

Jacek Polechoński

Autoreferat

przedstawiający opis kariery zawodowej, dorobku i osiągnięć naukowych oraz przebieg pracy dydaktycznej i organizacyjnej

Katowice, 2024

Spis treści

1. Imię i nazwisko:	4
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe, uprawnienia zawodowe i dodatkowe kwalifikacje ..	4
2.1. Dyplomy i stopnie naukowe	4
2.2. Aktualne uprawnienia zawodowe	4
2.3. Dodatkowe kwalifikacje	4
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	5
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.)	6
4.1. Główne osiągnięcie naukowe	6
4.1.1. Wykaz publikacji wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego habilitanta oraz określenie indywidualnego wkładu w jego powstanie	6
4.1.2. Wstęp i uzasadnienie podjęcia tematu badawczego	7
4.1.3. Wyjaśnienie niektórych pojęć używanych w opisie badań	8
4.1.4. Cele i wyniki prac stanowiących główne osiągnięcie naukowe	9
4.1.5. Wnioski końcowe, implikacje praktyczne oraz perspektywa rozwoju tematu badawczego	30
4.2. Omówienie pozostałych publikacji nie wchodzących w skład głównego osiągnięcia wymienionego w rozdziale 4.1.	34
4.3. Bibliografia	59
4.4. Analiza bibliometryczna	66
4.5. Udzielone patenty	66
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	67
5.1. Aktywność naukowa w innych uczelniach i instytucjach oraz odbyte staże naukowe ..	67
5.2. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach tematycznych	69
5.3. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych	69
5.4. Informacja o udziale w zespołach badawczych	69
5.5. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach	70
5.6. Członkostwo w komitetach redakcyjnych	70

5.7. Informacja o recenzowanych pracach naukowych, w szczególności publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych	71
5.8. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich	71
5.9. Nagrody za działalność naukową	71
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę	71
6.1. Opracowanie programów i form zajęć dydaktycznych	71
6.2. Opieka naukowa nad studentami	72
6.3. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego	72
6.4. Działalność organizacyjna i osiągnięcia organizacyjne	73
6.5. Nagrody i podziękowania za działalność dydaktyczną i organizacyjną.....	74
6.6. Działalność i osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	74
7. Informacja o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym	75
7.1. Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców	75
7.2. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	76
7.3. Pełnienie funkcji społecznych	76
8. Osiągnięcia sportowe	76
9. Podnoszenie kwalifikacji zawodowych, kursy i szkolenia	76
10. Objasnienie niektórych skrótów i oznaczeń.....	79

1. Imię i nazwisko:

Jacek Polechoński

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe, uprawnienia zawodowe i dodatkowe kwalifikacje

2.1. Dyplomy i stopnie naukowe

- 2005 – Dyplom doktora nauk o kulturze fizycznej nadany uchwałą Rady Wydziału Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach z dn. 15 marca 2005 r. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Wpływ hałasu na stabilność postawy ciała*. Promotor: prof. dr hab. Janusz Błaszczyk. Recenzenci: prof. dr hab. Wiesław Osiński, dr hab., Zbigniew Waśkiewicz, prof. AWF.
- 2020 – Certyfikat tutora Szkoły Tutorów Akademickich Collegium Wratislaviense;
- 2005 – Zaświadczenie ukończenia Podyplomowego Studium Dydaktyki Szkoły Wyższej;
- 2003 – Świadectwo ukończenia kursu kwalifikacyjnego Organizacja i Zarządzanie Oświatą;
- 2000 – Dyplom ukończenia jednolitych studiów magisterskich na kierunku fizjoterapia, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach;
- 2000 – Dyplom ukończenia Studium Zarządzania w Rehabilitacji;
- 1997 – Dyplom ukończenia jednolitych studiów magisterskich na kierunku wychowanie fizyczne, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach;
- 1997 – Dyplom ukończenia Studium Korekcji Wad Postawy;
- 1997 – Dyplom ukończenia Studium Masażu Sportowego.

2.2. Aktualne uprawnienia zawodowe

- 2018 – Uchwała nr 148/555/I KRF Krajowej Rady Fizjoterapeutów z dnia 1 marca 2018 r. prawo wykonywania zawodu fizjoterapeuty o numerze 15275;
- 2004 – Akt nadania stopnia awansu zawodowego nauczyciela dyplomowanego.

2.3. Dodatkowe kwalifikacje

Ukończone kursy instruktorskie i trenerskie:

- 2015 – Instruktor StrongFirst Kettlebell;
- 2014 – Instruktor giriewej sport;
- 2013 – Instruktor kettlebell;
- 2013 – Trener tchoukball – FITB Federation
- 2009 – Instruktor narciarstwa zjazdowego;
- 1997 – Instruktor turystyki i rekreacji w zakresie siłowych form aktywności ruchowej;
- 1997 – Instruktor pływania;
- 1997 – Instruktor gimnastyki;
- 1997 – Instruktor piłki nożnej.

Ukończone kursy sędziowskie:

- 2017 – Kurs Sędziego Kettlebell, organizator: Polskie Stowarzyszenie Kettlebell i Fitness, Polska Federacja Sportów Odważnikowych;

- 2015 – Kurs Sędziego Kettlebell w Systemie BOLT, organizator: International Kettlebell Lifting Federation.

Inne:

- Ratownik wodny, patent żeglarza jachtowego.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Zatrudnienie w jednostkach naukowych (umowa o pracę):

- 2016-nadal – Zakład Aktywności Fizycznej i Profilaktyki Zdrowia, Katedra Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej i Turystyki, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (AWF Katowice) – adiunkt;
- 2015-2016 – Zakład Rekreacji i Treningu Zdrowotnego, Katedra Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej, AWF Katowice – adiunkt;
- 2009-2015 – Zakład Metodyki Wychowania Fizycznego, Katedra Teorii i Metodyki Wychowania Fizycznego, AWF Katowice – adiunkt;
- 2012-2014 – Katedra Fizjoterapii, Wydział Społeczno-Medyczny, Wyższa Szkoła Planowania Strategicznego w Dąbrowie Górniczej – asystent;
- 2008-2012 – Katedra Fizjoterapii, Wydział Społeczno-Medyczny, Wyższa Szkoła Planowania Strategicznego w Dąbrowie Górniczej – wykładowca;
- 2004-2009 – Zakład Metodyki Wychowania Fizycznego, Katedra Teorii i Metodyki Wychowania Fizycznego, AWF Katowice – asystent;
- 2000-2004 – Zakład Korektywy i Wychowania Fizycznego Specjalnego, Katedra Teorii i Metodyki Wychowania Fizycznego, AWF Katowice – asystent.

Zatrudnienie w jednostkach naukowych (umowa o dzieło dydaktyczne):

- 2007-2010 – Śląska Wyższa Szkoła Informatyczno-Medyczna w Chorzowie, Wydział Przyrodniczy;
- 2007-2009 – Uniwersytet Śląski, Wydział Pedagogiki i Psychologii, Instytut Pedagogiki.

Pełnione funkcje w jednostkach naukowych:

- 2018 – nadal – Kierownik Praktyk na Kierunku Trener Osobisty z Dietetyką Sportową, AWF Katowice;
- 2017 – nadal – Kierownik Pracowni Badań Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej, AWF Katowice;
- 2016 – nadal – Kierownik Praktyk na Kierunku Aktywność Fizyczna i Żywnienie w Zdrowiu Publicznym, AWF Katowice.

Inne miejsca dotychczasowego zatrudnienia

- Młodzieżowy Dom Kultury im. dr H. Jordana w Siemianowicach Śl. (MDK Siemianowice Śl.) – dyrektor, instruktor: ćwiczeń siłowych, treningu funkcjonalnego, crosstreningu, tenisa stołowego
- Szkoła Podstawowa nr 6 w Siemianowicach Śląskich – nauczyciel wychowania fizycznego, nauczyciel gimnastyki korekcyjnej;
- Przedszkole nr 27 w Chorzowie – nauczyciel gimnastyki korekcyjnej.

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. Główne osiągnięcie naukowe

Jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą złożonego wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, wskazuję jednotematyczny cykl 9 artykułów opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej pt. *Identyfikacja i analiza czynników wykazujących związek z intensywnością i atrakcyjnością różnych form aktywności fizycznej w wirtualnej rzeczywistości.*

4.1.1. Wykaz publikacji wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego habilitanta oraz określenie indywidualnego wkładu w jego powstanie

1. **Polechoński, J.**, Dębska, M., i Dębski, P. G. (2019). Exergaming can be a health-related aerobic physical activity. *BioMed Research International*, 2019, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2019/1890527> [IF=2.276; MNiSW=70]
2. Dębska, M., **Polechoński, J.**, Mynarski, A., i Polechoński, P. (2019). Enjoyment and intensity of physical activity in immersive virtual reality performed on innovative training devices in compliance with recommendations for health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193673> [IF=2.849; MNiSW=140]
3. **Polechoński, J.**, Nierwińska, K., Kalita, B., i Wodarski, P. (2020). Can Physical Activity in Immersive Virtual Reality Be Attractive and Have Sufficient Intensity to Meet Health Recommendations for Obese Children? A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8051. [IF=3.390; MNiSW=140]
4. **Polechoński, J.**, Zwierzchowska, A., Makiola, Ł., Groffik, D., i Kostorz, K. (2022). Handheld Weights as an Effective and Comfortable Way To Increase Exercise Intensity of Physical Activity in Virtual Reality: Empirical Study. *JMIR Serious Games*, 10(4), e39932. <https://doi.org/10.2196/39932> [IF=4.000; MNiSW=100]
5. **Polechoński, J.**, Kostorz, K., i Polechoński, P. (2023). Using Ankle Weights as an Effective Way to Increase the Intensity of Physical Activity While Playing Immersive Virtual Reality Games on an Omnidirectional Treadmill. *Applied Sciences*, 13(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/app132011536> [IF=2.500; MNiSW=100]
6. **Polechoński, J.**, Langer, A., Akbaş, A., i Zwierzchowska, A. (2024). Application of immersive virtual reality in the training of wheelchair boxers: Evaluation of exercise intensity and users experience additional load- a pilot exploratory study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00878-6> [IF=2.100; MNiSW=100]
7. **Polechoński, J.**, Szczechowicz, B., Ryśnik, J., i Tomik, R. (2024). Recreational cycling provides greater satisfaction and flow in an immersive virtual environment than in real life. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00818-4> [IF=2.100; MNiSW=100]

8. **Polechoński, J., Przepiórzyński, A., Polechoński, P., i Tomik, R.** (2024). Effect of Elastic Resistance on Exercise Intensity and User Satisfaction While Playing the Active Video Game BoxVR in Immersive Virtual Reality: Empirical Study. *JMIR Serious Games*, 12, e58411. <https://doi.org/10.2196/58411> [IF=3.800; MNiSW=100]
9. **Polechoński, J.** (2024). Assessment of the intensity and attractiveness of physical exercise while playing table tennis in an immersive virtual environment depending on the game mode. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00945-y> [IF=2.100; MNiSW=100]

Bibliometryczne podsumowanie ww. cyklu artykułów: [IF=25.115; MNiSW=950]. Pełne teksty ww. artykułów zawiera w [zał. 7](#)

We wszystkich wymienionych artykułach naukowych mój udział był wiodący na każdym etapie ich przygotowania. Opracowałem koncepcję i metodologię badań, przygotowałem karty badań, tworzyłem bazy danych, przeprowadzałem badania, wykonywałem analizę formalną i statystyczną. Ponadto przygotowywałem robocze i oryginalne wersje manuskryptów, zajmowałem się wizualizacją i opracowaniem elementów graficznych, a także formułowaniem wniosków i redakcją całości tekstów. Odpowiadałem także na uwagi recenzentów oraz administrowałem projektami badawczymi i nadzorowałem ich prawidłowy przebieg. W pracach 2,3,4,5,6,7,8,9 pełniłem funkcję autora korespondencyjnego. Szczegółowy opis udziału własnego oraz indywidualnego wkładu każdego współautora w przygotowaniu ww. prac przedstawiono w [zał. 6](#)

4.1.2. Wstęp i uzasadnienie podjęcia tematu badawczego

Niedobór aktywności fizycznej (AF) jest uznawany za jeden z głównych powodów występowania chorób cywilizacyjnych ^[1]. Wśród istotnych czynników sprzyjających zachowaniom sedentarnym wymienia się korzystanie z mediów ekranowych (telewizja, komputery, tablety, telefony komórkowe) ^[2-4]. W ostatnich latach szczególnie popularne stały się gry komputerowe ^[5], które dzięki postępującym innowacjom technologicznym (realistyczna grafika, lepsza jakość dźwięków, zwiększona interakcja) stają się coraz bardziej atrakcyjne i fascynujące dla użytkowników. W związku z tym należy się spodziewać, że popularność tej rozrywki wzrośnie i będzie ona wypierała inne formy spędzania czasu wolnego, również te związane z AF, co z punktu widzenia zdrowia społecznego trzeba traktować jako poważne zagrożenie. Dlatego należy pilnie poszukiwać skutecznych sposobów, aby zminimalizować negatywne skutki korzystania z gier komputerowych. Paradoksalnie można w tym celu wykorzystać nowoczesną technologię umożliwiającą łączenie cyfrowej rozrywki z AF, czyli „zwalczać ogień ogniem” ^[6]. Jednym z rozwiązań mogą okazać się nowopowstałe formy ćwiczeń, takie jak: aktywne gry wideo (ang. active video games – AVGs) lub interaktywne programy treningowe, które można uprawiać w wirtualnej rzeczywistości (ang. virtual reality – VR). Mimo, iż technologia ta istnieje od pewnego czasu, jest ona jeszcze stosunkowo mało znana specjalistom z zakresu kultury fizycznej i wymaga głębszej, wieloaspektowej, a ze względu na dynamiczny jej rozwój, permanentnej eksploracji badawczej, w celu oceny korzyści i zagrożeń związanych z AF w VR oraz wytyczania jej dalszych kierunków rozwoju.

Biorąc pod uwagę tę lukę poznawczą oraz dostrzegając duży potencjał VR, podjąłem badania związane z wieloaspektową oceną AF w środowisku wirtualnym (dwa projekty,

którymi kierowałem na przestrzeni ostatnich kilku lat – statutowy¹ i dofinansowany przez NCBiR²). Moje zainteresowania koncentrowały się między innymi na ocenie możliwości kształtowania i diagnozowania zdolności motorycznych oraz nauczania umiejętności ruchowych w VR oraz analizie parametrów wybranych wzorców ruchowych w wirtualnym świecie. Zajmowałem się również oceną możliwości wykorzystania VR w turystyce oraz prowadziłem badania ankietowe dotyczące opinii i odczuć użytkowników nt. potencjału zastosowania tej technologii w AF. Jednak jako główne osiągnięcie naukowe wybrałem cykl dziewięciu spójnych publikacji, które opisują badania mające na celu identyfikację i analizę czynników wykazujących związek z intensywnością i atrakcyjnością AF w VR. Podjęcie tych badań było motywowane faktem, iż zarówno odpowiednia intensywność ćwiczeń w VR, jak i zadowolenie osób ćwiczących są niezbędne do tego, aby można było traktować tę nowoczesną formę rozrywki jako korzystną alternatywę dla typowych gier wideo i rekomendować jej uprawianie jako prozdrowotną AF. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że zgodnie z wytycznymi Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) ^[7], za korzystne dla zdrowia uważa się takie wysiłki fizyczne, które charakteryzują się co najmniej umiarkowaną intensywnością. Oczywiście osiągnięcie benefitów zdrowotnych jest możliwe, jedynie pod warunkiem systematycznego podejmowania takiej AF. Z tego powodu niezwykle istotne jest to, czy ćwiczenia w VR są atrakcyjne dla użytkowników i dają im satysfakcję, gdyż trwałość i systematyczność zachowań człowieka zależy od jego pozytywnych doświadczeń. To jak ludzie czują się podczas ćwiczeń, warunkuje ich przyszłe zaangażowanie treningowe ^[8], a przyjemność z AF jest uznawana za ważny predyktor przestrzegania zaleceń dotyczących ćwiczeń ^[9]. Ze względu na to wysoki poziom zadowolenia może w dłuższej perspektywie sprzyjać systematycznym treningom. W związku z powyższym w moich poszukiwaniach badawczych chciałem znaleźć odpowiedzi m.in. na pytania: jaka jest intensywność różnych form wysiłku fizycznego w VR i czy jest ona wystarczająca do uzyskania korzyści zdrowotnych, czy istnieją proste i skuteczne sposoby na zwiększenie obciążenia wysiłkowego podczas wirtualnej rozrywki, jakie czynniki wpływają na poziom intensywności ćwiczeń w wirtualnym świecie, jak w świetle pomiarów obiektywnych użytkownicy postrzegają zmęczenie podczas AVGs i wirtualnych treningów oraz czy tego typu ćwiczenia sprawiają im satysfakcję i co może warunkować ich zadowolenie. Interesujące dla mnie były również inne odczucia osób w różnym wieku i z różnych grup społecznych po doświadczeniu wysiłku fizycznego w VR np. opinie odnośnie użyteczności takiej formy AF.

4.1.3. Wyjaśnienie niektórych pojęć używanych w opisie badań

Wykorzystanie w badaniach wirtualnej rzeczywistości (VR) wymaga precyzyjnego określenia tego pojęcia, gdyż w literaturze terminologia ta nie zawsze jest właściwie definiowana ^[10]. W zależności od stopnia w jakim użytkownik jest odizolowany od realnego otoczenia podczas interakcji ze środowiskiem wirtualnym można rozróżnić rzeczywistość wirtualną nieimmersyjną (ang. non-immersive virtual reality – nIVR) lub immersyjną (ang. immersive virtual reality – IVR) ^[11]. W tej pierwszej, cyfrowe środowisko wirtualne stworzone z wykorzystaniem technologii informatycznej jest zazwyczaj wyświetlane na standardowym

¹ Intensywność wysiłków fizycznych podczas korzystania z multimedialnych aplikacji sterowanych ruchami ciała w wirtualnej rzeczywistości w świetle prozdrowotnych zaleceń

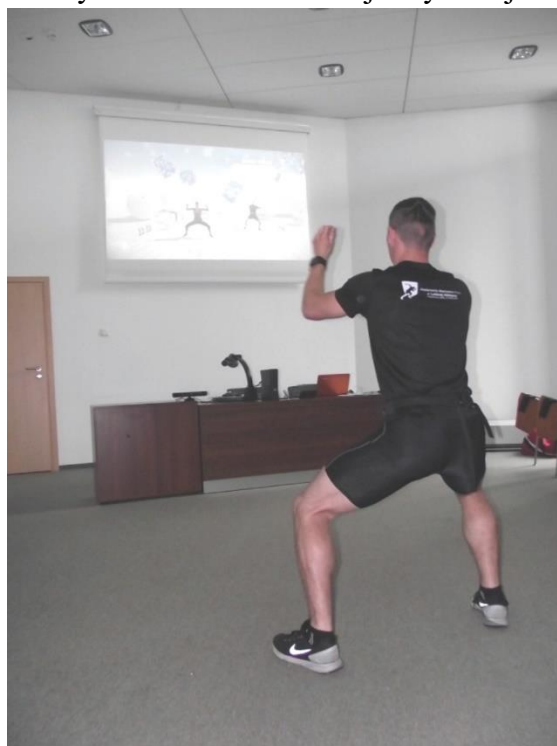
² Opracowanie metod badania oraz kształtowania zdolności koordynacyjnych wraz z dedykowanym zestawem metod treningowych w boksie w oparciu o wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości

monitorze komputera, a interakcja ogranicza się do użycia urządzenia wskazującego. W drugiej natomiast, użytkownik jest otoczony trójwymiarową prezentacją generowaną komputerowo i może używać własnego ciała do interakcji sensoryczno-motorycznej ze środowiskiem wirtualnym [10]. W takiej sytuacji człowiek odcięty jest od bodźców wzrokowych realnego świata, odbiera natomiast cyfrowo wytworzone obrazy i dźwięki, a nawet doznania dotykowe. Prezentacja IVR jest możliwa dzięki zastosowaniu wyświetlaczy montowanych na głowie (ang. head-mounted displays – HMDs) lub systemów wielkości pokoju, określanymi jako Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) [12]. Różnice między IVR i nIVR wiążą się więc przede wszystkim z poziomem immersji. Druga istotna różnica polega na wykorzystaniu ciała użytkownika, które w IVR staje się głównym interfejsem interakcji ze światem wirtualnym [13]. W IVR użytkownik może wchodzić w interakcję z wirtualnym środowiskiem nie tylko za pomocą joypada lub klawiatury, ale także za pomocą obracania głowy, ruchów gałek ocznych czy specjalnie zaprojektowanych kontrolerów, które reagują na pozycję i ruchy ciała gracza w określonej przestrzeni. Te cechy sprzyjają większemu zaangażowaniu użytkownika, potęgują jego emocje, przy jednoczesnym wyeliminowaniu elementów rozpraszających uwagę pochodzących ze świata zewnętrznego [13,14]. W literaturze wyróżnia się jeszcze dwa rodzaje VR: rozszerzoną (ang. augmented reality – AR) oraz mieszaną (ang. mixed reality – MR) [15]. Pierwsza jest połączeniem świata rzeczywistego z generowanym komputerowo. Zazwyczaj wykorzystuje się w tym celu obraz z kamery, na który nałożona jest grafika komputerowa. W MR dodatkowo dochodzi do interakcji między obiektami rzeczywistymi i wirtualnymi. Zarówno AR i MR nie były jednak wykorzystywane w badaniach opisywanych w cyklu publikacji.

4.1.4. Cele i wyniki prac stanowiących główne osiągnięcie naukowe

Celem pierwszej pracy pod tytułem *Exergaming can be a health-related aerobic physical activity* była ocena poziomu intensywności AF typu aerobowego wybranych jednostek treningowych o umiarkowanym i wysokim stopniu trudności, stanowiących składową interaktywnego programu „Your Shape Fitness Evolved 2012” (YSFE) na konsolę Xbox 360 Kinect. Oceny dokonywano w kontekście możliwości uzyskiwania korzyści zdrowotnych z tego typu formy wysiłku fizycznego w nIVR. Oceniano zarówno poziom intensywności AF w trakcie ćwiczeń, jak i czas spędzony w różnych strefach intensywności podczas piętnastominutowych sesji treningowych. W badaniach uczestniczyło 30 studentów AWF. Aplikację YSFE wybrano do badań, gdyż wyróżniała się ona pozytywnie na tle istniejących interaktywnych programów treningowych, współpracujących z popularną konsolą Xbox Kinect. Oferowała ona użytkownikowi pokaźny i zróżnicowany zestaw ćwiczeń i aktywności. Jej walorem był także system o nazwie Player Projection, który był w stanie dokładnie odwzorować ruchy ramion i nóg użytkownika na ekranie oraz śledzić i ocenić jakość wykonywanych ćwiczeń i na bieżąco informować o ewentualnych błędach. Dzięki temu wirtualny trening przypominał zajęcia z prawdziwym instruktorem. Zadaniem osób badanych było naśladowanie ruchów wirtualnego trenera wykonującego ćwiczenia kształtujące (ryc. 1). Intensywność wysiłku fizycznego podczas ćwiczeń określano na podstawie średniej wartości procentowej tętna maksymalnego ($\%HR_{max}$) i rezerwy tętna (HRR) uczestników badań. Poziom intensywności szacowano na podstawie klasyfikacji AF proponowanej przez American Heart Association (AHA) [16]. Wartości HR_{max} obliczono ze wzoru Tanaki [17], natomiast wartości

HRR szacowano przy użyciu wzoru Karvonena [18]. Uzyskane w ten sposób dane odniesiono do kryterium intensywności prozdrowotnych rekomendacji AF American College of Sports Medicine (ACSM) oraz World Health Organization (WHO), za którymi przyjęto, że korzystne dla zdrowia są wysiłki o intensywności umiarkowanej i wysokiej [19,20].

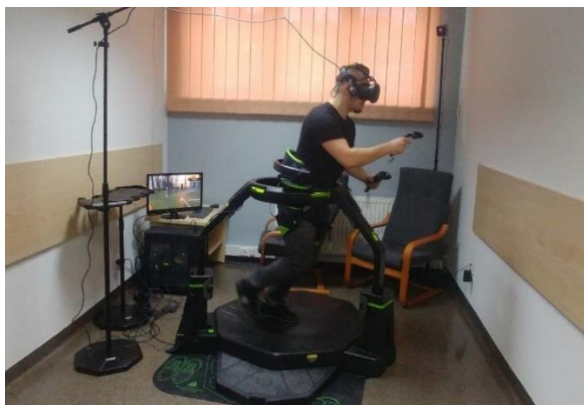


Ryc. 1. Uczestnik badań podczas treningu z wykorzystaniem aplikacji „YSFE”

Z przeprowadzonych badań wynika, że w przypadku łatwiejszego treningu uczestnicy osiągnęli średnio $69,6 \pm 8,7\%$ HR_{max} i $57,0 \pm 11,9\%$ HRR (intensywność umiarkowana), natomiast wykonując ćwiczenia trudniejsze uzyskiwali $78,9 \pm 8,1\%$ HR_{max} i $70,2 \pm 11,3\%$ HRR (intensywność wysoka). Różnice wyników odnotowanych podczas obu treningów wyniosły $9,3\%$ HR_{max} oraz $13,2\%$ HRR i były istotne statystycznie ($p < 0,001$). Można więc stwierdzić, że trening w nIVR z wykorzystaniem programu YSFE charakteryzuje się poziomem intensywności rekomendowanym przez WHO i ACSM dla uzyskania korzyści zdrowotnych. Ponadto wybrany stopień trudności ćwiczeń istotnie warunkuje obciążenie wysiłkowe. Wyniki badań innych autorów weryfikujących intensywność wysiłków fizycznych podczas podobnych programów treningowych w nIVR są zróżnicowane. Jedni wskazują na niski jej poziom [21–23], inni na umiarkowany lub wysoki [24,25]. Różnice te wynikają zapewne z tego, że ww. autorzy prowadzili swoje badania z wykorzystaniem różnych konsoli i odmiennych aplikacji. Ze względu na stwierdzone rozbieżności warto podejmować dalsze poszukiwania badawcze zmierzające w kierunku wytypowania urządzeń i oprogramowania, które gwarantują uprawianie AF o korzystnej dla zdrowia intensywności. Pomogłoby to niewątpliwie w identyfikacji czynników wpływających na obciążenie wysiłkowe podczas ćwiczeń w IVR, byłoby również wskazówką dla użytkowników, jakie rozwiązania powinni wybierać w kontekście ich prozdrowotnego oddziaływania oraz informacją dla producentów, czym powinni się kierować tworząc nowe AVGs i programy do treningu w nIVR. W chwili realizacji badań dostępne na rynku i popularne były różne konsole umożliwiające aktywną rozrywkę w nIVR.

Mniej więcej w tym samym czasie pojawiły się również w sprzedaży konsumenckie zestawy do projekcji IVR, które jak się później okazało zaczęły stosunkowo szybko wypierać sprzęt pozwalający na uprawianie ćwiczeń w nIVR. Biorąc pod uwagę ten trend, dalsze badania własne realizowano głównie w oparciu o niezwykle dynamicznie rozwijającą się technologię IVR.

Kolejna praca zatytułowana *Enjoyment and intensity of physical activity in immersive virtual reality performed on innovative training devices in compliance with recommendations for health* dotyczy oceny satysfakcji z wysiłku fizycznego i jego intensywności podczas uprawiania AF w IVR z wykorzystaniem innowacyjnych urządzeń treningowych (wielokierunkowa bieżnia „Omni”, ryc. 2 oraz symulator lotu „Icaros Pro”, ryc. 3). W opracowaniu zawarto także wyniki badań nad przydatnością takiej formy AF w oparciu o subiektywne odczucia użytkowników. W sumie w badaniach wzięło udział 61 osób dorosłych. Z tym, że w pomiarach z wykorzystaniem wielokierunkowej bieżni uczestniczyło 36 osób dorosłych, w tym 6 kobiet (wiek $28,3 \pm 11,6$) i 30 mężczyzn (wiek $25,6 \pm 8,2$). Symulator lotu był testowany przez 25 osób – 4 kobiety (wiek $32,0 \pm 13,0$) i 21 mężczyzn (wiek $24,7 \pm 8,6$). Spośród wszystkich badanych 11 młodych mężczyzn (wiek $19,7 \pm 2,5$) ukończyło sesje treningowe na obydwóch trenażerach. Procedura badawcza polegała na odbyciu 10-minutowej sesji aktywnej gry wideo na co najmniej jednym z dwóch testowanych urządzeń. Gra z wykorzystaniem bieżni Omni polegała na pokonywaniu toru przeszkód i strzelaniu do wskazanych celów w jak najkrótszym czasie. Konieczność pokonania wyznaczonej trasy wymuszała u gracza wykonywanie ruchów lokomocyjnych (chodu, biegu). Projekcja obrazu VR i sterowanie ruchami kończyn górnych w trakcie poruszania się po bieżni odbywały się dzięki współpracującemu z platformą Omni zestawowi gogli i kontrolerów HTC VIVE. Celem gry na symulatorze lotu Icaros Pro było sterowanie statkiem latającym poprzez balansowanie ciałem w pozycji podporu na przedramionach i podudziach. W tym przypadku do projekcji obrazu VR wykorzystano gogle Samsung Gear. Przyjemność oceniano z wykorzystaniem podskali Zainteresowania/ Przyjemność z Inwentarza Motywacji Wewnętrznej [26]. Narzędzie to stosowano również w innych badaniach dotyczących ćwiczeń w VR [27–29]. Uczestnicy badań dokonywali oceny w siedmiostopniowej skali Likerta, a uzyskane wyniki zostały uśrednione. Subiektywną ocenę przydatności AF w VR na testowanych trenażerach weryfikowano za pomocą własnego kwestionariusza ankiety zawierającego 5 pytań, na które badani odpowiadali „tak” lub „nie”. Intensywność wysiłku fizycznego określano na podstawie wartości $\%HR_{max}$. Obciążenie wysiłkowe szacowano na podstawie klasyfikacji intensywności AF proponowanej przez American College of Sports Medicine – ACSM [30]. Zgodnie z którą, średnie HR (HR_{avg}) $< 64\% HR_{max}$ oznacza niską intensywność, $64\% HR_{max} \leq HR_{avg} < 77\% HR_{max}$ – umiarkowaną, natomiast $HR_{avg} \geq 77\% HR_{max}$ – wysoką. Uzyskane w ten sposób dane odniesiono do kryteriów rekomendacji prozdrowotnych w zakresie intensywności wysiłku fizycznego o charakterze aerobowym [19,20]. Oszacowano również całkowity czas utrzymywania się HR w trakcie wysiłku na testowanych trenażerach, w trzech strefach intensywności: niskiej, umiarkowanej i wysokiej.



Ryc. 2. Wielokierunkowa bieżnia „Omni” umożliwiającą ruchy lokomocyjne w IVR



Ryc. 3.– Symulator lotu w IVR „Icaros Pro”

W grupie osób odbywających sesję AF w IVR na bieżni Omni średni poziom przyjemności w trakcie wysiłku fizycznego wynosił $5,74 \pm 0,86$ pkt, natomiast u testujących symulator lotu Icaros $5,60 \pm 0,88$ pkt., co można uznać za stosunkowo wysoką ocenę. Porównanie wyników badanych, którzy ukończyli sesje treningowe na obydwóch trenażerach wykazało istotne zróżnicowanie ($p < 0,01$) na korzyść AF na bieżni ($6,13 \pm 0,9$ pkt) w porównaniu z symulatorem lotu ($5,18 \pm 0,7$ pkt). Wysoką ocenę AF w IVR na trenażerach podkreślają również deklaracje badanych w wypełnionej przez nich ankiecie, z których wynika, że posiadając takie trenażery chętnie by na nich trenowali oraz rekomendowaliby taką formę AF swoim znajomym. Zdecydowana większość użytkowników była również zdania, że AF na wielokierunkowej bieżni Omni oraz symulatorze lotu Icaros jest wystarczająca, aby zaspokajać potrzeby związane z wolnoczasową AF człowieka, a spora część twierdziła nawet, że mogą one zastąpić niektóre klasyczne formy ruchu. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że średnia wartość $\%HR_{max}$ w przypadku osób grających na bieżni kształtowała się na poziomie $76,8\% HR_{max}$ (granica intensywności umiarkowanej i wysokiej) i była istotnie większa ($p < 0,01$) niż u testujących urządzenie Icaros Pro – $62,5\% HR_{max}$ (intensywność niska). W czasie treningu z wykorzystaniem trenażera Omni dominował wysiłek o wysokiej intensywności, podczas gdy ćwiczenia na Icarosie wiązały się głównie z niską i umiarkowaną intensywnością AF. Zaobserwowane różnice wynikają zapewne z innego charakteru ćwiczeń na obu trenażerach. Na bieżni dominowały bowiem ruchy lokomocyjne, natomiast wysiłek fizyczny użytkowników symulatora lotu polegał głównie na balansowaniu ciałem w przestrzeni. Mimo, iż w chwili pisania artykułu istniały prace weryfikujące prozdrowotny charakter oraz przyjemność z wysiłku fizycznego w trakcie AVGs uprawianych w VR [21,24,28,31–33], nie oceniały one jednak AF w IVR na tego typu trenażerach. W tym kontekście opracowanie własne w momencie publikacji było innowacyjne.

Konkludując, AF z wykorzystaniem trenażerów współpracujących z zestawami do IVR towarzyszy stosunkowo wysoki poziom zadowolenia użytkowników, chociaż bardziej atrakcyjne są ćwiczenia na wielokierunkowej bieżni, niż symulatorze latania. W opinii większości badanych AVGs uprawiane na testowanych trenażerach są użyteczną formą ruchu, mogą zaspokajać potrzeby związane z wolnoczasową AF człowieka, a nawet zastąpić niektóre klasyczne formy ruchu. Średnia intensywność AF młodych osób dorosłych podczas gry na bieżni Omni kształtuje się na korzystnym dla zdrowia poziomie i jest zdecydowanie wyższa od

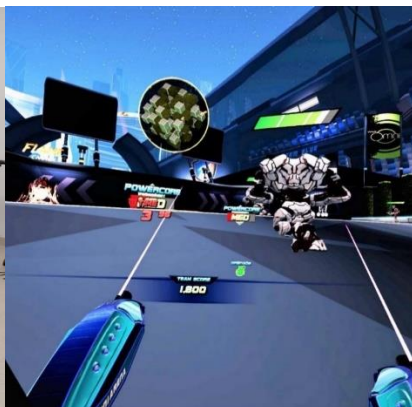
tej, jaka występuje w czasie ćwiczeń na symulatorze Icaros. Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonych badań a także fakt, że technologia IVR rozwija się w sposób bardzo dynamiczny oraz powstaje coraz więcej trenerów z nią współpracujących, można przypuszczać, że w niedalekiej przyszłości trening w wirtualnym środowisku z wykorzystaniem różnorodnych maszyn treningowych stanie się popularną prozdrowotną formą AF i istotnym elementem nowoczesnej kultury fizycznej.

Ze względu na bardzo obiecujące wyniki badań osób dorosłych z wykorzystaniem wielokierunkowej bieżni, zdecydowano się na przeprowadzenie podobnych doświadczeń badawczych w grupie dzieci otyłych, które zostały opisane w pracy: ***Can physical activity in immersive virtual reality be attractive and have sufficient intensity to meet health recommendations for obese children? A pilot study.*** Wybór grupy badanych był podyktowany kilkoma przesłankami. Wiadomo, że współczesne młode pokolenie spędza sporo czasu przed mediami ekranowymi ^[9,34], a szczególnie atrakcyjne dla dzieci i młodzieży są gry wideo. Niestety z licznych badań wynika, że długi czas grania na komputerze sprzyja nadwadze i otyłości ^[35-40]. Istnieją też dowody na to, iż korzystną alternatywą dla typowych gier komputerowych są AVGs, które uprawiane w nIVR mogą być przydatne w walce z nadwagą i otyłością, gdyż wpływają na zwiększenie dziennej AF ^[41,42]. W chwili realizacji badań własnych brakowało natomiast doniesień dotyczących możliwości wykorzystania w tym zakresie IVR. Warto zaznaczyć, iż IVR może zmniejszyć intensywność odczuwania niektórych doznań poprzez odwracanie od nich uwagi, co wiąże się z tzw. rozproszeniem poznawczym ^[43-46]. Z badań Baños i in. ^[47] wynika, że wirtualne immersyjne środowisko jest przydatne do rozpraszania uwagi dzieci z nadwagą i otyłością podczas ćwiczeń. Ponadto jest ono atrakcyjne i może motywować użytkowników AVGs do podejmowania wysiłku fizycznego ^[48,49]. Ponadto z badań własnych (analiza chodu) wynika, że wykonywane na wielokierunkowej bieżni Omni ruchy lokomocyjne są bardziej posuwiste, w porównaniu z naturalnym chodem, a poprzez to powinny mniej obciążać stawy kończyn dolnych, co w treningu osób z nadwagą i otyłych ma istotne znaczenie ^[50]. Mając na uwadze przytoczone wyżej argumenty oraz fakt, że większość badań związanych z funkcjonowaniem człowieka w IVR dotyczy dorosłych ^[51], grupa dzieci otyłych stanowiła niezwykle interesujący materiał badawczy. Głównym celem badań była ocena intensywności AF oraz subiektywnego odczucia ciężkości wysiłku fizycznego otyłych dzieci podczas grania w dwie różne AVGs w IVR oraz przedstawienie uzyskanych wyników na tle rekomendacji prozdrowotnej AF. Zastosowanie dwóch różnych gier pozwoliło również ocenić, czy fabuła AVGs może skutecznie motywować uczestników do podejmowania ruchów lokomocyjnych zwiększając intensywność ich wysiłku. Podjęto także próbę określenia, czy w opinii badanych dzieci AVGs w IVR są atrakcyjne i czy mogą konkurować z typowymi grami wideo i innymi formami AF. Badaniem objęto jedenaścioro otyłych dzieci w wieku od 8 do 12 lat – pacjentów Poradni Chorób Metabolicznych, Zespołu Wojewódzkich Przychodni Specjalistycznych w Katowicach. Dzieci miały duże doświadczenie z typowymi grami wideo. Wszyscy deklarowali, że grają w nie kilka razy w tygodniu. Jednak żaden z uczestników badań nie doświadczył wcześniej IVR z wykorzystaniem sprzętu, który był zastosowany w badaniach. Badania obejmowały dwie piętnastominutowe AVGs. Gry odbywały się na wielokierunkowej bieżni Omni (ryc. 4). Obie wykorzystane w badaniach aplikacje opierały się na wykonywaniu ruchów lokomocyjnych w IVR. W jednej z nich (Core Defense – CD) gracz poruszał się na

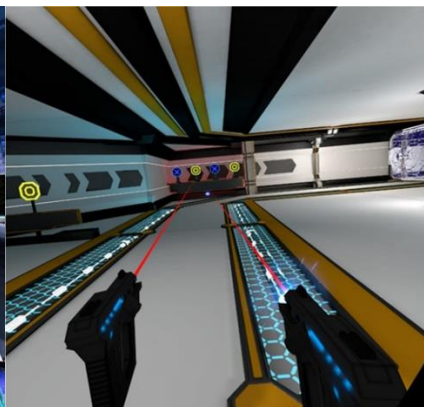
ograniczonej przestrzeni (arenie) i sam decydował czy i w jakiej chwili wykonywać ruchy lokomocyjne (ryc. 5). Celem tej gry było eliminowanie ruchomych lub nieruchomych celów (robotów) za pomocą broni laserowej. Druga gra (Travar Training OPS – TT OPS) polega na pokonywaniu wyznaczonej trasy oraz trafianiu z pistoletów w ruchome i nieruchome tarcze, co wymuszała u gracza wykonywanie ruchów lokomocyjnych (ryc. 6). Do projekcji obrazu VR wykorzystano zestaw HTC VIVE. Ocenę atrakcyjności AVGs w IVR na tle typowych gier wideo i innych form AF weryfikowano za pomocą własnego kwestionariusza ankiety zawierającego 8 pytań, na które dzieci odpowiadały „tak” lub „nie”. Intensywność wysiłku fizycznego określano biorąc pod uwagę $\%HR_{max}$. Obciążenie wysiłkowe szacowano na podstawie klasyfikacji intensywności AF proponowanej przez ACSM [30]. Uzyskane w ten sposób dane odniesiono do kryteriów rekomendacji prozdrowotnych w zakresie intensywności wysiłku fizycznego o charakterze aerobowym [20]. Określono również całkowity czas utrzymywania się HR w trakcie wysiłku na testowanych trenażerach, w sześciu strefach intensywności. Subiektywne odczucie ciężkości wysiłku fizycznego szacowano z wykorzystaniem stworzonej dla dzieci 10-cio stopniowej obrazkowej skali Omni [52], a uzyskane w ten sposób wyniki zestawiono z pomiarami obiektywnymi, wykorzystując w tym celu analizę korelacji.



