

Dr Adam Kawczyński
Katedra Motoryczności Sportowca
Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

AUTOREFERAT

Jestem absolwentem I Liceum Ogólnokształcącego w Inowrocławiu. W latach 1997-2002 studiowałem na Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu na Wydziale Fizjoterapii. W trakcie ostatniego roku studiów byłem stażystą w Zakładzie Fizjologii Stosowanej Katedry Kinezylogii na Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, gdzie po ukończeniu studiów podjąłem pracę jako asystent.

W roku 2006 uzyskałem stopień naukowy doktora nauk o kulturze fizycznej na podstawie rozprawy „Wpływ wartości momentu siły na czynność mięśni szkieletowych po ćwiczeniach ekscentrycznych”. W latach 2006-2010 pracowałem na stanowisku adiunkta w Katedrze Kinezylogii, a od roku 2010 w Katedrze Motoryczności Sportowca Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

W kadencji 2012-2016 zostałem mianowany członkiem Rady Wydziału Nauk o Sporcie Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu oraz pełnomocnikiem Dziekana Wydziału Nauk o Sporcie ds. kontaktów międzynarodowych.

W roku 2014 zarządzeniem Rektora Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu zostałem mianowany Kierownikiem Wydziałowej Pracowni Badań w Sporcie na Wydziale Nauk o Sporcie.

W latach 2004 i 2011 przebywałem na stażach naukowych na Uniwersytecie w Aalborgu w Danii, na Wydziale Sensory Motor Interaction.

Mój dorobek naukowy to **19** prac oryginalnych o sumarycznej liczbie punktów wg listy MNIŚW równej **280** punktów. Dwanaście z tych prac zostało opublikowanych w czasopiśmie posiadających Impact Factor. Sumaryczna wartość Impact Factor dla moich publikacji wynosi **15,648**. Wskaźnik Hirsha dla opublikowanych przeze mnie prac kształtuje się na poziomie **4**, a łączna liczba cytowań (bez autocytowań) wg bazy ISI wynosi **80**. Szczegółowe dane bibliometryczne w załączniku nr 4 i nr 5 do wniosku.

1. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (dz. u. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego / artystycznego

Osiągnięcie naukowe przedstawione jako jednotematyczny cykl pięciu prac naukowych opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk o kulturze fizycznej w czasopismach naukowych, z których cztery posiadają Impact Factor. Wspólny tytuł tego cyklu prac to „Wpływ ćwiczeń ekscentrycznych na właściwości sensomotoryczne mięśni szkieletowych”.

b) autor / autorzy, tytuł / tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

1. Nie H, Arendt-Nielsen L, **Kawczyński A**, Madeleine P. *Gender effects on trapezius surface EMG during delayed onset muscle soreness due to eccentric shoulder exercise*. J Electromyogr Kinesiol. 2007;17(4):401-9.
[IF = 1,333; IC = 11,73; MNiSW = 24 pkt]
2. **Kawczyński A**, Nie H, Jaskólska A, Jaskólski A, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. *Mechanomyography and electromyography during and after fatiguing shoulder eccentric contractions in males and females*. Scand J Med Sci Sports. 2007;17(2):172-9.
[IF = 2,295; IC = 11,00; MNiSW = 24 pkt]
3. **Kawczyński A**, Samani A, Fernández-de-Las-Peñas C, Chmura J, Madeleine P. *Sensory mapping of the upper trapezius muscle in relation to consecutive sessions of eccentric exercise*. J Strength Cond Res. 2012;26(6):1577-83.
[IF = 1.795; MNiSW = 40 pkt]
4. **Kawczyński A**, Mroczek D, Frąckiewicz A, Chmura P, Becella Ł, Samani A, Madeleine P, Chmura J. *Effects of two recovery procedures after a football game on sensory and biochemical markers*. J Sports Med Phys Fitness. 2014 Feb 11. [Epub. w druku] PMID: 24518300, [IF = 0.730; MNiSW = 20 pkt]
5. **Kawczyński A**, Mroczek D, Chmura P, Madeleine P, Chmura J. *Influence of a professional football game on delayed onset muscle soreness development in dominant and non-dominant legs*. Medycyna Sportowa (Polish J Sport Med) 2013; 29(1):55-61. [IC = 6; MNiSW = 6 pkt]

