Liska D, Batalikova K, et al. Is the Training Intensity in Phase Two Cardiovascular Rehabilitation Different in Telehealth versus Outpatient Rehabilitation? *J Clin Med.* 2021;10(18).
13. Cox NS, McDonald CF, Mahal A, Alison JA, Wootton R, Hill CJ, et al. Telerehabilitation for chronic respiratory disease: a randomised controlled equivalence trial. *Thorax.* 2021.
14. Mazurek J, Kiper P, Cieslik B, Rutkowski S, Mehlich K, Turolla A, et al. Virtual reality in medicine: a brief overview and future research directions. *Hum Mov* 2019;20(3):16-22.
15. Buchta K, Górecka D, Tłuczykont Ł, Rutkowski S, Szczegieliński J. Wirtualna rzeczywistość w rehabilitacji - rys historyczny. *Rehabilitacja w praktyce.* 2020;1:87-9.
16. Cipresso P, Giglioli IAC, Raya MA, Riva G. The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Front Psychol.* 2018;9:2086.
17. Rutkowski S. Management Challenges in Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the COVID-19 Pandemic: Telehealth and Virtual Reality. *J Clin Med.* 2021;10(6).
18. Rutkowska A, Rutkowski S, Szczepanska-Gieracha J. The use of total immersion in the rehabilitation process. *Medical Rehabilitation.* 2020.
19. Rutkowski S, Kiper P, Cacciante L, Cieslik B, Mazurek J, Turolla A, et al. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2020.
20. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;11:CD008349.
21. Kiper P, Szczudlik A, Venneri A, Stozek J, Luque-Moreno C, Opara J, et al. Computational models and motor learning paradigms: Could they provide insights for neuroplasticity after stroke? An overview. *J Neurol Sci.* 2016;369:141-8.

4.2. Omówienie pozostałych zainteresowań badawczych.

Tematyka moich pozostałych zainteresowań naukowych obejmuje 3 obszary:

1. Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości w rehabilitacji.

Publikacje:

1. Rutkowska A, Salvaggio S, **Rutkowski S**, Turolla A. Use of Virtual Reality-based therapy in patients with urinary incontinence: a systematic review with meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, 19(10), 6155
IF=3,390; MNiSW=140
2. Czech O, Wrzeciono A, Batalik L, Szczepańska-Gieracha J, Malicka I, **Rutkowski S**. Virtual reality intervention as a support method during wound care and rehabilitation after burns: A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine* 2022, 28, 102837
IF=2,446; MNiSW=100
3. **Rutkowski S**, Czech O, Wrzeciono A, Kiper P, Szczepańska-Gieracha J, Malicka I. Virtual reality as a chemotherapy support in treatment of anxiety and fatigue in patients with cancer: A systematic review and meta-analysis and future research directions. *Complementary Therapies in Medicine* 2021, 102767
IF=2,446; MNiSW=100
4. Czech O, Wrzeciono A, Rutkowska A, Guzik A, Kiper P, **Rutkowski S**. Virtual Reality Interventions for Needle-Related Procedural Pain, Fear and Anxiety—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine* 2021, 10(15), 3248.
IF=4,242; MNiSW=140
5. Rutkowska A, **Rutkowski S**, Szczepańska-Gieracha J. The use of total immersion in the rehabilitation process. *Medical Rehabilitation* 2020, 24 (2), 27-30.
IF=0; MNiSW=100
6. Szary P, Buchta K, Wrzeciono A, Czech O, **Rutkowski S**. What virtual reality can do for sport? A narrative review of the literature. *Slovak Journal of Sport Science* 2020, 6, 108-113.
IF=0; MNiSW=5
7. Szczepańska-Gieracha J, Cieślik B, **Rutkowski S**, Kiper P, Turolla A. What can virtual reality offer to stroke patients? A narrative review of the literature. *NeuroRehabilitation* 2020, 47(2), 109-120
IF=2,138; MNiSW=70
8. Cieślik B, Mazurek J, **Rutkowski S**, Kiper P, Turolla A, Szczepańska-Gieracha J. Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews. *Complementary Therapies in Medicine* 2020, 52, 102480
IF=2,446; MNiSW=100
9. Szary P, Kiper P, Buchta K, Bedrunka D, Zabłotni S, Rutkowska A, Szczepańska-Gieracha J, **Rutkowski S**. Investigating exercise intensity in virtual reality among healthy volunteers. *Human Movement* 2020, 21 (4), 54-60.
IF=0; MNiSW=40
10. Buchta K, Górecka D, Tłuczykont Ł, **Rutkowski S**, Szczepański J. Wirtualna rzeczywistość w rehabilitacji. *Rehabilitacja w Praktyce* 2020, 1, 87-89.
IF=0; MNiSW=5