Ryc. 4. Uczestnik badań podczas gry na bieżni „Omni” w IVR



Ryc. 5. Zrzut ekranu – gra „Core Defense”



Ryc. 6. Zrzut ekranu – gra „Travar Training OPS”

Z przeprowadzonej ankiety wynika, że dla wszystkich badanych dzieci AVGs w IVR były atrakcyjne. Okazało się również, że dzieci chciałyby poznać inne tego typu gry. Prawie wszyscy badani (91%) stwierdzili, że AVGs są bardziej dla nich przyjemne niż typowe gry wideo. Zdecydowana większość badanych (73%) zamieniłaby typowe gry wideo na AVGs w IVR. Każdy z uczestników badań zadeklarował, że posiadając odpowiedni sprzęt i oprogramowanie uprawiałby AF w IVR oraz poleciłby innym taką formę rozrywki. Dla większości badanych (64%) AVGs w IVR na bieżni OMNI były nawet bardziej atrakcyjne niż typowe formy AF. Pomiar pulsometryczny wykazały, że średnia wartość $\%HR_{max}$ w przypadku osób grających w grę CD kształtowała się na poziomie $77,4 \pm 9,8\%$ i była istotnie mniejsza ($p < 0,01$) niż w trakcie gry TT OPS ($83,3 \pm 9,2\%HR_{max}$). Obie gry charakteryzowała więc rekomendowana dla uzyskiwania korzyści zdrowotnych wysoka intensywność wysiłku fizycznego. Również w subiektywnej ocenie intensywności wysiłku fizycznego, dokonanej przez badanych, gra CD była istotnie mniej intensywna ($p < 0,01$) od TT OPS. Intensywność AF

w trakcie pierwszej z nich dzieci oceniły na $4,6 \pm 2,0$ pkt, a w drugiej na $6,8 \pm 2,8$ pkt. Nie stwierdzono natomiast istotnej korelacji między wynikami obiektywnych i subiektywnych pomiarów.

Dokonując podsumowania przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że intensywność AF otyłych dzieci podczas uprawiania AVGs w IVR na wielokierunkowej bieżni jest wysoka i zależy od fabuły gry. Do wykonywania ruchów lokomocyjnych, a co za tym idzie większego wysiłku fizycznego, bardziej stymuluje gra, w której występuje konieczność pokonywania wyznaczonej trasy, niż sytuacja, gdy gracz porusza się na ograniczonej przestrzeni (arenie). Jest to cenna wskazówka dla producentów AVGs promujących AF w IVR. Okazuje się, że dzięki odpowiedniemu scenariuszowi gry, można wpływać na zaangażowanie gracza i modyfikować intensywność wysiłku fizycznego opartego na ruchach lokomocyjnych. W opinii badanych dzieci AVGs w IVR są atrakcyjne i wydaje się, że mogą stanowić korzystną alternatywę dla typowych gier wideo uprawianych w niekorzystnej pozycji siedzącej. W związku z wysoką intensywnością testowanych AVGs należy założyć, że przy systematycznym graniu dzieci otyłe mogą czerpać z nich korzyści zdrowotne. Być może w przyszłości AVGs w IVR będą sposobem redukcji tkanki tłuszczowej u otyłych dzieci. Uwiarygodnienie tej tezy wymaga jednak przeprowadzenia dalszych badań.

Jak wynika z opisanych powyżej badań własnych, AF w IVR z wykorzystaniem wielokierunkowej bieżni charakteryzuje się wysoką intensywnością ^[53,54]. Odpowiednio wysokie, dla osiągnięcia korzyści zdrowotnych, obciążenie wysiłkowe można również generować trenując w IVR na cykloergometrach rowerowych ^[55,56]. Niestety niewiele osób ma dostęp do tego typu drogich i zajmujących sporo miejsca trenażerów. Uczestnicy wirtualnej rozrywki w IVR najczęściej korzystają więc z zestawów składających się z gogli i dwóch trzymany w rękach kontrolerów. W związku z tym ich AF opiera się głównie na ruchach ramion, co może być niewystarczające dla uzyskania odpowiednio wysokiej intensywności ćwiczeń ^[57]. Konieczne jest więc poszukiwanie prostych i tanich rozwiązań, które pozwoliłyby na zwiększenie obciążenia wysiłkowego osób trenujących w IVR. Badania dotyczące próby wyjścia z tego problemu opisuje kolejny artykuł z cyklu publikacji: ***Handheld weights as an effective and comfortable way to increase exercise intensity of physical activity in virtual reality: empirical study***. Biorąc pod uwagę, że standardowe kontrolery obsługiwane są głównie za pomocą ruchów ramion, założono, że prostym sposobem na zwiększenie intensywności ćwiczeń w IVR może być niewielkie dodatkowe obciążenie kończyn górnych z zastosowaniem zapinanych na rzepy odważników (ang. hand-held weights – HHW) umieszczonych na nadgarstkach (ryc. 7). Należy dodać, że zestaw obciążeń zapinanych na rzepy to popularny sprzęt stosowany w różnych formach AF, takich jak: fitness, aerobik, jogging, ćwiczenia ogólnorozwojowe czy rehabilitacja ^[58–60]. Głównym celem pracy była ocena wpływu obciążenia zewnętrznego ramion na intensywność wysiłku fizycznego podczas uprawiania popularnej AVR „Beat Saber” (ryc. 8). Ponadto oceniano również odczucia uczestników badań odnośnie atrakcyjności i przydatności AF w VR oraz komfortu wykonywania ćwiczeń z HHW. Badania przeprowadzono w grupie siedemnastu osób w wieku od 18 do 25 lat. Wykorzystano w nich konsolę PlayStation 4 PRO wraz z akcesoriami do VR (gogle i kontrolery). AF oceniano podczas gry Beat Saber, w której gracz przecina mieczami świetlnymi nadlatujące w jego kierunku wirtualne kostki, w rytm muzyki. Uczestnicy badań brali udział w

dziesięciominutowych sesjach treningowych, które odbywały się na przemian z obciążeniem i bez obciążenia ramion. Do obciążenia ramion wykorzystano 0,5 kg HHW zapinane na nadgarstkach. Intensywność wysiłku fizycznego określono na podstawie średniej wartości $\%HR_{max}$, zgodnie z klasyfikacją proponowaną przez ACSM [30]. Odczuwany wysiłek oszacowano za pomocą 15-stopniowej skali Borga (ang. Rating of Perceived Exertion), w skrócie RPE (6-20) [61] i oceniono jego korelację z obiektywnymi pomiarami. Po zakończeniu obu gier, w celu zdobycia informacji o subiektywnych odczuciach badanych odnośnie atrakcyjności i przydatności AF w VR oraz komfortu wykonywania ćwiczeń z HHW przeprowadzono kwestionariusz ankiety, który składał się z ośmiu pytań. W ocenie kwestionariusza zastosowano siedmiostopniową skalę Likerta.



Ryc. 7. Uczestnik badań podczas AF w IVR z HHW na nadgarstkach



Ryc. 8. Zrzut ekranu – gra „Beat Saber”

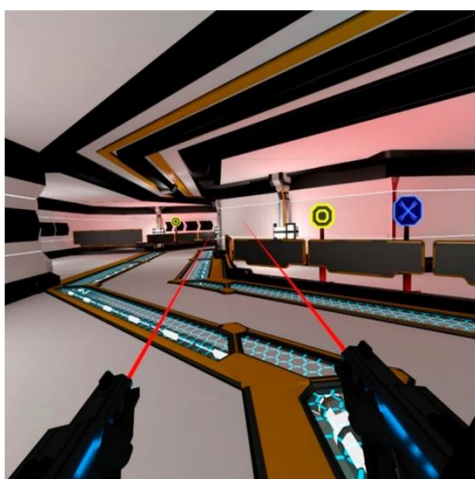
Z pomiarów wykonanych pulsometrem wynika, że średnia wartość $\%HR_{max}$ była istotnie niższa ($p < 0,001$) w sytuacji gdy ramiona nie były obciążone ($63,7 \pm 9,3\% HR_{max}$) niż wtedy, gdy osoby badane grały z HHW na nadgarstkach ($67,1 \pm 10,3\% HR_{max}$). Należy podkreślić, że w warunkach braku dodatkowego obciążenia intensywność wysiłku fizycznego kształtowała się na niskim poziomie, natomiast pod wpływem obciążenia kończyn górnych zwiększyła się ona do poziomu umiarkowanego, czyli zalecanego ze względu na korzyści zdrowotne. W subiektywnej ocenie intensywności AF dokonanej przez uczestników badań gra bez HHW okazała się również istotnie mniej intensywna ($p < 0,01$) niż gra z HHW. Pierwszą z nich użytkownicy ocenili na $11,0 \pm 3,2$ punktów, natomiast w przypadku drugiej przyznali $13,2 \pm 3,6$ punktów. Odnosząc te wartości do klasyfikacji intensywności AF [62], osoby badane oceniły wysiłek fizyczny bez HHW jako mało intensywny, natomiast z HHW jako umiarkowanie intensywny, czyli podobnie, jak wykazała obiektywna ocena wykonana pulsometrem. Z przeprowadzonej analizy korelacji pomiędzy subiektywnymi i obiektywnymi miarami intensywności wysiłków wynika natomiast, że występuje istotna statystycznie ($p < 0,001$) wysoka zależność ($r = 0,56$) między oceną intensywności szacowanej na podstawie $\%HR_{max}$ i RPE (6-20) w przypadku AF w IVR z HHW. Nie zaobserwowano natomiast takich korelacji ($r = 0,08$) w przypadku gry bez HHW. Z przeprowadzonej podczas badań własnych ankiety wynika, że gra Beat Saber była pozytywnie odebrana przez respondentów. Wszyscy uczestnicy twierdzili, że jest ona atrakcyjną i przyjemną oraz godną polecenia formą AF.

Ponadto prawie wszyscy deklarowali chęć systematycznego uprawiania takiej formy AF w VR. Pozytywny odbiór AVRGs przez użytkowników podkreślają również inni autorzy [49,53,54]. Warto zaznaczyć, że dla większości ankietowanych wysiłek fizyczny w VR był przyjemniejszy niż konwencjonalna AF. Ważnym aspektem badań własnych była także ocena ewentualnego dyskomfortu, wynikającego z ćwiczenia z HHW. Jak wynika z przeprowadzonej ankiety, dodatkowe obciążenie (0,5 kg) mocowane na nadgarstkach nie przeszkadzało użytkownikom gry Beat Saber.

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski. AVRG Beat Saber stanowi atrakcyjną dla użytkowników formę ruchu i może być uzupełnieniem wolnoczasowej AF człowieka, a także korzystną alternatywą dla typowych gier wideo uprawianych w pozycji siedzącej. Dodatkowe obciążenie nadgarstków za pomocą niewielkich HHW (0,5 kg) powoduje, że stosunkowa niska intensywność wysiłku fizycznego podczas gry Beat Saber, opierającej się głównie na ruchach ramion, ulega istotnemu zwiększeniu do poziomu umiarkowanego, co w kontekście prozdrowotnych rekomendacji powinno przekładać się na korzyści zdrowotne. W związku z tym, że AF w przypadku większości współczesnych AVRGs opiera się głównie na ruchach kończyn górnych, zastosowanie HHW wydaje się być prostym i skutecznym sposobem zwiększania intensywności wysiłku fizycznego, tym bardziej, że w opinii użytkowników taki zabieg nie powoduje dyskomfortu podczas korzystania z aplikacji. Przeprowadzone badania mogą być wskazówką dla producentów sprzętu do VR, jak w prosty sposób zwiększyć efektywność ćwiczeń podczas AVRGs.

Próbie zwiększenia intensywności ćwiczeń w IVR poprzez zastosowanie dodatkowego obciążenia podjęto również w innych badaniach własnych, których wyniki zostały opisane w artykule *Using ankle weights as an effective way to increase the intensity of physical activity while playing immersive virtual reality games on an omnidirectional treadmill*. Tym razem zastosowano jednak odważniki mocowane za pomocą rzepów na nogach w okolicy stawów skokowych (ang. ankle weights – AW), a AF badanych, którzy poruszali się na wielokierunkowej bieżni, opierała się głównie na ruchach kończyn dolnych. Jednym z motywów podjęcia tego typu badań była rosnąca w tamtym czasie popularność bieżni współpracujących z zestawami do IVR, coraz niższa ich cena i dostępność oraz fakt powstawania AVGs i aplikacji treningowych opartych na ruchach nóg, które współpracowały z czujnikami ruchu mocowanymi na kończynach dolnych (np. KAT Loco). To drugie rozwiązanie pozwala na lokomocję w IVR bez konieczności posiadania przez użytkownika bieżni. Ważnym aspektem badań była również ocena, czy dodatkowe obciążenie nóg będzie akceptowalne dla użytkowników, nie będzie przeszkadzało w obsłudze aplikacji i nie wpłynie negatywnie na zadowolenie z ćwiczeń. Należy zaznaczyć, że zestaw odważników zapinanych na rzepy to popularny sprzęt stosowany w różnych formach AF, takich jak fitness, aerobik, jogging, ćwiczenia ogólnorozwojowe czy rehabilitacja, a noszenie AW może przyczynić się do poprawy chodu, siły kończyn dolnych i równowagi [63–65]. Głównym celem pracy była więc ocena wpływu obciążenia zewnętrznego nóg w postaci AW na intensywność wysiłku fizycznego młodych osób dorosłych, grających w AVRG na wielokierunkowej bieżni. Dokonano również oceny ich zadowolenia z AF w VR oraz opinii na temat potencjału tego typu ćwiczeń. W badaniach wzięło udział 26 studentów AWF, w tym 13 kobiet i 13 mężczyzn. Do projekcji VR wykorzystano zestaw HTC Vive Pro. Osoby badane przemieszczały się po wielokierunkowej

bieżni Omni oraz grając w AVGR o nazwie TRAVR Training Ops (TT OPS) (ryc. 9), którą scharakteryzowano powyżej, przy okazji opisu wcześniejszych badań [53,54]. Procedura badawcza składała się z dwóch piętnastominutowych sesji aktywnych gier wideo. Kolejne osoby badane uczestniczyły na przemian w sesji z obciążeniem i bez obciążenia nóg. Do obciążenia nóg wykorzystano dwa 2 kg AW zapinane na kostce (ryc. 10 a i b). Intensywność wysiłku fizycznego określono na podstawie średniej wartości $\%HR_{max}$, stosując klasyfikację proponowaną przez ACSM [30]. Poza pomiarami obiektywnymi wykonano również badania subiektywne w oparciu o kwestionariusze ankiet. Postrzeganą przez badanych intensywność AF szacowano za pomocą 15-stopniowej skali Borga (RPE 6-20) [61]. Przeanalizowano także korelację wyników pomiędzy obiektywnymi i subiektywnymi pomiarami intensywności wysiłku fizycznego. Zadowolenie z AF w VR oceniano za pomocą Physical Activity Enjoyment Scale w wersji krótkiej (PACES) [66]. Na to narzędzie badawcze składa się 8 stwierdzeń, z których każde wskazuje inny aspekt szeroko pojętej „przyjemności” z podejmowanej AF. Dla każdego stwierdzenia przypisano 7-stopniową skalę Likerta. Wynik stanowiła średnia punktów uzyskanych we wszystkich pytaniach. Ponadto, aby ocenić stosunek studentów do AF w VR oraz ich opinie na temat potencjału VR dla wspierania AF, przeprowadzono autorski kwestionariusz ankiety.



Ryc. 9. Zrzut ekranu – gra „TT OPS”



(a)

(b)

Ryc. 10. Uczestnik badania grający podczas AF w IVR na bieżni „Omni”: (a) z AWs; (b) bez AWs

Z przeprowadzonych badań wynika, że wartość $\%HR_{max}$ dla ogółu uczestników grających w AVGR była istotnie niższa ($p < 0,001$; Cohen's $d = 0,83$) bez obciążenia kostek ($79,8 \pm 6,5\% HR_{max}$), niż gdy kostki były obciążone odważnikami ($82,3 \pm 6,2\% HR_{max}$). Podobne istotne statystycznie zależności zaobserwowano analizując oddzielnie wyniki uzyskane przez kobiety i mężczyzn. Należy zaznaczyć, że we wszystkich analizowanych przypadkach intensywność AF była wysoka, a w obu sesjach tętno badanych najdłużej utrzymywało się w przedziale $80-89\% HR_{max}$. W subiektywnej ocenie intensywności AF, dokonanej przez wszystkich uczestników badań, gra bez AW okazała się również istotnie mniej intensywna ($p < 0,001$; $r_{rb} = -1,12$) niż gra z AW. Intensywność pierwszej z nich użytkownicy ocenili na $15,12 \pm 2,29$ pkt, natomiast w przypadku drugiej przyznali $17,12 \pm 1,70$ pkt, co w odniesieniu do

klasyfikacji proponowanej przez Piepoli i in. [62] należy uznać za intensywną AF. Z przeprowadzonej analizy korelacji Spearmana pomiędzy subiektywnymi i obiektywnymi miarami intensywności wysiłków wynika, że występuje istotna statystycznie ($p < 0,001$) zależność między oceną intensywności szacowanej na podstawie $\%HR_{max}$ i skali Borga, w przypadku AF w VR bez AW ($r_s = 0,52$) i z AW ($r_s = 0,53$). Jak wynika z przeprowadzonej wśród osób badanych ankiety PACES, studenci wysoko ocenili AF podczas grania w TT OPS niezależnie od tego, czy wysiłek odbywał się bez obciążenia nóg ($6,15 \pm 0,81$), czy z obciążeniem ($6,04 \pm 0,64$). Stwierdzony brak istotnej statystycznie różnicy pomiędzy ocenami świadczy o tym, że dodatkowy opór nie przeszkadzał grającym i nie powodował dyskomfortu, który mógłby wpłynąć na satysfakcję z wykonywanego wysiłku. Ostatnim elementem przeprowadzonych badań była analiza opinii badanych o AF w wirtualnym środowisku i potencjale IVR dla wspierania AF. Założono, że przyszli promotorzy AF i zdrowia, będą mogli wypowiedzieć się w tych kwestiach kompetentnie. Z analizy pytań ankietowych wynika, że studenci są pozytywnie nastawieni do perspektywy wykorzystywania IVR w AF.

Podsumowując, można stwierdzić, że dodatkowe obciążenie kostek za pomocą AW o masie 2 kg powoduje istotny wzrost intensywności wysiłku fizycznego podczas testowanej gry. W związku z tym, zastosowanie AW wydaje się być prostym i skutecznym sposobem zwiększania obciążenia wysiłkowego podczas AVRĞ wymagającej od użytkownika wykonywania ruchów lokomocyjnych tym bardziej, że w opinii użytkowników taki zabieg nie zmniejsza zadowolenia z AF w IVR, czyli prawdopodobnie nie powoduje dyskomfortu podczas korzystania z aplikacji. Ze względu na wysoki poziom intensywności AF podczas uprawiania AVRĞ na bieżni, należy przypuszczać, że systematyczne korzystanie z tego typu rozwiązań, powinno przyczynić się do czerpania korzyści zdrowotnych przez użytkowników. Wysoka ocena atrakcyjności tego typu ćwiczeń i coraz większa dostępność trenerów angażujących kończyny dolne oraz umożliwiających ruchy lokomocyjne w IVR pozwala sądzić, że coraz więcej użytkowników będzie korzystało z aktywnej rozrywki na bieżni w IVR. Przeprowadzone badania mogą być wskazówką dla producentów aplikacji i sprzętu do IVR, w jaki sposób zwiększyć efektywność ćwiczeń podczas AVRĞs opartych na ruchach kończyn dolnych.

Wydaje się, że aplikacje treningowe wykorzystujące IVR mogą być szczególnie przydatne dla osób poruszających się na wózkach inwalidzkich, które uprawiają sport rekreacyjnie lub wyczynowo. Ze względu na bariery architektoniczne i komunikacyjne mają one utrudniony dostęp do placówek rehabilitacyjnych, jak i obiektów sportowych. Technologia IVR daje im natomiast możliwość uprawiania różnych form AF w domu. W związku z powyższym, dostrzegając duży potencjał IVR w procesie usprawniania i treningu ludzi o specjalnych potrzebach, kolejne badania własne zdecydowano się poświęcić sportowcom poruszającym się na wózkach inwalidzkich. Ich wyniki zostały zawarte w pracy: *Application of immersive virtual reality in the training of wheelchair boxers: evaluation of exercise intensity and users experience additional load – a pilot exploratory study*. Ze względu na dużą dostępność aplikacji bokserskich do badań wybrano bokserów na wózkach. Głównym celem pracy była ocena intensywności AF parabokserów podczas treningu bokserskiego w VR w kontekście prozdrowotnych rekomendacji. Zakładając, że AF oparta głównie na ruchach ramion może nie być wystarczająco intensywna, aby spełnić te zalecenia, oceniono również

wpływ dodatkowego obciążenia w postaci odważników mocowanych na nadgarstkach (HHW) na obciążenie wysiłkowe niepełnosprawnych sportowców. Zbadano również, czy taka forma AF w IVR jest atrakcyjna dla osób trenujących paraboks. W badaniach wzięło udział jedenastu mężczyzn uprawiających boks na wózkach (wiek $30,0 \pm 7,3$ lat). Do projekcji immersyjnej VR zastosowano zestaw Oculus Quest 2. Jako program treningowy posłużyła aplikacja o nazwie „FitXR”, która wśród wielu wariantów ćwiczeń zawiera również trening bokserski. Wirtualny trening polegał na zadawaniu przez użytkownika różnych ciosów bokserskich w nadlatujące tarcze oraz wykonywaniu bloków (ryc. 11). Procedura badawcza składała się z dwóch sesji treningowych, które odbywały się na przemian z dodatkowym obciążeniem kończyn górnych i bez obciążenia. Każda sesja trwała 15 minut. Jako obciążenie zastosowano dwa zapinane na rzepy HHW (0,5 kg) (ryc. 12 a i b). Poziom intensywności wysiłku fizycznego szacowano na podstawie wartości $\%HR_{max}$. Uzyskane wyniki odniesiono do norm intensywności AF ACSM [30]. Przeprowadzono również subiektywną ocenę intensywności wysiłku fizycznego, wykorzystując w tym celu skalę Borga (RPE 6-20). Zadowolenie użytkowników z treningu bokserskiego w IVR szacowano przy wykorzystaniu skali PACES w wersji krótkiej [66].



Ryc. 11. Zrzut ekranu – aplikacja „FitXR”



(a)

(b)

Ryc. 12. Uczestnik badań podczas treningu bokserskiego z wykorzystaniem aplikacji FitXR: (a) z HHW; (b) bez HHW

Jak wynika z przeprowadzonych badań zastosowanie dodatkowego obciążenia kończyn górnych w postaci HHW nie wpłynęło istotnie ($p=0,86$; $r_{rb}=-0,07$) na poziom intensywności AF. W obu warunkach treningowych odnotowano u bokserów na wózkach bardzo zbliżone średnie wartości $\%HR_{max}$. W przypadku treningu z HHW parametr ten kształtował się na poziomie $68,98 \pm 12,77$ $\%HR_{max}$, natomiast bez HHWs wyniósł $69,11 \pm 11,23$ $\%HR_{max}$. Należy podkreślić, że obie wartości znajdują się w przedziale 64–76 $\%HR_{max}$, co świadczy o umiarkowanej intensywności wysiłku fizycznego i jego prozdrowotnym charakterze. Fakt braku istotnego wpływu HHW na intensywność wysiłku fizycznego parabokserów podczas treningu bokserskiego w VR wydaje się zaskakujący, tym bardziej, że z innych badań własnych wynika, że zastosowanie niewielkiego dodatkowego obciążenia kończyn górnych wpływa istotnie na zwiększenie intensywności AF podczas ćwiczeń w IVR [67]. Przytoczone wyniki badań dotyczyły jednak młodych i sprawnych fizycznie osób dorosłych. Brak podobnej prawidłowości w przypadku parabokserów może wynikać z faktu, iż osoby z uszkodzeniami rdzenia kręgowego, które brały udział w badaniach, mogą charakteryzować się zmniejszoną

wysiłkową częstością pracy serca ^[68]. Potwierdzałyby to subiektywne odczucia parabokserów, z których wynika, że wysiłek fizyczny w VR bez dodatkowego obciążenia był dla nich istotnie mniej intensywny ($p=0,01$; $r_{rb}=-0,95$), niż ćwiczenia z HHW. W pierwszym przypadku bokserzy postrzegali obciążenie wysiłkowe w skali Borga na poziomie $12,55\pm 2,64$ pkt, co zgodnie z klasyfikacją proponowaną przez Piepoli i in. ^[62] wskazuje na intensywność umiarkowaną, czyli taką, jaką wykazała obiektywna ocena wykonana pulsometrem. Natomiast ćwicząc z HHW swój wysiłek oceniali średnio na $15,55\pm 2,71$ pkt, co oznacza intensywność wysoką. Z analizy korelacji Spearmana wynika, że występuje istotna statystycznie ($p<0,03$) zależność pomiędzy subiektywnymi i obiektywnymi miarami intensywności wysiłków w przypadku AF w VR z HHWs ($r_s=0,64$), natomiast podczas wysiłku fizycznego bez HHWs, mimo stosunkowo wysokiej wartości współczynnika korelacji ($r_s=0,49$), zależność ta okazała się nieistotna statystycznie ($p=0,13$). Z przeprowadzonej wśród bokserów na wózkach ankiety PACES wynika, że sportowcy bardzo wysoko ocenili swoje zadowolenie z treningu bokserskiego w VR zarówno bez HHWs ($6,32\pm 0,79$), jak i z HHWs ($6,24\pm 0,64$). Różnice między tymi ocenami były niewielkie i nieistotne statystycznie ($p=0,50$; $r_{rb}=0,32$), co może wskazywać na to, iż sportowcy nie odczuwali dyskomfortu ćwicząc z dodatkowym obciążeniem, który mógłby wpłynąć na satysfakcję z ćwiczeń.

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie kilku wniosków. Intensywność wysiłku fizycznego parabokserów podczas treningu bokserskiego w IVR kształtuje się na korzystnym dla zdrowia umiarkowanym poziomie. Zastosowanie dodatkowego obciążenia w postaci półkilogramowych obciążników mocowanych na nadgarstkach nie zwiększa istotnie HR parabokserów, chociaż ich subiektywne odczucia sugerują intensywniejszy wysiłek. Parabokserzy wysoko oceniają atrakcyjność AF podczas wirtualnego treningu bokserskiego, niezależnie od tego, czy odbywa się ona z obciążeniem kończyn górnych, czy bez dodatkowego oporu. Ze względu na to, że osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich mają utrudniony dostęp do infrastruktury sportowo-rekreacyjnej, co często ogranicza lub uniemożliwia im, podejmowanie systematycznych treningów, ćwiczenia w IVR ze względu na swój prozdrowotny charakter i różnorodność wydają się dla nich interesującą propozycją, tym bardziej, że jak wynika z przedstawionych badań własnych mogą sprawiać im dużą satysfakcję.

Rozwój VR stwarza użytkownikom możliwości uprawiania różnych nowopowstałych form AF w wirtualnym środowisku. Jednak trwałość i systematyczność takich zachowań zależy od pozytywnych odczuć osób ćwiczących, które mogą warunkować ich przyszłe zaangażowanie treningowe ^[8]. W związku z tym zasadne jest pytanie o to, czy doświadczenia hedonistyczne osób podejmujących rekreacyjną AF w warunkach naturalnych, które można ująć w kategoriach tzw. życia prawdziwego czy też rzeczywistego (ang. real life – RL), istotnie różnią się od doświadczeń rodzących się jako rezultat analogicznych aktywności realizowanych w VR. Wątro przy okazji nadmienić, że mimo istniejących badań dotyczących doświadczeń użytkowników związanych z korzystaniem z VR, niewiele jest informacji o różnicach odczuć osób korzystających z podobnych aplikacji w trybie immersyjnym i nieimmersyjnym ^[12]. Dlatego planując porównanie odczuć związanych z uprawianiem AF w RL i VR należy uwzględnić różne poziomy immersji. Wychodząc z takiego założenia przeprowadzono badania, których wyniki opisuje kolejny z artykułów: ***Recreational cycling provides greater satisfaction and flow in an immersive virtual environment than in real life***. Mając na uwadze, że

przeprowadzenie pogłębionej analizy wskazanego zagadnienia wymaga odwołania się do konkretnego rodzaju AF, za uogólniony cel badań przyjęto porównanie doświadczeń hedonistycznych ludzi młodych związanych z podejmowaniem typowo rekreacyjnego treningu kolarskiego (jazdy na rowerze) w warunkach naturalnych oraz w VR. W kontekście zadowolenia użytkowników nie bez znaczenia jest jednak zarówno rodzaj wykonywanego zadania ruchowego, jak i jego intensywność^[53,54]. Dlatego planując porównanie odczuć związanych z uprawianiem podobnych form AF w nIVR i IVR należy zadbać o to, aby użytkownicy doświadczali ich przy podobnym obciążeniu wysiłkowym. Wysoki stopień zadowolenia z wykonywanych czynności wiąże się z pojęciem tzw. flow. Nazwa ta opisuje optymalny stan psychiczny, w którym użytkownicy są w pełni zaangażowani w wykonywaną czynność, doświadczając wysokiego poziomu skupienia, kontroli i przyjemności^[69,70]. Biorąc pod uwagę fakt, że stan ten może występować zarówno podczas uprawiania różnych form AF w RL, jak i w VR, warto przy okazji oceny zadowolenia osób ćwiczących badać również poziom odczuwanego flow. W związku z powyższym podczas przeprowadzonych badań dokonano oceny poziomu zadowolenia i flow w zależności od różnych warunków jazdy na rowerze (RL, nIVR, IVR) zdrowych osób dorosłych. Dodatkowo zwalidowano również kwestionariusze służące do oceny zadowolenia z AF i flow w środowisku realnym i wirtualnym pod względem ich rzetelności pomiaru. Oceniono także korelację wyników uzyskanych podczas badań za pomocą obu narzędzi pomiarowych.

Badaniami zostało objętych 40 studentów AWF, w tym 20 kobiet oraz 20 mężczyzn. Przyjęto, że badania zostaną zrealizowane w odniesieniu do „jazdy na rowerze” – jako jednej z najbardziej dostępnych i popularnych, aktywnych form spędzania czasu wolnego w społeczeństwie. AF była rozpatrywana w dwóch formach: tradycyjnej – realizowanej z wykorzystaniem standardowego roweru oraz stacjonarnej – z wykorzystaniem cykloergometru. O ile jazda w formie typowej odnosiła się do aktywności wykonywanej w terenie naturalnym, to jazda w formie stacjonarnej była rozważana w odniesieniu do trzech różnych, odmiennych względem siebie warunków: jako jazda bez żadnych wizualizacji oraz jako jazda w sztucznie wykreowanym środowisku w wariacie nIVR oraz IVR. Kierując się zasadą racjonalności procesu badawczego przyjęto, że dwie pierwsze aktywności są na tyle powszechne i znane uczestnikom badań, że mogą oni ocenić je za pomocą kwestionariusza w sposób wiarygodny, bez konieczności ich podejmowania w trakcie badań. W związku z tym zasadniczy element procedury realizacji badań stanowiły w praktyce dwie sesje aktywności badanych osób: „Sesja 1”: jazda na rowerze stacjonarnym w nIVR, podczas której obraz wirtualnego świata był wyświetlany na ekranie usytuowanym przed osobą badaną i „Sesja 2”: jazda na rowerze stacjonarnym w IVR z wykorzystaniem gogli VR. Zadowolenie z każdej odmiany jazdy na rowerze oceniano za pomocą skali PACES w krótkiej wersji^[66]. Natomiast dla identyfikacji stanu „flow” przyjęto The Flow State Scale (FSS), także w wersji krótkiej^[71]. Wynik stanowiła średnia punktów uzyskanych we wszystkich pytaniach (skala pięciostopniowa). Sesje aktywności badanych osób odbywały się na cykloergometrze rowerowym wyposażonym w czujnik kadencji. Założono, że AF będzie realizowana przez uczestników badań na poziomie umiarkowanym. Taka intensywność ćwiczeń kojarzy się z wysiłkami fizycznymi o charakterze rekreacyjnym. W przypadku obu sesji jazdy na cykloergometrze, uruchamiano dostępny w tym urządzeniu tryb treningu z obciążeniem sterowanym automatycznie w zależności od parametrów tętna badanego, które było na bieżąco monitorowane. Cykloergometr zmieniał

automatycznie obciążenie tak, aby tętno badanego utrzymywało się w strefie 64-77% HR_{max} . Dla potrzeb „Sesji 1” (nIVR) widok na sztucznie wygenerowaną rzeczywistość był wyświetlany poprzez rzutnik multimedialny na ekranie projekcyjnym. W ramach „Sesji 2” (IVR) osoba badana zanurzała się w sztucznie wygenerowaną rzeczywistość poprzez ubrane w tym celu gogle VR (Oculus Quest 2) (ryc. 13 a i b). Obydwie sesje jazdy na cykloergometrze przeprowadzono z wykorzystaniem programu treningowego o nazwie VZfit. Kolejne badane osoby uczestniczyły w sesjach aktywności w odmiernej kolejności. Każda z sesji treningowych trwała 10 min. Pomiędzy sesjami miała miejsce przerwa odpoczynkowa.



Ryc. 13. Stanowisko badawcze: (a) „Sesja 1” – jazda na rowerze stacjonarnym w nIVR; (b) „Sesja 2” – jazda na rowerze stacjonarnym w IVR

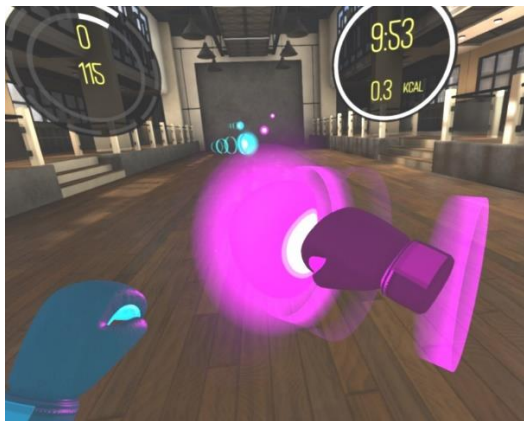
Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji Friedmana wyników PACES wszystkich osób badanych można stwierdzić, że warunki uprawiania kolarstwa istotnie wpływają na poziom zadowolenia ($\chi^2=85,61$; $p<0,001$; $W=0,71$). Uczestnicy badań wysoko oceniali jazdę na rowerze w IVR ($6,14\pm 0,65$ pkt) i w terenie ($5,87\pm 0,82$ pkt). Mniej atrakcyjne w opinii studentów jest natomiast uprawianie kolarstwa z wykorzystaniem cykloergometru w nIVR ($4,22\pm 1,24$ pkt) i w warunkach braku ekspozycji na VR ($4,01\pm 1,05$ pkt). Poszerzone analizy post-hoc wskazują na występowanie istotnych statystycznie różnic ($p<0,001$) w postrzeganiu przez badanych zadowolenia z AF podczas jazdy na rowerze w IVR a wysiłkiem na cykloergometrze w nIVR i bez VR. Istotne różnice odnotowano również porównując średnie wyniki PACES dla jazdy na rowerze w terenie z AF na cykloergometrze w nIVR i bez VR. W celu walidacji PACES w grupie osób badanych wyliczono alfa Cronbacha dla ankiet dotyczących wszystkich warunków jazdy na rowerze. Najwyższe wartości wskaźnika α odnotowano w przypadku oceny zadowolenia z uprawiania kolarstwa w nIVR ($\alpha=0,94$) i w terenie ($\alpha=0,93$), nieco niższe charakteryzowały jazdę na cykloergometrze w VR ($\alpha=0,89$) i bez ekspozycji badanego na VR ($\alpha=0,89$). Rzetelność pomiarów można więc uznać za wysoką, gdyż przyjmuje się, że akceptowalna wartość zgodności wewnętrznej testu mieści się w zakresie od 0.70 do 0.95 [72]. Z analizy wariancji Friedmana rezultatów uzyskanych w kwestionariuszu FSS wszystkich osób badanych wynika, że warunki uprawiania kolarstwa istotnie wpływają na flow respondentów ($\chi^2=40,52$; $p<0,001$; $W=0,34$). Ankieterzy zdecydowanie najwyżej oceniali jazdę na rowerze w IVR ($4,48\pm 0,76$ pkt), następnie w terenie ($4,09\pm 0,48$ pkt), później z wykorzystaniem cykloergometru ($3,96 \pm 0,47$ pkt), a najniżej w

nIVR ($3,79 \pm 0,72$ pkt). Z analiz post-hoc wynika, że odczucie flow respondentów podczas jazdy na rowerze w IVR różni się istotnie ($p < 0,001$) od odczuwania tego stanu w innych rozpatrywanych warunkach. W naszych badaniach alfa Cronbacha kwestionariusza FSS dla ogółu osób badanych przyjmowało wartość nieco poniżej akceptowalnej w przypadku oceny przez studentów jazdy na rowerze w terenie ($\alpha = 0,69$) i tradycyjnego treningu na cykloergometrze ($\alpha = 0,60$). Wysokie wartości wskaźnika α znamionowały natomiast ten kwestionariusz w odniesieniu do oceny flow związanej z uprawianiem kolarstwa w nIVR ($\alpha = 0,86$) i w IVR ($\alpha = 0,91$). Analizy korelacji Spearmana wykazały natomiast występowanie istotnych umiarkowanych zależności pomiędzy wynikami PACES i FSS.

Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań można jednoznacznie stwierdzić, że warunki jazdy na rowerze mają istotny wpływ na zadowolenie i flow odczuwane podczas praktykowania kolarstwa. Pewnym zaskoczeniem jest to, że najprzyjemniejszą formą ćwiczeń okazała się AF w IVR. Przed rozpoczęciem badań zakładano bowiem, że zdrowi i sprawni fizycznie studenci AWF (przyszli promotorzy zdrowia i AF) będą najbardziej preferować jazdę na rowerze na świeżym powietrzu. Zjawisko najbardziej intensywnie odczuwanego flow w IVR przez uczestników badań można łatwiej wytłumaczyć niż w przypadku zadowolenia. Żeby odczuwać flow na wysokim poziomie, konieczne jest bowiem doświadczenie całkowitego pochłonięcia aktualnie realizowaną czynnością^[73], czemu zapewne sprzyja przebywanie w IVR, gdy człowiek odcięty jest od otaczających go bodźców wzrokowych i słuchowych realnego świata i może w pełni skupić się na doznaniach odbieranych ze sztucznie wytworzonej rzeczywistości. Istniejące dowody naukowe świadczące o możliwości wykorzystania VR do wpływania na poziom przyjemności i doświadczenia flow podczas ćwiczeń są ograniczone i heterogeniczne. Większość dotychczasowych badań dotyczy nIVR, co wskazuje na znaczną lukę w aktualnej literaturze^[74]. Przeprowadzone badania własne uzupełniają dotychczasową bazę dowodową w zakresie IVR. Ponadto stanowią pierwszą próbę bezpośredniego porównania odczuć dotyczących uprawiania konkretnej formy AF (jazda na rowerze) w realnym środowisku oraz nIVR i IVR. Stwierdzona na podstawie przeprowadzonych badań większa atrakcyjność AF i wyższy poziom flow w IVR w stosunku do typowej formy AF w terenie powinny skłonić do refleksji zarówno osoby zajmujące się planowaniem i promowaniem AF, jak i twórców AVGs i multimedialnych programów treningowych. Ze względu na dużą atrakcyjność AF w IVR i stały, dynamiczny rozwój immersyjnych technologii informatycznych, wirtualny trening może w niedalekiej przyszłości stać się nie tylko istotnym suplementem konwencjonalnych form ruchu, ale być może nawet rozwiązaniem alternatywnym. Na koniec warto wspomnieć, że zastosowane w badaniach kwestionariusze (PACES i FFS-2) mogą być wykorzystywane do oceny zadowolenia i flow w nIVR oraz w IVR, gdyż charakteryzują się wysoką rzetelnością pomiarową.

Kolejny artykuł pod tytułem *Effect of elastic resistance on exercise intensity and user satisfaction while playing the active video game BoxVR in immersive virtual reality: empirical study* opisuje wyniki badań dotyczących dalszych poszukiwań prostych i tanich rozwiązań, które pozwoliłyby na zwiększenie obciążenia wysiłkowego osób trenujących w IVR. Wcześniejsze badania własne dowiodły, że skutecznym sposobem na większą intensywność wysiłku fizycznego w IVR jest zastosowanie dodatkowego obciążenia w postaci odważników mocowanych na nadgarstkach (HHW) lub kostkach (AW)^[67,75]. Założono, że

alternatywnym rozwiązaniem w stosunku do odważników mocowanych za pomocą rzepów, może być opór w postaci elastycznych taśm, które można przyczepić do dystalnych części kończyn górnych. Należy zaznaczyć, że taśmy oporowe znajdują szerokie zastosowanie w fitnessie i różnych dyscyplinach sportowych do poprawy efektywności treningu [76–79]. Takie rozwiązanie może znaleźć zastosowanie pod warunkiem, że podczas ruchów ramion w VR będzie dochodzić do rozciągania elastycznych taśm. Do aplikacji, które spełniają ten warunek można zaliczyć popularne AVRGS oparte na technikach bokserskich. Nie wiadomo jednak jak duży opór należy zastosować, żeby zwiększyć efektywność ćwiczeń, a jednocześnie nie spowodować dyskomfortu użytkownikom zbyt dużym obciążeniem, co mogłoby wpłynąć negatywnie na postrzeganą przez nich atrakcyjność AF. W związku z tym głównym celem badań była ocena wpływu elastycznego oporu w postaci taśm lateksowych o różnych parametrach sprężystości na intensywność wysiłku fizycznego młodych i sprawnych fizycznie osób dorosłych podczas uprawiania popularnej gry bokserskiej w IVR. Uzyskane wyniki odniesiono do prozdrowotnych rekomendacji AF. Oceniono również atrakcyjność takiej formy ćwiczeń, oraz zależność między zastosowaniem elastycznego oporu a zadowoleniem użytkowników. W badaniach wzięło udział 21 młodych mężczyzn (studentów AWF) Do projekcji immersyjnej wirtualnej rzeczywistości zastosowano zestaw urządzeń HTC Vive. W badaniach użyto aplikacji BoxVR, która bazuje na podstawowych technikach bokserskich tj. ciosy proste, sierpowe i ciosy z dołu, które zadaje się w nierzeczywiste obiekty nadlatujące z głębi wirtualnej sali treningowej (ryc. 14). Badania właściwe polegały na odbyciu trzech dziesięciominutowych gier. Jedna z nich przebiegała bez obciążenia, a dwie z użyciem lateksowych taśm oporowych w kolorze zielonym (niewielki opór) i srebrnym (duży opór) o długości 1,5 m. Taśmy przytwierdzone były z jednej strony do podłoża, a z drugiej do rękawiczek nałożonych na ręce uczestnika badań (ryc. 15). Kolejność prób była losowa, po każdym ćwiczeniu miała miejsce przerwa na odpoczynek. Intensywność AF szacowano na podstawie wartości $\%HR_{max}$, a uzyskane wyniki odnoszono do norm intensywności AF stworzonych przez ACSM [30]. Po zakończeniu każdej z prób badani dokonywali również oceny subiektywnego odczucia zmęczenia w oparciu o skalę Borga (RPE 6-20) [61]. W dalszej kolejności osoby badane oceniały zadowolenie z AF w IVR z wykorzystaniem PACES w wersji dłuższej (skala 1-7) [66]. Wynik stanowiła średnia wyliczona na podstawie wszystkich odpowiedzi.



Ryc. 14. Zrzut ekranu – aplikacja „BoxVR”



Ryc. 15. Uczestnik badań podczas treningu bokserskiego w IVR z wykorzystaniem z wykorzystaniem elastycznej taśmy oporowej

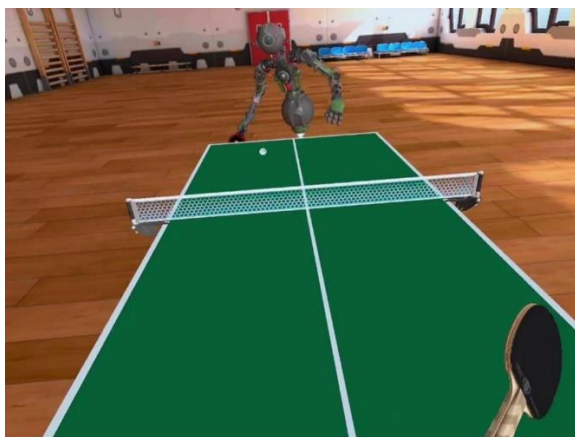
Z przeprowadzonej analizy wariancji dla powtarzanych pomiarów wynika, że elastyczny opór spowodował istotną zmianę ($F=20,235$; $p<0,001$; $\eta^2p=0,503$) intensywności wysiłku fizycznego wyrażoną za pomocą wartości $\%HR_{max}$. W czasie gry bez oporu intensywność wysiłku fizycznego była niska i kształtowała się na poziomie $61,27\pm 11,21\% HR_{max}$. Pod wpływem elastycznego oporu zwiększyła się do poziomu umiarkowanego, zarówno w przypadku taśmy zielonej ($64,97\pm 10,86\% HR_{max}$), jak i srebrnej ($70,43\pm 10,68\% HR_{max}$). Z testów post-hoc wynika, że pomiędzy wynikami wszystkich wykonanych prób występują istotne statystycznie różnice. W przypadku samoceny zmęczenia analiza wariancji Friedmana wykazała, że obciążenie w postaci elastycznego oporu zmienia istotnie ($\chi^2=36,861$; $p<0,001$; $W=0,878$) postrzeganie intensywności wysiłku fizycznego przez ćwiczących. Najmniejsze zmęczenie deklarowali ćwiczący w grze bez dodatkowego obciążenia. Ciężkość wysiłku w tym przypadku została oceniona na $11,19\pm 2,54$ pkt. Znacznie większe zmęczenie towarzyszyło natomiast AF z elastycznym oporem. Deklarowana intensywność wysiłku podczas ćwiczeń z zieloną taśmą kształtowała się średnio na poziomie $13,67\pm 2,15$ pkt, natomiast w trakcie treningu z taśmą srebrną wyniosła $16,62\pm 1,72$ pkt. Testy post-hoc wykazały, że zestawiając ze sobą każdy z uzyskanych wyników występuje między nimi istotna statystycznie różnica. Z analizy korelacji Spearmana pomiędzy subiektywnymi i obiektywnymi miarami intensywności wysiłków wynika, że występuje istotna statystycznie dodatnia zależność między oceną intensywności szacowanej na podstawie $\%HR_{max}$ i skali Borga (RPE 6-20) w przypadku AF w IVR bez obciążenia ($r_s=0,504$; $p=0,020$) i z oporem w postaci zielonej elastycznej taśmy ($r_s=0,45$; $p=0,04$). W przypadku wysiłku fizycznego z taśmą srebrną nie stwierdzono istotnej korelacji ($r_s=0,356$; $p=0,113$). Z analizy wariancji rezultatów ankiety PACES wynika, że dodatkowy elastyczny opór wpływa istotnie ($F=9,259$; $p<0,001$; $\eta^2p=0,316$) na postrzeganie przez osoby badane atrakcyjności wysiłku fizycznego w IVR. Uczestnicy badań bardzo podobnie i wysoko ocenili swoje zadowolenie z AF w VR w przypadku ćwiczeń bez obciążenia kończyn górnych ($6,19\pm 0,61$ pkt), jak i z elastycznym oporem w postaci zielonej taśmy ($6,17\pm 0,66$ pkt). Różnice między tymi ocenami były nieistotne statystycznie. Uczestnicy badań byli zdecydowanie najmniej zadowoleni z AF w VR z taśmą srebrną ($5,66\pm 0,94$ punktów). W związku z tym istotne statystycznie różnice zarysowały się pomiędzy wynikami oceny ćwiczeń bez dodatkowego oporu i z taśmą srebrną ($p=0,001$) oraz pomiędzy oceną ćwiczeń z taśmą zieloną i taśmą srebrną ($p=0,002$).

Jak wynika z przeprowadzonych badań, zastosowanie elastycznych taśm podczas uprawiania AVRBoxVR istotnie podnosi intensywność wysiłku fizycznego, co uwidacznia się w pomiarach obiektywnych i postrzeganych przez użytkowników odczuciu zmęczenia. Dodatkowy opór spowodował jednocześnie, że AF towarzysząca ćwiczeniom bokserskim w wirtualnym środowisku, którą sklasyfikowano jako mało intensywną, stała się umiarkowanie intensywna, a w związku z tym w odniesieniu do rekomendacji WHO^[7] korzystna dla zdrowia. Tego typu obciążenie ramion podczas AF w IVR okazuje się więc rozwiązaniem skutecznie zwiększającym intensywność wysiłku fizycznego, opartego na pracy kończyn górnych. Ponadto uczestnicy badań wysoko ocenili atrakcyjność AF w wirtualnym środowisku. Zastosowanie niewielkiego elastycznego oporu nie wpłynęło negatywnie na zadowolenie uczestników badań z gry BoxVR, jednak pod wpływem większego obciążenia satysfakcja z AF uległa zmniejszeniu. Wynika z tego, że odpowiednio dobrany elastyczny opór może skutecznie podnieść intensywność wysiłku fizycznego podczas ćwiczeń bokserskich w IVR nie powodując

dyskomfortu, który wpływałby na zmniejszenie atrakcyjności treningu. Zbyt duży opór może natomiast zmniejszać atrakcyjność tego typu ćwiczeń, co można uznać za efekt niepożądany. Wydaje się, że przeprowadzone badania mogą być wskazówką dla producentów sprzętu do VR i użytkowników, pokazującą, jak w łatwy sposób zwiększyć efektywność ćwiczeń podczas AVRGs opartych na ruchach kończyn górnych.

Technologia VR jest coraz częściej wykorzystywana jako narzędzie szkoleniowe^[80]. Wirtualna symulacja cieszy się dużym zainteresowaniem w sytuacjach, gdy szkolenie w świecie rzeczywistym jest trudne do zorganizowania, kosztowne, niebezpieczne lub mało praktyczne. Jako przykład można podać programy szkoleniowe dla żołnierzy^[81], chirurgów^[82], ratowników medycznych^[83], spawaczy^[84] czy pilotów^[85]. Istnieją też dowody na to, że nabyte w VR umiejętności ruchowe mają przełożenie na technikę ruchu w realnym świecie^[86-88]. Może mieć to istotne znaczenie w kontekście wykorzystania VR w treningu sportowym, rekreacyjnej AF i wychowaniu fizycznym (WF). Warunkiem takiego transferu umiejętności jest jednak stworzenie realistycznych warunków treningowych w wirtualnym środowisku, co niewątpliwie zależy od rodzaju AF. Najłatwiej jest zaimplementować do VR takie formy AF, które w realnym świecie uprawia się na niewielkiej przestrzeni i w których wysiłek fizyczny w dużym stopniu opiera się na pracy ramion. Przykładem dyscypliny spełniającej te warunki jest tenis stołowy (TS). Dlatego w chwili obecnej dostępnych jest już kilka aplikacji umożliwiających trening TS w VR. Wydaje się, że stopień realizmu uprawianej dyscypliny sportowej może również warunkować poziom intensywności i atrakcyjności ćwiczeń. Dlatego w kolejnych badaniach, opisanych w artykule zatytułowanym *Assessment of the intensity and attractiveness of physical exercise while playing table tennis in an immersive virtual environment depending on the game mode*, podjęto próbę wyjaśnienia tego przypuszczenia. Oceniano, czy intensywność wysiłku fizycznego i zadowolenie użytkowników zależy od wybranych trybów treningu. W jednym z nich – „simulation” – mechanika aplikacji imitowała realne warunki gry, co wymagało większych umiejętności, drugi natomiast – „arcade” (tryb zręcznościowy) – był nieco mniej realistyczny, ze względu na to, że umożliwiał łatwiejszą grę poprzez większą tolerancję błędów popełnianych przez użytkownika. Dodatkowym celem badań była ocena tego, czy krótkotrwały trening TS w VR wpływa na poziom umiejętności gry użytkowników z wirtualnym przeciwnikiem posiadającym sztuczną inteligencję (AI). W badaniach wzięło udział 30 nauczycieli WF, w tym 11 kobiet (wiek 50,73±3,04) i 19 mężczyzn (wiek 51,00±4,36). Dzięki takiemu doborowi uczestników badań można było zrealizować kolejny cel badawczy, jakim było uzyskanie opinii eksperckich na temat potencjalnej przydatności VR w AF, sporcie i WF. Ponadto potrzebne były osoby potrafiące grać w tenisa stołowego i obiektywnie ocenić wybrane aspekty tej gry w VR na podstawie swoich wcześniejszych doświadczeń. Do projekcji IVR zastosowano zestaw Oculus Quest 2. Za program treningowy posłużyła aplikacja „Racket Fury: Table Tennis VR”. Oferuje ona możliwość treningu i rywalizacji w opcji wieloosobowej lub z wirtualnym awatarem (ryc. 16). W ramach rozgrzewki oraz wstępnej adaptacji do środowiska VR uczestnicy badań rozegrali jeden set (do 11 punktów) z wirtualnym przeciwnikiem w trybie „simulation”. Następnie w tym samym trybie wzięli udział w meczu tenisa stołowego do dwóch wygranych setów. Po zakończonej rozgrywce odnotowano uzyskane wyniki. Po przerwie na odpoczynek osoby badane odbyły dwa dziesięciominutowe treningi przedzielone odpoczynkiem, które polegały

na odbijaniu piłeczki z wirtualnym instruktorem (ryc. 17). Przy czym jedna osoba rozpoczynała od trybu „arcade”, a kolejna od trybu „simulation” i tak na zmianę. W czasie obu treningów monitorowano HR. Intensywność wysiłku fizycznego szacowano w oparciu o wartość $\%HR_{max}$, a uzyskane wyniki odniesiono do norm intensywności AF proponowanych przez ACSM^[30]. Zadowolenie z AF podczas treningów w VR oceniane było za pomocą skali PACES w wersji krótkiej^[66]. Subiektywne odczucie zmęczenia treningiem TS w VR oceniane było z wykorzystaniem skali Borga (RPE 6-20) (Borg, 1970). Po zakończeniu treningów uczestnicy badań powtórzyli mecz z wirtualnym przeciwnikiem do dwóch wygranych setów. Po jego zakończeniu został odnotowany wynik. Na koniec uczestnicy badań wypełnili ankietę dotyczącą ich opinii na temat testowanej aplikacji i jej przydatności w AF, treningu sportowym i procesie szkolnego WF.



Ryc. 16. Zrzut ekranu – aplikacja „Racket Fury: Table Tennis VR”



Ryc. 17. Uczestnik badań podczas treningu tenisa stołowego w IVR

Z przeprowadzonych badań wynika, że w trybie „arcade” intensywność AF kształtowała się na poziomie $69,50 \pm 12,58\% HR_{max}$ i była istotnie wyższa ($p < 0,001$; $d = -0,830$) w porównaniu do tej, jaką odnotowano w trybie „simulation” ($64,10 \pm 9,67\% HR_{max}$). W obu przypadkach wysiłki zawierały się w przedziale intensywności umiarkowanej. Podobne zależności zaobserwowano również analizując samoocenę zmęczenia. Po treningu w trybie „simulation” użytkownicy postrzegali intensywność swojego wysiłku na poziomie $12,53 \pm 2,76$ pkt, natomiast po treningu w trybie „arcade” ocenili ją na poziomie $14,50 \pm 3,28$ pkt. Stwierdzona różnica była istotna statystycznie ($p < 0,001$; $d = -0,82$). Odnosząc RPE badanych do klasyfikacji proponowanej przez Piepoli i in.^[62] okazuje się, że nauczyciele ocenili AF w trybie „simulation” jako umiarkowanie intensywną, czyli podobnie, jak wykazała obiektywna ocena wykonana pulsometrem. Wysiłek fizyczny wykonywany w trybie „arcade” został natomiast oceniony przez badanych jako intensywny. Z analizy korelacji Pearsona pomiędzy obiektywnymi i subiektywnymi miarami intensywności AF wynika, że występuje istotna statystycznie dodatnia zależność między oceną intensywności szacowanej na podstawie $\%HR_{max}$ i za pomocą skali Borga, zarówno w przypadku treningu tenisa stołowego w VR w trybie „simulation” ($r = 0,513$; $p < 0,01$) jak i w trybie „arcade” ($r = 0,685$; $p < 0,001$). Stwierdzona w pomiarach obiektywnych i subiektywnych istotnie wyższa intensywność wysiłku w łatwiejszym trybie „arcade” w porównaniu do bardziej realistycznego i trudniejszego trybu „simulation” skłania do zastanowienia, gdyż z reguły trudniejsze zadania ruchowe wymagają

większego wysiłku. W środowisku VR potwierdzają to zresztą badania innych autorów [32,89]. Próbuując to wytłumaczyć można wskazać na specyfikę gry w TS, który jest postrzegany jako trudna technicznie forma AF. Ułatwienie odbić w trybie „arcade” powodowało zapewne, że wymiana piłki między użytkownikiem, a wirtualnym tenisistą trwała dłużej, a co za tym idzie było mniej przerw w grze obniżających intensywność AF. Spostrzeżenie to może mieć istotne znaczenie w kontekście tworzenia podobnych do „Racket Fury” aplikacji treningowych w VR i AVRGs opartych na trudnych technicznie czynnościach ruchowych. Implementacja trybu „arcade” w tych przypadkach może bowiem przyczynić się do zwiększenia intensywności ćwiczeń w VR. Porównując intensywność AF podczas gry w wirtualnego i realnego TS na podstawie HR_{avg} , można stwierdzić, że oba wysiłki są podobne. W badaniach własnych HR_{avg} w zależności od trybu gry kształtowało się na poziomach $110,60 \pm 17,33$ uderzeń/minutę (bpm) (tryb „simulation”) i $119,93 \pm 22,43$ bpm (tryb „arcade”). Z przeglądu literatury, w którym analizowano obciążenie wysiłkowe podczas uprawiania różnych sportów raketowych, wynika, że wartości HR_{avg} w czasie realnej gry w TS mieszczą się w przedziale od $103,9 \pm 15,09$ do $146 \pm 5,9$ bpm [90]. Autorzy doszli do takich wniosków po analizie wyników siedmiu różnych badań [91–97]. Z przeprowadzonej wśród nauczycieli WF ankiety PACES (1-7) wynika, że pedagodzy wysoko ocenili swoje zadowolenie z treningu TS w VR zarówno trenując w trybie „simulation” ($6,00 \pm 1,00$ pkt), jak i w trybie „arcade” ($6,44 \pm 0,86$ pkt). Należy jednak zauważyć, że istotnie statystycznie lepiej ($p=0,002$; $r_{rb}=-0,708$) został oceniony łatwiejszy tryb „arcade”. Wynika to zapewne z faktu, że tryb ten sprzyjał dłuższej wymianie piłki z wirtualnym tenisistą i prawdopodobnie był lepiej dostosowany do umiejętności gry w TS uczestników badań. Spostrzeżenia te mogą w pewnym sensie potwierdzać badania Lemmens and von Münchhausen [98], z których wynika, że dopasowanie umiejętności użytkowników do poziomu trudności innej popularnej AVRGe „Beat Saber” zwiększa odczuwany poziom zadowolenia. Zbyt trudna opcja gry wg ww. autorów powoduje natomiast efekt odwrotny. Ważnym aspektem badań była ocena wpływu krótkotrwałego treningu tenisa stołowego w VR na poziom umiejętności gry użytkownika z wirtualnym przeciwnikiem. Okazało się, że dwa treningi trwające łącznie zaledwie 20 minut mogą w sposób istotny wpłynąć na skuteczność gry użytkownika i wynik wirtualnego meczu. Świadczy to zapewne o tym, że użytkownik szybko adaptuje się do środowiska VR i podnosi w nim swoje umiejętności na wyższy poziom. Oczywiście większe praktyczne znaczenie miałyby badania ukazujące wpływ treningu TS w VR na wyniki realnej gry, co powinno stanowić przedmiot dalszych poszukiwań badawczych, tym bardziej że istnieją już pierwsze obiecujące eksperymenty związane z oceną transferu umiejętności gry w TS z VR do realnego świata [86,87]. Analizując, wyniki ankiety przeprowadzonej wśród osób badanych należy stwierdzić, że doświadczeni nauczyciele WF bardzo pochlebnie wypowiadali się o testowanej aplikacji oraz możliwości wykorzystania technologii VR w treningu i procesie szkolnego WF. Wyrażali oni np. chęć uprawiania TS w VR oraz rekomendowania takiej formy ćwiczeń innym osobom. Nauczyciele nie mieli również żadnych wątpliwości, że uprawianie TS w VR może przynosić korzyści zdrowotne, stanowić suplement wolnoczasowej AF i doskonalić sprawność motoryczną użytkowników. Zdecydowana większość z nich była przekonana, że testowana aplikacja może być przydatna do poprawy techniki gry w TS szczególnie u początkujących i średniozaawansowanych tenisistów. Wszyscy nauczyciele byli zgodni w tym, że AVRGe w trybie wieloosobowym należy promować i wykorzystywać do rozgrywania międzyszkolnych zawodów sportowych w ramach aktywnego VR-sportu,

będącego korzystną alternatywą dla sedentarnego e-sportu. Warto także odnotować deklarację wszystkich nauczycieli, że posiadając odpowiednią bazę sprzętową wykorzystywaliby aktywny VR na lekcjach WF lub zajęciach pozaszkolnych. Ich pozytywne opinie mogą zwiastować zapoczątkowanie w niedalekiej przyszłości wdrażania nowoczesnych technologii, takich jak VR, w AF, sporcie i WF. Warto zaznaczyć, że zbliżone opinie w ww. kwestiach mieli również przyszli nauczyciele WF i promotorzy prozdrowotnej AF, którzy oceniali inną AVRGS we wcześniej przeprowadzonych badaniach własnych [75].

Podsumowując trzeba stwierdzić, że aplikacja „Racket Fury: Table Tennis VR” uprawiana w VR charakteryzuje się umiarkowaną, czyli korzystną dla zdrowia intensywnością wysiłku fizycznego, której poziom uzależniony jest od trybu gry. W łatwiejszym trybie „arcade” użytkownicy trenują bardziej intensywnie i odczuwają większe zmęczenie niż w trudniejszym trybie „simulation”, jednak mimo to odczuwają większe zadowolenie z AF. Ułatwienie odbić podczas gry w wirtualnego TS sprzyja więc jednocześnie zwiększeniu intensywności wysiłku i zwiększeniu atrakcyjności ćwiczeń. Jest to niewątpliwie cenna wskazówka dla producentów podobnych aplikacji, a także instruktorów i trenerów TS zainteresowanych stosowaniem nowoczesnych technologii w procesie treningowym. Krótkotrwały trening TS w VR poprawia umiejętności gry w wirtualnym środowisku, co przejawia się w lepszych wynikach uzyskanych przez użytkowników podczas meczów z AI. Nauczyciele WF z wieloletnim stażem zawodowym bardzo pochlebnie wypowiadają się o testowanej aplikacji oraz dostrzegają potencjał wykorzystania technologii VR w treningu sportowym, AF i procesie szkolnego WF.

4.1.5. Wnioski końcowe, implikacje praktyczne oraz perspektywa rozwoju tematu badawczego

W nawiasach okrągłych zamieszczono i oznaczono pogrubioną czcionką odniesienia do publikacji (P.1-P.9) wyszczególnionych w podrozdziale 4.1.1. niniejszego autoreferatu.

Przeprowadzone badania własne poszerzają wiedzę o dynamicznie rozwijającej się na przestrzeni ostatnich lat nowej formie AF, która polega na wykonywaniu ćwiczeń w VR. Analiza wyników opisanych w cyklu artykułów pozwala na sformułowanie poniższych wniosków.

W VR można uprawiać AF o różnej intensywności, jednak uzyskanie poziomu umiarkowanego lub wysokiego, gwarantujących korzyści zdrowotne, warunkuje szereg czynników. Wśród nich można wymienić: rodzaj i fabułę aplikacji treningowych lub AVGs, stopień trudności ćwiczeń, rodzaj wykorzystywanych urządzeń wskazujących oraz wielkość dodatkowo zastosowanego obciążenia zewnętrznego. Wysoką intensywność wysiłku fizycznego podczas wirtualnych ćwiczeń można osiągnąć poprzez zastosowanie trenażerów, takich jak wielokierunkowa bieżnia, szczególnie w połączeniu z odp. aplikacją, której fabuła skłania do przemieszczania się np. poprzez konieczność pokonywania wyznaczonej trasy (2, 3, 5). Skuteczne są również odważniki na nadgarstki (4) i kostki (5) oraz dodatkowy opór w postaci taśm elastycznych (8), które przy odpowiednio dobranej wielkości obciążenia nie powodują dyskomfortu użytkowników i nie wpływają na zmniejszenie atrakcyjności AF w VR, natomiast znacząco podnoszą jej intensywność. Wysiłek fizyczny w wirtualnym środowisku warunkowany jest również poziomem trudności ćwiczeń. Jego wpływ uzależniony jest od

formy AF. Wyższy poziom trudności, w przypadku ćwiczeń kształtujących (1) jest czynnikiem zwiększającym intensywność wysiłku fizycznego, natomiast podczas treningu technicznego, takiego jak uprawianie tenisa stołowego, może mieć skutek odwrotny (9), gdyż sprzyja występowaniu częstszych przerw w grze. W tym przypadku paradoksalnie stworzenie łatwiejszych i lepiej dostosowanych do możliwości użytkowników warunków gry (tryb „arcade”) generuje większą intensywność wysiłku fizycznego. Z przeprowadzonego cyklu badań wynika, że ich uczestnicy zanurzeni w VR potrafią rozpoznać, która forma AF jest mniej lub bardziej intensywna (3, 4, 5, 8, 9), a postrzegane przez nich poczucie zmęczenia zmienia się adekwatnie do obciążenia wysiłkowego, choć nie zawsze wyniki pomiarów obiektywnych istotnie korelują z subiektywną oceną, co trudno jednoznacznie zinterpretować.

Użytkownicy niezależnie od wieku wysoko oceniają swoje zadowolenie z AF w VR. Okazuje się, że taka forma wysiłku fizycznego jest atrakcyjna zarówno dla dzieci (3), młodych dorosłych (2, 4, 5, 7, 8), jak i osób w średnim wieku (9). Trzeba także odnotować, że wysoki poziom zadowolenia odczuwają z jej uprawiania również osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich (6). Dla osób niepełnosprawnych ruchowo, które na co dzień borykają się z pokonywaniem barier architektonicznych i komunikacyjnych, wirtualny trening może mieć szczególne znaczenie. Z porównania podobnych form AF (jazda na rowerze w nIVR, IVR i RL) wynika, że analogiczny trening w immersyjnym wirtualnym środowisku jest nie tylko bardziej atrakcyjny niż w świecie rzeczywistym, ale daje także osobom ćwiczącym poczucie większego flow (7). Rezultaty tych badań są zaskakujące, tym bardziej, że ich uczestnikami byli studenci AWF. Uzyskane wyniki nakazują więc, aby poważnie podchodzić do wirtualnej aktywnej rozrywki i traktować ją w kategoriach suplementu, a być może nawet substytutu typowych form AF. Atrakcyjność wysiłków fizycznych w VR powinna sprzyjać regularności ćwiczeń i zaangażowaniu treningowemu użytkowników, ponieważ trwałość i systematyczność zachowań człowieka zależy od jego pozytywnych doświadczeń^[8]. Nie sposób również nie wspomnieć o zaobserwowanych zależnościach pomiędzy zadowoleniem a poziomem intensywności ćwiczeń. Wszystkie badane dzieci wskazały na większą atrakcyjność AVG, podczas której były istotnie bardziej zmęczone (3). Również młodzież i młode osoby dorosłe (2) oraz doświadczeni nauczyciele WF (9) ocenili znacznie wyżej AF w IVR, która charakteryzowała się istotnie większym wysiłkiem fizycznym, co oznacza, że wysoki poziom zmęczenia może iść w parze z atrakcyjnością treningu w IVR.

Osoby badane w różnych przedziałach wiekowych są pozytywnie ustosunkowane do AF w VR, co wynika z ich odpowiedzi na pytania zawarte w wypełnianych przez nich ankietach. Przykładowo zdecydowana większość respondentów deklarowała chęć uprawiania wirtualnych ćwiczeń, a prawie wszyscy twierdzili również, że poleciliby innym tego typu AF (2, 3, 4, 5, 9). Przeważająca część otyłych dzieci zamieniłaby typowe gry wideo na AVGs (3). Natomiast badani specjaliści z zakresu wychowania fizycznego (doświadczeni nauczyciele WF) oraz przyszli promotorzy zdrowego trybu życia i prozdrowotnej AF (studenci AWF) wyrażali zgodne przekonanie, że ćwiczenia w VR mogą przynosić korzyści zdrowotne i być suplementem wolnoczasowej AF człowieka (5, 9).

Z niektórych prac zawartych w cyklu wynikają jeszcze inne spostrzeżenia, które warto odnotować, gdyż na podstawie przeglądu literatury można stwierdzić, iż brakuje badań w tym zakresie. Oceniając satysfakcję i flow osób uprawiających kolarstwo w nIVR i IVR (7) dokonano walidacji dwóch kwestionariuszy (PACES i FFS-2 – wersje krótkie). Z

przeprowadzonej analizy zgodności wewnętrznej testu przy użyciu Alfa Cronbacha (α) wynika, że oba charakteryzuje wysoka rzetelność. W związku z tym mogą być one stosowane podczas badania zadowolenia i poziomu odczuwanego flow u osób trenujących z wykorzystaniem technologii VR. Natomiast w innym artykule (9) wykazano, że krótkotrwały trening TS w IVR (zaledwie 20 min.) może wpłynąć w sposób istotny na wyniki uzyskane podczas gry przez użytkowników z wirtualnym przeciwnikiem obdarzonym sztuczną inteligencją. Nie wiadomo w jakim stopniu jest to efekt poprawy umiejętności gry w TS, a w jakim adaptacji do wirtualnego środowiska, jednak niewątpliwie po krótkim czasie ćwiczeń dochodzi do znaczącej poprawy efektywności gry w IVR.

Przechodząc do omówienia implikacji praktycznych oraz dalszych perspektyw rozwoju tematu badawczego należy podkreślić, że interaktywne programy treningowe w VR i AVRGs stają się niewątpliwie coraz bardziej dostępnym i popularnym sposobem spędzania wolnego czasu. Powstaje coraz więcej aplikacji, trenażerów i urządzeń wskazujących, które umożliwiają wykonywanie różnorodnych ćwiczeń w wirtualnym środowisku. Analizując trendy rynkowe, wszystko wskazuje na to, że technologia VR na przestrzeni kolejnych lat będzie się dalej rozwijać w szybkim tempie. W związku z tym istnieje pilna potrzeba podejmowania wieloaspektowych badań dotyczących AF w wirtualnym środowisku, których w chwili obecnej wykonuje się zbyt mało. Badania własne jedynie w niewielkim stopniu wypełniają tę lukę. Pozyskanie szerszej wiedzy empirycznej pozwoliłoby nadać właściwy kierunek rozwojowi teorii i metodyki ćwiczeń w wirtualnym świecie, stworzyć wskazówki dla twórców aplikacji i producentów sprzętu do VR, a także wyznaczyć drogowskazy użytkownikom, którzy powinni wiedzieć po jakie rozwiązania technologiczne sięgać, co jest dla nich wskazane, a czego należy unikać.

Ze względu na to, że intensywność AF podczas ćwiczeń w VR może kształtować się na umiarkowanym, a nawet wysokim poziomie, ich systematyczne uprawianie powinno przynosić użytkownikom korzyści zdrowotne. W związku z tym korzystanie z wybranych AVGs i aplikacji do treningu w wirtualnym środowisku może być uzupełnieniem codziennej dawki ruchu. Wydaje się więc, że należy rekomendować tego typu wysiłki fizyczne jako formę prozdrowotnej AF. Jednak ze względu na to, że ćwiczenia w VR to nowa forma ruchu, wskazane byłoby podjęcie i prowadzenie badań monitorujących skutki długotrwałego treningu w wirtualnym środowisku.

Analiza czynników wpływających na wzrost intensywności AF w VR, które zostały zidentyfikowane podczas badań własnych, może być przydatnym źródłem informacji dla twórców AVGs i aplikacji treningowych w wirtualnym świecie oraz wszystkich osób z zainteresowaniem zwiększeniem efektywności tego typu ćwiczeń i ich zdrowotnego oddziaływania. Znajomość tych czynników będzie także pomocna w regulacji obciążenia wysiłkowego podczas korzystania z wirtualnej rozrywki. Odkrycia te nie wyczerpują jednak w pełni problemu badawczego, co skłania do dalszych poszukiwań badawczych w tym zakresie.

Fakt, iż AVGs w VR, w czasie których użytkownicy bardziej się męczyli, dawały im większą satysfakcję niż mniej obciążające gry ruchowe, świadczy o tym, że kreatorzy wirtualnej rozrywki nie powinni ograniczać implementacji w wirtualnym środowisku do form AF o statycznym charakterze i opartych głównie na ruchach ramion, ale tworzyć również takie, które angażują duże grupy mięśniowe oraz opierają się na ruchach lokomocyjnych, pozwalających na uzyskanie większej intensywności wysiłku fizycznego. W tym celu warto

również rozważyć wykorzystanie już istniejących trenażerów (np. rowerki stacjonarne, cykloergometry wiosłarskie) oraz dedykowanych (np. wielokierunkowe bieżnie) oraz urządzeń wskazujących sprzyjających zwiększeniu obciążenia wysiłkowego ćwiczących, a także zastosowanie dodatkowego obciążenia w postaci elastycznego oporu lub odważników mocowanych na kończynach. Warto zaznaczyć, że niedługo po publikacji artykułu nr (4), w którym wykazano, że HHW to prosty i skuteczny sposób na zwiększenie intensywności ćwiczeń w VR, firma KIWI Design zajmująca się projektowaniem i sprzedażą produktów akcesoryjnych do popularnego zestawu Oculus Quest 2, wprowadziła na rynek ciężarki w postaci niewielkich dysków, które można w łatwy sposób mocować do trzymanyh w rękach kontrolerów. Umożliwiają one precyzyjne dociążenie ramion użytkownika podczas wirtualnej rozrywki. Wprowadzenie do sprzedaży tego typu sprzętu jest dowodem na to, że wśród producentów akcesoriów do zestawów VR, są firmy świadome potrzeby poprawy efektywności ćwiczeń w wirtualnym świecie.

Z uwagi na stwierdzoną w przeprowadzonych badaniach wysoką atrakcyjność AF w VR, istnieje duża szansa na to, że tego typu aktywna rozrywka będzie konkurencyjna dla cieszących się obecnie olbrzymią popularnością typowych gier komputerowych. Zmiana sposobu korzystania z mediów ekranowych, z biernego na aktywny, byłaby niewątpliwie krokiem milowym w kierunku zmniejszenia zjawiska sedentarnego stylu życia współczesnego społeczeństwa. Dlatego należy w dalszym ciągu prowadzić badania związane z oceną zadowolenia i flow użytkowników AVGs oraz poszukiwać czynników warunkujących ich wysoki poziom satysfakcji, która jest gwarantem trwałości zachowań i systematyczności podejmowanych działań. Aby możliwe było czerpanie korzyści z aktywnej wirtualnej rozrywki, przy jednoczesnym niwelowaniu zachowań sedentarnych, wynikających z uprawiania klasycznych gier komputerowych, niezbędna jest szeroko zakrojona akcja informacyjno-edukacyjna. Powinna być ona skierowana zarówno do dzieci i młodzieży, ale również pedagogów zatrudnionych w placówkach oświatowych i środowiska akademickiego. Tego typu kampanię można by połączyć z popularyzacją ćwiczeń z wykorzystaniem nowoczesnych technologii informatycznych oraz prowadzeniem prelekcji oraz warsztatów połączonych z prezentacją sprzętu, trenażerów i aplikacji pozwalających na uprawianie różnych form AF w VR. Działania takie przewidziane są ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczo-edukacyjnego pt. *„Zwalczanie ognia ogniem”, czyli jak wykorzystać aktywne gry wideo i aplikacje treningowe w wirtualnej rzeczywistości do promowania i uprawiania prozdrowotnej aktywności fizycznej wśród młodzieży oraz zapobiegania zachowaniom sedentarnym*. Na jego realizację otrzymałem dofinansowanie w ramach w postępowania konkursowego, związanego z realizacją programu *„Wsparcie strategii badań promujących zdrowy styl życia i wydłużenie czasu życia w zdrowiu” RID 2024-2027*. W trakcie realizacji projektu, oprócz ww. inicjatyw planowane są również sesje treningów z wykorzystaniem AVGs i multimedialnych aplikacji treningowych w VR, połączone z oceną ich wpływu na sprawność fizyczną uczestników oraz organizacja międzyszkolnych zawodów sportowych w aktywnym VR-sporcie. Podobne działania edukacyjne i badawcze podejmuję również w od kilku lat w środowisku akademickim. Ich efektem jest m.in. zainicjowanie powstania i prowadzenie przeze mnie przedmiotu *„Trening z wykorzystaniem aplikacji mobilnych i wirtualnej rzeczywistości”* oraz badania realizowane w ramach *Koła Naukowego Aktywności Fizycznej i Turystyki w Wirtualnej Rzeczywistości „ACTIVE VR”*, którego jestem opiekunem.

Spostrzeżenie opisane w artykule nr (9), dotyczące istotnego wpływu krótkotrwałego treningu TS w IVR na wyniki wirtualnej rozgrywki, skłania do podejmowania podobnych badań w odniesieniu do dyscyplin sportowych, które mają swoje odpowiedniki w IVR. Chociaż bardziej interesujące niż poprawa efektywności gry w IVR, która być może wynikała z adaptacji do wirtualnego środowiska, wydaje się zagadnienie transferu umiejętności ruchowych z wirtualnego do realnego świata. W przypadku TS badania takie były już podejmowane [86,87]. Wynika z nich, że zaledwie po kilku treningach realizowanych w środowisku wirtualnym, u uczestników eksperymentu doszło do istotnej poprawy odbić, co wykazały zarówno badania jakościowe, jak i pomiary ilościowe. Ze względu na szybkie doskonalenie umiejętności gry w TS w VR stwierdzone podczas badań własnych oraz zaobserwowany w opisanych powyżej badaniach możliwy transfer umiejętności nabytych w wirtualnym środowisku do realnego świata, należy poważnie traktować potencjalne możliwości wykorzystania technologii VR w procesie nauczania umiejętności ruchowych. Dotyczy to nie tylko TS, ale również innych form AF. Stworzenie narzędzi treningowych opartych na technologii VR skutecznie poprawiających technikę ruchu różnych dyscyplinach sportowych mogłoby mieć przełomowe znaczenie w procesie przygotowania technicznego sportowców. Dlatego bez wątpienia ten kierunek badań powinien być kontynuowany.

Wśród dalszych istotnych kierunków poszukiwań badawczych, które wiążą się z AF w VR należy wymienić jeszcze ocenę możliwości kształtowania i diagnozowania w wirtualnym środowisku zdolności motorycznych. Badania w tym zakresie realizują już od kilku lat, między innymi w ramach finansowanego przez NCBiR projektu pt. *Opracowanie metod badania oraz kształtowania zdolności koordynacyjnych wraz z dedykowanym zestawem metod treningowych w boksie w oparciu o wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości*. Projektem tym kierowałem w latach 2019-2023. Jego efektem jest cykl publikacji raportowanych w bazie JCR i wystąpień konferencyjnych, a także obroniona praca doktorska [99], której byłem promotorem pomocniczym. Projekt jest obecnie na etapie komercjalizacji, a na podstawie licznych wyników badań zebranych podczas jego trwania, powstają kolejne publikacje naukowe. Badania własne i innych autorów wskazują na duży potencjał VR jako środowiska do rozwijania zdolności motorycznych oraz prowadzenia testów motorycznych [99-105], dlatego należy w przyszłości zgłębiać to zagadnienie.

4.2. Omówienie pozostałych publikacji nie wchodzących w skład głównego osiągnięcia wymienionego w rozdziale 4.1.

Moje zainteresowania naukowe oscylują wokół trzech głównych zagadnień badawczych. Pierwsze (I) z nich to ocena sprawności fizycznej różnych populacji ze szczególnym uwzględnieniem diagnozy koordynacyjnych zdolności motorycznych. Drugie (II) dotyczy zachowań zdrowotnych różnych grup społecznych. Przy czym głównym przedmiotem moich badań jest wieloaspektowa ocena AF w kontekście prozdrowotnych zaleceń, a także jej wpływu na parametry somatyczne i sprawność badanych. Elementem łączącym oba wymienione obszary badawcze, szczególnie w okresie ostatnich kilku lat było wykorzystanie w nich nowoczesnych technologii informatycznych typu: AVGs, VR i urządzenia mobilne. Ponadto, z racji wieloletniego zatrudnienia w Katedrze Teorii i Metodyki WF oraz pracy w szkole i młodzieżowym domu kultury podejmołem badania dotyczące organizacji zajęć

ruchowych w placówkach oświatowych (III). Bardziej szczegółowy opis wymienionych obszarów badawczych wraz z wykazem publikacji zamieszczono poniżej:

(I)

Do oryginalnych opracowań badawczych z zakresu antropomotoryki należy zaliczyć te, które dotyczyły wpływu szumu, aplauzu kibiców i muzyki na wybrane aspekty koordynacji ruchów. Należy podkreślić, że obszar ten jest niezwykle rzadko poruszany w literaturze krajowej i światowej. Bodźce dźwiękowe i hałas wbrew pozorom są blisko związane z kulturą fizyczną. Głośny klimat akustyczny charakteryzuje imprezy sportowe, jest również nieodłącznym elementem lekcji WF. Jako młody nauczyciel doświadczałem tego zjawiska, które było uciążliwe dla mnie oraz dla moich koleżanek i kolegów z pracy. To właśnie dyskomfort związany z wykonywaniem zawodu w hałasie skłonił mnie do podjęcia badań dotyczących początkowo oceny klimatu akustycznego na lekcjach WF³ oraz zgłaszanych z tego powodu dolegliwości chorobowych nauczycieli⁴, a w późniejszym okresie szacowania jego wpływu na motorykę ludzką. Biorąc pod uwagę wyniki licznych badań, opisujących negatywny wpływ dźwięków o wysokim natężeniu na funkcjonowanie człowieka, założyłem, że bodźce akustyczne będą obniżać poziom zdolności motorycznych. Jak się jednak niebawem okazało, nie było to w pełni słuszna hipoteza, szczególnie w odniesieniu do szumu akustycznego, który wraz z aplauzem kibiców wykorzystywałem w procedurach badawczych. Nieopublikowane badania pilotażowe wykazywały tendencję do prawy, a nie pogorszenia, motoryki pod wpływem dozowanych dźwięków, co początkowo było dużym zaskoczeniem. Zgłębiając literaturę przedmiotu okazało się, że czynnik uważany za szkodliwy w długotrwałej ekspozycji, zastosowany w odpowiednich dawkach i formie może działać stymulująco na organizm człowieka, a nawet mieć wpływ terapeutyczny. Przy odpowiednim natężeniu i charakterystyce częstotliwościowej szumu ujawnia się jego interesująca właściwość, która nie jest powszechnie znana. Może on poprawiać w sposób nieliniowy odbiór i transmisję słabych sygnałów użytecznych w układzie nerwowym. Zjawisko to, określane mianem rezonansu stochastycznego, trudno jednoznacznie wyjaśnić^[106–111]. Przypuszcza się, iż nałożenie szumu na podprogowy bodziec powoduje, że ulega on wzmocnieniu i staje się bodźcem, który może wywołać określoną reakcję^[112]. Z badań przeprowadzonych przez kilku autorów wynika, że ekspozycja na szum może wpływać pozytywnie na percepcję sensoryczną człowieka^[108,110,113–118]. Należy zaznaczyć, że zjawisko to dotyczy nie tylko bodźców akustycznych. Poprawa percepcji sensorycznej może występować również pod wpływem szumu mechanicznego (drgania, wibracje) oraz elektrycznego. Odkrycie to jest interesujące w kontekście ludzkiej motoryczności, a w szczególności zdolności koordynacyjnych, które bazują na podłożu ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego^[119–123], a funkcje sensoryczne są kluczowe w procesie kontroli motorycznej.

³ Ślężyński, J., i Polechoński, J. (2001). Warunki akustyczne lekcji wychowania fizycznego. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, (2), 9–15.

⁴ Polechoński, J. (2001). Hałas na lekcjach wychowania fizycznego a zgłaszane dolegliwości chorobowe nauczycieli. W: J. Ślężyński (red.), *Efekty kształcenia i wychowania w kulturze fizycznej* (s. 77–89). Katowice: PTNKF i AWF.

Pierwsze publikacje własne z tego zakresu dotyczyły oddziaływania hałasu o różnym natężeniu na szybkość reakcji studentów⁵ i dzieci szkół podstawowych⁶. W przeprowadzonych eksperymentach zaobserwowano interesujące zjawisko, polegające na tendencji do poprawy ocenianej zdolności motorycznej w warunkach ekspozycji badanych na szum akustyczny lub aplauzu kibiców. Mimo, iż nie stwierdzono istotnych statystycznie zależności, wyniki zachęcały do kontynuacji prac badawczych w tym zakresie. W efekcie napisałem i rozpocząłem realizację projektu pt. *Wpływ hałasu na sprawność koordynacyjną człowieka*, w ramach którego powstało kilka publikacji naukowych. Poszukiwania badawcze dotyczyły głównie relacji między dźwiękiem a stabilnością postawy ciała. W jednej z prac próbowano oszacować wpływ muzyki relaksacyjnej na równowagę statyczną i dynamiczną młodzieży licealnej, jednak nie odnotowano znamiennych zależności⁷. W kilku innych badaniach wykazano natomiast istotne statystycznie, pozytywne oddziaływanie szumu akustycznego i aplauzu kibiców o różnym natężeniu na stabilność postawy ciała studentów^{8,9,10,11}. Część wyników badań zebranych w ramach ww. projektu stanowiło również podstawę mojej dysertacji doktorskiej¹², a jej rozszerzeniem stała się monografia pt. *Bodźce akustyczne a stabilność postawy ciała*¹³. Wykazano w niej między innymi, że podczas krótkotrwałej ekspozycji na bodźce akustyczne o natężeniu 60, 80 i 100 dB w postaci białego szumu lub aplauzu kibiców występuje poprawa stabilności posturalnej, natomiast większe natężenia tego typu dźwięków mogą przyczynić się do zwiększenia wychwiał spontanicznych w postawie stojącej oraz, że zależności te występują zarówno w warunkach kontroli wzrokowej, jak i bez jej udziału. Natomiast bodźce dźwiękowe pojawiające się nieoczekiwanie wywołują reakcje posturalne, które uwidaczniają się w zwiększeniu wychwiał postawy stojącej.

Dowiedzione w ww. badaniach korzystne właściwości szumu były motywacją do przygotowania pracy ukazującej możliwości jego wykorzystania do poprawy kontroli równowagi ciała narciarzy zjazdowych¹⁴. Były także inspiracją do rozpoczęcia realizacji kolejnego, kierowanego przeze mnie, projektu badawczego: *Wpływ różnych rodzajów szumu*

⁵ Chećko, J., Polechoński, J., i Cieślińska, J. (2002). Wpływ krótkotrwałego oddziaływania hałasu o różnym natężeniu na szybkość reakcji motorycznej. *Zeszyty Metodyczno-Naukowe AWF Katowice*, 13, 45–52.

⁶ Polechoński, J., i Błaszczak, J. (2004). Wpływ krótkotrwałego hałasu na szybkość reakcji motorycznej dzieci szkół podstawowych. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, (11), 20–23.

⁷ Polechoński, J., Groffik, D., i Szołtysik, G. (2007). Oddziaływanie muzyki relaksacyjnej na równowagę statyczną i dynamiczną młodzieży licealnej. *Zeszyty Metodyczno-Naukowe AWF Katowice*, 23, 47–57.

⁸ Polechoński, J., Chećko, J., i Pośpiech, D. (2003). Wpływ krótkotrwałego hałasu na stabilność postawy ciała. W: W. Mynarski, J. Ślężyński (red.), *Efekty kształcenia i wychowania w kulturze fizycznej* (s. 257–264). Katowice: AWF.

⁹ Polechoński, J. (2005). Wpływ natężenia i rodzaju hałasu a stabilność postawy ciała. W: W. Mynarski, J. Ślężyński (red.), *Efekty kształcenia i wychowania w kulturze fizycznej* (s. 77–89). Katowice: PTNKF i AWF

¹⁰ Polechoński, J., i Błaszczak, J. (2006). The effect of acoustic noise on postural sway in male and female subjects. *Journal of Human Kinetics*, 15, 37–52.

¹¹ Polechoński, J. (2007). Oddziaływanie szumu i aplauzu kibiców na charakterystykę wychwiał spontanicznych postawy stojącej. *WibroTech. XIII Konferencja Naukowa Wibroakustyki i Wibrotechniki. VIII Ogólnopolskie Seminarium Wibroakustyka w Systemach Technicznych.*, 229–236. Jachranka: Politechnika Warszawska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

¹² Polechoński, J. (2004). Wpływ hałasu na stabilność postawy ciała (rozprawa doktorska). Katowice: AWF.

¹³ Polechoński, J. (2007). *Bodźce akustyczne a stabilność postawy ciała*. Katowice: AWF - **monografia**.

¹⁴ Polechoński, J. (2008). Możliwości wykorzystania szumu do poprawy kontroli równowagi ciała u narciarzy zjazdowych. W: G. Juras, L. Powolny, J. Ślężyński (red.), *Sporty śnieżne. Stan i perspektywy badań* (s. 184–194). Katowice: AWF.

na sprawność koordynacyjną człowieka. Najważniejszym osiągnięciem naukowym, wynikającym z tego projektu było powstanie drugiej mojej monografii pt. *Wpływ stymulacji szumem akustycznym, mechanicznym i elektrycznym na percepcję dotykową ręki oraz prędkość ruchów precyzyjnych palca wskazującego osób dorosłych i starszych*¹⁵. Opisane w niej badania, ze względu na swój unikatowy i obszerny charakter wymagają bardziej szczegółowego omówienia. Biorąc pod uwagę wyniki badań innych autorów, świadczące o pozytywnym wpływie szumu na percepcję sensoryczną^[108,110,113–118] oraz rezultaty wcześniejszych badań własnych^[124–129] przyjęto, że poprawa funkcji sensorycznych może przyczynić się do podniesienia jakości czynności ruchowych lub zmniejszenia deficytów motorycznych występujących wraz z wiekiem czy w wyniku niektórych schorzeń i dysfunkcji. Założono również, że powodowana szumem lepsza percepcja dotykowa powinna uwidocznić się szczególnie podczas wykonywania ruchów precyzyjnych, które kojarzy się najczęściej z tzw. małą motoryką, czyli sprawnością palców i ręki. Przypuszczenia te były prawdopodobne w kontekście badań własnych i innych autorów wskazujących na występowanie zależności między percepcją dotykową, a jakością wykonywanych ruchów manipulacyjnych ręki^[130–134]. Założenie to wymagało jednak empirycznego potwierdzenia. Niestety ocena wpływu czynników zewnętrznych (np. szumu) na złożone czynności manipulacyjne stanowi nie lada wyzwanie. Problemem jest sam pomiar precyzji ruchów ręki i palców, który jest trudny do wykonania ze względu na liczne połączenia stawowe, stopnie swobody oraz różnorodność i złożoność wykonywanych rękami czynności, a także brak odpowiedniej aparatury pomiarowej. Testy takie wymagałyby odpowiedniego oprzyrządowania i oprogramowania, umożliwiających ocenę złożonych parametrów ruchów i prawidłowości wykonania zadania ruchowego. Zasadnym więc wydawało się badanie w pierwszej kolejności prostych, jednostawowych ruchów, co mogło ułatwić dalsze analizy bardziej skomplikowanych czynności ruchowych. W kontekście badania wpływu czynników zewnętrznych na motorykę w prostym układzie pomiarowym łatwiejsza jest również interpretacja uzyskanych wyników. W związku z tym za główny cel pracy obrano ocenę oddziaływania różnego rodzaju szumu (akustyczny, elektryczny, mechaniczny) na percepcję dotykową rąk i prędkość ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego młodych, zdrowych i sprawnych fizycznie osób dorosłych oraz ludzi w starszym wieku. Wybór tego stawu był podyktowany ważną jego rolą podczas wykonywania ruchów manipulacyjnych. Na wzajemnej opozycji drugiego palca i kciuka opiera się bowiem większość precyzyjnych chwytów, w tym chwyt pęsetowy, który pozwala na stabilne trzymanie i manipulowanie małymi przedmiotami. Uważa się, że tego rodzaju ruchy w istotny sposób rzutowały na tempo procesów ewolucyjnych człowieka^[135]. Oceniając precyzję ruchów oparto się na wynikającej z prawa Fitts'a^[136], znanej w środowisku naukowym i empirycznie zweryfikowanej, zasadzie wymienności prędkości i dokładności ruchu^[137–140]. Celem pracy było także oszacowanie, czy wiek osób badanych determinuje poziom obu mierzonych cech oraz czy występuje związek między percepcją dotykową i prędkością ruchów precyzyjnych. W związku z celem głównym pracy postawiono następujące pytania badawcze:

¹⁵ Polechoński, J. (2019). Wpływ stymulacji szumem akustycznym, mechanicznym i elektrycznym na percepcję dotykową ręki oraz prędkość ruchów precyzyjnych palca wskazującego osób dorosłych i starszych. Katowice: AWF - monografia.

1. Jaki jest wpływ krótkotrwałego oddziaływania białego szumu akustycznego, elektrycznego i mechanicznego na poziom percepcji dotykowej rąk młodych osób dorosłych i ludzi w starszym wieku?
2. Jaki jest wpływ krótkotrwałego oddziaływania białego szumu akustycznego, elektrycznego i mechanicznego na prędkość ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego młodych osób dorosłych i ludzi w starszym wieku?
3. Czy wiek może różnicować percepcję dotykową ręki?
4. Czy wiek może różnicować prędkość ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego?
5. Czy występuje zależność pomiędzy poziomem percepcji dotykowej ręki i prędkością ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego?

Badania zrealizowano w dwóch etapach. W celu przeprowadzenia pomiarów zaprojektowano i skonstruowano oryginalny przyrząd – manipulandum do badania parametrów ruchów zginania i prostowania. Stworzone urządzenie pomiarowe w 2015 r. zostało objęte zgłoszeniem patentowym¹⁶, a w 2018 r. uzyskało patent¹⁷, w którego powstaniu miałem wiodącą rolę (ryc. 18-21). Tworząc przyrząd pomiarowy wzorowałem się na manipulandum wykorzystanym we wcześniejszych badaniach^{18,19}, w których oceniano ruchy zginania i prostowania w stawie łokciowym osób z RZS, próbując zweryfikować prostą i obiektywną metodę pomiaru funkcji stawu łokciowego pod kątem możliwości jej wykorzystania do oceny zaawansowania zmian chorobowych w stawie oraz monitorowania postępu choroby. Przyrząd sprzężono z programem Fritz umożliwiającym testowanie precyzji ruchów. Kolejnym krokiem była ocena rzetelności pomiarów wykonanych ww. zestawem pomiarowym²⁰. Drugi etap obejmował badania właściwe, na które składała się ocena percepcji dotykowej i prędkości ruchów precyzyjnych w warunkach ekspozycji na różne typy szumów osób dorosłych i starszych. Ta część badań pozwoliła również ocenić, czy wiek determinuje poziom obu mierzonych cech oraz czy występuje zależność między percepcją dotykową i prędkością ruchów precyzyjnych. W badaniach rzetelności pomiarów zestawu do oceny precyzji ruchów zginania i prostowania w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego uczestniczyło 43 studentów AWF. Badaniami właściwymi objęto 32 studentów AWF oraz 32 osoby w wieku 60-75 lat. Oceniając percepcję dotykową brano pod uwagę dwa parametry: percepcję siły nacisku i dyskryminację dwupunktową (zdolność do rozróżniania dwóch bodźców uciskowych znajdujących się w niewielkiej odległości od siebie). Do pomiarów prędkości ruchów precyzyjnych w stawie

¹⁶ Polechoński, J., Rojczyk-Chmarek, J. (2015). Manipulandum do badania parametrów ruchów zginania i prostowania w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego. Biuletyn Urzędu Patentowego, 24(1093), 5.

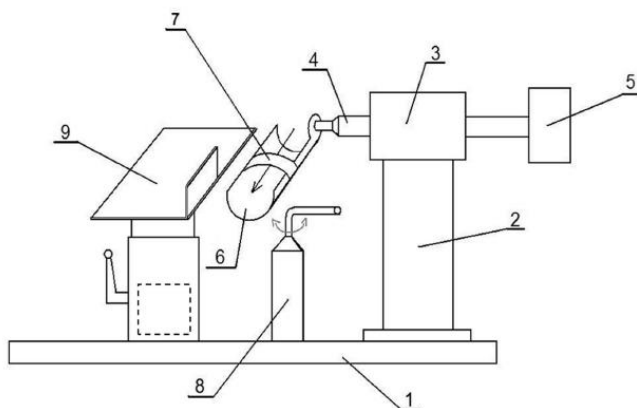
¹⁷ Patent nr 228045 (2018). Manipulandum do badania parametrów ruchów zginania i prostowania w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego. Wynalazca: J. Polechoński, J. Rojczyk-Chmarek. Beneficjent: Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Warszawa: Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.

¹⁸ Rojczyk-Chmarek, J., Błaszczak, J. W., Gieremek, K., Cieśla, W., Polechoński, J. (2014). Biomechanical aspects of elbow joint action in rheumatoid arthritis. Polish Journal of Physiotherapy, 14(1), 6–16.

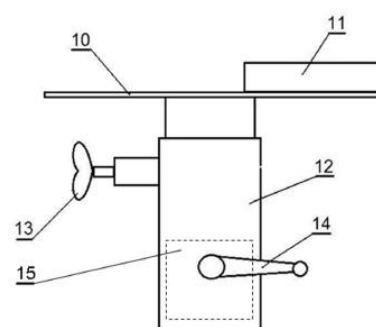
¹⁹ Rojczyk-Chmarek, J., Cieślińska-Świder, J., Gieremek, K., Polechoński, J. (2015). Assessment of the effects of rehabilitation interventions for patients with rheumatoid arthritis using biomechanical analysis of elbow function. Polish Journal of Physiotherapy, 1(15), 36–47.

²⁰ Polechoński, J., Rojczyk-Chmarek, J., Słomka, K. (2019). Ocena rzetelności pomiarów precyzji ruchów manipulacyjnych palca wskazującego wykonanych urządzeniem własnego pomysłu w kontekście przyszłych zastosowań diagnostycznych. Polish Journal of Physiotherapy, 1(16), 76–85.

śródręczno-palczkowym palca wskazującego wykorzystano manipulandum i program komputerowy Fritz. Test polegał na wielokrotnym umieszczeniu i zatrzymaniu cyfrowego wskaźnika w obszarze zadanego celu poruszając ramieniem manipulatora (ryc. 22). Zadanie należało wykonać w możliwie najkrótszym czasie, a wynikiem testu stanowiła średnia prędkość dotarcia do celu. Badania odbywały się w warunkach ekspozycji na trzy rodzaje białego szumu (akustyczny, elektryczny i mechaniczny) oraz w warunkach braku jego oddziaływania. Sygnał akustyczny o natężeniu 60 dB był emitowany z głośników. Szumem elektrycznym pobudzano rękę w okolicach badanego stawu poprzez samoprzylepne elektrody, a mechanicznym bodźcowano wykorzystując słuchawkę kostną. Schemat stanowiska badawczego przedstawia ryc. 23. W przypadku szumu elektrycznego i mechanicznego siła sygnału była podprogowa.



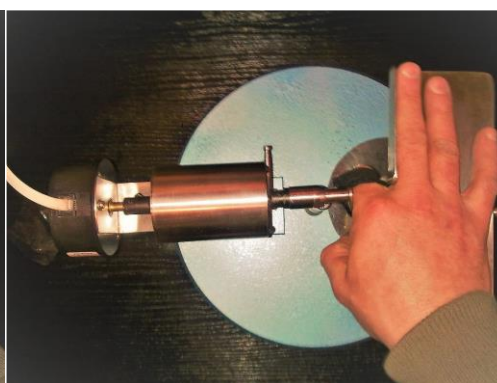
Ryc. 18. Manipulandum do badania parametrów ruchów zginania i prostowania w stawie śródręczno-palczkowym palca wskazującego: ferromagnetyczna podstawa (1), podpora (2), łożysko stabilizujące (3), oś (4), czujnik przemieszczenia kąтового (5), łożo do ułożenia i stabilizacji palca wskazującego (6), opaska (7), podpórka obrotowa (8), układ podparcia ręki (9)



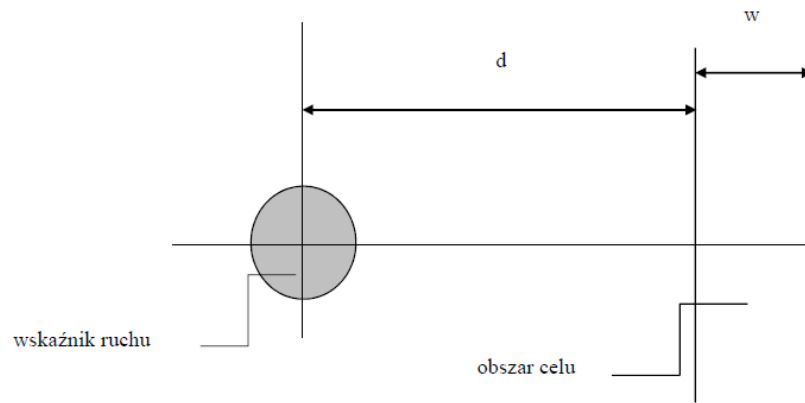
Ryc. 19. Układ podparcia ręki: płyta podparcia ręki (10), element oddzielający palec wskazujący od palca środkowego (11), kolumna (12), zamek mechaniczny umożliwiający regulację wysokości kolumny (13), dźwignia (14), uchwyt magnetyczny (15)



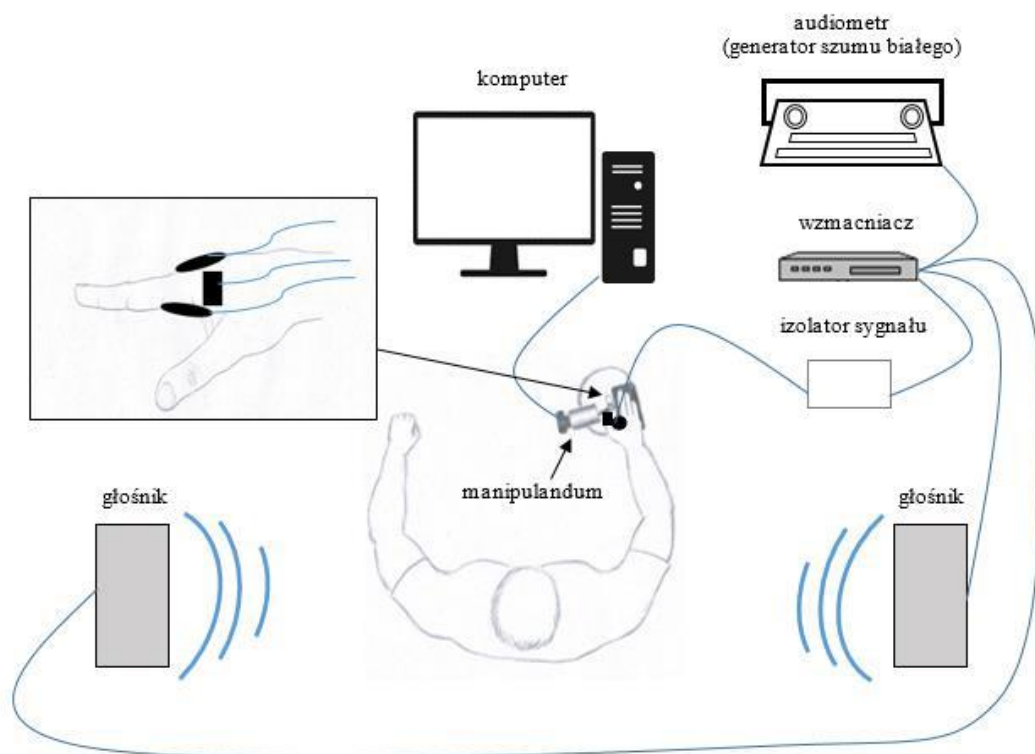
Ryc. 20. Ułożenie ręki na manipulandum w położeniu początkowym



Ryc. 21. Ułożenie ręki na manipulandum po wykonaniu ruchu zgięcia w stawie śródręczno-palczkowym palca wskazującego



Ryc. 22. Schemat eksperymentu: w – szerokość obszaru celu, d – odległość początkowego położenia wskaźnika ruchu od obszaru celu



Ryc. 23. Schemat stanowiska badawczego

Analiza uzyskanych wyników wskazuje na istotny statystycznie pozytywny wpływ aplikowanych szumów na percepcję siły nacisku badanych studentów ($p < 0,001$). Najwyższy wskaźnik percepcji siły dotyku na rękę odnotowano podczas ekspozycji badanych na oddziaływanie szumu akustycznego, następnie elektrycznego i mechanicznego. W warunkach braku oddziaływania jakiegokolwiek szumu na osoby badane, ich percepcja nacisku była znamienne niższa. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu szumu na dyskryminację dwupunktową rąk studentów. Podobne zależności uwidoczniły się podczas analizy wyników badań osób starszych. Wykazano istotną zależność między ich percepcją siły dotyku a stymulacją różnego rodzaju szumami ($p < 0,01$). Tak, jak w przypadku studentów, najlepszą percepcję siły nacisku zaobserwowano w sytuacji ekspozycji na szum akustyczny. W

odniesieniu do warunków braku oddziaływania dodatkowych bodźców na receptory dotykowe ręki poprawa percepcji siły dotyku w czasie pobudzenia dźwiękiem była statystycznie znamienna. Percepcja siły nacisku uległa również wzmocnieniu pod wpływem elektrostymulacji i wibracji. Jej zwiększenie nie było jednak na tyle wyraźne, aby można było stwierdzić, że szum elektryczny lub mechaniczny istotnie poprawia czucie dotyku. Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują, że podobnie jak u ludzi młodych, dyskryminacja dwupunktowa rąk osób w starszym wieku nie jest wrażliwa na oddziaływanie szumów. Analizując rezultaty testów oceniających prędkość ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego można zaobserwować nieznaczną poprawę wyników uzyskanych przez studentów pod wpływem oddziaływania każdego z dozowanych szumów. Nie były to jednak statystycznie znamienne różnice. W przypadku osób starszych, wykazano natomiast istotne statystycznie oddziaływanie szumów na prędkość ruchów precyzyjnych palca wskazującego ($p < 0,05$). Mimo, że każdy z aplikowanych bodźców zwiększał prędkość wykonywanych ruchów w porównaniu do rezultatów uzyskiwanych w warunkach braku stymulacji szumem, to znamienne statystyczny wpływ charakteryzował jedynie elektrostymulację. Kolejnym etapem analiz było porównanie poziomu percepcji dotykowej studentów i osób w starszym wieku. W tym celu brano pod uwagę wyłącznie pomiary wykonane w warunkach braku oddziaływania szumów. W pierwszej kolejności dokonano zestawienia wskaźników percepcji siły nacisku na rękę obu badanych grup. Mimo, że parametr ten był wyższy u studentów, to nie wykazano istotnej statystycznie różnicy ($p < 0,09$). Percepcję dotykową oceniano także na podstawie wskaźnika dyskryminacji dwupunktowej ręki. Również podczas tego badania studenci dominowali nad osobami starszymi. W tym przypadku uzyskane przez obie badane grupy wyniki różniły się istotnie ($p < 0,05$). Przeprowadzone badania pozwoliły również na dokonanie porównania prędkości ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego studentów i osób w starszym wieku. Podobnie jak w przypadku oceny percepcji dotykowej brano pod uwagę jedynie pomiary wykonane w warunkach braku oddziaływania szumów. Z wyliczeń wynika, że osoby po sześćdziesiątym roku życia uzyskują istotnie niższe wyniki ($p < 0,001$) w teście oceniającym prędkość ruchów precyzyjnych palca wskazującego od młodych dorosłych. Analiza korelacji wskaźnika percepcji siły dotyku i prędkości ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego u studentów nie wykazała istotnego statystycznie związku. W grupie osób starszych relacja ta okazała się natomiast znamienne statystycznie, wysoką, dodatnią korelacją. Związek między prędkością ruchów precyzyjnych palca wskazującego a percepcją dotykową ręki oceniano także zestawiając ze sobą wskaźnik dyskryminacji dwupunktowej i średnią prędkość osiągnięcia celu. Wśród studentów ponownie nie stwierdzono zależności między ww. parametrami. W grupie osób po 60 roku życia korelacja okazała się natomiast dodatnia i istotna statystycznie. Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Krótkotrwała ekspozycja młodych osób dorosłych na bodźce elektryczne i mechaniczne o charakterystyce białego szumu i podprogowej sile oraz na biały szum akustyczny o natężeniu 60 dB poprawia percepcję dotykową ręki, co przejawia się poprawą percepcji siły nacisku. Pod wpływem ww. szumów nie dochodzi natomiast do istotnej poprawy dyskryminacji dwupunktowej. W przypadku osób starszych zaobserwowano poprawę percepcji siły nacisku jedynie podczas ekspozycji na szum akustyczny.

2. W grupie młodych osób nie stwierdzono istotnej różnicy między wynikami testu oceniającego prędkość ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego uzyskanymi pod wpływem różnego typu szumów (akustyczny, elektryczny, mechaniczny) i w warunkach braku jego oddziaływania. Osoby starsze natomiast uzyskiwały w tym teście znamienne statystycznie lepsze wyniki w warunkach ekspozycji na szum elektryczny niż podczas pomiarów w warunkach kontrolnych, gdy żaden z szumów nie występował.

3. Osoby młode charakteryzują się lepszą percepcją dotykową rąk niż osoby starsze, o czym świadczy istotnie statystycznie wyższy wskaźnik dyskryminacji dwupunktowej w tej grupie badanych. Dominują również nad osobami starszymi wartością wskaźnika percepcji siły nacisku, chociaż w tym przypadku nie odnotowano znamienych statystycznie różnic.

4. Osoby po sześćdziesiątym roku życia uzyskują znacznie niższe wyniki w teście oceniającym prędkość ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego od młodych dorosłych. Świadczy to prawdopodobnie o tym, że wraz z wiekiem dochodzi do zmniejszania się prędkości i jakości wykonywania ruchów manipulacyjnych.

5. U osób w starszym wieku występuje istotna dodatnia zależność między prędkością ruchów precyzyjnych w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego a percepcją dotykową ręki. W grupie studentów zależności takiej nie stwierdzono. Na tej podstawie można wnioskować, że u młodych dorosłych nie występują deficyty percepcji dotykowej, które mogłyby rzutować na prędkość wykonywanych ruchów manipulacyjnych. Tracona wraz wiekiem percepcja dotykowa ujawnia się natomiast u osób starszych, co niekorzystnie wpływa na ich małą motorykę.

Uzyskane rezultaty badań mogą sugerować kierunki dalszych poszukiwań badawczych i implikacji praktycznych:

1. Wykazany w pracy pozytywny wpływ różnego rodzaju szumów na percepcję dotykową i prędkość ruchów manipulacyjnych może stanowić motywację do podejmowania kolejnych badań w celu poszukiwania najskuteczniejszych metod aplikowania tego typu bodźców oraz szacowania ich wpływu na inne aspekty motoryczności człowieka.

2. Stymulacja szumem o odpowiedniej charakterystyce może mieć zastosowanie zarówno do poprawy obniżonej percepcji dotykowej ludzi w starszym wieku lub dotkniętych niektórymi dysfunkcjami, ale również w przypadku osób wykonujących prace precyzyjne, a nawet w działalności sportowej wymagającej od zawodników szybkiego wykonywania precyzyjnych ruchów.

W ramach opisywanego projektu zrealizowano również kilka innych interesujących eksperymentów badawczych. Podjęto próbę wykorzystania posturografii statycznej do oceny bramkowania sensomotorycznego, czyli zdolności do filtrowania nieistotnych informacji zakłócających przetwarzanie danych w układzie nerwowym²¹. Badania wykazały, że posturografia statyczna umożliwia rejestrację reakcji wzdrgnięcia pod wpływem bodźców akustycznych. Stwierdzono również, że u zdrowego człowieka wychwiania ciała spowodowane reakcją na silny sygnał akustyczny są mniej nasilone w przypadku poprzedzenia tego bodźca

²¹ Polechoński, J., Juras, G., Słomka, K., Błaszczak, J., Małecki, A., i Nawrocka, A. (2016). Assessment of startle response and its prepulse inhibition using posturography: pilot study. *BioMed research international*, 2016. ID 8597185, s. 1-5 [DOI:dx.doi.org/10.1155/2016/8597185].

przedsygnalem o mniejszym natężeniu. Wskazuje to na występowanie bramkowania sensomotorycznego, które można ocenić wykorzystując posturografię statyczną. Uzyskane wyniki potwierdzono w kolejnych eksperymentach, które przeprowadzono z wykorzystaniem podobnej, ale nieco zmodyfikowanej procedury badawczej²². Pomyślnie wykorzystanie platformy dynamometrycznej do oceny bramkowania sensomotorycznego u człowieka można uznać za stworzenie pionierskiej metody pomiarowej, stanowiącej alternatywę badań elektromiograficznych. Standardowo podczas oceny bramkowania sensomotorycznego w diagnostyce niektórych chorób psychicznych i neurologicznych stosuje się bowiem elektromiografię mięśnia okrężnego oka. Stworzona w badaniach własnych metoda pomiarowa może mieć zastosowanie w sytuacji, gdy nie można wykonać badań elektromiograficznych. Badania takie są przeciwwskazane np. w przypadku stanów zapalnych powiek, spojówek albo rogówki, które mogą wywoływać nadmierne mruganie lub przyczynić się do kurczu powiek. Efekt wzdrygnięcia analizowałem również w odniesieniu do reakcji zwierząt²³, jednak badania te miały w moim przypadku charakter raczej incydentalny i nie były przeze mnie kontynuowane. Inne badania związane z opisywanym projektem dotyczyły wpływu ograniczenia percepcji dotykowej na precyzję ruchów^{24,25,26}. Wykazano w nich, że ograniczenie czucia dotyku ręki wpływa negatywnie na jakość realizowanego precyzyjnego zadania ruchowego. Zależność ta uwidacznia się bardziej podczas wykonywania precyzyjnych ruchów rękami niż podczas czynności, w których angażowane są całe kończyny górne.