11. **Rutkowski S**, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzębski D, Racheńiuk H, Turolla A, Szczegielniak J, Casaburi R. Virtual reality rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2020, 15, 117-124
IF=3,355; MNiSW=100
12. Bedrunka D, Buchta K, Szary P, Maniakowska K, Kiper P, Rutkowska A, **Rutkowski S**. The effect of virtual reality exercise on physical fitness. *Medical Rehabilitation* 2019, 2(23), 4-9
IF=0; MNiSW=100
13. **Rutkowski S**, Rutkowska A, Jastrzebski D, Racheńiuk H, Pawełczyk W, Szczegielniak J. Effect of virtual reality-based rehabilitation on physical fitness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Human Kinetics* 2019, 69, 149-157
IF=1,664; MNiSW=140
14. Mazurek J, Kiper P, Cieślík B, **Rutkowski S**, Mehlich K, Turolla A, Szczepańska-Gieracha J. Virtual reality in medicine: a brief overview and future research directions. *Human Movement* 2019, 20(3), 16-22
IF=0; MNiSW=40
15. Jastrzębski D, Żebrowska A, **Rutkowski S**, Rutkowska A, Warzecha J, Ziaja B, Pałka A, Czyżewska B, Czyżewski D, Ziora D. Pulmonary rehabilitation with a stabilometric platform after thoracic surgery: a preliminary report. *Journal of Human Kinetics*. 2018, 65, 79-87.
IF=1,414; MNiSW=15

Obszar ten składa się z 14 prac o łącznej wartości **IF=23,541** oraz **MNiSW=1195**.

Główny wniosek: zastosowanie wirtualnej rzeczywistości stanowi skuteczne wsparcie dla pacjentów poddanych rehabilitacji w związku ze schorzeniami psychicznymi, neurologicznymi, pulmonologicznymi, onkologicznymi lub w sporcie.

2. Telerehabilitacja

Publikacje:

1. Batalik L, Filakova K, Radkovicova I, Dosbaba F, Winnige, Vlazna D, Batalikova K, Felsoci M, Stefanakis M, Liska D, Papathanasiou J, Pokorna A, Janikova A, Rutkowski S, Pepera G. Cardio-oncology rehabilitation and telehealth: Rationale for future integration in supportive care of cancer survivors. *Frontiers in Cardiovascular Medicine* 2022, 9, 858334.
IF=6,050; MNiSW=40
2. Cacciante L, Pietà CD, **Rutkowski S**, Cieślík B, Szczepańska-Gieracha J, Agostini M, Kiper P. Cognitive telerehabilitation in neurological patients: systematic review and meta-analysis. *Neurological Sciences* 2021, 25, 1-16.
IF=3,307; MNiSW=70
3. Cacciante L, Cieślík B, **Rutkowski S**, Rutkowska A, Kacperak K, Kuligowski T, Kiper P. Feasibility, Acceptability and Limitations of Speech and Language Telerehabilitation during COVID-19

Lockdown. A Qualitative Research Study on Clinicians' Perspective. Healthcare 2021, 9(11), 1503.

IF=2,654; MNiSW=40

4. Batalik L, Pepera G, Papathanasiou J, **Rutkowski S**, Líška D, Batalikova K, Hartman M, Felšóci M, Dosbaba F. Is the Training Intensity in Phase Two Cardiovascular Rehabilitation Different in Telehealth versus Outpatient Rehabilitation? Journal of Clinical Medicine 2021, 10(18), 4069.

IF=4,242; MNiSW=140

5. Rutkowska A, Zabłotni S, Tomaszczyk A, **Rutkowski S**, Szczegielniak J. Telerehabilitation of the pelvic floor muscle using kGoal vaginal electrode in exercise urinary incontinence - case report. Rehabilitation in practice 2020, 6, 63-70.

IF=0; MNiSW=0

Obszar ten składa się z 5 prac o łącznej wartości **IF=16,253** oraz **MNiSW=290**.

Główny wniosek: Telerehabilitacja jest coraz powszechniej stosowana u pacjentów z różnych obszarów medycznych ze względu na potrzebę zapewnienia równego dostępu do rehabilitacji dla społeczności, które mają bariery w dostępie do tradycyjnych modeli opieki.

3. Rehabilitacja w chorobach wewnętrznych

Publikacje:

1. Líška D, Kováč J, Rutkowski S. Rehabilitation and physical activity in gynecological oncological diseases. Klinicka Onkologie 2022; 35(2): 114–118

IF=0; MNiSW=20

2. Cacciante L, Turolla A, Pregolato G, Federico S, Baldan F, Rutkowska A, Rutkowski S. The use of respiratory muscle training in patients with pulmonary dysfunction, internal diseases or central nervous system disorders: a systematic review with meta-analysis. Quality of Life Research 2022, 23, 1-26

IF=4,147; MNiSW=100

3. Líška D, **Rutkowski S**, Lauková J. Rehabilitation and physical activity of patients with lung cancer. Klinicka Onkologie 2022, 35(1), 1-6.

IF=0; MNiSW=20

4. Rutkowska A, **Rutkowski S**, Wrzeciono A, Czech O, Szczegielniak J, Jastrzębski D. Short-Term Changes in Quality of Life in Patients with Advanced Lung Cancer during In-Hospital Exercise Training and Chemotherapy Treatment: A Randomized Controlled Trial. Journal of Clinical Medicine 2021, 10(8), 1761

IF=4,241; MNiSW=140

5. Lińska D, **Rutkowski S**. Breast cancer rehabilitation. *Klinicka Onkologie* 2021, 34(1), 14-19.
IF=0; MNiSW=20
6. Rutkowska A, Jastrzebski D, **Rutkowski S**, Żebrowska A, Stanula A, Szczegielniak J, Ziara D, Casaburi R. Exercise training in patients with non-small cell lung cancer during in-hospital chemotherapy treatment: a randomized controlled trial. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2019 Mar; 39(2): 127-133.
IF=1,383; MNiSW=70
7. **Rutkowski S**, Rutkowska A, Szczegielniak J: Przewlekła obturacyjna choroba płuc – analiza aktywności fizycznej chorych w trakcie leczenia szpitalnego. *Rehabilitacja w praktyce* 1/2016, 33-35.
IF=0; MNiSW=6
8. Rutkowska A, **Rutkowski S**, Jastrzębski D: Kinezyterapia oddechowa w nowotworach płuc. *Rehabilitacja w praktyce*, 2015, 3, 16-18.
F=0; MNiSW=6
9. Rutkowska A, **Rutkowski S**, Pawełczyk W, Szczegielniak J: Test Fullerton w ocenie sprawności chorych na POChP. *Fizjoterapia Polska* 4/2015, 90-97.
IF=0; MNiSW=10
10. **Rutkowski S**, Rutkowska A, Łuniewski J, Szczegielniak J: Analiza chodu chorych na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc. *Fizjoterapia Polska*, 4/2014, 24-33.
IF=0; MNiSW=6
11. Szczegielniak J, **Rutkowski S**, Wdowiak A, Bogacz K, Łuniewski J: Gait analysis In the 6-minute walk test in patients with COPD. *Rehabilitation Sciences: Nursing, Physiotherapy, Ergotherapy*, 1(8)2013, 28-33.
IF=0; MNiSW=0
12. **Rutkowski S**, Szczegielniak J: Rezonans stochastyczny w fizjoterapii. *Praktyczna Fizjoterapia & Rehabilitacja*, 42/2013, 26-29
IF=0; MNiSW=0
13. Szczegielniak J, Pawełczyk W, Łuniewski J, Wdowiak A, **Rutkowski S**, Krajczy M, Bogacz K: Ocena wydatku energetycznego w teście 6MWT i ISWT. *Fizjoterapia Polska*, 1/2013, 8-12.
IF=0; MNiSW=6

Obszar ten składa się z 13 prac o łącznej wartości **IF=9,771** oraz **MNiSW=384**.