W swoich badaniach z zakresu antropomotoryki starałem się wykorzystywać najnowsze technologie. Dlatego szereg moich opracowań badawczych było tematycznie związanych z AVGs, VR i urządzeniami mobilnymi. Pierwsza praca związana z AVGs pojawiła się w 2008 r. i dotyczyła wykorzystania komputerowej gry tanecznej do porównania rytmizacji ruchów tancerzy „break dance” i studentów WF²⁷. W badaniach wykorzystano popularne w tamtym czasie maty taneczne. W jednej z prac podałem udaną próbę wykorzystania AVG do oceny poziomu szybkości reakcji dzieci w wieku szkolnym²⁸. W innych analizowałem możliwości

²² Polechoński, J., Nawrocka, A., Juras, G., i Błaszczyk, J. (2017). Evaluation of startle response and prepulse inhibition based on changes in the range of vertical pressure force of the feet on the ground: a preliminary study. *Neurological Sciences*, 38(12), 2139–2143. [DOI <https://doi.org/10.1007/s10072-017-3129-9>].

²³ Błaszczyk, J. W., Sadowski, B., i Polechoński, J. (2020). In Search of an Animal Model of Autism Spectrum Disorders. *Open Access Journal of Neurology & Neurosurgery*, 13(3), 016–020. <https://doi.org/10.19080/OAJNN.2020.13.555863>

²⁴ Polechoński, J., Zajac-Gawlak, I., i Słomka, K. (2008). Wpływ ograniczenia percepcji dotykowej dłoni na precyzję ruchów kończyny górnej. W: *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*. XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa - Streszczenia (s. 28). Szczecin: Wydaw. Promocyjne „Albatros”.

²⁵ Polechoński, J., Zajac-Gawlak, I., i Słomka, K. (2009). Wpływ ograniczenia percepcji dotykowej dłoni na precyzję ruchów kończyny górnej. W: D. Umiastowska (red.), *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku* (s. 346–354). Szczecin: Uniwersytet Szczeciński, Polskie Towarzystwo Naukowe Kultury Fizycznej.

²⁶ Polechoński, J., i Olex-Zarychta, D. (2012). The influence of tactile feedback on hand movement accuracy. *Human Movement*, 13(3), 236–241.

²⁷ Polechoński, J., Zajac, I., Groffik D. (2008). Próba wykorzystania komputerowej gry tanecznej do porównania rytmizacji ruchów tancerzy "break dance" i studentów wychowania fizycznego. W: D. Umiastowska (red.), *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku* (s. 224–229). Szczecin: Wydaw. Promocyjne "Albatros".

²⁸ Polechoński, J., Tomik, R., Dobias, M. (2014). Wykorzystanie gry wideo sterowanej ruchem do oceny szybkości reakcji dzieci w wieku 11-13 lat. *Rozprawy Naukowe Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu*, 44, 84-89.

zastosowania nIVR do nauki układu tanecznego przez studentki i tancerki profesjonalne^{29,30}. Uczestniczyłem również przygotowaniu dwóch publikacji związanych z analizą chodu podczas poruszania się w IVR. Pierwsza opisuje badania, których celem było określenie wpływu grafiki 3D na parametry chodu po standardowej bieżni mechanicznej³¹. Uczestnicy eksperymentu poruszali się z dwiema różnymi prędkościami w warunkach w IVR i bez ekspozycji na wirtualne środowisko. Z przeprowadzonych badań wynika, że dla wszystkich wartości mierzonych podczas chodu parametrów, nie występują istotne różnice między pomiarami wykonanymi w świecie rzeczywistym i w IVR. W drugiej pracy przedstawiono natomiast rezultaty badań, które dowodzą, że preferowana prędkość chodu osób badanych w IVR jest istotnie mniejsza niż w realnym świecie³². Spostrzeżenie to może mieć istotne znaczenie dla przyszłych badań lokomocji w wirtualnym środowisku. Z analizą poruszania się w IVR związane były również inne badania własne, w których porównywano parametry chodu fizjologicznego i wykonywanego na wielokierunkowej bieżni OMNI³³. Do analizy ruchów wykorzystano system BTS Smart. Przeprowadzone badania wykazały liczne istotne różnice parametrów obu form przemieszczania się. Ze względu na to, że parametry chodu na platformie Omni różnią się od wyznaczników chodu fizjologicznego, z dużą ostrożnością należy podchodzić do zastosowania tego urządzenia do ewentualnej reedukacji chodu w procesie rehabilitacji. Bieżnia posiada natomiast potencjał, aby stać się bezpiecznym trenażerem umożliwiającym aktywne przemieszczanie się w VR z wykorzystaniem ruchów lokomocyjnych. Weryfikowałem także możliwości wykorzystania smartfonu i aplikacji mobilnej do oceny równowagi dynamicznej, wykazując ich przydatność w badaniach posturograficznych³⁴.

Na uwagę zasługują badania związane z realizacją projektu finansowanego ze środków NCBiR pt. *Opracowanie metod badania oraz kształtowania zdolności koordynacyjnych wraz z dedykowanym zestawem metod treningowych w boksie w oparciu o wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości*, którego byłem pomysłodawcą i w którym pełniłem funkcję kierownika B+R. W ramach prac zaprojektowano i stworzono dwie aplikacje o roboczych nazwach VR Movement Lab oraz VR Martial Arts, które łączą w sobie wirtualną rozrywkę z profesjonalnym treningiem bokserskim, umożliwiającym zarówno kształtowanie oraz diagnozowanie

²⁹ Polechoński, J., Rozpara, M., i Olex-Zarychta, D. (2016). Ocena możliwości uczenia się ruchów tanecznych podczas aktywnej gry wideo dance central z wykorzystaniem konsoli Xbox 360 Kinect – badania pilotażowe. W: A. Fredek, J. Polechoński (red.), *Taniec i sztuki pokrewne w nauce i praktyce* (s. 189–201). Katowice: AWF.

³⁰ Polechoński, J., Głowacka, M., Fredek, A., Polechoński, P., Nowakowska, K., i Jochymczyk-Woźniak, K. (2019). Ocena dokładności odwzorowania ruchów oraz możliwości uczenia się układu tanecznego przez tancerki profesjonalne i studentki podczas uprawiania aktywnej gry wideo. *Aktualne Problemy Biomechaniki*, 18, 38-46.

³¹ Wodarski, P., Jurkojć, J., Bieniek, A., Chrzan, M., Michnik, R., Polechoński, J., i Gzik, M. (2019). The analysis of the influence of virtual reality on parameters of gait on a treadmill according to adjusted and non-adjusted pace of the visual scenery. W: E. Piętka, P. Badura, J. Kawa, W. Więclawek (red.), *Information Technologies in Biomedicine* (s. 543–553). Switzerland: Springer.

³² Wodarski P., Jurkojć J., Polechoński J., Bieniek A., Chrzan M., Michnik R.A, Gzik M. (2020). Assessment of gait stability and preferred walking speed in virtual reality. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 22(1), 127-134. doi. 10.37190/ABB-01490-2019-03

³³ Jochymczyk-Woźniak, K., Nowakowska, K., Polechoński, J., Ślarczyk, S., i Michnik, R. (2019). Physiological gait versus gait in VR on multidirectional treadmill - Comparative analysis. *Medicina*, 55(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/medicina55090517>

³⁴ Polechoński, J., Nawrocka, A., Wodarski, P., i Tomik, R. (2019). Applicability of Smartphone for Dynamic Postural Stability Evaluation. *BioMed Research International*, 2019, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2019/975.3898>

wybranych zdolności motorycznych, jak i nauczanie umiejętności ruchowych – technik bokserskich. Stworzenie oprogramowania działającego w środowisku VR, było możliwe dzięki współpracy wielu specjalistów z różnych dziedzin. Oprócz doświadczonych informatyków i grafików zaangażowano zawodników uprawiających sztuki walki, trenerów boksu i kickboxingu, a także ekspertów z zakresu przygotowania motorycznego i teorii motoryczności. Pierwsza z wymienionych aplikacji VR Movement Lab to narzędzie treningowo-diagnostyczne umożliwiające kształtowanie i ocenę koordynacyjnych zdolności motorycznych (KZM), takich jak: szybkość reakcji, różnicowanie ruchów, orientacja czasowo-przestrzenna, rytmizacja, dostosowanie motoryczne i zdolność łączenia ruchów. Dzięki zastosowaniu wirtualnego środowiska VR Movement Lab jest na tle istniejących testów motorycznych, obarczonych pewnymi ograniczeniami, unikatowym rozwiązaniem diagnostycznym. Popularne testy ruchowe, które zostały stworzone głównie na potrzeby szkolnego WF i sportu są mało precyzyjne i nie gwarantują wysokiej dokładności, pełnej obiektywności i powtarzalności badań. Z kolei testy laboratoryjne, których dokładność pomiarowa jest wysoka, opierają się na czynnościach ruchowych, nie mających odzwierciedlenia w działalności sportowej. Są one wykonywane najczęściej w pozycji siedzącej i bazują na tzw. małej motoryce (ruchy pacami i rękami w stosunkowo niewielkim zakresie). VR Movement Lab, w odróżnieniu od ww. testów, pozwala natomiast w sposób precyzyjny oceniać globalne wzorce ruchowe. Parametry czynności ruchowych podczas wykonywania testów motorycznych zaimplementowanych do VR są bowiem mierzone poprzez zestaw czujników wbudowanych w gogle i kontrolery, które w połączeniu z aplikacją umożliwiają precyzyjne śledzenie obszernych ruchów ciała w czasie i przestrzeni. Pozwala to nie tylko na dokładną diagnozę aktualnego poziomu KZM, ale również umożliwia ich kształtowanie w wirtualnym środowisku. Wchodzące w skład VR Movement Lab testy przeszły pozytywnie procedurę oceny trafności i rzetelności. Wyniki tej części badań były przedstawiane podczas konferencji naukowych^{35,36}. Na ich podstawie powstały także trzy publikacje w czasopiśmie z listy JCR. Każda z nich zawiera charakterystykę i wyniki ewaluacji innego, zaimplementowanego do IVR, testu szybkości reakcji. Pierwsza dotyczy klasycznego testu czasu reakcji, który został przeniesiony do wirtualnego środowiska³⁷. Druga zawiera opis oraz ocenę trafności i rzetelności zaimplementowanej do IVR popularnej próby opadającej linijki³⁸. Natomiast trzecia to opis i wyniki ewaluacji testu szybkości reakcji polegającego na dynamicznym wyproście ramienia³⁹. Zaimplementowane w aplikacji VR

³⁵ Polechoński, J., i Langer, A. (2021). Evaluation of the reliability of the ruler drop test performed by mixed martial arts fighters. W Kępczak Norbert, Firaza Agnieszka, Byczkowska Paulina (red.) National Scientific Conference: Understand the Science. V edition (s. 93). Promovendi Foundation Publishing.

³⁶ Polechoński, J., i Langer, A. (2021). Ocena czasu reakcji zawodników mieszanych sztuk walki w zanurzeniowej wirtualnej rzeczywistości. W Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku: XXV Ogólnopolska Konferencja Naukowa (streszczenia) (s. 39-41). Uniwersytet Szczeciński.

³⁷ Polechoński, J., i Langer, A. (2022). Assessment of the Relevance and Reliability of Reaction Time Tests Performed in Immersive Virtual Reality by Mixed Martial Arts Fighters. *Sensors* (Basel, Switzerland), 22(13), 4762. <https://doi.org/10.3390/s22134762>

³⁸ Langer, A., Polechoński, J., Polechoński, P., i Cholewa, J. (2023). Ruler Drop Method in Virtual Reality as an Accurate and Reliable Tool for Evaluation of Reaction Time of Mixed Martial Artists. *Sustainability*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/su15010648>

³⁹ Polechoński, J., Langer, A., Stastny, P., Zak, M., Zając-Gawlak, I., i Maszczyk, A. (2024). Does virtual reality allow for a reliable assessment of reaction speed in mixed martial arts athletes? *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 16(1). (praca przyjęta do druku)

Movement Lab programy treningowe do kształtowania KZM były weryfikowane pod względem ich efektywności oddziaływania, którą oceniano po miesiącu ćwiczeń w za pomocą testów w IVR i realnym środowisku, uzyskując w przypadku niektórych koordynacyjnych zdolności motorycznych bardzo obiecujące wyniki. Na podstawie tej części badań powstała praca doktorska⁴⁰, której byłem promotorem pomocniczym. Druga, stworzona w ramach projektu, aplikacja VR Martial Arts zawiera w sobie programy treningowe służące do nauczania w IVR umiejętności ruchowych (technik bokserskich) oraz oprogramowanie umożliwiające pojedynki bokserskie pomiędzy użytkownikami w trybie wieloosobowym. Użytkownicy mogą w środowisku VR uczyć się ruchu, dzięki naśladowaniu wirtualnego instruktora i pokazywanych przez niego wzorców ruchowych i ich kombinacji. Technologia IVR pozwala w sposób unikalny obserwować trenera i wykonywane przez niego ruchy. Ćwiczenia można śledzić z wielu perspektyw, patrząc na instruktora z przodu, z boku lub z tyłu. Dobra wizualizacja nauczanego ruchu ułatwia jego odtwarzanie przez ucznia i jest kluczowa w procesie „nauczania-uczenia się” czynności ruchowych. Dodatkowym i unikatowym walorem środowiska IVR jest możliwość stosowania tzw. „ducha planowanego ruchu”, czyli wizualnej jego reprezentacji w postaci zarysu optymalnej trajektorii wykonywanej czynności. Ten rodzaj wizualizacji może znacząco ułatwić zrozumienie wymagań technicznych ćwiczonego elementu oraz przyspieszyć jego naukę. Kolejnym atutem zastosowania środowiska IVR jest możliwość bardzo precyzyjnego porównania faktycznego ruchu z założonym wzorcem ruchowym. Odpowiednio stworzone oprogramowanie wraz z systemem współpracujących kontrolerów pozwala ocenić za pomocą liczbowych wymiennych wskaźników parametry ruchu użytkownika i porównać je z techniką demonstrowaną przez wirtualnego instruktora. Na tej podstawie może zostać precyzyjnie oszacowane odchylenie od pożądanego wzorca. Wszystkie ww. właściwości VR zostały wykorzystane w procesie tworzenia aplikacji VR Martial Arts, aby uzyskać optymalne środowisko i warunki do nauczania technik bokserskich. Zaimplementowane do IVR techniki bokserskie były wcześniej zarejestrowane z wykorzystaniem techniki przechwytywania ruchu (ang. motion capture) Nagrania odbyły się z udziałem doświadczonych bokserów i kickbokserów w warszawskim Bones Studio, które jest jednym z największych w Europie Środkowo-Wschodniej studium animacji postaci. Projekt został rozliczony merytorycznie i finansowo. W chwili obecnej jest na etapie komercjalizacji, a na podstawie licznych wyników badań, zebranych podczas jego realizacji, przygotowywane są kolejne publikacje naukowe.

W zakresie antropomotoryki zajmowałem się także oceną sprawności fizycznej różnych zbiorowości, ze szczególnym uwzględnieniem sportowców i tancerzy. Badałem sprawność fizyczną zawodników uprawiających różne dyscypliny sportowe. Oceniałem gibkość i budowę somatyczną czołowych polskich kulturystów^{41,42}, wpływ różnych technik rozciągania na

⁴⁰ Langer, A. (2023). Wpływ treningu koordynacyjnego w immersyjnej wirtualnej rzeczywistości na szybkość reakcji zawodników mieszanych sztuk walki. AWF Katowice (praca doktorska). Promotor: prof. dr hab. A. Maszczyk, promotor pomocniczy: dr **J. Polechoński**.

⁴¹ Ślężyński, J., i **Polechonski, J.** (1999). Budowa somatyczna dwóch pokoleń polskich kulturystów. Sport Wyczynowy, 37(9/10), 103–111.

⁴² Ślężyński, J., i **Polechonski, J.** (2000). Ruchomość stawów kończyn i kręgosłupa polskich kulturystów. Wychowanie Fizyczne i Sport, 44(3), 61–69.

ruchomość stawów biodrowych zawodników karate⁴³, a także sprawność funkcjonalną piłkarzy oraz osób uprawiających trening siłowy⁴⁴. Uczestniczyłem w kilku badaniach antropometrycznych dotyczących tancerzy i adeptów sztuki tanecznej. Oceniałem wpływ uprawiania salsy na poziom wybranych zdolności koordynacyjnych⁴⁵, szybkość reakcji kończyn dolnych uczennic i uczniów szkoły baletowej⁴⁶, a także sprawność funkcjonalną dziewcząt uprawiających taniec mażoretkowy i nowoczesny⁴⁷ oraz sprawność fizyczną i wybrane parametry somatyczne tancerek hip-hop⁴⁸. Zajmowałem się również analizą ruchów tanecznych⁴⁹. Większość z ww. badań tancerzy zostało ujętych w dwóch współredagowanych przeze mnie monografiach dotyczących sztuki tanecznej^{50,51}. Oceniałem także rozwój fizyczny i sprawność motoryczną polskich i japońskich dzieci⁵² oraz sprawność fizyczną i funkcjonalną osób starszych^{53,54}.

(II)

Drugi obszar moich zainteresowań badawczych wiąże się z zachowaniami zdrowotnymi osób w różnym wieku, rekrutujących się z różnorodnych grup społecznych. Jednak zdecydowana większość realizowanych przeze mnie badań dotyczyła wieloaspektowej oceny AF w kontekście prozdrowotnych rekomendacji oraz jej wpływu na parametry somatyczne i sprawność badanych.

⁴³ Polechoński, J., Gawęł, D., i Niestrój-Jaworska, M. (2018). Wpływ różnych technik rozciągania na ruchomość stawów biodrowych zawodników karate. W: J. Cholewa, M. Kunicki, J. Cholewa (red.), Aktywność fizyczna a sprawność funkcjonalna (s. 17–41). Racibórz: PWSZ.

⁴⁴ Rojczyk-Chmarek, J., Polechoński, J., Poks, P. (2018). Comparative analysis of functional parameters based on the functional movement screen – football players and individuals strength training – pilot study. W: Physical Activity and Functional Efficiency in Sport and Recreation. J. Cholewa, I. Uher, M. Kunicki, J. Cholewa (red.) (s. 163-175). Racibórz: PWSZ.

⁴⁵ Polechoński, J., Fredyk, A., i Ratuszyński, J. (2016). Wpływ uprawiania salsy na wybrane zdolności koordynacyjne. W: A. Fredyk, J. Polechoński (red.), Taniec i sztuki pokrewne w nauce i praktyce (s. 135–157). Katowice: AWF.

⁴⁶ Fredyk, A., i Polechoński, J. (2016). Szybkość reakcji kończyn dolnych uczennic i uczniów szkoły baletowej. W: A. Fredyk, J. Polechoński (red.), Taniec i sztuki pokrewne w nauce i praktyce (s. 159–173). Katowice: AWF.

⁴⁷ Głowacka, M., Polechoński, J., Fredyk, A., i Budzyń, A. (2019). Ocena sprawności funkcjonalnej dziewcząt uprawiających taniec mażoretkowy i nowoczesny. W: J. Polechoński, A. Fredyk (red.), Teoretyczno-praktyczne i empiryczne aspekty tańca (s. 15-24). Katowice: AWF.

⁴⁸ Grzywocz, R., Szweda, B., Fredyk, A., i Polechoński, J. (2019). Sprawność fizyczna i wybrane parametry somatyczne dziewcząt uprawiających hip-hop, taniec współczesny i towarzyski. W: J. Polechoński, A. Fredyk (red.), Teoretyczno-praktyczne i empiryczne aspekty tańca (s. 91-101). Katowice: AWF.

⁴⁹ Chruściński, R., Kurpas, W., Polechoński, J., i Fredyk, A. (2019). Porównanie struktury piruetu wykonanego w stronę preferowaną i niepreferowaną – analiza przypadku. W: J. Polechoński, A. Fredyk (red.), Teoretyczno-praktyczne i empiryczne aspekty tańca (s. 25-55). Katowice: AWF.

⁵⁰ Fredyk, A., i Polechoński, J. (red.). (2016). Taniec i sztuki pokrewne w nauce i praktyce. Katowice: AWF.

⁵¹ Polechoński, J., i Fredyk, A. (red.). (2019). Teoretyczno-praktyczne i empiryczne aspekty tańca. Katowice: AWF.

⁵² Pośpiech, D., i Polechoński, J. (2003). Rozwój fizyczny i sprawność motoryczna 15-letnich uczniów wybranych regionów Japonii i Polski. W: W. Mynarski, J. Ślężyński (red.) Efekty kształcenia i wychowania w kulturze fizycznej (s. 167–176). Katowice: AWF.

⁵³ Zając-Gawlak, I., Polechoński, J. (2007). Fitness of 50-96 years old women. Journal of Human Kinetics, 18, 99-107.

⁵⁴ Nawrocka, A., Niestrój-Jaworska, M., Polechoński, J., Rozpara, M., Mynarski, A. (2018). Poziom sprawności funkcjonalnej kobiet starszych o zróżnicowanym wskaźniku otluszczenia ciała. W: J. Cholewa, M. Kunicki, J. Cholewa (red.), Aktywność fizyczna a sprawność funkcjonalna (s. 49-60). Racibórz: PWSZ.

Część badań z tego obszaru obejmowała populację ludzi w starszym wieku. Dokonywałem analizy źródeł literaturowych w aspekcie wpływu procesów inwolucyjnych i AF na sprawność fizyczną osób w późnych dekadach życia⁵⁵. Uczestniczyłem też w badaniach dotyczących zależności między AF a wskaźnikami wagowo-wzrostowymi oraz dystrybucją tkanki tłuszczowej osób starszych^{56,57,58}. Wśród wielu wynikających z nich wniosków, kilka warto odnotować. U osób starszych stwierdzono istotny przyrost masy ciała w stosunku do składu ciała z okresu ich młodości. Zaobserwowano również, że zmniejsza się ona istotnie po 75 roku życia. Odnotowano także, iż u kobiet powyżej 50 roku życia poziom AF różnicuje istotnie statystycznie ogólne otłuszczenie i różne wskaźniki dystrybucji tkanki tłuszczowej. Kobiety, których AF kształtowała się na wysokim poziomie, charakteryzowały się też korzystniejszymi wartościami innych analizowanych wskaźników składu ciała, niż ich rówieśniczki o średnim poziomie AF. Inne badania kobiet powyżej sześćdziesiątego roku życia przyczyniły się do powstania pracy ukazującej różnicę w ich sprawności funkcjonalnej i jakości życia w zależności od podejmowanej przez uczestniczki badań AF⁵⁹. W kolejnej pracy oceniano relacje między poziomem AF kobiet, a ich zdolnością do pracy i dolegliwościami mięśniowo-szkieletowymi⁶⁰. Przeprowadzone badania wykazały istotne zależności w obu przypadkach.

Uczestniczyłem także w badaniach związanych z oceną AF dzieci i młodzieży z wykorzystaniem metod subiektywnych i obiektywnych. Jedną z prac dotyczyła szacowania i analizy intensywności wysiłku fizycznego towarzyszącego różnym typom lekcji wf⁶¹. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że największy wydatek energetyczny znamionuje lekcje aerobiku, które pod tym względem przewyższały lekcje gimnastyki oraz gier zespołowych. W innej pracy porównywałem wydatek energetyczny 12-letnich dziewcząt i chłopców w dni robocze i wolne⁶². Głównym spostrzeżeniem wynikającym

⁵⁵ Polechoński, J. (2002). Aktywność ruchowa człowieka w okresie późnej dorosłości. W: H. Hrapkiewicz (red.), *Jakość życia i jej uwarunkowania w okresie późnej dorosłości* (s. 85–95). Katowice: Uniwersytet Trzeciego Wieku przy Uniwersytecie Śląskim w Katowicach.

⁵⁶ Zajac-Gawlak, I., Polechoński, J., i Groffik, D. (2009). Zmiana masy ciała i wskaźników wagowo-wzrostowych oraz dystrybucja tkanki tłuszczowej u kobiet i mężczyzn powyżej 50 roku życia zamieszkujących region Górnego Śląska. *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, 13, 576–588.

⁵⁷ Zajac-Gawlak, I., Pośpiech, D., Polechoński, J., Groffik, D., Pridalova, M., Gaba, A., Pelcova, J. (2010). Stopień otłuszczenia oraz dystrybucja tkanki tłuszczowej w zależności od poziomu aktywności fizycznej słuchaczek Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Katowicach i Chorzowie. *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, 14, 293–304.

⁵⁸ Pośpiech, D., Zajac-Gawlak, I., Polechoński, J., Pridalova, M., i Pelcova, J. (2012). Poziom i częstotliwość aktywności fizycznej a stopień otłuszczenia ogólnego i wisceralnego kobiet w średnim i starszym wieku. W: J. Maciaszek, R. Szeklicki, W. Osiński (red.), *Aktywność fizyczna w wieku starszym w badaniach naukowych (potrzeby i korzyści)* (s. 133–141). Poznań: Bogucki Wydaw. Nauk.

⁵⁹ Nawrocka, A., Polechoński, J., Garbaciak, W., i Mynarski, W. (2019). Functional fitness and quality of life among women over 60 years of age depending on their level of objectively measured physical activity. *International journal of environmental research and public health*, 16, 1–9. <https://doi.org/10.3390/ijerph16060972>

⁶⁰ Nawrocka, Agnieszka, Niestrój-Jaworska, M., Mynarski, A., i Polechoński, J. (2019). Association Between Objectively Measured Physical Activity And Musculoskeletal Disorders, And Perceived Work Ability Among Adult, Middle-Aged And Older Women. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1975–1983. <https://doi.org/10.2147/CIA.S204196>

⁶¹ Groffik, D., Garbaciak, W., Polechoński, J. (2007). Aktywność fizyczna w różnych typach lekcji wychowania fizycznego chłopców szkół ponadgimnazjalnych. *Zeszyty Metodyczno-Naukowe AWF Katowice*, 23, 37–46.

⁶² Groffik, D., Wąsowicz, W., Polechoński, J. (2008). Aktywność ruchowa dzieci 12-letnich. W: D. Umiastowska (red.), *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku* (309–315). Szczecin: Wydawnictwo Promocyjne "Albatros".

z tych badań była większa AF dzieci w tygodniu niż dni wolne od zajęć. Zaobserwowano również, że chłopcy są aktywniejsi ruchowo od dziewcząt. Kolejne badania dotyczyły czterotygodniowej i tygodniowej oceny AF młodzieży^{63,64}. Podczas trwających przez 4 tygodnie badań zaobserwowano między innymi, że wykorzystanie krokomierza do monitorowania AF przyczynia się do jej zwiększenia, co świadczy o jego motywacyjnej roli. Oceniałem także, jak specyficzny wysiłek fizyczny uczennic 10-12-letnich szkoły baletowej wpływa na ich parametry wagowo-wzrostowe na tle mniej aktywnych „nietanecznych” rówieśnic⁶⁵. Badania dowiodły, że selekcja do szkoły tanecznej oraz specyficzny program kształcenia wpływają istotnie na wskaźnik BMI, który jest znacznie niższy u dziewcząt uprawiających taniec. Ponadto przez trzy pierwsze lata nauki w szkole baletowej nie dochodzi do istotnej zmiany jego wartości. Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury, wraz zespołem współpracowników przedstawiliśmy autorską propozycję zaleceń odnośnie prozdrowotnej AF dla dzieci i młodzieży w świetle współczesnych potrzeb i wytycznych⁶⁶. Jena z kolejnych prac dotyczy longitudinalnych badań zmierzających do zidentyfikowania różnic w trendzie i strukturze tygodniowej liczby kroków u chłopców i dziewcząt w okresie dojrzewania⁶⁷. Były one realizowane w latach 2011-2018 i objęły łącznie grupę 2284 osób w wieku 15-19 lat z 64 z polskich szkół średnich. Z przeprowadzonych badań wynika kilka interesujących wniosków. Stwierdzono między innymi, że większość chłopców i dziewcząt nie spełnia zaleceń dotyczących wykonywania 11000 kroków dziennie. Pozytywnym spostrzeżeniem jest jednak to, iż w 8-letnim monitoringu AF nie zaobserwowano istotnego spadku średniej liczby kroków dziennie wśród badanej młodzieży. Inną ciekawą obserwacją jest to, że zarówno chłopcy, jak i dziewczęta byli najbardziej aktywni fizycznie w piątek, a najmniej w niedzielę. W innej pracy opisywałem badania dotyczące wydatku energetycznego oraz intensywność treningu biegów na orientację⁶⁸. Pomiarów dokonano podczas zajęć z dziećmi w wieku 12-15 lat. Wynika z nich, że taka forma AF w rozpatrywanej grupie wiekowej, w większości czasu jej trwania charakteryzuje się intensywnością umiarkowaną bądź wysoką. Zajmowałem się także oceną związku pomiędzy AF dziewcząt i chłopców na lekcjach WF a ich pozytywnymi emocjami⁶⁹. Badania w tym zakresie realizowano w latach 2013-2017.

⁶³ Groffik, D., Fromel, K., Zajac-Gawlak, I., **Polechoński, J.** (2010). Możliwości zwiększania aktywności fizycznej wśród młodzieży szkół ponadgimnazjalnych z wykorzystaniem krokomierza. *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, 14, 79-91.

⁶⁴ Groffik, D., **Polechoński, J.**, Zajac-Gawlak I. (2012). Tygodniowa aktywność fizyczna młodzieży 16-letniej szkół regionu Górnego Śląska. *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, 16, 253-262.

⁶⁵ Fredyk, A., **Polechoński, J.**, Kowalik, B., i Socha, T. (2016). Analiza porównawcza wskaźnika BMI 10-12-letnich uczennic Ogólnokształcącej Szkoły Baletowej w Bytomiu na tle „nietanecznych” rówieśnic. W: A. Fredyk, J. Polechoński (red.), *Taniec i sztuki pokrewne w nauce i praktyce* (s. 25–38). Katowice: AWF.

⁶⁶ **Polechoński, J.**, Dębska, M., Nawrocka, A., Rozpara, M., i Tomik, R. (2019). Zalecenia prozdrowotnej aktywności fizycznej dla dzieci i młodzieży w świetle współczesnych potrzeb i wytycznych. W: K. Skalik, J. Polechoński (red.), *Współczesne problemy wychowania fizycznego – Część 3* (s. 115–136). Katowice: AWF.

⁶⁷ Groffik, D., Frömel, K., Vorlíček, M., i **Polechoński, J.** (2020). The trend and structure of adolescents' weekly step count in the context of the Polish school environment. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM*, 27(3), 442–447. <https://doi.org/10.26444/aaem/126062>

⁶⁸ Rozpara, M., Dzik, J., i **Polechoński, J.** (2021). Wydatek energetyczny oraz intensywność treningu biegów na orientację prowadzonego w grupie 12-15-latków. W J. Polechoński i M. Rozpara (red.), *Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia* (s. 203–214). AWF Katowice.

⁶⁹ Skalik, K., **Polechoński, J.**, i Froemel, K. (2021). Pozytywne emocje a aktywność fizyczna 14-15 letnich dziewcząt i chłopców w lekcjach wychowania fizycznego. W J. Polechoński, K. Skalik (red.), *Współczesne problemy wychowania fizycznego - Część 4* (s. 179–190). AWF Katowice.

Łącznie przeanalizowano 182 zajęcia WF. Z przeprowadzonych badań wynika, że uczestnicy lekcji odczuwający pozytywne emocje wykazują wyższy poziom AF podczas ich trwania od osób negatywnie do nich nastawionych, który przejawia się w większej liczbie wykonanych kroków.

Pozostałe badania związane z oceną różnych form AF i zachowaniami zdrowotnymi dotyczyły osób dorosłych. Realizując pomiary podczas Mistrzostw Polski Kettlebell wykazałem między innymi, że niektóre ćwiczenia z odważnikami kulowymi (10-minutowy Snatch Test) mimo, iż wiążą się z podnoszeniem stosunkowo dużych ciężarów, mają charakter aerobowy i charakteryzują się bardzo wysoką intensywnością ($HR_{ave} > 185 \text{bpm}$ u mężczyzn)⁷⁰. Oceniałem także intensywność ćwiczeń na niestabilnym podłożu⁷¹ oraz treningu obwodowego kobiet, wykazując prozdrowotny charakter tego typu AF⁷². Uczestniczyłem też w badaniu zależności pomiędzy podejmowanymi przez osoby dorosłe wysiłkami fizycznymi a wybranymi parametrami somatycznymi⁷³ oraz dolegliwościami bólowymi^{74,75}. Sprawdzałem również, jaki wpływ ma elektrostymulacja mięśni na wielkość wydatku energetycznego podczas wysiłku o charakterze aerobowym⁷⁶. Badania te przyniosły bardzo interesujące rezultaty. Okazało się bowiem, że podczas 10-minutowego marszu na bieżni mechanicznej elektrostymulacja wybranych grup mięśniowych może przyczynić się do istotnego wzrostu wydatku energetycznego o ponad 40%. W badaniach wykorzystano analizator gazów oddechowych Metalyzer 3B, a do stymulacji mięśni zastosowano kostium Actiwave plus i oprogramowanie XBody. W kolejnej pracy analizowałem zachowania zdrowotne kobiet i mężczyzn uprawiających biegi górskie⁷⁷. Do badań użyto Inwentarza Zachowań Zdrowotnych Zygryfda Juczyńskiego oraz autorskiej ankiety. Stwierdzono między innymi, że biegaczki cechuje wysoki, a biegaczy przeciętny poziom zachowań zdrowotnych, co w kontekście objętości

⁷⁰ Polechoński, J., Tomik, R., Rozpara, M., Jurczak, M., i Tobor, M. (2017). Evaluating the intensity of the 10-minute snatch test during a Hardstyle Kettlebell Polish Championship. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 27(3), 41–48. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.1429>

⁷¹ Kąnsy, J., i Polechoński, J. (2018). Porównanie intensywności treningu na stabilnym i niestabilnym podłożu u kobiet uczęszczających na zajęcia fitness na tle prozdrowotnych rekomendacji. W: J. Polechoński, A. Nawrocka (red.), *Aktywność fizyczna w promocji zdrowia – wybrane zagadnienia* (s. 133–149). Katowice: AWF.

⁷² Rozpara, Michał, Nowak, E., Nawrocka, A., Polechoński, J., Dębska, M., i Mynarski, W. (2019). Evaluation of health benefits of peripheral resistance training based on energy expenditure in women aged 25–35 years. *Health Problems of Civilization*, 13(1). <https://doi.org/10.5114/hpc.2019.81107>

⁷³ Rozpara, M., Wandzik, M., i Polechoński, J. (2018). Wpływ diety tłuszczowej i aktywności fizycznej typu crossfit na parametry budowy somatycznej i poziom testosteronu u młodego mężczyzny: Studium indywidualnego przypadku. W: J. Polechoński, A. Nawrocka (red.), *Aktywność fizyczna w promocji zdrowia – wybrane zagadnienia* (s. 197–218). Katowice: AWF.

⁷⁴ Niestrój-Jaworska, M., Mynarski, A., i Polechoński, J. (2018). Jakość życia a dolegliwości bólowe kręgosłupa u kobiet uprawiających turystykę jeździecką na tle grupy porównawczej. W: R. Tomik, Polechoński J. (red.), *Turystyka aktywna w województwie śląskim. Wybrane zagadnienia – Tom 3* (s. 277–292). Katowice: AWF.

⁷⁵ Stania, J., Nawrocka, A., i Polechoński, J. (2018). Analiza porównawcza aktywności fizycznej i dolegliwości mięśniowo-szkieletowych studentów Akademii Wychowania Fizycznego i Politechniki Śląskiej. W: J. Polechoński, A. Nawrocka (red.), *Aktywność fizyczna w promocji zdrowia – wybrane zagadnienia* (s. 15–28). Katowice: AWF.

⁷⁶ Rozpara, M., Polechoński, J., Bartoszek, Sz., i Zajac, T. (2018). Wpływ elektrostymulacji mięśni na wielkość wydatku energetycznego podczas wysiłku o charakterze aerobowym. W: *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku. XXIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa—Streszczenia* (s. 39–40). Szczecin - Małkocin: Uniwersytet Szczeciński.