Główne wnioski: Wyzwaniem kompleksowej opieki medycznej jest odpowiednie opanowanie objawów choroby poprzez wsparcie lekarskie, farmakologiczne, fizjoterapeutyczne i

psychologiczne celu poprawy funkcji oraz jakości życia chorych onkologicznie. Rehabilitacja oddechowa jest istotnym elementem postępowania w POChP. Kluczowe znaczenie w procesie rehabilitacji ma dobór odpowiednich ćwiczeń, które są ustalane podczas klasyfikacji chorych do odpowiedniego programu usprawniania.

4.3 Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR) I liczba punktów MNiSW zgodne z rokiem opublikowania

Zgodnie z analizą bibliometryczną dorobku naukowego sporządzoną przez jednostkę zatrudniającą (załącznik nr 4) mój sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych wynosi **IF=115,473** punktów (wszystkie uzyskane po doktoracie), natomiast liczba punktów **MNiSW=3502**.

4.4 Liczba cytowań publikacji oraz Indeks Hirscha

Według bazy Web of Science:

Liczba cytowań: **178**; liczba cytowań bez autocytowań: **133**; Indeks Hirscha: **10**

Według bazy Scopus

Liczba cytowań: **229**; liczba cytowań bez autocytowań: **161**; Indeks Hirscha: **11**

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

Szczegółowe informacje dotyczące projektów naukowych przedstawione zostały w Wykazie osiągnięć naukowych – Załącznik nr 3.

- Współpraca z naukowcami z Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu, Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczym, Częstochowa, San Camillo IRCCS, Wenecja (Włochy), Azienda ULSS 3 Serenissima, Physical Medicine and Rehabilitation Unit, Wenecja (Włochy) w ramach

projektu pt. Virtual Reality Therapy as a method supporting the rehabilitation process. Rezultatem tej współpracy są wspólne publikacje naukowe m.in. **Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews**, czy **Virtual reality in medicine: A brief overview and future research directions**.

- Współpraca z naukowcami z Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu, Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczym, Częstochowa, San Camillo IRCCS, Wenecja (Włochy) w ramach projektu pt. „VRTierOne. VR Tier One – gra VR wspierająca terapię i rehabilitację osób po udarach”. Rezultatem tej współpracy są wspólne prace naukowe, m.in. **Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis**, **What can virtual reality offer to stroke patients? A narrative review of the literature**.
- Współpraca z naukowcami z Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, San Camillo IRCCS, Wenecja (Włochy), Los Angeles Biomedical Research Institute at Harbor- UCLA Medical Center, (USA) w ramach projektu pt. „Investigating effect of virtual reality exercise in patients with COPD”. Rezultatem tej współpracy są wspólne prace naukowe, m.in. **Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial**, **Effect of Virtual Reality-Based Rehabilitation on Physical Fitness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease** czy **Immersive virtual reality influences physiologic responses to submaximal exercise: a randomized, crossover trial**.
- Współpraca z naukowcami z Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczym, Częstochowa, Matej Bel University, Banská Bystrica (Słowacja), Constantine the Philosopher University, Nitra (Słowacja), Technical University of Košice (Słowacja), Slovak Medical University in Bratislava (Słowacja) w ramach projektu pt. „Stress Levels and Mental Well-Being of Students during e-Learning in the COVID-19 Pandemic”. Rezultatem tej współpracy jest publikacja **Stress Levels and Mental Well-Being among Slovak Students during e-Learning in the COVID-19 Pandemic**.