⁷⁷ Gasz, N., Niestrój-Jaworska, M., i Polechoński, J. (2021). Zachowania zdrowotne osób uprawiających biegi górskie. W J. Polechoński i M. Rozpara (red.), *Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia* (s. 215–230). AWF Katowice.

podejmowanej przez nich AF może wydawać się zastanawiające. Jako interesujący można uznać artykuł, w którym wraz z grupą współautorów opisujemy badania dotyczące zależności między zachowaniami zdrowotnymi studentów a Ciemną Triadą osobowości (zespół cech osobowości obejmujący makiawelizm, narcyzm i psychopatię.)⁷⁸. Wśród wielu istotnych wniosków wynikających z uzyskanych rezultatów badań warto przytoczyć np. spostrzeżenie, że narcyzm, choć uważany za cechę społecznie awersyjną, może wiązać się z zachowaniami prozdrowotnymi. Psychologiczne aspekty zachowań zdrowotnych zostały ujęte również w innym opracowaniu badawczym⁷⁹. Badaniami objęto grupę 249 studentów AWF. Celem pracy była diagnoza prężności psychicznej (cecha osobowości oznaczająca zdolność do dynamicznej i właściwej autoregulacji, umożliwiającej szybszą adaptację do zmieniających się warunków) i nasilenia zachowań zdrowotnych oraz weryfikacja zależności występujących między nimi. Analiza korelacji wykazała silny dodatni związek między diagnozowanymi cechami. Wyniki badań własnych potwierdziły więc prozdrowotny charakter prężności psychicznej w grupie studentów AWF. Podobne badania przeprowadzono również w grupie 483 studentów wydziałów związanych ze zdrowiem. Analiza uzyskanych wyników wykazała, że wyższy poziom sprężystości psychicznej istotnie koreluje z większą częstością zachowań zdrowotnych⁸⁰. Innym psychologicznym problemem związanym z uprawianiem AF jest uzależnienie od ćwiczeń. Został on poruszony w kolejnym opracowaniu własnym na przykładzie 166 osób uprawiających sztuki walki⁸¹. Liczne wnioski wynikające z badań mogą mieć praktyczne znaczenie dla identyfikacji osób „zagrożonych objawami uzależnienia od ćwiczeń” oraz pomóc trenerom i osobom wdrażającym program profilaktyczny w znalezieniu odpowiedniego wsparcia. W obszarze zagadnień psychologicznych zajmowałem się również badaniami związanymi ze strategiami radzenia sobie ze stresem, stosowanymi przez osoby pracujące na stanowiskach kierowniczych w szkołach i placówkach edukacyjnych w czasie pandemii COVID-19⁸². Wyjątkową grupą osób badanych, w której oceniałem AF w kontekście zaleceń WHO, były siostry zakonne⁸³. Niestety okazało się, że większość z nich nie spełnia rekomendacji dotyczących podejmowania wysiłków fizycznych o prozdrowotnym charakterze. Dla odmiany jedno z realizowanych przeze mnie badań stanowiła analiza przypadku, która

⁷⁸ Dębska, M., Dębski, P., **Polechoński, J.**, Rozpara, M., i Tomik, R. (2021). The Dark Triad of Personality in the Context of Health Behaviors: Ally or Enemy? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4113. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084113>

⁷⁹ Dębska-Janus, M., Dębski, P., Nandzik, S., i **Polechoński, J.** (2022). Prężność psychiczna jako determinanta nasilenia zachowań zdrowotnych przykład studentów Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach. W J. Polechoński, M. Dębska, P. Dębski (red.), *Aktywność fizyczna i inne zachowania zdrowotne w teorii i badaniach naukowych* (s. 69–82). AWF Katowice.

⁸⁰ Dębska-Janus, M., Dębski, P., Nawrocka, A., **Polechoński, J.**, Madejczyk, W., i Badura-Brzoza, K. (2024). Exploring the connection between ego-resiliency and health behaviors: A cross-sectional study of Polish health sciences students. *BMC Psychiatry*, 24(1), 168. <https://doi.org/10.1186/s12888-024-05617-2>

⁸¹ Kistorz, K., Cynarski, W. J., i **Polechoński, J.** (2022). Exercise Dependence in Practitioners of Martial Arts and Combat Sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16782. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416782>

⁸² Kistorz, K., **Polechoński, J.**, i Zwierzchowska, A. (2022). Coping Strategies for Stress Used by People Working in Managerial Positions in Schools and Educational Establishments during the COVID-19 Pandemic. *Sustainability*, 14(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su14052984>

⁸³ Rozpara, M., **Polechoński, J.**, i Kasiuk, J. (2021). Nawykowa aktywność fizyczna siostr zakonnych oceniana w kontekście zaleceń WHO. W J Polechoński, M. Rozpara (red.), *Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia* (s. 129–144). AWF Katowice.

dotyczyła oceny intensywności wysiłków fizycznych podczas wybranych prac w przydomowym ogrodzie w kontekście prozdrowotnych rekomendacji⁸⁴. Uczestnikiem badania był mężczyzna w wieku 46 lat, który wykonywał cztery rodzaje prac ogrodniczych na przydomowej działce: koszenie trawy, przycinanie żywopłotu, podkaszanie trawy i rozdrabnianie gałęzi. Jak dowiodły badania, największa intensywność wysiłku fizycznego znamionuje koszenie trawy, którą można sklasyfikować jako umiarkowaną. Pozostałe prace ogrodowe charakteryzują się niską intensywnością. Inną, rzadko ocenianą w kontekście zachowań zdrowotnych, grupą zawodową są przedstawiciele personelu medycznego⁸⁵. W kolejnym artykule opisano badania z udziałem 153 kobiet zatrudnionych w służbie zdrowia (personel średniego szczebla). Ich celem była ocena zależności między intensywnością zachowań zdrowotnych a jakością życia związaną ze zdrowiem. Analiza wyników wykazała tę korelację zarówno obszarze fizycznym, jak i psychicznym. Inne badania żeńskiego personelu medycznego (pielęgniarek, opiekunek medycznych i fizjoterapeutek) dotyczyły oceny ich tygodniowej AF w świetle zaleceń WHO⁸⁶. Do przeprowadzenia pomiarów wykorzystano narzędzia obiektywne (akcelerometria) i subiektywne (Międzynarodowy Kwestionariusz AF). Analizując wyniki stwierdzono rozbieżności pomiędzy rezultatami obu pomiarów. Tylko 44% uczestniczek badań spełniło zalecane wytyczne dotyczące aktywności aerobowej na podstawie danych z akcelerometru, podczas gdy subiektywna ocena wykazała znacznie wyższy odsetek (76%) pracownic służby zdrowia spełniających wytyczne. Wyniki te podkreślają rozbieżność między samodeklarowaną a obiektywnie mierzoną AF wśród pracownic służby zdrowia, co skłania do zastanowienia i podkreśla potrzebę weryfikacji obu zastosowanych metod. W jednej z kolejnych prac wraz zespołem współpracowników oceniałem AF studentów AWF w świetle najnowszych rekomendacji WHO⁸⁷. Wyniki badań ankietowych, w których udział wzięło 221 respondentów były zaskakujące. Okazało się bowiem, że całościowe zalecenia WHO dla prozdrowotnej AF spełniło zaledwie 17,5% kobiet oraz 24,4% mężczyzn. Fakt ten jest zatrważający i skłania do podejmowania analiz zmierzających do wyjaśnienia przyczyn tego niepokojącego zjawiska. Wskazuje również na konieczność inicjowania działań edukacyjnych i promujących AF.

⁸⁴ Polechoński, P., Skalik, K., i **Polechoński, J.** (2021). Aktywność fizyczna podczas wybranych prac w przydomowym ogrodzie w kontekście prozdrowotnych rekomendacji - Analiza przypadku. W J. Polechoński i M. Rozpara (red.), *Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia* (s. 63–72). AWF Katowice.

⁸⁵ Niestrój-Jaworska, M., Dębska-Janus, M., **Polechoński, J.**, i Tomik, R. (2022). Health Behaviors and Health-Related Quality of Life in Female Medical Staff. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3896. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073896>

⁸⁶ Niestrój-Jaworska, M., **Polechoński, J.**, i Nawrocka, A. (2023). Subjective and Objective Assessment of Recommended Physical Activity in Female Healthcare Professionals. *Applied Sciences*, 13(15), <https://doi.org/10.3390/app13158569>

⁸⁷ Niestrój-Jaworska, M., Mynarski, A., Dębska-Janus, M. R., **Polechoński, J.**, Nawrocka, A., Rozpara, M., i Tomik, R. (2022). Badania pilotażowe aktywności fizycznej studentów Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach w świetle najnowszych rekomendacji światowej organizacji zdrowia. W J. Polechoński, M. Dębska, P. Dębski (red.), *Aktywność fizyczna i inne zachowania zdrowotne w teorii i badaniach naukowych*. (s. 199–211). AWF Katowice.

Dokonując częstych pomiarów parametrów wysiłku fizycznego podejmowałem próby oceny przydatności konsumenckich monitorów AF. Badania te dotyczyły krokomierzy i akcelerometrów^{88,89}, pulsometrów⁹⁰ oraz urządzeń i aplikacji mobilnych^{91,92}.

Za nowatorskie, w moim odczuciu, należy uznać badania AF w VR, które są jednocześnie uzupełnieniem i nawiązaniem do publikacji wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego habilitanta dot. identyfikacji i analizy czynników wykazujących związek z intensywnością i atrakcyjnością różnych form AF w VR. Pierwsze z nich prowadziłem już kilkanaście lat temu. Porównywałem wtedy AF podczas tanecznej gry komputerowej z ćwiczeniami przy muzyce w postaci aerobiku, które, jak się okazało, powodowały większy wydatek energetyczny badanych, niż układ taneczny na macie współpracującej z komputerem PC⁹³. Wysiłek fizyczny w trakcie gry tanecznej był natomiast większy niż w czasie niektórych lekcji WF. Najwięcej prac naukowych z tego zakresu powstało jednak w ramach kierowanego przeze mnie projektu „*Intensywność wysiłków fizycznych podczas korzystania z multimedialnych aplikacji sterowanych ruchami ciała w wirtualnej rzeczywistości w świetle prozdrowotnych zaleceń*”. Badaniem AF podczas tanecznej gry komputerowej zajmowałem się również w innej pracy⁹⁴. Tym razem oceniałem wydatek energetyczny i intensywność wysiłku fizycznego w czasie uprawiania AVG o nazwie Dance Central z wykorzystaniem konsoli Xbox 360 Kinect. Przeprowadzone badania dowiodły, że poziom intensywności AF, podczas wykonywania układu tanecznego w nIVR, kształtuje się na umiarkowanym poziomie. Przy okazji okazało się, że krokomierz w trakcie tego typu wysiłku fizycznego istotnie zaniża wydatek energetyczny w porównaniu do akcelerometru i pulsometru, które pokazywały bardzo zbliżone wyniki. W innym badaniu oceniałem intensywność wysiłku w czasie gry w tenisa stołowego w nIVR z wykorzystaniem konsoli PlayStation 3 Move⁹⁵. Pomiary wykazały, że

⁸⁸ Zajac-Gawlak, I., Pośpiech, D., Groffik, D., i **Polechoński, J.** (2014). Spacer drogą do zdrowia? Przydatność prostych narzędzi pomiarowych w monitorowaniu aktywności fizycznej osób starszych. W: Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku: XIX Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Streszczenia (s. 43). Szczecin: Wydaw. Promocyjne „Albatros”.

⁸⁹ **Polechoński, J.**, Mynarski, W., i Nawrocka, A. (2015). Applicability of pedometry and accelerometry in the calculation of energy expenditure during walking and Nordic Walking among women in relation to their exercise heart rate. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(11) 3525-3527.

⁹⁰ **Polechoński, J.**, Rozpara, M., Czesnoić, D., i Dębska, M. (2021). Ocena współzmienności i zgodności wyników pomiarów częstości pracy serca mierzonej na klatce piersiowej i nadgarstku pulsometrami Polar M400 i M430. W: Jacek Polechoński i Michał Rozpara (red.), *Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia* (s. 13–26). AWF Katowice.

⁹¹ **Polechoński, J.**, Nawrocka, A., i Korczak, P. (2018). Ocena wybranych aplikacji mobilnych monitorujących aktywność fizyczną człowieka w aspekcie możliwości ich wykorzystania w turystyce aktywnej. W: R. Tomik, J. Polechoński (red.), *Turystyka aktywna w województwie śląskim. Wybrane zagadnienia – Tom 3* (s. 241–260). Katowice: AWF.

⁹² Polechoński, P., Rojek, M., i **Polechoński, J.** (2022). Aplikacje mobilne w promocji aktywnego stylu życia. W: J. Polechoński, M. Dębska, P. Dębski (red.), *Aktywność fizyczna i inne zachowania zdrowotne w teorii i badaniach naukowych*. (s. 185–196). AWF Katowice.

⁹³ **Polechoński, J.**, Groffik, D., Zajac-Gawlak, I., i Machwic, A. (2010). Aktywność fizyczna podczas tanecznej gry komputerowej. *Aktywność Ruchowa Ludzi w Różnym Wieku*, 14, 171–181.

⁹⁴ **Polechoński, J.**, Mynarski, W., Garbaciak, W., Fredyk, A., Rozpara, M., i Nawrocka, A. (2018). Energy expenditure and intensity of interactive video dance games according to health recommendations. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 24(4), 35–43. <https://doi.org/10.18276/cej.2018.4-04>

⁹⁵ **Polechoński, J.**, Olex-Zarychta, D., i Woźnica, M. (2016). Wydatek energetyczny i intensywność wysiłku fizycznego podczas gry w rzeczywistego i wirtualnego tenisa stołowego uczniów gimnazjum na tle rekomendacji prozdrowotnych. W: J. Polechoński, K. Skalik, *Współczesne problemy wychowania fizycznego – część 2* (s. 45–64). Katowice: AWF.

obciążenie wysiłkowe było niewystarczające do wypełnienia prozdrowotnych rekomendacji. Z analizy badań wynikało również, że wirtualny tenis stołowy jest istotnie mniej intensywny, niż jego rzeczywista odmiana. Praktyczny wymiar miały kolejne badania, w których porównywałem intensywność wysiłku fizycznego podczas podobnych AVGs (tenis stołowy i siatkówka plażowa) na dwóch różnych konsolach: PlayStation3 i Xbox 360 Kinect⁹⁶. Pomiar wykazały istotne różnice wyników. Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno podczas gry w tenisa stołowego, jak i siatkówkę plażową na konsoli Xbox 360 średnia wartość %HR_{max} jest znacznie większa, niż w czasie uprawiania tych gier z wykorzystaniem konsoli PlayStation 3. Uzyskane rezultaty pomiarów mogą więc stanowić cenną informację dla osób planujących zakup odpowiedniego sprzętu i aplikacji z myślą o treningu w nIVR. Badania intensywności wysiłku fizycznego podczas uprawiania AVG w nIVR realizowałem również z wykorzystaniem innej popularnej konsoli Nintendo Switch⁹⁷. Objęły one grupę 23 studentów śląskich uczelni. Wykorzystano w nich minigrę o nazwie „Dreadmill”, wchodzącą w skład aplikacji „Ring Fit Adventure”, w której gracz biegnąc w miejscu, ma za zadanie zbieranie wirtualnych monet i pokonywanie przeszkód. Jako urządzenie wskazujące służą dwa kontrolery. Pierwszy jest przypięty do jednej z kończyn dolnych, natomiast drugi jest przytwierdzony do trzymanej w rękach elastycznej obręczy. Głównym celem badań było oszacowanie wpływu obciążenia kończyn dolnych (odważniki o masie 2 kg przyłączone na wysokości kostek) na intensywność AF w trakcie uprawiania AVG. Dodatkowo oceniano również zadowolenie użytkowników. Badania dowiodły, że pod wpływem obciążenia kończyn dolnych odważnikami zmienia się istotnie poziom intensywności wysiłku fizycznego podczas uprawiania AVG z umiarkowanego na wysoki. Ponadto dodatkowy opór nie wpłynął negatywnie na zadowolenie użytkowników z AF, której atrakcyjność była przez nich oceniana wysoko.

Oprócz badań realizowanych z wykorzystaniem nIVR prowadziłem również pomiary z zastosowaniem IVR. W jednych z nich próbowano ocenić wpływ dodatkowego obciążenia ramion w postaci odważników (0,5 kg) mocowanych rzepami do nadgarstków na intensywność wysiłku fizycznego podczas uprawiania gry bokserskiej o nazwie Box VR⁹⁸. Uczestnikami badań były dzieci i młode osoby dorosłe. Jak się okazało, trening bokserski w IVR generował u użytkowników AF o umiarkowanej intensywności, która pod wpływem dodatkowego obciążenia, nie ulegała istotnej zmianie. Gra stanowiła zarówno dla dzieci, jak i dorosłych atrakcyjną i przyjemną formę AF. Tę samą aplikację testowałem również w grupie zawodników

⁹⁶ Polechoński, J., Rozpara, M., Niestrój-Jaworska, M., Wodarski, P., i Jurkojć, J. (2018a). Intensywność wysiłku fizycznego podczas wybranych aktywnych gier wideo na konsole Playstation i Xbox w kontekście korzyści prozdrowotnych. W: Polechoński J., A. Nawrocka (red.), Aktywność fizyczna w promocji zdrowia – wybrane zagadnienia (s. 113–131). Katowice: AWF.

⁹⁷ Tomik, M., Kwiatek, K., Polechoński, P., i Polechoński, J. (2022). Ocena intensywności wysiłku fizycznego podczas uprawiania aktywnej gry wideo Ring Fit Adventure" z obciążeniem i bez obciążenia kończyn dolnych. W J. Polechoński, M. Dębska, P. Dębski (red.), Aktywność fizyczna i inne zachowania zdrowotne w teorii i badaniach naukowych. (s. 147–168). AWF Katowice.

⁹⁸ Kansy, J., Polechoński, P., Tomik, M., Kwiatek, K., i Polechoński, J. (2021). Atrakcyjność i intensywność wysiłku fizycznego podczas gry Box VR w zanurzeniowej wirtualnej rzeczywistości z obciążeniem i bez obciążenia ramion na tle prozdrowotnych rekomendacji – badania pilotażowe. W J. Polechoński, M. Rozpara (red.), Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia (s. 27–46). AWF Katowice.

MMA uzyskując bardzo zbliżone rezultaty⁹⁹. Intensywność wysiłku fizycznego podczas uprawiania AVG Box VR kształtowała się na umiarkowanym poziomie u zawodników MMA i osób mniej aktywnych, które nie uprawiały sportów walki. Przedstawiciele obu badanych grup mogą więc czerpać z takiej formy AF korzyści zdrowotne. Gra Box VR w opinii badanych zawodników jest atrakcyjną formą ćwiczeń i może być ich zdaniem przydatna w treningu MMA. W ramach badań związanych z AF w IVR przeprowadziłem również analizę porównawczą wysiłku fizycznego podczas marszu na wielokierunkowej bieżni (OMNI) przeznaczonej do poruszania się w wirtualnym środowisku w odniesieniu do chodu w terenie. Podczas obu form marszu osoby badane poruszały się w jednakowym tempie 128 kroków/min (rytm dyktował metronom). Przeprowadzone pomiary wykazały istotnie większe zaangażowanie układu sercowo-naczyniowego uczestników podczas przemieszczania się po bieżni OMNI w porównaniu z marszem w terenie.¹⁰⁰ Wydaje się, że poszukiwania badawcze dotyczące AVGs powinny być kontynuowane, tym bardziej, że, jak wskazują inne badania własne, stają się one popularne wśród dzieci i młodzieży¹⁰¹. Na rzecz wykorzystania wirtualnej rzeczywistości w kulturze fizycznej przemawia również dokonany przegląd najnowszej literatury, z którego wynika, iż VR znajduje zastosowanie w sporcie wyczynowym¹⁰² i turystyce^{103,104,105} oraz wykazana w najnowszych badaniach własnych wysoka ocena potencjału tej technologii w AF¹⁰⁶.

Jednym z ważniejszych opracowań własnych z zakresu opisywanego obszaru badawczego, było przygotowanie na zlecenie Ministerstwa Sportu i Turystyki raportu badawczo-analitycznego Krajowe Rekomendacje Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej. W ramach przedsięwzięcia stworzone zostały zalecenia dla dzieci i młodzieży, oraz osób dorosłych i starszych. Dokonano również diagnozy poziomu AF polskiego społeczeństwa w

⁹⁹ Polechoński, J., Langer, A., Polechoński, P., i Kostorz, K. (2022). Czy boks w wirtualnej rzeczywistości może być intensywną formą treningu dla zawodników mieszanych sztuk walki. W J. Polechoński, M. Dębska, P. Dębski (red.), *Aktywność fizyczna i inne zachowania zdrowotne w teorii i badaniach naukowych* (s. 169–184). AWF Katowice.

¹⁰⁰ Polechoński, J., Chruściel, A., i Niestrój-Jaworska, M. (2021). Wysiłek fizyczny podczas marszu na wielokierunkowej bieżni przeznaczonej do poruszania się w wirtualnej rzeczywistości w odniesieniu do chodu w terenie. W J. Polechoński i M. Rozpara (red.), *Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia* (s. 47–59). AWF Katowice.

¹⁰¹ Polechoński, J., Brzeżańska, R., i Nierwińska, K. (2019). Popularność aktywnych gier wideo wśród dzieci i młodzieży szkolnej z Rudy Śląskiej. W: K. Skalik, J. Polechoński (red.), *Współczesne problemy wychowania fizycznego – część 3* (s. 193–224). Katowice: AWF.

¹⁰² Akbaś, A., Marszałek, W., Kamieniarz, A., Polechoński, J., Słomka, K. J., i Juras, G. (2019). Application of Virtual Reality in Competitive Athletes—A Review. *Journal of Human Kinetics*, 69, 7–20. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0023>

¹⁰³ Polechoński, J., Nawrocka, A., i Wiesner, W. (2018). Aktywność fizyczna i turystyka w wirtualnych obszarach górskich – możliwości i perspektywy. W: IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa: Aktywność Ruchowa na Obszarach Górskich Polski i Świata – Streszczenia (s. 24). Wrocław - Szklarska Poręba: AWF.

¹⁰⁴ Polechoński, J., i Tomik, R. (2019). Czy turystyka w zanurzeniowej wirtualnej rzeczywistości może zastąpić realne podróżowanie? *Folia Turistica*, (52), 11–30. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.2639>

¹⁰⁵ Polechoński, J. (2020). Possibilities of using immersive virtual reality in tourism. W National Scientific Conference: 1st summer scientific on-line school (book of abstracts) (s. 102). Promovendi Foundation Publishing.

¹⁰⁶ Ryśnik, J., Polechoński, J., Szczechowicz, B., i Tomik, R. (2024). The Potential of Using Virtual Reality Technology in Physical Activity on the Example of Recreational Cycling. *Folia Turistica*, 62, 43–65. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.6886>

latach 2015-2017¹⁰⁷. Rekomendacje dostępne są na stronie Ministerstwa Sportu i Turystyki pod adresem: <https://www.gov.pl/web/sport/krajowe-rekomendacje-prozdrowotnej-aktywnosci-fizycznej55> (dostęp: 12.08.2024)

Swoje doświadczenie i wiedzę staram się również wykorzystywać w procesie tworzenia oryginalnych oraz nowoczesnych metod i narzędzi badawczych. Wraz z zespołem współpracowników uczestniczyłem w procesie tworzenia aplikacji mobilnej do badania AF w oparciu o najnowsze rekomendacje WHO. Aplikacja jest obecnie na etapie testów, a jej funkcjonalność i możliwości zastosowania były prezentowane podczas jednej z konferencji naukowych¹⁰⁸.

Wiele istotnych i aktualnych zagadnień dotyczących AF zostało zgromadzonych w cyklu trzech monografii, które ukazały się pod moją redakcją^{109,110,111}

(III)

Ostatni obszar badawczy dotyczył zagadnień z zakresu metodyki WF i wychowania fizycznego specjalnego oraz organizacji zajęć ruchowych w placówkach oświatowych. Badania z tego obszaru były konsekwencją mojego wieloletniego zatrudnienia w Katedrze Teorii i Metodyki Wychowania Fizycznego oraz pracy w szkole i młodzieżowym domu kultury. Uczestniczyłem w ocenie postaw młodzieży niepełnosprawnej wobec kultury fizycznej^{112,113,114}. Analizowałem strukturę organizacyjną zajęć oraz działalność rekreacyjną i turystyczną Młodzieżowego Domu Kultury w Siemianowicach Śląskich^{115,116,117}. Warto zaznaczyć, że w ramach tych badań powstała recenzowana monografia pt. *70 lat Młodzieżowego Domu Kultury*

¹⁰⁷ Tomik, R., Dębska, M., Gołaś, A., Nawrocka, A., **Polechoński, J.**, i Rozpara, M. (2018). Raport badawczo-analityczny Krajowe Rekomendacje Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej. Katowice: Ministerstwo Sportu i Turystyki, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

¹⁰⁸ Tomik, R., Nawrocka, A., Dębska, M., **Polechoński, J.**, Rozpara, M., Niestrój-Jaworska, M., i Mynarski, A. (2023). Wykorzystanie aplikacji mobilnej do badania aktywności fizycznej. W Jarosław Cholewa (red.), VII Konferencja Naukowa: Aktywność fizyczna a sprawność funkcjonalna w kontekście odpowiedzialności społecznej; 12-13-14 kwiecień 2023 r., Poniwiec Mała Czantoria Ustroń (książka streszczeń) (s. 26). Wydaw. Akademii Nauk Stosowanych w Raciborzu.

¹⁰⁹ **Polechoński, J.**, i Nawrocka, A. (red.). (2018). Aktywność fizyczna w promocji zdrowia – wybrane zagadnienia. Katowice: AWF.

¹¹⁰ **Polechoński, J.**, i Rozpara, M. (red.). (2021). Aktywność fizyczna w profilaktyce i promocji zdrowia. AWF Katowice.

¹¹¹ **Polechoński, J.**, Dębska-Janus, M., i Dębski, P. (red.). (2022). Aktywność fizyczna i inne zachowania zdrowotne w teorii i badaniach naukowych. AWF Katowice.

¹¹² Gawlik, K., Zwierzchowska, A., Skrzyński, J., i **Polechoński, J.** (2003). Postawy wobec kultury fizycznej młodzieży słabowidzącej. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, 50(4), 20–22.

¹¹³ Gawlik, K., Zwierzchowska, A., i **Polechoński, J.** (2003). Postawy młodzieży upośledzonej umysłowo w stopniu lekkim wobec kultury fizycznej. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, 50(10), 12–15.

¹¹⁴ Gawlik, K., Zwierzchowska, A., i **Polechoński, J.** (2004). Postawy młodzieży niesłyszącej wobec kultury fizycznej. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, 51(3), 13–16.

¹¹⁵ **Polechoński, J.** (2006). Znaczenie ogrodów jordanowskich w kształtowaniu młodego człowieka. *Siemianowicki Rocznik Muzealny*, (5), 66–72.

¹¹⁶ **Polechoński, J.** (2007). Struktura organizacyjna zajęć w młodzieżowym domu kultury w Siemianowicach Śląskich na tle podobnych placówek z całego kraju. *Siemianowicki Rocznik Muzealny*, (6), 99–103.

¹¹⁷ **Polechoński, J.**, i Olex-Zarychta, D. (2010). Działalność rekreacyjna i turystyczna Młodzieżowego Domu Kultury im. Dr. Henryka Jordana w Siemianowicach Śląskich na tle innych placówek wychowania pozaszkolnego. W: M. Kisiel (red.), *Pedagogiczne aspekty rekreacji, turystyki i wypoczynku dzieci i młodzieży w przedszkolu, szkole i poza szkołą* (s. 145–155). Dąbrowa Górnicza: Wyższa Szkoła Biznesu.

im. Dr. Henryka Jordana w Siemianowicach Śląskich¹¹⁸. Zajmowałem się też analizą zasad organizacji gimnastyki korekcyjnej w szkołach i przedszkolach Zagłębia Dąbrowskiego^{119,120,121}. Inne badania dotyczyły oceny przez nauczycieli WF oferty zajęć pozalekcyjnych i zaangażowania władz lokalnych w ich organizację¹²². Uczestniczyłem również w badaniach zjawiska niećwiczenia na lekcjach WF w szkołach miejskich województwa śląskiego¹²³, a także w ocenie efektów dydaktyczno-wychowawczych lekcji WF prowadzonych przez studentów¹²⁴. W innych pracach poruszałem kwestie komunikacji nauczyciel-uczeń^{125,126}.

Ze względu na praktyczny charakter opisywanego obszaru powstało szereg opracowań o charakterze dydaktycznym, w których podejmowałem problematykę istotną w pracy współczesnych nauczycieli WF. Zajmowałem się zagadnieniami związanymi z przydatnością publikacji internetowych nauczycieli w kontekście ich awansu zawodowego¹²⁷, znaczeniem technologii komputerowej i urządzeń mobilnych w kulturze fizycznej¹²⁸, a także hospitacją diagnozującą w WF¹²⁹ oraz rolą nauczyciela w budowaniu motywacji ucznia¹³⁰. Omawiałem walory, przedstawiałem możliwości i zasady realizacji oraz organizacji różnego rodzaju zajęć

¹¹⁸ Polechoński, J., i Kliś, B. (2009). 70 lat Młodzieżowego Domu Kultury im. Dr. Henryka Jordana w Siemianowicach Śląskich. Siemianowice Śląskie: Młodzieżowy Dom Kultury im. dr. Henryka Jordana - monografia.

¹¹⁹ Polechoński, J., i Zając-Gawlak, I. (2011b). Organizacja gimnastyki korekcyjnej w szkołach podstawowych Zagłębia Dąbrowskiego. *Rehabilitacja w Praktyce*, (4), 25–30.

¹²⁰ Polechoński, J., i Zając-Gawlak, I. (2011a). Organizacja gimnastyki korekcyjnej w przedszkolach Zagłębia Dąbrowskiego. W: *Teoria i Praktyka Adaptowanej Aktywności Fizycznej*. Międzynarodowa Konferencja Naukowa—Streszczenia (s. 62–63). Warszawa: AWF.

¹²¹ Polechoński, J., i Zając-Gawlak, I. (2014). Organizacja gimnastyki korekcyjnej w przedszkolach Zagłębia Dąbrowskiego w opinii instruktorów. W: R. Plinta, M. Kosińska, L. Niebrój (red.), *Ruch—Skuteczny środek oddziaływania zdrowotnego* (s. 105–115). Katowice: Media Silesia.

¹²² Tomik, R., Polechoński, J., Pośpiech, D., Mikołowicz, D., i in. (2012). Physical education teachers' ratings of extracurricular sports activities and services of the Polish School Sports Association. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 19(4), 179–184.

¹²³ Tomik, R., Bursy, B., Mikołowicz, D., i Polechoński, J. (2014). Zjawisko niećwiczenia na lekcjach wychowania fizycznego w szkołach miejskich województwa śląskiego. W: K. Skalik, J. Polechoński (red.), *Współczesne problemy wychowania fizycznego* (s. 129–145). Katowice: AWF.

¹²⁴ Skalik, K., Fromel, K., Polechoński, J., i Groffik, D. (2016). Efekty dydaktyczno-wychowawcze lekcji wychowania fizycznego prowadzonych przez studentów AWF w Katowicach. W: J. Polechoński, K. Skalik (red.) *Współczesne problemy wychowania fizycznego - Część 2* (s. 191–213). Katowice: AWF.

¹²⁵ Polechoński, J., Dorighi, W., i Groffik, D. (2012). Komunikacja niewerbalna na lekcjach wychowania fizycznego w opinii nauczycieli. *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, (16), 19–31.

¹²⁶ Olex-Zarychta, D., i Polechoński, J. (2016). Komunikacja nauczyciel-uczeń w procesie wychowania fizycznego: Analiza problemu w świetle współczesnych badań naukowych. W: J. Polechoński, K. Skalik (red.) *Współczesne problemy wychowania fizycznego - Część 2* (s. 127–152). Katowice: AWF.

¹²⁷ Polechoński, J., i Pośpiech, D. (2002). Nauczycielu, publikuj w Internecie! *Nowa Szkoła*, 58(2), 39–42.

¹²⁸ Pośpiech, D., i Polechoński, J. (2007). Komputer – wróg, czy sprzymierzeniec kultury fizycznej? *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, 54(11), 25–30.

¹²⁹ Polechoński, J., i Pośpiech, D. (2007). Hospitacja diagnozująca w wychowaniu fizycznym. *Kultura Fizyczna*, 61(1/2), 15–20.

¹³⁰ Olex-Zarychta, D., i Polechoński, J. (2014c). Rola nauczyciela w budowaniu motywacji ucznia do aktywności w procesie edukacyjnym. W: K. Skalik, J. Polechoński (red.), *Współczesne problemy wychowania fizycznego* (s. 177–195). Katowice: AWF.

takich jak: zabawy ruchowe¹³¹, ćwiczenia na niestabilnym podłożu¹³² i z odważnikami kulowymi^{133,134}, narciarstwo¹³⁵, trening funkcjonalny w szkole^{136,137}. Wskazywałem również na możliwości wykorzystania aktywnych gier wideo w kulturze fizycznej^{138,139} oraz na wyzwania z jakimi muszą zmagać się współcześni nauczyciele¹⁴⁰. Wiele ważnych i aktualnych zagadnień dotyczących WF zostało zawartych w czterech częściach monografii *Współczesne problemy wychowania fizycznego*, których byłem współredaktorem^{141,142,143,144}.

¹³¹ Olex-Zarychta, D., i **Polechoński, J.** (2010). Zabawy ruchowe w realizacji edukacji dla bezpieczeństwa dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym. W: S. Juszczak, M. Kisiel (red.), *Rzeczywistość edukacyjna i kulturowa w sytuacji zmiany społecznej – Jubileusz 30-lecia Katedry Pedagogiki Wczesnoszkolnej i Pedagogiki Mediów* (s. 171–179). Katowice: Uniwersytet Śląski.

¹³² **Polechoński, J.**, Zając-Gawlak, I., i Groffik, D. (2014). Walory ćwiczeń na niestabilnym podłożu i ich zastosowanie w różnych formach aktywności ruchowej. W: *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku: XIX Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Streszczenia* (s. 28). Szczecin: Wydaw. Promocyjne „Albatros”.

¹³³ **Polechoński, J.** (2014). Odważniki kulowe w rekreacji ruchowej i sporcie. W: J. Cholewa, M. Kunicki (red.), *Rekreacyjna aktywność fizyczna* (s. 73–91). Katowice: AWF.

¹³⁴ **Polechoński, J.** (2014). Niesamowite odważniki kulowe czyli kettlebell niejedno ma imię. Wielki sukces reprezentacji AWF na Mistrzostwach Polski w Kettlebell. *Rekord*, (2), 17–19.

¹³⁵ **Polechoński, J.**, i Górńska, K. (2015). Zasady, metody i formy stosowane w nauczaniu dzieci. W: Buczek Anna (red.), *Program nauczania narciarstwa dzieci SITN PZN* (s. 50–76). Kraków: Stowarzyszenie Instruktorów i Trenerów PZN.

¹³⁶ Groffik, D., Marszołek, M., i **Polechoński, J.**, (2019). Edukacja zdrowotna w różnych etapach edukacji: Skrypt nr 5 opracowany w ramach projektu: „Wykwalifikowany nauczyciel WF absolwentem AWF w Katowicach” (POWR 03.01.00-00-KN27/18). Katowice: Fundusze Europejskie - skrypt.

¹³⁷ **Polechoński, J.** (2021). Trening funkcjonalny - Analiza semantyczna i zastosowanie w wychowaniu fizycznym. W J. Polechoński, K. Skalik (red). *Współczesne problemy wychowania fizycznego - Część 4* (s. 221–237). AWF Katowice.

¹³⁸ **Polechoński, J.**, i Tomik, R. (2014). Możliwości wykorzystania gier komputerowych sterowanych ruchem w kulturze fizycznej. W: K. Skalik, J. Polechoński, *Współczesne problemy wychowania fizycznego* (AWF, s. 147–164). Katowice.

¹³⁹ **Polechoński, J.**, i Mynarski, A. (2016). Czy gry wideo mogą poprawić sprawność fizyczną i leczyć? *Przegląd Techniczny*, (6/7), 26–29.

¹⁴⁰ Nerwińska, K., i **Polechoński, J.** (2019). Otyłość – Współczesne wyzwanie dla nauczyciela wychowania fizycznego. W: K. Skalik, J. Polechoński (red.) *Współczesne problemy wychowania fizycznego – Część 3* (s. 225–246). Katowice: AWF.

¹⁴¹ Skalik, K., i **Polechoński, J.** (red.) (2014). *Współczesne problemy wychowania fizycznego*. Katowice: AWF.

¹⁴² **Polechoński, J.**, i Skalik, K. (red.). (2016). *Współczesne problemy wychowania fizycznego – Część 2*. Katowice: AWF.

¹⁴³ Skalik, K., i **Polechoński, J.** (red.). (2019). *Współczesne problemy wychowania fizycznego – Część 3*. Katowice: AWF.

¹⁴⁴ **Polechoński, J.**, i Skalik, K. (red.). (2021). *Współczesne problemy wychowania fizycznego – Część 4*. AWF Katowice.

Brałem również udział w przygotowaniu kilku opracowań z zakresu turystyki^{145,146}, sportu¹⁴⁷ oraz o charakterze interdyscyplinarnym, wykraczających poza opisane powyżej obszary badawcze^{148,149}.

4.3. Bibliografia

1. Akatsu, H., Manabe, T., Kawade, Y., Masaki, Y., Hoshino, S., Jo, T., Kobayashi, S., Hayakawa, T., i Ohara, H. (2021). The effect on lower limbs of wearing ankle weights in people under/over 70 years old: Single comparison after intervention [Preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-273082/v1>
2. Akatsu, H., Manabe, T., Kawade, Y., Masaki, Y., Hoshino, S., Jo, T., Kobayashi, S., Hayakawa, T., i Ohara, H. (2022). Effect of Ankle Weights as a Frailty Prevention Strategy in the Community-Dwelling Elderly: A Preliminary Report. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7350. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127350>
3. Alazba, A., Al-Khalifa, H., i AlSobayel, H. (2019). RabbitRun: An Immersive Virtual Reality Game for Promoting Physical Activities Among People with Low Back Pain. *Technologies*, 7(1), 2. <https://doi.org/10.3390/technologies7010002>
4. Arora, T., Hosseini-Araghi, M., Bishop, J., Yao, G. L., Thomas, G. N., i Taheri, S. (2013). The complexity of obesity in UK adolescents: Relationships with quantity and type of technology, sleep duration and quality, academic performance and aspiration. *Pediatric obesity*, 8(5), 358–366. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00119.x>
5. Arora, T., Hussain, S., Lam, K. H., Yao, G. L., Thomas, G. N., i Taheri, S. (2013). Exploring the complex pathways among specific types of technology, self-reported sleep duration and body mass index in UK adolescents. *International Journal of Obesity*, 37(9), 1254–1260. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.209>
6. Bailey, J. O., i Bailenson, J. N. (2017). Examining research with children and immersive virtual reality. *Journal of Media Psychology*.
7. Banos, R. M., Escobar, P., Cebolla, A., Guixeres, J., Alvarez Pitti, J., Lisón, J. F., i Botella, C. (2016). Using virtual reality to distract overweight children from bodily sensations during exercise. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19(2), 115–119. <https://doi.org/10.1089/cyber.2015.0283>
8. Barnett, T. A., Kelly, A. S., Young, D. R., Perry, C. K., Pratt, C. A., Edwards, N. M., Rao, G., Vos, M. B., Lifestyle, A. H. A. O. C. of the C. on, Young, C. H. C. on C. D. in the, i Council, S. (2018). Sedentary behaviors in today's youth: Approaches to the prevention and management of childhood obesity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 138(11), e142–e159. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000591>
9. Bodzin, A., Junior, R. A., Hammond, T., i Anastasio, D. (2021). Investigating engagement and flow with a placed-based immersive virtual reality game. *Journal of Science Education and Technology*, 30(3), 347–360. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09870-4>
10. Bongers, R. M., Fernandez, L., i Bootsma, R. J. (2009). Linear and logarithmic speed–accuracy trade-offs in reciprocal aiming result from task-specific parameterization of an invariant underlying dynamics. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(5), 1443.
11. Borg, G. a. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377–381.
12. Cádiz Gallardo, M. P., Pradas de la Fuente, F., Moreno-Azze, A., i Carrasco Páez, L. (2023). Physiological demands of racket sports: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 14, 1149295. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1149295>

¹⁴⁵ Tomik, R., Górska, K., Staszkiwicz, A., i **Polechoński, J.** (2014). Motives for participation in active sport tourism-participants of holiday windsurfing camps. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 6(3), 222–228.