- Współpraca z naukowcami z University Hospital Brno (Czechy), Matej Bel University, Banská Bystrica (Słowacja), University of Thessaly (Grecja), Medical University of Plovdiv (Bułgaria) w ramach projektu pt. “Evaluation of the intensity of telerehabilitation in Phase Two Cardiovascular Rehabilitation”. Rezultatem tej współpracy jest publikacja ***Is the Training Intensity in Phase Two Cardiovascular Rehabilitation Different in Telehealth versus Outpatient Rehabilitation?***
- Współpraca z naukowcami z Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczym, Częstochowa, IRCCS San Camillo Hospital, Wenecja (Włochy), University-General Hospital of Padova (Włochy), Azienda ULSS 3 Serenissima, Physical Medicine and Rehabilitation Unit, Wenecja (Włochy) w ramach projektu pt. Implementation of telerehabilitation in neurological patients. Rezultatem tej współpracy są wspólne prace naukowe, m.in. ***Cognitive telerehabilitation in neurological patients: systematic review and meta-analysis*** czy ***Feasibility, Acceptability and Limitations of Speech and Language Telerehabilitation during COVID-19 Lockdown***.
- Współpraca z naukowcami z University of Cadiz (Hiszpania) w ramach projektu pt. „Effects of music training in virtual reality on hand-eye coordination and reaction time”. Rezultatem tej współpracy jest publikacja ***Training Using a Commercial Immersive Virtual Reality System on Hand-Eye Coordination and Reaction Time in Young Musicians: A Pilot Study***.
- Współpraca z naukowcami z Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczym, Częstochowa, The Katholieke Universiteit Leuven (Belgia) w ramach projektu pt. „Physiological monitoring in patients with COPD”. Rezultatem tej współpracy jest publikacja ***Monitoring Physical Activity with a Wearable Sensor in Patients with COPD during In-Hospital Pulmonary Rehabilitation Program: A Pilot Study***.
- Współpraca z naukowcami z Azienda ULSS 3 Serenissima, Physical Medicine and Rehabilitation Unit, Wenecja (Włochy), IRCCS San Camillo Hospital, Wenecja (Włochy), University-General Hospital of Padova (Włochy), University of Birmingham (Wielka Brytania), Salford Care Organisation, Medical Physics Department-Clinical Engineering (Wielka Brytania) w ramach projektu pt. “Comparison of measurement

methods for functional assessment in stroke patients”. Rezultatem tej współpracy jest publikacja ***Does the score on the MRC strength scale reflect instrumented measures of maximal torque and muscle activity in post-stroke survivors?***

6. Informacje o nagrodach naukowych

6.1 Nagrody indywidualne

1. Nagroda Rektora Politechniki Opolskiej za indywidualną działalność naukową, otrzymana w 2018 roku.
2. Nagroda Rektora Politechniki Opolskiej za indywidualną działalność naukową, otrzymana w 2020 roku.
3. Nagroda Rektora Politechniki Opolskiej za indywidualną działalność naukową, otrzymana w 2021 roku.
4. Wyróżnienie Marszałka Województwa Opolskiego Professor Opoliensis za działania na rzecz rozwoju potencjału naukowo – badawczego Opolszczyzny, otrzymana w 2021 roku.

6.2 Wyróżnienia za prezentowania badania na konferencjach naukowych

1. Ocena wpływu immersyjnej wirtualnej rzeczywistości podczas testu wydolnościowego z wykorzystaniem cykloergometru. Szary P, Buchta K, Bedrunka D, Rutkowski S. Opolski Festiwal Fizjoterapii - Opole 2019 r.
2. Analiza aktywności fizycznej podczas treningu slackline. Czech O, Wrzeciono A, Rutkowski S. Opolski Festiwal Fizjoterapii - Opole 2019 r.
3. Wpływ aplikacji Kinesiotaping na bóle menstruacyjne. Tomaszczyk A, Zabłotni S, Rutkowski S, Rutkowska A. Opolski Festiwal Fizjoterapii - Opole 2019 r.
4. Modyfikacja testu Fullertona w kwalifikacji do rehabilitacji pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc. Wdowiak A, Rutkowski S, Bogacz K, Szczegieliak J. XV Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Fizjoterapii- Łódź 2011 r.
6. Wpływ ćwiczeń w wirtualnej rzeczywistości na kontrolę posturalną. Szary P, Rutkowski S. Opolski Festiwal Fizjoterapii- 2018 r.
7. Wpływ programu intensywnej rehabilitacji pulmonologicznej na wydolność fizyczną u chorych na niedrobnokomórkowego raka płuca. Rutkowski A, Jastrzębski D, Rutkowski S, Szczegieliak J - Opolski Festiwal Fizjoterapii- 2016 r.
8. Analiza chodu u pacjentów z zaburzeniami czynności płuc. Rutkowski S, Rutkowska A, Szczegieliak J. XX Międzynarodowy Dzień Osób Niepełnosprawnych- Zgorzelec 2014 r.
9. Prędkość, czas kroku i długość kroku podczas 6mwt u osób chorych na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc. Rutkowski S, Wdowiak A, Pawełczyk W, Łuniewski J, Szczegieliak J. VIII Międzynarodowa Konferencja Polskiego Towarzystwa Fizjoterapii- Pabianice 2012 r.