¹⁴⁶ Tomik, R., i **Polechoński, J.** (red.). (2018). *Turystyka aktywna w województwie śląskim. Wybrane zagadnienia – Tom 3*. Katowice: AWF.

¹⁴⁷ **Polechoński, J.**, i Zajac-Gawlak, I. (2008). Wykorzystanie muzyki w sporcie. *Kultura Fizyczna*, 62(3/4), 19–22.

¹⁴⁸ Gruchlik, A., Turek, A., **Polechoński, J.**, i Dzierżewicz, Z. (2015). Effects of 300 mT static magnetic field on IL-8 secretion in normal human colon myofibroblasts. *Acta Poloniae Pharmaceutica. Drug Research*, 72(4), 713–717.

¹⁴⁹ **Polechoński, J.**, Rojczyk-Chmarek, J., Gieremek, K., i Tyliba, M. (2017). The effect of music on selected hemodynamic parameters in patients suffering from unresponsive wakefulness syndrome. *Fizjoterapia Polska*, (1), 96–103.

13. Campana, C. T., i Costa, P. B. (2016). Effects of Treadmill Walking with Hand-Held Weights on Energy Expenditure and Excess Post-Exercise Oxygen Consumption: 774 Board #90 June 1, 2: 00 PM - 3: 30 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5S), 212. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000485637.51036.4e>
14. Carvalhal, M. M., Padez, M. C., Moreira, P. A., i Rosado, V. M. (2007). Overweight and obesity related to activities in Portuguese children, 7–9 years. *The European Journal of Public Health*, 17(1), 42–46. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckl093>
15. Čečko, J., Polechoński, J., i Cieślińska, J. (2002). Wpływ krótkotrwałego oddziaływania hałasu o różnym natężeniu na szybkość reakcji motorycznej. *Zeszyty Metodyczno-Naukowe AWF Katowice*, 13, 45–52.
16. Chou, L.-N., i Chen, M.-L. (2017). Influencing factors of the body mass index of elementary students in Southern Taiwan. *International journal of environmental research and public health*, 14(3), 220. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030220>
17. Collins, J. J., Imhoff, T. T., i Grigg, P. (1996). Noise-enhanced tactile sensation. *Nature*, 383(6603), 770.
18. Collins, J. J., Imhoff, T. T., i Grigg, P. (1997). Noise-mediated enhancements and decrements in human tactile sensation. *Physical Review*, 56(1), 923–926.
19. Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*.
20. Dean, M., Wu, S.-W., i Maloney, L. T. (2007). Trading off speed and accuracy in rapid, goal-directed movements. *Journal of Vision*, 7(5), 1–12.
21. Dębska, M., Polechoński, J., Mynarski, A., i Polechoński, P. (2019). Enjoyment and Intensity of Physical Activity in Immersive Virtual Reality Performed on Innovative Training Devices in Compliance with Recommendations for Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193673>
22. Dhruv, N. T., Niemi, J. B., Harry, J. D., Lipsitz, L. A., i Collins, J. J. (2002). Enhancing tactile sensation in older adults with electrical noise stimulation. *Neuroreport*, 13(5), 597–600.
23. Dykman, M. I., i McClintock, P. V. (1998). What can stochastic resonance do? *Nature*, 391(6665), 344.
24. Evans, B. W., Potteiger, J. A., Bray, M. C., i Tuttle, J. L. (1994). Metabolic and hemodynamic responses to walking with hand weights in older individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(8), 1047–1052.
25. Evans, E., Naugle, K. E., Kaleth, A. S., Arnold, B., i Naugle, K. M. (2021). Physical Activity Intensity, Perceived Exertion, and Enjoyment During Head-Mounted Display Virtual Reality Games. *Games for Health Journal*, 10(5), 314–320. <https://doi.org/10.1089/g4h.2021.0036>
26. Fan, Y.-C., i Wen, C.-Y. (2019). A Virtual Reality Soldier Simulator with Body Area Networks for Team Training. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19(3), 451. <https://doi.org/10.3390/s19030451>
27. Fanta, S., Amir, M., i Riau, D. P. (2024). The Role of Protocols in Facilitating the Activities of Regional Heads Secretariat at the Central Buton District. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 11(2), 04–09. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET2411135>
28. Farrow, M., Lutteroth, C., Rouse, P. C., i Bilzon, J. L. J. (2019). Virtual-reality exergaming improves performance during high-intensity interval training. *European Journal of Sport Science*, 19(6), Article 6. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1542459>
29. Feix, T., Kivell, T. L., Pouydebat, E., i Dollar, A. M. (2015). Estimating thumb–index finger precision grip and manipulation potential in extant and fossil primates. *Journal of the Royal Society Interface*, 12(106), 1–12.
30. Ferguson, B. (2014). *ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014*. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58(3), 328.
31. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of experimental psychology*, 47(6), 381–391.
32. Fragkou, D., Galanis, P., i Pantelidis, P. (2016). Prevalence and determinants of overweight/obesity in adolescents: A cross-sectional study in Greece. *International Journal of Caring Sciences*, 9(3), 827.
33. Fusco, A., i Tieri, G. (2022). Challenges and Perspectives for Clinical Applications of Immersive and Non-Immersive Virtual Reality. *Journal of Clinical Medicine*, 11(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/jcm11154540>
34. Gammaitoni, L., Hänggi, P., i Marchesoni, F. (1998). Stochastic resonance. *Reviews of Modern Physics*, 70(1), 223–287.
35. Gao, Z. (2017). Fight fire with fire? Promoting physical activity and health through active video games. *Journal of Sport and Health Science*, 6(1), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.11.009>
36. Garay-Sánchez, A., Suarez-Serrano, C., Ferrando-Margelí, M., Jimenez-Rejano, J. J., i Marcén-Román, Y. (2021). Effects of Immersive and Non-Immersive Virtual Reality on the Static and Dynamic Balance of Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 10(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/jcm10194473>

37. Garn, A. C., Baker, B. L., Beasley, E. K., i Solmon, M. A. (2012). What are the benefits of a commercial exergaming platform for college students? Examining physical activity, enjoyment, and future intentions. *Journal of Physical Activity & Health*, 9(2), 311–318. <https://doi.org/10.1123/jpah.9.2.311>
38. Gierat, B., i Górska, K. (1999). Biopsychiczne podstawy zdolności motorycznych. AWF.
39. Global Recommendations on Physical Activity for Health. (2010). World Health Organization. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305057/>
40. Graves, L. E. F., Ridgers, N. D., Williams, K., Stratton, G., Atkinson, G., i Cable, N. T. (2010). The physiological cost and enjoyment of Wii Fit in adolescents, young adults, and older adults. *Journal of Physical Activity & Health*, 7(3), 393–401. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.3.393>
41. Guderian, B., Borreson, L. A., Sletten, L. E., Cable, K., Stecker, T. P., Probst, M. A., i Dalleck, L. C. (2010). The cardiovascular and metabolic responses to Wii Fit video game playing in middle-aged and older adults. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(4), 436–442.
42. Hänggi, P. (2002). Stochastic resonance in biology how noise can enhance detection of weak signals and help improve biological information processing. *ChemPhysChem*, 3(3), 285–290.
43. Hoffman, H. G., Chambers, G. T., Meyer III, W. J., Arceneaux, L. L., Russell, W. J., Seibel, E. J., Richards, T. L., Sharar, S. R., i Patterson, D. R. (2011). Virtual reality as an adjunctive non-pharmacologic analgesic for acute burn pain during medical procedures. *Annals of behavioral medicine*, 41(2), 183–191. <https://doi.org/10.1007/s12160-010-9248-7>
44. IJsselsteijn, W. A., Kort, Y. A. W. de, Westerink, J., Jager, M. de, i Bonants, R. (2006). Virtual Fitness: Stimulating Exercise Behavior through Media Technology. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 15(6), 688–698. <https://doi.org/10.1162/pres.15.6.688>
45. Ilahi, B. R., Okilanda, A., Raibowo, S., Yarmani, Sugihartono, T., Syafrial, Nopiyanto, Y. E., Hiasa, F., Ihsan, N., i Putra, J. (2023). The Effect of Resistance Bands Rubber Spring Exercise on the Front Kick Speed of Adolescent Pencak Silat Women. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 11(2), 418–423. <https://doi.org/10.13189/saj.2023.110219>
46. Jackson, S., Martin, A., i Eklund, R. (2008). Long and Short Measures of Flow: The Construct Validity of the FSS-2, DFS-2, and New Brief Counterparts. *Journal of sport & exercise psychology*, 30, 561–587. <https://doi.org/10.1123/jsep.30.5.561>
47. Jacobs, P. L., i Nash, M. S. (2004). Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(11), 727–751. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434110-00003>
48. Jerald, J. (2015). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool.
49. Jin, W., Choo, A., Gromala, D., Shaw, C., i Squire, P. (2016). A Virtual Reality Game for Chronic Pain Management: A Randomized, Controlled Clinical Study. *MMVR*, 154–160.
50. Jochymczyk-Woźniak, K., Nowakowska, K., Polechoński, J., Sładczyk, S., i Michnik, R. (2019). Physiological Gait versus Gait in VR on Multidirectional Treadmill—Comparative Analysis. *Medicina*, 55(9), 517. <https://doi.org/10.3390/medicina55090517>
51. Jones, T., Moore, T., i Choo, J. (2016). The impact of virtual reality on chronic pain. *Plos one*, 11(12), e0167523. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167523>
52. Karvonen, M. J., Kentala, E., i Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinæ Experimentalis Et Biologiæ Fenniae*, 35(3), 307–315.
53. Ke, L., Zhang, Z., Ma, Y., Xiao, Y., Wu, S., Wang, X., Liu, X., i He, J. (2023). Evaluating Flight Performance and Eye Movement Patterns Using Virtual Reality Flight Simulator. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, 195. <https://doi.org/10.3791/65170>
54. Kenney, E. L., i Gortmaker, S. L. (2017). United States adolescents’ television, computer, videogame, smartphone, and tablet use: Associations with sugary drinks, sleep, physical activity, and obesity. *The Journal of pediatrics*, 182, 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.11.015>
55. Kurdaningsih, S. V., Sudargo, T., i Lusmilasari, L. (2016). Physical activity and sedentary lifestyle towards teenagers’ overweight/obesity status. *International Journal Of Community Medicine And Public Health*, 3(3), 630–635. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20160623>
56. Kurita, Y., Shinohara, M., i Ueda, J. (2013). Wearable sensorimotor enhancer for fingertip based on stochastic resonance effect. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 43(3), 333–337.
57. Langer, A. (2023). Wpływ treningu koordynacyjnego w immersyjnej wirtualnej rzeczywistości na szybkość reakcji zawodników mieszanych sztuk walki. AWF Katowice (praca doktorska).
58. Langer, A., Polechoński, J., Polechoński, P., i Cholewa, J. (2023). Ruler Drop Method in Virtual Reality as an Accurate and Reliable Tool for Evaluation of Reaction Time of Mixed Martial Artists. *Sustainability*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/su15010648>
59. Lemmens, J. S., i von Münchhausen, C. F. (2023). Let the beat flow: How game difficulty in virtual reality affects flow. *Acta Psychologica*, 232, 103812. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103812>

60. Liu, W., Lipsitz, L. A., Montero-Odasso, M., Bean, J., Kerrigan, D. C., i Collins, J. J. (2002). Noise-enhanced vibrotactile sensitivity in older adults, patients with stroke, and patients with diabetic neuropathy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(2), 171–176.
61. Liu, W., Zeng, N., Pope, Z. C., McDonough, D. J., i Gao, Z. (2019). Acute Effects of Immersive Virtual Reality Exercise on Young Adults' Situational Motivation. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11), 1947. <https://doi.org/10.3390/jcm8111947>
62. Lyons, E. J., Tate, D. F., Komoski, S. E., Carr, P. M., i Ward, D. S. (2012). Novel approaches to obesity prevention: Effects of game enjoyment and game type on energy expenditure in active video games. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 6(4), 839–848. <https://doi.org/10.1177/193229681200600415>
63. Lyons, E. J., Tate, D. F., Ward, D. S., Bowling, J. M., Ribisl, K. M., i Kalyararaman, S. (2011). Energy expenditure and enjoyment during video game play: Differences by game type. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(10), 1987–1993. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318216ebf3>
64. Maddison, R., Foley, L., Ni Mhurchu, C., Jiang, Y., Jull, A., Prapavessis, H., Hohepa, M., i Rodgers, A. (2011). Effects of active video games on body composition: A randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*, 94(1), 156–163. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.009142>
65. Martin, C., Favier-Ambrosini, B., Mousset, K., Brault, S., Zouhal, H., i Prioux, J. (2015). Influence of playing style on the physiological responses of offensive players in table tennis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), 1517–1523.
66. Mathur, P., i Mascarenhas, L. (2019). LIFESTYLE DISEASES: Keeping fit for a better tomorrow. *Indian Journal of Medical Research*, 149(Suppl 1), S129. <https://doi.org/10.4103/0971-5916.251669>
67. McAuley, E., Duncan, T., i Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 48–58. <https://doi.org/10.1080/02701367.1989.10607413>
68. McClure, C., i Schofield, D. (2019). Running virtual: The effect of virtual reality on exercise. 861–870. <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.154.13>
69. Mellecker, R. R., i McManus, A. M. (2014). Active video games and physical activity recommendations: A comparison of the Gamercize Stepper, XBOX Kinect and XaviX J-Mat. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 288–292. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.05.008>
70. Michalski, S. C., Szpak, A., Saredakis, D., Ross, T. J., Billinghamurst, M., i Loetscher, T. (2019). Getting your game on: Using virtual reality to improve real table tennis skills. *PloS One*, 14(9), e0222351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222351>
71. Milioni, F., Leite, J. V. de M., Beneke, R., de Poli, R. A. B., Papoti, M., i Zagatto, A. M. (2018). Table tennis playing styles require specific energy systems demands. *PLoS ONE*, 13(7), e0199985. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199985>
72. Miyachi, M., Yamamoto, K., Ohkawara, K., i Tanaka, S. (2010). METs in adults while playing active video games: A metabolic chamber study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6), 1149–1153. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c51c78>
73. Mouatt, B., Smith, A. E., Mellow, M. L., Parfitt, G., Smith, R. T., i Stanton, T. R. (2020). The Use of Virtual Reality to Influence Motivation, Affect, Enjoyment, and Engagement During Exercise: A Scoping Review. *Frontiers in Virtual Reality*, 1. <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.564664>
74. Mullen, S. P., Olson, E. A., Phillips, S. M., Szabo, A. N., Wójcicki, T. R., Mailey, E. L., Gothe, N. P., Fanning, J. T., Kramer, A. F., i McAuley, E. (2011). Measuring enjoyment of physical activity in older adults: Invariance of the physical activity enjoyment scale (paces) across groups and time. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 103. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-103>
75. Mullins, N. M., Tessmer, K. A., McCarroll, M. L., i Poppel, B. P. (2012). Physiological and Perceptual Responses to Nintendo® Wii Fit™ in Young and Older Adults. *International Journal of Exercise Science*, 5(1), 79–92.
76. Murata, J., Murata, S., Hiroshige, J., Ohtao, H., Horie, J., i Kai, Y. (2010). The influence of age-related changes in tactile sensibility and muscular strength on hand function in older adult females. *International Journal of Gerontology*, 4(4), 180–183.
77. Nakamura, J., i Csikszentmihalyi, M. (2014). The Concept of Flow. W M. Csikszentmihalyi (Red.), *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi* (s. 239–263). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_16
78. Narita Devi, S., Fauzi, F., Sukanti, E. R., Tirtawirya, D., i Prabowo, T. A. (2022). The Effect of 8 Weeks of Training with Resistance Band on Limb Power of Taekwondo Athletes. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 05(12). <https://doi.org/10.47191/ijmra/v5-i12-27>
79. Naugle, K. E., Cervantes, X. A., Boone, C. L., Wind, B., i Naugle, K. M. (2024). Exploring actual and perceived levels of physical activity intensity during virtual reality active games. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1349521. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1349521>

80. Novak, D., Loncar, I., Sinkovic, F., Barbaros, P., i Milanovic, L. (2023). Effects of Plyometric Training with Resistance Bands on Neuromuscular Characteristics in Junior Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021085>
81. Oagaz, H., Schoun, B., i Choi, M.-H. (2022). Performance Improvement and Skill Transfer in Table Tennis Through Training in Virtual Reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(12), 4332–4343. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3086403>
82. Pallavicini, F., i Pepe, A. (2019). Comparing Player Experience in Video Games Played in Virtual Reality or on Desktop Displays: Immersion, Flow, and Positive Emotions. *Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, 195–210. <https://doi.org/10.1145/3341215.3355736>
83. Parsons, T. D., i Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39(3), 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.07.007>
84. Petri, K., Emmermacher, P., Danneberg, M., Masik, S., Eckardt, F., Weichelt, S., Bandow, N., i Witte, K. (2019). Training using virtual reality improves response behavior in karate kumite. *Sports Engineering*, 22(1), 2. <https://doi.org/10.1007/s12283-019-0299-0>
85. Picabea, J. M., Cámara, J., Nakamura, F. Y., i Yanci, J. (2021). Comparison of Heart Rate Variability before and after a Table Tennis Match. *Journal of Human Kinetics*, 77, 107–115. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0015>
86. Piepoli, M. F., Hoes, A. W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A. L., Cooney, M.-T., Corrà, U., Cosyns, B., Deaton, C., Graham, I., Hall, M. S., Hobbs, F. D. R., Løchen, M.-L., Löllgen, H., Marques-Vidal, P., Perk, J., Prescott, E., Redon, J., ... Members, A. F. (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 37(29), 2315. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw106>
87. Plamondon, R., i Alimi, A. M. (1997). Speed/accuracy trade-offs in target-directed movements. *Behavioral and brain sciences*, 20(2), 279–303.
88. Polechoński, J. (2005). Wpływ natężenia i rodzaju hałasu na stabilność postawy ciała. W W. Mynarski, J. Ślężyński (red.), *Efekty kształcenia i wychowania w kulturze fizycznej*. (s. 163–172). AWF.
89. Polechoński, J. (2007). Bodźce akustyczne a stabilność postawy ciała. AWF.
90. Polechoński, J., i Błaszczak, J. (2004). Wpływ krótkotrwałego hałasu na szybkość reakcji motorycznej dzieci szkół podstawowych. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne*, 51(11), 20–23.
91. Polechoński, J., i Błaszczak, J. (2006). The effect of acoustic noise on postural sway in male and female subjects. *Journal of Human Kinetics*, 15, 37–52.
92. Polechoński, J., Dębska, M., i Dębski, P. G. (2019). Exergaming Can Be a Health-Related Aerobic Physical Activity. *BioMed Research International*, 2019, 1890527. <https://doi.org/10.1155/2019/1890527>
93. Polechoński, J., Groffik, D., i Szołtyś, G. (2007). Oddziaływanie muzyki relaksacyjnej na równowagę statyczną i dynamiczną młodzieży licealnej. *Zeszyty Metodyczno-Naukowe AWF Katowice*, 23, 47–57.
94. Polechoński, J., Kistorz, K., i Polechoński, P. (2023). Using Ankle Weights as an Effective Way to Increase the Intensity of Physical Activity While Playing Immersive Virtual Reality Games on an Omnidirectional Treadmill. *Applied Sciences*, 13(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/app132011536>
95. Polechoński, J., i Langer, A. (2022). Assessment of the Relevance and Reliability of Reaction Time Tests Performed in Immersive Virtual Reality by Mixed Martial Arts Fighters. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(13), 4762. <https://doi.org/10.3390/s22134762>
96. Polechoński, J., Langer, A., Stastny, P., Zak, M., Zając-Gawlak, I., i Maszczyk, A. (2024). Does virtual reality allow for a reliable assessment of reaction speed in mixed martial arts athletes? *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 16(1). [https://doi.org/\(praca przyjeta do druku\)](https://doi.org/(praca przyjeta do druku))
97. Polechoński, J., Nierwińska, K., Kalita, B., i Wodarski, P. (2020). Can Physical Activity in Immersive Virtual Reality Be Attractive and Have Sufficient Intensity to Meet Health Recommendations for Obese Children? A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218051>
98. Polechoński, J., i Olex-Zarychta, D. (2012). The influence of tactile feedback on hand movement accuracy. *Human Movement*, 13(3), 236–241.
99. Polechoński, J., Zając-Gawlak, I., i Słomka, K. (2008). Wpływ ograniczenia percepcji dotykowej dłoni na precyzję ruchów kończyny górnej. W *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku. XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa—Streszczenia* (s. 28). Wydaw. Promocyjne „Albatros”.
100. Polechoński, J., Zwierzchowska, A., Makiola, Ł., Groffik, D., i Kistorz, K. (2022). Handheld Weights as an Effective and Comfortable Way To Increase Exercise Intensity of Physical Activity in Virtual Reality: Empirical Study. *JMIR Serious Games*, 10(4), e39932. <https://doi.org/10.2196/39932>

101. Pradas de la Fuente, F., Cachón Zagalaz, J., Otín Benedí, D., Quintas Hijós, A., Arraco Castellar, S. I., i Castellar Otín, C. (2015). Anthropometric, physiological and temporal analysis in elite female paddle players. *Retos*, 2041, 107–112.
102. Pradas, F., de la Torre, A., Castellar, C., i Toro-Román, V. (2021). Physiological Profile, Metabolic Response and Temporal Structure in Elite Individual Table Tennis: Differences According to Gender. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11898. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211898>
103. Price, M., Mehta, N., Tone, E. B., i Anderson, P. L. (2011). Does engagement with exposure yield better outcomes? Components of presence as a predictor of treatment response for virtual reality exposure therapy for social phobia. *Journal of Anxiety Disorders*, 25(6), 763–770. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2011.03.004>
104. Priplata, A. A., Niemi, J. B., Harry, J. D., Lipsitz, L. A., i Collins, J. J. (2003). Vibrating insoles and balance control in elderly people. *The Lancet*, 362(9390), 1123–1124.
105. Priplata, A., Niemi, J., Salen, M., Harry, J., Lipsitz, L. A., i Collins, J. J. (2002). Noise-enhanced human balance control. *Physical review letters*, 89(23), 238101–238104.
106. Qian, J., McDonough, D. J., i Gao, Z. (2020). The Effectiveness of Virtual Reality Exercise on Individual's Physiological, Psychological and Rehabilitative Outcomes: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114133>
107. Raczek, J., Mynarski, W., i Ljach, W. (2002). Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych. *AWF*.
108. Richardson, K. A., Imhoff, T. T., Grigg, P., i Collins, J. J. (1998). Using electrical noise to enhance the ability of humans to detect subthreshold mechanical cutaneous stimuli. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 8(3), 599–603.
109. Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., Magal, M., i Medicine, A. C. of S. (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Wolters Kluwer*.
110. Robertson, R. J., Goss, F. L., Andreacci, J. L., Dube, J. J., Rutkowski, J. J., Snee, B. M., Kowallis, R. A., Crawford, K., Aaron, D. J., i Metz, K. F. (2005). Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(2), 290–298. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000149888.39928.9F>
111. Rose, F. D., Attree, E. A., Brooks, B. M., Parslow, D. M., Penn, P. R., i Ambihaipahan, N. (2000). Training in virtual environments: Transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 43(4), 494–511. <https://doi.org/10.1080/001401300184378>
112. Rutkowski, S. (2021). Management Challenges in Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the COVID-19 Pandemic: Telehealth and Virtual Reality. *Journal of Clinical Medicine*, 10(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/jcm10061261>
113. Sallis, J., Conway, T. L., Cain, K. L., Geremia, C., Bonilla, E., i Spoon, C. (2020). Electronic Devices as Correlates of Sedentary Behavior and Screen Time Among Diverse Low-Income Adolescents During the School Year and Summer Time. *Journal of Healthy Eating and Active Living*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.51250/jheal.v1i1.7>
114. Seymour, N. E., Gallagher, A. G., Roman, S. A., O'Brien, M. K., Bansal, V. K., Andersen, D. K., i Satava, R. M. (2002). Virtual reality training improves operating room performance: Results of a randomized, double-blinded study. *Annals of Surgery*, 236(4), 458–463; discussion 463–464. <https://doi.org/10.1097/0000658-200210000-00008>
115. Shin, S. H., i Lee, M. Y. (2014). Effect of gait training with additional weight on balance and gait in stroke patients. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 3(1), 55–62. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2014.3.1.55>
116. Simonotto, E., Riani, M., Seife, C., Roberts, M., Twitty, J., i Moss, F. (1997). Visual perception of stochastic resonance. *Physical review letters*, 78(6), 1186–1189.
117. Smyrnis, N., Evdokimidis, I., Constantinidis, T. S., i Kastrinakis, G. (2000). Speed-accuracy trade-off in the performance of pointing movements in different directions in two-dimensional space. *Experimental Brain Research*, 134(1), 21–31.
118. Sousa, G. R. de, i Silva, D. A. S. (2017). Sedentary behavior based on screen time: Prevalence and associated sociodemographic factors in adolescents. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22, 4061–4072. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172212.00472016>
119. Stansfield, S., Shawver, D., Sobel, A., Prasad, M., i Tapia, L. (2000). Design and Implementation of a Virtual Reality System and Its Application to Training Medical First Responders. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(6), 524–556. <https://doi.org/10.1162/105474600300040376>
120. Strath, S. J., Kaminsky, L. A., Ainsworth, B. E., Ekelund, U., Freedson, P. S., Gary, R. A., Richardson, C. R., Smith, D. T., Swartz, A. M., i American Heart Association Physical Activity Committee of the

- Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health and Cardiovascular, Exercise, Cardiac Rehabilitation and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, and Council. (2013). Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(20), 2259–2279. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000435708.67487.da>
121. Sueda, Y., Hattori, M., Sawada, H., Egi, H., Ohdan, H., Ueda, J., Tsuji, T., i Kurita, Y. (2013). Improvement of tactile sensitivity by stochastic resonance effect-Applications to surgical grasping forceps. 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 4601–4604.
122. Szopa, J. (1993). Raz jeszcze o strukturze motoryczności–próba syntezy. *Antropomotoryka*, 10, 217–227.
123. Szopa, J. (1995). Uwarunkowania, przejawy i struktura motoryczności człowieka w świetle poglądów „szkoły krakowskiej”. *Antropomotoryka*, 12–13, 59–82.
124. Szopa, J., Mleczek, E., i Żak, S. (1996). *Podstawy antropomotoryki*. PWN.
125. Tanaka, H., Monahan, K. D., i Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156.
126. Tashjian, V. C., Mosadeghi, S., Howard, A. R., Lopez, M., Dupuy, T., Reid, M., Martinez, B., Ahmed, S., Dailey, F., i Robbins, K. (2017). Virtual reality for management of pain in hospitalized patients: Results of a controlled trial. *JMIR mental health*, 4(1), e9. <https://doi.org/10.2196/mental.7387>
127. Tavakol, M., i Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
128. Todorov, K., Manolova, A., i Chervendinev, G. (2019). Immersion in Virtual Reality Video Games for Improving Physical Performance Measures: A Review. 2019 27th National Conference with International Participation (TELECOM), 35–38. <https://doi.org/10.1109/TELECOM48729.2019.8994884>
129. Torres-Luque, G., Sánchez-Pay, A., Fernández-García, A., i Palao, J. (2014). Characteristics of temporal structure in tennis. *J. Sport Health Res.*, 6(2), 117–128.
130. Trost, S. G., Sundal, D., Foster, G. D., Lent, M. R., i Vojta, D. (2014). Effects of a pediatric weight management program with and without active video games: A randomized trial. *JAMA pediatrics*, 168(5), 407–413. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.3436>
131. Twitty, J., Simonotto, E., Riani, M., i Moss, F. (1997). Noise correlation time in visual perception of stochastic resonance. American Physical Society, Annual March Meeting, March 17–21, 1997, abstract id. O21.02.
132. Usher, M., i Feingold, M. (2000). Stochastic resonance in the speed of memory retrieval. *Biological Cybernetics*, 83(6), 11–16.
133. Wachira, L.-J. M., Muthuri, S. K., Ochola, S. A., Onywera, V. O., i Tremblay, M. S. (2018). Screen-based sedentary behaviour and adiposity among school children: Results from International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE)-Kenya. *Plos one*, 13(6), e0199790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199790>
134. Wangi, S. P., Tomoliyus, Prayoga, H. D., Wijayanti, N. P. N., i Prabowo, T. A. (2023). The effect of 8 weeks of punch resistance band and dumbbell training on the arm power of ‘youth’ male boxers. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 10(5), 299–304. <https://doi.org/10.22271/kheljournal.2023.v10.i5e.3120>
135. Wells, T., i Miller, G. (2020). The Effect of Virtual Reality Technology on Welding Skill Performance. *Journal of Agricultural Education*, 61(1), Article 1. <https://doi.org/10.5032/jae.2020.01152>
136. WHO. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: Web annex: evidence profiles.
137. Williams, D. M., Dunsiger, S., Ciccolo, J. T., Lewis, B. A., Albrecht, A. E., i Marcus, B. H. (2008). Acute Affective Response to a Moderate-intensity Exercise Stimulus Predicts Physical Activity Participation 6 and 12 Months Later. *Psychology of sport and exercise*, 9(3), 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.04.002>
138. Yang, C., Wickert, Z., Roedel, S., Berg, A., Rothbauer, A., Johnson, M., i Bredle, D. (2014). Time Spent in MVPA during Exergaming with Xbox Kinect in Sedentary College Students. *International Journal of Exercise Science*, 7(4). <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol7/iss4/4>
139. Yegian, A. K., Tucker, Y., Gillinov, S., i Lieberman, D. E. (2021). Shorter distal forelimbs benefit bipedal walking and running mechanics: Implications for hominin forelimb evolution. *American Journal of Physical Anthropology*, 175(3), 589–598. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24274>
140. Zagatto, A. M., Leite, J. V. de M., Papoti, M., i Beneke, R. (2016). Energetics of Table Tennis and Table Tennis-Specific Exercise Testing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1012–1017. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0746>

4.4. Analiza bibliometryczna

Zgodnie z analizą bibliometryczną dorobku naukowego sporządzoną przez jednostkę zatrudniającą (zał. 5) mój sumaryczny *Impact Factor* publikacji naukowych wynosi **IF=65,904** pkt. (wszystkie uzyskane po doktoracie), natomiast liczba punktów **MNiSW=3765,5** (w tym publikacje wykazane jako główne osiągnięcie naukowe: 25,115 pkt. IF oraz 950 pkt. MNiSW). W związku z tym łączna punktacja mojego pozostałego dorobku naukowego, który nie wchodzi w skład głównego osiągnięcia naukowego, wynosi 40,789.pkt. IF i 2815,5 pkt. MNiSW.

Jestem autorem lub współautorem 31 artykułów znajdujących się w bazie JCR, z których 25 posiada współczynnik IF. W 14 pracach z listy JCR jestem pierwszym autorem.

Włączając 31 artykułów znajdujących się w bazie JCR, jestem w sumie autorem lub współautorem 182 publikacji, w tym:

- 40 artykułów opublikowanych w czasopismach spoza bazy JCR,
- 3 monografie (wraz z wymienioną w rozdziale 4),
- 10 redakcji naukowych monografii,
- 50 rozdziałów w monografiach lub podręcznikach,
- 6 pełnych tekstów w materiałach pokonferencyjnych,
- 1 skryptu,
- 1 raportu badawczo-analitycznego,
- 1 raportu z usługi badawczo-rozwojowej,
- 2 ekspertyz,
- 31 abstraktów,
- 6 innych publikacji (dzienniki praktyk).

Spośród ww. publikacji 9 artykułów, 4 materiały pokonferencyjne opublikowano przed uzyskaniem stopnia doktora (liczba punktów MNiSW=6,5).

Dane o cytowaniach na dzień 27.08.2024:

SCOPUS

Liczba cytowań ogółem: 321

Liczba cytowań bez autocytowań: 247

Indeks Hirscha: 10

WEB OF SCIENCE

Liczba cytowań ogółem: 283

Liczba cytowań bez autocytowań: 227

Indeks Hirscha: 10

GOOGLE SCHOLAR

Liczba cytowań ogółem: 602

Liczba cytowań bez autocytowań: 559

Indeks Hirscha: 13

Szczegółowy wykaz wszystkich publikacji zamieszczono w [zał. 4](#)

4.5. Udzielone patenty

- **Polechoński, J.**, Rojczyk-Chmarek, J. (2015). *Manipulandum do badania parametrów ruchów zginania i prostowania w stawie śródrečno-palczkowym palca wskazującego*. Biuletyn Urzędu Patentowego, 24(1093), 5 – **zgłoszenie patentowe**.

- **Patent nr 228045 (2018).** *Manipulandum do badania parametrów ruchów zginania i prostowania w stawie śródrečno-paliczkowym palca wskazującego.* Wynalazca: **J. Polechoński**, J. Rojczyk-Chmarek. Beneficjent: Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Warszawa: Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.

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

5.1. Aktywność naukowa w innych uczelniach i instytucjach oraz odbyte staże naukowe

W okresie od 29 marca 2018 r. do 29 czerwca 2018 r. odbyłem trzymiesięczny staż naukowy w Katedrze Biomechatroniki Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej.

Rezultatem nawiązanej współpracy podczas odbywanego stażu było między innymi napisanie wraz z pracownikami Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej 7 publikacji naukowych:

- **Polechoński, J.**, Nierwińska, K., Kalita, B., i Wodarski, P. (2020). Can Physical Activity in Immersive Virtual Reality Be Attractive and Have Sufficient Intensity to Meet Health Recommendations for Obese Children? A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8051.
- Wodarski P., Jurkojć J., **Polechoński J.**, Bieniek A., Chrzan M., Michnik R.A, Gzik M. (2020). Assessment of gait stability and preferred walking speed in virtual reality. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 22(1), 127-134. doi. 10.37190/ABB-01490-2019-03
- **Polechoński, J.**, Głowacka, M., Fredyk, A., Polechoński, P., Nowakowska, K., i Jochymczyk-Woźniak, K. (2019). Ocena dokładności odwzorowania ruchów oraz możliwości uczenia się układu tanecznego przez tancerki profesjonalne i studentki podczas uprawiana aktywnej gry wideo. *Aktualne Problemy Biomechaniki*, 18, 38-46.
- Jochymczyk-Woźniak, K., Nowakowska, K., **Polechoński, J.**, Sładczyk, S., i Michnik, R. (2019). Physiological gait versus gait in VR on multidirectional treadmill—Comparative analysis. *Medicina*, 55(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/medicina55090517>
- **Polechoński, J.**, Nawrocka, A., Wodarski, P., i Tomik, R. (2019). Applicability of Smartphone for Dynamic Postural Stability Evaluation. *BioMed Research International*, 2019, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2019/975.3898>
- Wodarski, P., Jurkojć, J., Bieniek, A., Chrzan, M., Michnik, R., **Polechoński, J.**, i Gzik, M. (2019). The analysis of the influence of virtual reality on parameters of gait on a treadmill according to adjusted and non-adjusted pace of the visual scenery. W E. Piętka, P. Badura, J. Kawa, W. Więclawek (red.), *ChamInformation Technologies in Biomedicine* (s. 543–553). Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23762-2_48
- **Polechoński, J.**, Rozpara, M., Niestrój-Jaworska, M., Wodarski, P., i Jurkojć, J. (2018a). Intensywność wysiłku fizycznego podczas wybranych aktywnych gier wideo na konsole Playstation i Xbox w kontekście korzyści prozdrowotnych. W Polechoński J. , A. Nawrocka (red.), *Aktywność fizyczna w promocji zdrowia—Wybrane zagadnienia* (s. 113–131). Katowice: AWF.

Efektem współpracy był także wspólny referat na międzynarodowej konferencji naukowej:

- 7th International Conference Information Technology in Biomedicine, 17-19.06.2019, Kamień Śląski. Organizator: Silesian University of Technology, SAS Institute Polska. Autorzy: P. Wodarski, J. Jurkojć, A. Bieniek, M. Chrzan, R. Michnik, **J. Polechoński**, M. Gzik. Tytuł wystąpienia: The Analysis of the Influence

of Virtual Reality on Parameters of Gait on a Treadmill According to Adjusted and Non-Adjusted Pace of the Visual Scenery.

Współpracowałem również z pracownikami Uniwersytetu Palackiego w Ołomuńcu (Czechy), czego efektem są trzy publikacje i jedno wystąpienie na międzynarodowej konferencji:

- Pośpiech, D., Zajac-Gawlak, I., **Polechoński, J.**, Pridalova, M., i Pelcova, J. (2012). Poziom i częstotliwość aktywności fizycznej a stopień otluszczenia ogólnego i wisceralnego kobiet w średnim i starszym wieku. W *J. Maciaszek, R. Szeklicki, W. Osiński (red.), Aktywność fizyczna w wieku starszym w badaniach naukowych (potrzeby i korzyści)* (s. 133–141). Poznań: Bogucki Wydaw. Nauk.
- Zajac-Gawlak, I., Pośpiech, D., **Polechoński, J.**, Groffik, D., Pridalova, M., Gaba, A., i Pelcova, J. (2010). Stopień otluszczenia oraz dystrybucja tkanki tłuszczowej w zależności od poziomu aktywności fizycznej słuchaczek Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Katowicach i Chorzowie. *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku*, 14, 293–304.
- Groffik, D., Frömel, K., Vorlíček, M., i **Polechoński, J.** (2020). The trend and structure of adolescents' weekly step count in the context of the Polish school environment. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM*, 27(3), 442–447. <https://doi.org/10.26444/aaem/126062>
- Zajac-Gawlak, I., Pośpiech, D., **Polechoński, J.**, Groffik, D., Pridalova, M., Gaba, A., i Pelcova, J. (2009). Stopień otluszczenia oraz dystrybucja tkanki tłuszczowej w zależności od poziomu aktywności fizycznej słuchaczek Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Katowicach i Chorzowie. W *Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku. XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa—Streszczenia* (s. 43). Wydaw. Promocyjne „Albatros”.