10. Pomiar wydatku energetycznego z wykorzystaniem urządzenia sensewear armband podczas 6-minutowego testu marszowego. Łuniewski J, Rutkowski S, Wdowiak A, Szczegielniak J. XVIII Międzynarodowy Dzień Osób Niepełnosprawnych- Zgorzelec 2012
11. Ocena wiedzy mieszkańców Opola na temat zawodu fizjoterapeuty. Rutkowski S, Wdowiak A, Osmańczyk K, Lenart K, Myślicki K. VIII Międzynarodowe Warsztaty Kół Naukowych Studentów i Młodych Pracowników Nauka- Głuchołazy 2010 r.

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

7.1 Wykaz kompetencji zawodowych mających znaczenie w dydaktyce

A. Podjęcia kształcenia na kierunku Osteopatia na Akademii Osteopatii (obecnie 3 rok)

Program edukacyjny Akademii oparty jest o standardy stosowane w największych szkołach osteopatycznych na świecie i obejmuje ponad 2 tys. godzin dydaktycznych realizowanych przez 44 seminaria w trakcie 4,5-letniego cyklu nauczania.

B. Ukończone kursy i szkolenia metodyczne:

1. High-Velocity Low-Amplitude (HVLA). Jory Powels. 40 godzin. Kraków, 01-02.2020
2. Letnia szkoła młodych naukowców. Tomasz Janus. Warszawa, 13.07.2018
3. Kręgosłup w sporcie. Łukasz Oleksy. Opole, 08.06.2018
4. Medycyna chińska w praktyce fizjoterapeuty – diagnostyka palpacyjna „punktów przednich mu” i „tylnych shu”. Michał Iwanicki. Opole, 08.06.2018
5. Powieź w ruchu. Łukasz Oleksy. Opole, 08.06.2018
6. Manipulacje w obrębie kończyny górnej. Ger Plaatsman. Opole, 08.06.2018
7. Manipulacje kręgosłupa. Ger Plaatsman. Opole, 08.06.2018
8. Strategie terapii powięzi. Sławomir Adamowicz. Opole, 08.06.2018
9. Holistyczne podejście do rehabilitacji sportowców. Bartosz Frydrych. Opole, 08.06.2018
10. Jak z sukcesem przygotować wniosek o grant? Agnieszka Budzyńska. Katowice, 17.11.2017.
11. Fizykalne metody stymulacji mikrokrążenia w medycynie sportowej, w leczeniu obrzęków limfatycznych i trudno gojących się ran. Robert Trybulski. Opole 10.06.2017
12. Holistyczne podejście do rehabilitacji sportowców, osteopatia, terapia manualna, fizykoterapia. Michał Kaczmarek. Opole 10.06.2017
13. Mikrokinetyterapia. Władysław Batkiewicz. 240 godzin. Poznań, Warszawa, 2016-2019