W latach 2008-2014 byłem zatrudniony w Katedrze Fizjoterapii, Wydziału Społeczno-Medycznego, Wyższej Szkoły Planowania Strategicznego w Dąbrowie Górniczej (WSPS). W tym okresie poza działalnością dydaktyczną sprawowałem opiekę naukową nad studentami. Byłem promotorem 15 prac licencjackich. Wykonałem również liczne recenzje prac dyplomowych. Realizowane tam badania przyczyniły się do powstania publikacji dot. organizacji gimnastyki korekcyjnej w rejonie Zagłębia Dąbrowskiego oraz artykułu o wpływie muzyki na wybrane parametry hemodynamiczne pacjentów apalicznych:

- **Polechoński, J.**, i Zajac-Gawlak, I. (2011). Organizacja gimnastyki korekcyjnej w szkołach podstawowych Zagłębia Dąbrowskiego. *Rehabilitacja w Praktyce*, (4), 25–30.
- **Polechoński, J.**, i Zajac-Gawlak, I. (2014). Organizacja gimnastyki korekcyjnej w przedszkolach Zagłębia Dąbrowskiego w opinii instruktorów. W R. Plinta, M. Kosińska, L. Niebrój (red.), *Ruch – Skuteczny środek oddziaływania zdrowotnego* (s. 105–115). Katowice: Media Silesia.
- **Polechoński, J.**, Rojczyk-Chmarek, J., Gieremek, K., i Tyliba, M. (2017). The effect of music on selected hemodynamic parameters in patients suffering from unresponsive wakefulness syndrome. *Fizjoterapia Polska*, (1), 96–103.

Wziąłem również udział w Międzynarodowej Konferencji Naukowej Teoria i Praktyka Adaptowanej Aktywności Fizycznej, gdzie zaprezentowałem wyniki ww. badań:

- **Polechoński, J.**, i Zajac-Gawlak, I. (2011). Organizacja gimnastyki korekcyjnej w przedszkolach Zagłębia Dąbrowskiego. W *Teoria i Praktyka Adaptowanej Aktywności Fizycznej. Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Streszczenia* (s. 62–63). Warszawa: AWF.

W ramach umowy o dzieło w latach 2007-2010 pracowałem w Śląskiej Wyższej Szkole Informatyczno-Medycznej w Chorzowie na Wydziale Przyrodniczym, gdzie realizowałem przedmiot fizjoterapia ogólna, a w latach 2007-2009 na Wydziale Pedagogiki i Psychologii Uniwersytetu Śląskiego wykładając dwa przedmioty: podstawy higieny i bezpieczeństwa dziecka w wieku przedszkolnym oraz kształtowanie sprawności motorycznej dzieci. Efektem współpracy z pracownikami Uniwersytetu była między innymi publikacja w opracowaniu

zbiorowym, wydanym z okazji Jubileuszu 30-lecia Katedry Pedagogiki Wczesnoszkolnej i Pedagogiki Mediów:

- Olex-Zarychta, D., i **Polechoński, J.** (2010). Zabawy ruchowe w realizacji edukacji dla bezpieczeństwa dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym. W S. Juszczak, M. Kisiel (red.), *Rzeczywistość edukacyjna i kulturowa w sytuacji zmiany społecznej – Jubileusz 30-lecia Katedry Pedagogiki Wczesnoszkolnej i Pedagogiki Mediów* (s. 171–179). Katowice: Uniwersytet Śląski.

Od 2000 r. do chwili obecnej jestem również związany z instytucją kultury – Młodzieżowym Domem Kultury im. dr. Henryka Jordana w Siemianowicach Śl. (MDK), gdzie prowadzę zajęcia jako instruktor, a w latach 2003-2008 pełniłem funkcję dyrektora tej placówki. Z MDK wiąże się również moja działalność naukowa. Szczegółowa analiza dokumentacji archiwalnej i historycznej placówki i badanie jej funkcjonowania na tle podobnych instytucji w kraju, przyczyniły się do powstania recenzowanej monografii i dwóch prac opublikowanych w *Rocznikach Muzealnych* oraz rozdziału w opracowaniu zbiorowym:

- **Polechoński, J.**, i Kliś, B. (2009). 70 lat Młodzieżowego Domu Kultury im. Dr. Henryka Jordana w Siemianowicach Śląskich. Siemianowice Śl.: MDK. – **monografia**.
- **Polechoński, J.** (2007). Struktura organizacyjna zajęć w młodzieżowym domu kultury w Siemianowicach Śląskich na tle podobnych placówek z całego kraju. *Siemianowicki Rocznik Muzealny*, (6), 99–103.
- **Polechoński, J.** (2006). Znaczenie ogrodów jordanowskich w kształtowaniu młodego człowieka. *Siemianowicki Rocznik Muzealny*, (5), 66–72.
- **Polechoński, J.**, i Olex-Zarychta, D. (2010). Działalność rekreacyjna i turystyczna Młodzieżowego Domu Kultury im. dr. Henryka Jordana w Siemianowicach Śląskich na tle innych placówek wychowania pozaszkolnego. W M. Kisiel (red.), *Pedagogiczne aspekty rekreacji, turystyki i wypoczynku dzieci i młodzieży w przedszkolu, szkole i poza szkołą* (s. 145–155). Dąbrowa Górnicza: Wyższa Szkoła Biznesu.

5.2. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach tematycznych

Brałem czynny udział w 50 konferencjach naukowych oraz 4 metodyczno-szkoleniowych, na których zaprezentowano 72 referaty, których byłem autorem lub współautorem. Przed uzyskaniem stopnia doktora brałem udział w 5 z ww. konferencji.

Szczegółowy wykaz wystąpień konferencyjnych zamieszczono w [zał. 4](#)

5.3. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych

Byłem członkiem komitetów organizacyjnych podczas 3 konferencji krajowych i 4 międzynarodowych, natomiast rolę członka komitetu naukowego pełniłem w czasie 1 konferencji krajowej i 2 międzynarodowych (szczegółowe informacje o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych zawiera [zał. 4](#)).

5.4. Informacja o udziale w zespołach badawczych

Kierowanie projektami badawczymi (rola – kierownik naukowy/kierownik B+R)

- 2024-2027 – „*Zwalczanie ognia ogniem*”, czyli *jak wykorzystać aktywne gry wideo i aplikacje treningowe w wirtualnej rzeczywistości do promowania i uprawiania prozdrowotnej aktywności fizycznej wśród młodzieży oraz zapobiegania zachowaniom sedentarnym* – projekt dofinansowany w ramach programu „Wsparcie strategii badań promujących zdrowy styl życia i wydłużenie czasu życia w zdrowiu RID 2024-2027” – kwota finansowania 159600 zł (w trakcie realizacji).

- 2020-2023 – *Opracowanie metod badania oraz kształtowania zdolności koordynacyjnych wraz z dedykowanym zestawem metod treningowych w boksie w oparciu o wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości* – projekt dofinansowany ze środków NCBiR w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 Numer projektu: POIR.01.01.01-00-0365/20-00. Koszt całkowity projektu 4 743 323,91 zł, kwota dofinansowania 3 591 701,96 zł (rozliczono merytorycznie i finansowo);
- 2017-2020 – *Intensywność wysiłków fizycznych podczas korzystania z multimedialnych aplikacji sterowanych ruchami ciała w wirtualnej rzeczywistości w świetle prozdrowotnych zaleceń* – badania statutowe (rozliczono merytorycznie i finansowo);
- 2008-2011 - *Wpływ różnych rodzajów szumu na sprawność koordynacyjną człowieka* – badania statutowe (rozliczono merytorycznie i finansowo);
- 2002-2004 - „*Wpływ hałasu na sprawność koordynacyjną człowieka*” – badania statutowe (rozliczono merytorycznie i finansowo).

Udział w projektach badawczych (rola – wykonawca) – badania statutowe:

- 2018-2021 - *Wiedza o zdrowiu i zachowania prozdrowotne pracownic personelu medycznego w aspekcie możliwości pełnienia roli promotorów zdrowia;*
- 2015-2018 - *Ewaluacja aktywności fizycznej i sprawności funkcjonalnej kobiet w wieku 60-67 lat w aspekcie zdolności do pracy zawodowej;*
- 2015-2018 – *Koszt kaloryczny i motywy uprawiania turystyki aktywnej w aspekcie zaleceń prozdrowotnych;*
- 2009-2012 -*Aktywność ruchowa jako niezbędny element pomyślnego starzenia się człowieka;*
- 2009-2010 -*Bilans oferty szkoły w zakresie pozalekcyjnych zajęć rekreacyjno-sportowych – badania pilotażowe.*

5.5. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach

- Od 2002 członek Zarządu Polskiego Towarzystwa Naukowego Kultury Fizycznej Oddział w Katowicach (w latach 2002-2009 skarbnik Towarzystwa);
- Od 2019 – Członek International Society of Exercise Immunology.

5.6. Członkostwo w komitetach redakcyjnych

- 2012-2016 – członek Komitetu Wydawniczego Wydawnictwa Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
- 2023 – Redaktor gościnny wydania specjalnego czasopisma *Applied Sciences* pt. „Assessment, Control and Monitoring of Physical Activity and Sports Training”.
- 2024 – Redaktor gościnny wydania specjalnego czasopisma *Applied Sciences* pt. „Virtual Reality and Emerging Technologies in Physical Activity, Sports and Healthcare.”
- 2024 – Członek komitetu redakcyjnego czasopisma „International Journal of Active and Healthy Aging”.

5.7. Informacja o recenzowanych pracach naukowych, w szczególności publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych

Recenzowałem łącznie 68 artykułów naukowych w 35 czasopiśmie (zdecydowana większość z listy JCR). Szczegółowe zestawienie, sporządzone na podstawie informacji zawartych w Web of Science, zamieszczono w [zał. 4](#).

5.8. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich

- Praca w charakterze eksperta do spraw opracowania materiałów do skryptów dydaktycznych w zakresie zadania 1.2. projektu: „Wykwalifikowany nauczyciel WF absolwentem AWF w Katowicach” POWER 03.01.00-00-KN27/18, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, Programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja, Rozwój 2014-2020 - w okresie od 2 września do 31 października 2019 r oraz opracowanie skryptu pt. „Trening funkcjonalny w szkole” na potrzeby prowadzonego przedmiotu w obrębie ww. programu;
- Praca w charakterze eksperta podczas European week of sport, Erasmus+ Sport project: „Wannado: Family Sport Festivals” (project EU code – 572825) – projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej – 10.09.2016 r.;
- Prelegent podczas Seminarium „Nowoczesne wychowanie fizyczne – nowoczesny nauczyciel. Wykorzystanie technologii informatycznych w pracy nauczyciela wychowania fizycznego” zrealizowanego w ramach projektu „Praktyczne Wychowanie Fizyczne. Opracowanie i wdrożenie nowatorskiego Programu Praktyk Pedagogicznych na kierunku nauczycielskim Wychowanie Fizyczne na AWF w Krakowie” - projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego – 12.12.2013 r.

5.9. Nagrody za działalność naukową

- 2023 - nagroda Rektora II stopnia za osiągnięcia naukowe
- 2023-2024 – badawczy dodatek projakościowy Rektora AWF Katowice dla wyróżniających się nauczycieli akademickich
- 2022 - nagroda Rektora II stopnia za osiągnięcia naukowe
- 2019 - nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe
- 2016 - nagroda Rektora II stopnia za osiągnięcia naukowe
- 2011 - brązowa odznaka Ministra Sportu i Turystyki „Za zasługi dla sportu”
- 2005 - nagroda Rektora II stopnia za uzyskanie stopnia naukowego doktora
- 2002 - wyróżnienie II stopnia w Konkursie Studenckich Kół Naukowych AWF Katowice

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

6.1. Opracowanie programów i form zajęć dydaktycznych

Od początku mojego zatrudnienia w AWF w Katowicach do chwili obecnej wykonuję obowiązki dydaktyczne. W tym czasie przygotowywałem założenia programowe i sylabusy oraz realizowałem różne przedmioty. Pracując w Zakładzie Korektywy i WF Specjalnego prowadziłem zajęcia z przedmiotów: „aktywność ruchowa i adaptacyjna” oraz „turystyka i

rekreacja osób niepełnosprawnych”. Będąc pracownikiem Zakładu Metodyki WF realizowałem zajęcia z „metodyki WF” oraz „kształcenia ruchowego i metodyki zajęć ruchowych”. Przechodząc do Zakładu Aktywności Fizycznej i Profilaktyki Zdrowia, stworzyłem program specjalizacji instruktorskiej pn. „funkcjonalny trening siłowy” oraz założenia i sylabusy przedmiotów „trening funkcjonalny” i „funkcjonalny trening oporowy”. Ww. przedmioty od kilku lat prowadzę dla studentów trzech kierunków Wydziału Wychowania Fizycznego AWF w Katowicach. Zainicjowałem także i wdrożyłem na kierunku trener osobisty przedmiot o nazwie „Trening z wykorzystaniem aplikacji mobilnych i wirtualnej rzeczywistości”, na którym studenci poznają możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii informatycznych w treningu personalnym. Od kilku lat pełnię również funkcję tutora i prowadzę zajęcia w ramach projektu Narodowa Reprezentacja Akademicka.

Pracując w latach 2008-2014 w Katedrze Fizjoterapii Wyższej Szkoły Planowania Strategicznego w Dąbrowie Górniczej stworzyłem sylabusy dla przedmiotów: kształcenie ruchowe i metodyka nauczania ruchu oraz masaże lecznicze. Przygotowywałem również materiały e-learningowe z przedmiotów: masaże w wybranych jednostkach chorobowych, fizjoprofilaktyka i kinezygerontoprofilaktyka.

6.2. Opieka naukowa nad studentami

W latach 2006-2019 na Wydziale Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach byłem:

- promotorem 33 prac dyplomowych, w tym:
 - 24 prac magisterskich;
 - 9 prac licencjackich;
- recenzentem 62 prac dyplomowych, w tym:
 - 35 prac magisterskich;
 - 27 prac licencjackich;

Od 20.06.2018 do nadal jestem opiekunem Koła Naukowego Aktywności Fizycznej i Turystyki w Wirtualnej Rzeczywistości (Active VR) działającego przy Katedrze Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej i Turystyki AWF Katowice. Studenci pod moim kierunkiem brali udział w przygotowaniu 14 publikacji (6 rozdziałów w monografiach oraz 8 artykułów w recenzowanych czasopismach). Studenci uczestniczyli też czynnie w konferencjach naukowych (11 wystąpień).

W latach 2009-2014 na kierunku fizjoterapia Wydziału Społeczno-Medycznego Wyższej Szkoły Planowania Strategicznego w Dąbrowie Górniczej byłem:

- promotorem 15 prac licencjackich.

6.3. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego

W dniu 23 maja 2023 r. zostałem wyznaczony przez Senat Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach na promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgra Alana Langer – praca pt. „Wpływ treningu koordynacyjnego w immersyjnej wirtualnej rzeczywistości na szybkość reakcji zawodników mieszanych sztuk walki”. W tym samym roku odbyła się obrona ww. pracy, zakończona przyznaniem magistrantowi stopnia dr n. o kulturze fizycznej.

6.4. Działalność organizacyjna i osiągnięcia organizacyjne

- 2023-nadal – Członek Rady Programowej dla kierunku Odnowa Biologiczna na Wydziale Fizjoterapii.
- 2023-nadal – Członek Komisji Dziekańskiej ds. opracowania specjalności trening motoryczny w tańcu i fitnessie i sportach artystycznych na studiach II stopnia kierunku wychowanie fizyczne na Wydziale Wychowania Fizycznego.
- 2022-nadal – Członek Zespołu do opracowania programu studiów Odnowa biologiczna na Wydziale Fizjoterapii.
- 2022 – współorganizowałem Dzień Otwarty w AWF Katowice.
- 2019-nadal – Członek Rady Programowej kierunku aktywność fizyczna i żywienie w zdrowiu publicznym na Wydziale Wychowania Fizycznego.
- 2019-nadal – Członek Rady Programowej kierunku trener osobisty z dietetyką sportową na Wydziale Wychowania Fizycznego.
- 2018-nadal – Kierownik Praktyk Studenckich na kierunku trener osobisty z dietetyką sportową na Wydziale Wychowania Fizycznego.
- 2016-nadal – Kierownik Praktyk Studenckich na kierunku aktywność fizyczna i żywienie w zdrowiu publicznym na Wydziale Wychowania Fizycznego.
- Od 2016-nadal jestem Kierownikiem Pracowni Badań Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej, która powstała z mojej inicjatywy. Do zadań planowanych i realizowanych w Pracowni należą między innymi: analiza różnorodnych form AF pod względem intensywności wysiłku fizycznego i prozdrowotnych rekomendacji, ocena dokładności i przydatności popularnych obecnie konsumenckich monitorów AF, czy programowanie treningu zdrowotnego. Jednak najbardziej nowatorskie badania realizowane w Pracowni to: ocena możliwości wykorzystania multimedialnych interaktywnych programów jako narzędzi do testowania sprawności fizycznej i nauki umiejętności ruchowych, a także szacowanie wydatku energetycznego i parametrów ruchu podczas poruszania się w VR. Wyniki tych badań prezentowano na wielu konferencjach oraz opisano w licznych publikacjach. Warto nadmienić, że Pracownia została wyposażona w unikatowy w skali kraju sprzęt do uprawiania AF w VR: wielokierunkową bieżnię i symulator lotu, które zostały zakupione w ramach prowadzonego przeze mnie projektu badawczego.
- 2016-nadal – Członek Wydziałowej Komisji do Spraw Nostryfikacji Dyplomów.
- 2016-nadal – Koordynator modułu praktyki AF na Wydziale Wychowania Fizycznego.
- 2005, 2007, 2008, 2009, 2017, 2018 - udział w Wydziałowych Komisjach Rekrutacyjnych

W latach 2016-2018 byłem organizatorem Otwartych Mistrzostw Siemianowic Śl. w Podciąganiu się na Drążku.

W latach 2016-2018 i 2024 organizowałem Młodzieżowe Mistrzostwa Siemianowic Śląskich w Podciąganiu się na drążku.

W latach 2016-2017 organizowałem Młodzieżowe Mistrzostwa Siemianowic Śląskich w Wyciskaniu Sztangi Leżąc.

W 2015 r. byłem organizatorem Mistrzostw Polski Kettlebell w systemie BOLT STANDARD, które odbyły się w Siemianowicach Śl.

Wielokrotnie, wraz ze studentami AWF w Katowicach organizowałem „Dzień Sportu” dla uczestników półkolonii letnich.

W 2007 r. współorganizowałem II Olimpiadę Sportową dla Dzieci w Wiekui Przeszkolnym.

6.5. Nagrody i podziękowania za działalność dydaktyczną i organizacyjną

- 2022-2023 - dydaktyczny dodatek projakościowy Rektora AWF Katowice dla wyróżniających się nauczycieli akademickich
- 2018 - nagroda Rektora za osiągnięcia organizacyjne
- 2014 - nagroda Rektora III stopnia za osiągnięcia organizacyjne
- 2006 - nagroda Rektora III stopnia za udział w Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej
- 2023 - podziękowanie za przeprowadzenie warsztatów nt. „Ocena intensywności wysiłku fizycznego parasportowców w wirtualnej rzeczywistości”
- 2022 - podziękowanie Prorektora ds. Promocji i Sportu za wsparcie i zaangażowanie podczas Dnia Otwartego AWF Katowice
- 2015 - podziękowanie od Dyrektora Regionalnego na Polskę International Kettlebell Lifting Federation oraz Prezesa Polskiego Stowarzyszenia Kettlebell i Fitness za wzorową organizację Mistrzostw Polski Kettlebell w systemie BOLD STANDARD

Nagrody Prezydenta Siemianowic Śląskich

- 2008 - nagroda Prezydenta Siemianowic Śląskich za osiągnięcia dydaktyczno-wychowawcze
- 2007 - nagroda Prezydenta Siemianowic Śląskich
- 2006 - nagroda Prezydenta Siemianowic Śląskich
- 2005 - nagroda Prezydenta Siemianowic Śląskich
- 2004 - nagroda Prezydenta Siemianowic Śląskich
- 1998 - podziękowanie Prezydenta Siemianowic Śląskich i Przewodniczącego Rady Miejskiej za twórczą aktywność i niezwykle cenne osiągnięcia na rzecz życia sportowego Miasta

Nagrody Dyrektora Młodzieżowego Domu Kultury im. dr. H. Jordana w Siemianowicach Śląskich w latach:

2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2021

Nagrody Dyrektora Szkoły Podstawowej nr 6 w Siemianowicach Śląskich w latach:

1998, 2000, 2001, 2002.

6.6. Działalność i osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki

Podczas Tygodnia Starości, realizowanego w ramach Europejskiego Miasta Nauki Katowice 2024, przeprowadziłem 4 czerwca tego roku warsztaty z AF i turystyki w VR dla osób w okresie późnej dorosłości.

W dniu 7.12.2023 r., w Centrum Rehabilitacji Accessmedica w Olsztynie przeprowadziłem szkolenie, którego celem było wdrożenie pracowników ośrodka do implementacji w procesie usprawniania pacjentów multimedialnych aplikacji sterowanych ruchami ciała w VR.

W dniach 21-25.08.2023 r. zorganizowałem dla siemianowickich dzieci z półkolonii letnich Warsztaty „Aktywność Fizyczna z Wykorzystaniem Nieimmersyjnej i Immersyjnej VR)” oraz „I Turniej w active VR-sporcie”, podczas których wdrażałem uczestników do

świadomego i aktywnego korzystania nowoczesnych multimedialnych technologii, wskazując alternatywne rozwiązania dla tradycyjnych gier komputerowych.

W czasie V Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Osoby z niepełnosprawnością w sporcie – teoria i praktyka”, która odbyła się w dniach 25-27 maja 2023 r., przeprowadziłem warsztaty nt. „Ocena intensywności wysiłku fizycznego parasportowców w VR”. Podczas warsztatów osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich miały możliwość doświadczyć różnych form AF w immersyjnym wirtualnym środowisku oraz uczestniczyły w ocenie intensywności tego typu wysiłków fizycznych.

Podczas XVIII Sejmiku Szkolnej Kultury Fizycznej, w którym uczestniczyłem w dniach 17-20 listopada 2022 r. przeprowadziłem dla nauczycieli WF (organizatorów sporu szkolnego dzieci i młodzieży) wykład na temat „Możliwości wykorzystania VR w kulturze fizycznej” i warsztaty szkoleniowe pt. „Aktywność Fizyczna w VR z wykorzystaniem wybranych aplikacji.

W dniach 13-14 stycznia 2019 r. oraz 26-27 stycznia 2020 r. brałem czynny udział w „Śląskim Festiwalu Nauki” (ŚFN) w Katowicach, gdzie prowadziłem stanowisko pokazowe pod nazwą „Aktywność fizyczna w VR”.

Przygotowywałem reprezentację AWF Katowice do mistrzostw polski w sportach odważnikowych. Podczas startu 15 czerwca 2014 r. w Gdańsku w Otwartych Mistrzostwach Polski w Kettlebell BOLT Standard (odmiana giriewej sport) uzyskaliśmy wraz z 4 studentami i jedną studentką 15 medali (6 złotych, 7 srebrnych i 2 brązowe). W tym samym roku 26-27 lipca podczas III Otwartych Mistrzostw Polski Giriewej Sport startując wraz ze studentem AWF zdobyliśmy 3 złote medale.

W dniach 5-7 grudnia 2012 prowadziłem szkolenie dla instruktorów ratownictwa wodnego.

Wielokrotnie współorganizowałem „Konkurs na Najlepszą Lekcję WF”, początkowo pod patronatem, a później imienia Profesora Stanisława Strzyżewskiego. Konkurs organizowany był przez Zakład Metodyki WF dla studentów kierunku WF.

7. Informacja o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

7.1. Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców

Jestem współautorem raportu badawczo-analitycznego stworzonego na zlecenie Ministerstwa Sportu i Turystyki „Krajowe Rekomendacje Prozdrowotnej Aktywności Fizycznej” – 2018 r.

Wraz ze współpracownikami opracowałem raport z usługi badawczo-rozwojowej „Stworzenie zestawu predefiniowanych, spersonalizowanych usług rehabilitacyjnych, fizjoterapeutycznych i dietetycznych” na zamówienie Centrum Zdrowych Innowacji Solaris International Sp. z o.o. – 2018 r.

Napisałem ekspertyzę dotyczącą możliwości wykorzystania wielokierunkowej bieżni OMNI do poruszania się w wirtualnej rzeczywistości na zamówienie Firmy Digital VITRA Sp. z o.o. – 2018 r.

Jestem autorem ekspertyzy dotyczącej możliwości modyfikacji i wykorzystania urządzenia Mini Tensor, która została wykonana na potrzeby firmy Technomex – 2015 r.

7.2. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

- 2016 i 2017 – członek Komisji Konkursowych dot. zatrudnienia nauczycieli akademickich na stanowiskach naukowo-dydaktycznych na Wydziale Wychowania Fizycznego AWF w Katowicach.

7.3. Pełnienie funkcji społecznych

Od 2015 r. do 2020 r. pełniłem funkcję wiceprezesa Śląskiego Klubu Kettlebell.

W latach 2014-2019 byłem prezesem Polskiego Towarzystwa Treningu Funkcjonalnego i Kettlebell.

W latach 2016-2018 pełniłem funkcję członka Zarządu Polskiej Federacji Sportów Odważnikowych, byłem również współzałożycielem tej organizacji.

8. Osiągnięcia sportowe

Pięciokrotnie zdobywałem tytuł Mistrza Polski w różnych odmianach sportów odważnikowych: Kettlebell BOLT Standard (rwanie jednorącz, półrwanie oburącz, długi cykl jednorącz), Gierewoy Sport (rwanie jednorącz – półmaraton, podrzut jednorącz – półmaraton).

9. Podnoszenie kwalifikacji zawodowych, kursy i szkolenia

Od początku mojej pracy zawodowej brałem udział w 73 formach doskonalenia zawodowego (z wyłączeniem wymienionych w rozdziale 2) z zakresu WF, fizjoterapii, sportu, turystyki i rekreacji, dydaktyki oraz zarządzania placówkami oświatowymi i nadzoru pedagogicznego:

1. 2024 – Szkolenie „Standardy ochrony małoletnich w placówce zgodnie z Ustawą Kodeks Rodziny i Opiekuńczy”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach.
2. 2023 – Szkolenie z ratownictwa przedmedycznego w nagłych stanach zagrożenia życia. Organizator: BAKO.
3. 2022 – Konferencja szkoleniowa „Ciałopozytywne dojrzewanie w szkole”, organizator: Regionalny Ośrodek Metodyczno-Edukacyjny „Metis” w Katowicach
4. 2022 – Szkolenie „Odpowiedzialność dyscyplinarna i karna nauczycieli”, organizator: ZNP ZG Ośrodek Usług Pedagogicznych i Socjalnych Filia Sosnowiec.
5. 2022 – Szkolenie „Ocena pracy nauczyciela MDK”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach.
6. 2021 – Kurs doskonalący „Leczenie ostrego bólu lędźwiowego”, organizatorzy: Forum, UNIQSKILLS, Fizjoterapia i Rehabilitacja Praktyczna.
7. 2021 – Szkolenie „Organizacja zajęć pozaszkolnych”, organizator: ZNP ZG Ośrodek Usług Pedagogicznych i Socjalnych Filia Sosnowiec.
8. 2021 – Konferencja szkoleniowa „Dziecko z wadami postawy w szkole”, organizatorzy: Wydział Zdrowia Śląskiego Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach, Regionalny Ośrodek Metodyczno-Edukacyjny „Metis” w Katowicach.
9. 2021 – Szkolenie „Ocena pracy nauczyciela”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach.
10. 2021- Szkolenie „Aktywizowanie uczestników (wychowanków) i promocja placówki”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach.
11. 2020 – Kongres „Exercise is Medicine online”, organizator: Exercise is Medicine Poland, American College of Sport Medicine
12. 2020 – Szkolenie „Kształtowanie kompetencji kluczowych – diagnoza w ramach wspomagania placówki”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach.
13. 2019 – Seminarium Naukowo-Praktyczne „Prawidłowy Przysiad i Wszystko Gra?”, organizator: Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
14. 2018 – Warsztaty Blackroll Polska: „Dlaczego rolowanie to nie wszystko?”, organizator: Blackroll Polska;

15. 2018 – Warsztaty „Protokół dyplomatyczny i savoir-vivre w świetle zasad panujących na polskich uczelniach, organizator Fundacja Promovendi.
16. 2018 – Seminarium Barbell Brothers: Podstawy trójboju siłowego w praktyce, organizator: Barbell Brothers.
17. 2018 – Ogólnopolski Zjazd Trenerów Personalnych, organizator: Polski Związek Trenerów Personalnych.
18. 2018 – Ocena pracy nauczyciela – opracowanie wskaźników do kryteriów, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach
19. 2018 – Konferencja Fitness “Pasion Education Inspiration”, zakres tematyczny szkolenia: żywienie, trening, suplementacja, motywacja, organizatorzy: FIWE, ESP, Fitness Experience Management, Branża Fitness;
20. 2017 – Szkolenie „Mobility: Korekta i Poprawa Wzorców Ruchowych”, organizator: Barbell Brothers.
21. 2017 – Szkolenie „Blackroll: Prewencja urazów układu ruchu w sporcie”, organizator: Blackroll Polska;
22. 2017 – Konferencja Fitness “Pasion Education Inspiration”, zakres tematyczny szkolenia: żywienie, suplementacja, trening, motywacja, doping w sporcie, organizatorzy: FIWE, Europe Sport Power, MMA Forum, Fitness Experience Management;
23. 2015 – Szkolenie „Ewaluacja zewnętrzna MDK – procedury i narzędzia”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” Katowice;
24. 2015 – Szkolenie „StrongFirst SFG Kettlebell”, organizator: StrongFirst, Pavel Tsatsouline;
25. 2015 – Seminarium “Kettlebells by Pavel Tsatsouline’s Hardstyle Method”, organizator: Centrum Kettlebell Zielona Góra;
26. 2015 – Kurs „Kształcenie na odległość – teoretyczne podstawy i metodyka przygotowania kursów e-learningowych”, organizator: AWF Katowice;
27. 2015 – Konferencja Szkoleniowa „Nowoczesne trendy w przygotowaniu motorycznym i fizjoterapii sportowej”, organizatorzy: AWF Katowice, Centrum Fizjoterapii Fizjofit, Polskie Stowarzyszenie Treningu Motorycznego;
28. 2014 – Szkolenie „Wykorzystanie oporu elastycznego w pracy z pacjentem ze schorzeniami narządu ruchu” – organizator: PHU „Technomex” Sp. z o.o.
29. 2014 – Szkolenie „Innowacyjne urządzenia do ćwiczeń i rehabilitacji w basenie AQUAWALLGYM”, organizator: TECHNOMEX;
30. 2014 – Szkolenie „Etapy rehabilitacji pacjentów z zaburzeniami równowagi przy wykorzystaniu platform diagnostyczno-treningowych”, organizator: PHU „Technomex” Sp. z o.o.;
31. 2014 – Kurs Trenera Personalnego, organizator Poradnia Zdrowego Odżywiania Dietetycznie Poprawni;
32. 2014 – Kurs „Żywienie i suplementacja w sporcie”, organizator: OLIMPIAKOS Centrum Kształcenia Kadr Sportowych;
33. 2014 – Kurs „Regeneracja i odnowa biologiczna w sporcie, organizator: OLIMPIAKOS Centrum Kształcenia Kadr Sportowych;
34. 2014 – „Functional Training in Sport, Rehabilitation and Fitness” (upper body&core) – certyfikat z zakresu zdobytych umiejętności trenerskich, organizator: Body Work Functional Training Systems;
35. 2014 – „Functional Training in Sport, Rehabilitation and Fitness” (lower body&core) – certyfikat z zakresu zdobytych umiejętności trenerskich, organizator: Body Work Functional Training Systems;
36. 2014 – „Art of Functional Movement Seminar – Functional Training Workshop”, organizator: Art of Functional Movement Academy;
37. 2013 – Międzynarodowy egzamin organizowany przez Functional Movement Systems w zakresie oceny funkcjonalnej (Functional Movement ScreenTM)
38. 2013 – Szkolenie z zakresu oceny funkcjonalnej FMS oraz warsztaty obejmujące ćwiczenia korekcyjne (16 godzin), organizatorzy: Functional Movement (USA) i Centrum Fizjoterapii Fizjofit;
39. 2013 – Szkolenie „Nadzór pedagogiczny”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” Katowice;
40. 2013 – Szkolenie „Nadzór pedagogiczny od Koncepcji Pracy Placówki do planu pracy”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” Katowice;
41. 2013 – Kurs masażu tkanek głębokich (40 godzin), organizator: Wyższa Szkoła Edukacji i Terapii w Poznaniu;
42. 2013 – Szkolenie Nowoczesne Metody Biofeedback w podstawowej rehabilitacji, organizator: TECHNOMEX;
43. 2013 – Kurs – Trening Funkcjonalny „Kettlebells”, organizator: Functional Movement Polska;
44. 2013 – Konferencja „Przygotowanie sprawnościowe w zespołowych grach sportowych”, organizatorzy: AWF Katowice, Thera-Band Academy;
45. 2013 – International Fitness Convention „Gimstick Day”, organizatorzy: TB Polska, GYMSTICK;
46. 2012 – Warsztaty metodyczne w zakresie koszykówki, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;

47. 2012 – Warsztaty metodyczne Fitness – „Cardio Ball”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
48. 2012 – International Sport Conference Thera Band & Togu Academy 2012 “New Trends and Methods in Process of Motoric Prepare”, organizator: Thera-Band Academy.
49. 2010 – Warsztaty „Ewaluacja wybranego obszaru pracy młodzieżowego domu kultury”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
50. 2010 – Szkolenie „Planowanie nadzoru pedagogicznego w MDK”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
51. 2010 – Konferencja Metodyczna „TCHOUKBALL – rywalizacja bez agresji, sport bez kontuzji, zabawa bez przerwy”, organizator: Doradca Metodyczny Wychowania Fizycznego rejonu Chorzów – Siemianowice Śl. – Świętochłowice.
52. 2010 – Warsztaty metodyczne „Multimedia w dydaktyce”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
53. 2009 – Szkolenie „Prawa ucznia a prawa nauczyciela w kontekście praw człowieka”, organizator: Regionalny Ośrodek Metodyczno-Edukacyjny Metis w Katowicach;
54. 2009 – Szkolenie „Innowacje i eksperymenty pedagogiczne źródłem rozwoju nauczyciela placówki oświatowej w oparciu o nowe rozporządzenia o nadzorze pedagogicznym”, organizator: Niepubliczny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „ELPAX” w Bytomiu;
55. 2008 – Warsztaty metodyczne „Planowanie hospicji diagnozującej”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
56. 2008 – Warsztaty metodyczne „Nadzór pedagogiczny w młodzieżowym domu kultury”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
57. 2008 – Szkolenie „Organizacja turystyki szkolnej w kontekście odpowiedzialności dyscyplinarnej nauczycieli”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
58. 2008 – Seminarium „Odpowiedzialność dyrektora za finanse placówki w świetle nowych uregulowań prawnych”, organizator: Studio Edukacyjne EKO-TUR;
59. 2007 – Szkolenie „Zasady ewidencjonowania i inwentaryzowania majątku oświatowego”, organizator: NOWATOR Ośrodek Szkoleniowo-Doradczy;
60. 2007 – Szkolenie „Prawo zamówień publicznych z perspektywy zamawiającego”, organizator: SAPERE AUDE Agencja Szkoleniowa;
61. 2007 – Szkolenie „Bezpieczne użytkowanie budynku użyteczności publicznej – aspekty praktyczne w działalności dyrektora szkoły i przedszkola pełniącego funkcję zarządcy nieruchomości”, organizator: Katowickie Stowarzyszenie Zarządców Nieruchomości;
62. 2007 – Seminarium „Zmiany w prawie a ruch kadrowy w oświacie”, organizator: Studio Edukacyjne EKO-TUR;
63. 2007 – Konferencja szkoleniowa „Efektywny nadzór pedagogiczny”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
64. 2006 – Szkolenie „Dyrektor placówki oświatowej jako zarządca nieruchomości publicznej w świetle prawa i praktyki na co dzień”, organizator: Katowickie Stowarzyszenie Zarządców Nieruchomości;
65. 2006 – Konferencja szkoleniowa – Diagnostyka Edukacyjna, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
66. 2005 – Warsztaty metodyczne: „Wynikowy plan nauczania”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
67. 2003 – Warsztaty szkoleniowe: „Tworzenie misji, wizji i planu rozwoju placówki, organizator: Młodzieżowy Dom Kultury im. dr. H. Jordana w Siemianowicach Śląskich;
68. 2003 – Warsztaty metodyczne: „Planowanie hospicji diagnozującej”, organizator: Regionalny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli „WOM” w Katowicach;
69. 2002 – Kurs Kierowników Wycieczek i Obozów Wędrownych;
70. 2002 – Kurs Kierowników i Wychowawców Placówek Wypoczynku dla Dzieci i Młodzieży;
71. 2001 – Wykłady: „Aktualne problemy naukowe i metodyczne w dziedzinie kultury fizycznej”, organizator: Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach;
72. 2001 – „Warsztaty szkoleniowe dla nauczycieli wychowania fizycznego”, organizator: Zarząd Placówek Oświatowych i Żłobków oraz Wydział Kultury i Sportu Urzędu Miasta Siemianowic Śl.;
73. 1999 – Warsztaty w zakresie pomiaru dydaktycznego, organizator: Wojewódzki Ośrodek Metodyczny w Katowicach.

10. Objasnienie niektórych skrótów i oznaczeń

χ^2 – statystyka testowa testu Friedmana
ACSM – American College of Sports Medicine
AF – aktywność fizyczna
AHA – American Heart Association
AI – Artificial Intelligence
AR – augmented reality
AVG – active video game
AVRG – active virtual reality game
AW – ankle weights
AWF – Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
BMI – Body Mass Index
bpm – beats per minute
CAVE – Cave Automatic Virtual Environment
CD – „Core Defense” – nazwa własna, tytuł gry wykorzystanej w badaniach
d – d Cohena
dB – decybel
FSS – Flow State Scale
HHW – hand-held weight
HR – heart rate
HRavg – average heart rate
HRmax – maximum heart rate
HRR – heart rate reserve
IF – Impact Factor
IVR – immersive virtual reality
JCR – Journal Citation Reports
MMA – mixed martial arts
MNiSW – Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
MR – mixed reality
NCBiR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
nIVR – non-immersive virtual reality
PACES – Physical Activity Enjoyment Scale
RL – real life
RPE – Rating of Perceived Exertion
rrb – rangowy współczynnik korelacji dwuseryjnej
rS – współczynnik korelacji rang Spearmana
RZS - reumatoidalne zapalenie stawów
TS – tenis stołowy
TT OPS – „Travar Training OPS” – nazwa własna, tytuł gry wykorzystanej w badaniach
VR – virtual reality
W – współczynnika W Kendalla
WHO – World Health Organisation
YSFE – „Your Shape Fitness Evolved 2012” – nazwa własna, tytuł interaktywnego programu treningowego

.....
(podpis wnioskodawcy)