14. Podstawy diagnostyki w zespołach bólów kręgosłupa lędźwiowego w terapii manualnej. Piotr Paluch. Opole, 06.06.2015
15. Zastosowanie współczesnych metod diagnostyki i leczenia tkanek miękkich oraz metody Kinesiology Tapingu w pediatrii. Ireneusz Hałas. Opole 26-27.10.2014
16. Tensiotaping. Robert Faryj. 16 godzin. Opole 26-27.10.2014
17. Terapia skolioz metodą FED z wykorzystaniem systemu diagnostycznego Diers. Marek Wiecheć. Opole, 31.05.2014
18. Fizjoterapia zwierząt. Paulina Zielińska. Opole, 31.05.2014
19. PDM – manipulacje powięziowe. Tomasz Teszner. Opole, 31.05.2014
20. Szkolenie świadomościowe o niepełnosprawności dla kadry uczelni wyższych. Anna Rdest. Opole, 21.11.2014
21. NDT Bobath dla dorosłych. Marc Michielsen, Peter Popelier. 110 godzin. Warszawa, 2013-2014
22. Trening stabilizacyjny. Vilma Dudoniene. Opole, 15.06.2013
23. Podstawy terapii punktów spustowych. Jacek Łuniewski. Opole, 15.06.2013
24. Terapia stawu skroniowo-żuchowowego. Łukasz Wesołowski. Opole, 15.06.2013
25. Technika Neurostrukturalnej Integracji. Bartłomiej Kożuch. Opole, 19.10.2013
26. Równowaga- biomechaniczne spojrzenie na podstawę funkcjonowania człowieka. Andrzej Hupik. Głuchołazy, 31.05-02.06.2012
27. Magnetostymulacja, ledoterapia, magnetoterapia- najnowsze procedury fizykoterapii. Irena Osicka. Głuchołazy, 31.05-02.06.2012
28. Terapia z wykorzystaniem oporu elastycznego. Michał Dylewski. Głuchołazy, 31.05-02.06.2012
29. Manualna Medycyna Mięśniowo – Szkieletowa według Praskiej Szkoły Medycyny Manualnej koncepcji K. Lewita. Andrzej Sadowski. 220 godzin. Warszawa, 2011-2012
30. Wykorzystanie izokinytyki jako obiektywnego narzędzia w celu oceny treningu dynamicznego mięśni. Technomex. Głuchołazy, 19.05.2011
31. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF). Aleksander Lizak. 100 godzin. Kraków, 10-12.2010
32. Terapia Kluczowych/Korespondencyjnych Stref Odruchowych wg. Dr Marnitz'a. Helmut Hirschmann 36 godziny. Zabrze, 25-28.02.2010
33. Diagnostyka funkcjonalna w terapii manualnej. Tomasz Wolny. Głuchołazy, 21-22.05.2010

7.2 Opieka nad Studenckimi Kołami Naukowymi

Od 2018 roku pełnienie funkcji opiekuna Studenckiego Koła Naukowego Błąd Kartezjusza. Duża aktywność naukowa SKN pomogła trzem absolwentom kierunku Fizjoterapia, na kontynuację studiów III stopnia, wszyscy w Szkole Doktorskiej w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

7.3 Prowadzenie zajęć w języku angielskim

Od 2012 roku prowadzę zajęcia dla studentów z zagranicy w ramach programu Erasmus+ na Wydziale Wychowania Fizycznego i Fizjoterapii, Politechniki Opolskiej. W ramach dotychczasowego katalogu przedmiotów oferowałem następujące kursy dla grupy ponad 100 przyjeżdżających studentów: *Adaptive Physical Activity, Disabled sports, Kinesiotaping, Clinical physiotherapy in neurology, Prosthetics and Orthotics, Diagnostics and planning rehabilitation in neurology and neurosurgery, Diagnostics and planning rehabilitation in orthopaedics,*

7.4 Promotorstwo prac magisterskich i licencjackich

Jestem opiekunem naukowym prac licencjackich oraz magisterskich od roku akademickiego 2018/2019. W roku 2018/2019 pod moim kierunkiem przygotowano i obroniono 4 prace licencjackie, natomiast w roku 2019/2020 pod moim kierunkiem przygotowano i obroniono 9 prac magisterskich. Z racji urlopu naukowego w roku akademickim 2020/2021 nie pełniłem roli promotora.

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

Jestem **promotorem pomocniczym** w przewodzie doktorskim Pana mgr. Patryka Szary, doktoranta Szkoły Doktorskiej w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Temat przygotowanej rozprawy doktorskiej: Rola lęku i zaburzeń nastroju na przebieg i końcowe efekty rehabilitacji po przebytych COVID-19; promotor dr hab. Joanna Szczepańska-Gieracha. *Rozprawa na stopień doktora nauk kultury fizycznej.*

Innym istotnym osiągnięciem jest cytowanie publikacji pt. *Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews*, jako tzw. Policy Citations. Rząd Stanu Wiktorii w Australii powołał komisję (Royal Commission into Victoria's Mental Health System) do stworzenia raportu oraz wytycznych na temat zdrowia psychicznego mieszkańców. Raport składa się z 5 części, jeden rozdział dotyczy transformacji systemu opieki i innowacji. Z wielu

tysięcy publikacji na temat VR w obszarze Mental Health komisja wskazała dwie pozycje, wśród nich wskazaną publikacje.

.....

(podpis wnioskodawcy)