Bibliometryczne podsumowanie jednotematycznego cykl pięciu prac naukowych: **IF = 6.153; MNSiW = 114 pkt.; IC = 28,73.**

We wszystkich wskazanych powyżej pracach habilitant miał wiodący udział na każdym etapie powstawania pracy. Dokładne przedstawienie wkładu własnego autora oraz oświadczenia współautorów powyższych prac przedstawiono w formie odrębnych załączników do wniosku (załączniki nr 3 i nr 4).

c) omówienie celu naukowego / artystycznego ww. pracy / prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

I. Wstęp do zagadnienia badawczego podjętego w cyklu pięciu artykułów pod zbiorczym tytułem "Wpływ ćwiczeń ekscentrycznych na właściwości sensomotoryczne mięśni szkieletowych"

I. 1. Charakterystyka ćwiczeń ekscentrycznych oraz opóźnionej bolesności mięśniowej.

Ćwiczenia ekscentryczne (ECC), szczególnie te ze znacznym obciążeniem, powodują wzrost poziomu wskaźników uszkodzeń włókien mięśniowych we krwi, zmniejszenie siły mięśniowej oraz zakresu ruchu a także lokalny stan zapalny i obrzęk mięśni [1, 2]. Bolesność mięśniowa jest największa między 24 a 72 godziną po ECC [3, 4]. Większość badań dotyczących ECC koncentruje się na opóźnionej bolesności mięśniowej (DOMS), zmniejszeniu siły oraz zmianach czynności elektro- (EMG) i mechanomiograficznej (MMG) w trakcie i po ECC [4, 5, 6]. Dotychczasowe eksperymenty dotyczące ECC zostały przeprowadzone na mięśniach zginaczach stawu łokciowego [1, 7], mięśniach podudzia [8] oraz na mięśniu pierwszym międzykostnym dłoni [6].

Do podstawowych objawów DOMS należą hiperalgezja mięśniowa, ból spoczynkowy mięśni oraz zmiany w strategii sterowaniem aktywnością jednostek motorycznych należących do bolesnego mięśnia [3, 9, 10]. W dostępnym piśmiennictwie badania dotyczące DOMS zostały przeprowadzone na następujących mięśniach: dwugłowy ramienia [11], piszczelowy przedni [12, 13], czworogłowy uda [14], czworoboczny grzbietu [3, 10, 15]. DOMS jest także szeroko stosowany w badaniach jako endogenne model pozwalający na poznanie fizjologicznych mechanizmów leżących u podstaw rozwoju chorób nerwowo-mięśniowych okolicy szyi i barku [3, 15].

W odniesieniu do prezentowanego przeze mnie cyklu artykułów należy podkreślić dwa ważne aspekty związane z DOMS. Pierwszy to stosowanie DOMS jako modelu bólu eksperymentalnego [16], który umożliwia symulowanie zmian mających miejsce w mięśniach objętych chronicznym bólem, chorobami nerwowo-mięśniowymi lub stanami przeciążeniowymi [3, 17]. Użycie DOMS w opisany wyżej sposób umożliwia między innymi

badanie różnic płciowych w reakcji mięśnia na ECC, co stanowi konsekwencję doniesień epidemiologicznych wskazujących, że kobiety częściej, w porównaniu z mężczyznami, odczuwają patologiczny ból mięśniowy, charakteryzujący się większym obszarem występowania i intensywnością [18, 19].

Drugi aspekt to adaptacja mięśni do powtarzanych w różnych odstępach czasowych serii ECC czyli tzw. „efekt drugiego powtórzenia”. Efekt ten polega na tym, że poziom zmian fizjologicznych np.: spadek siły maksymalnej mięśnia, zmiana poziomu markerów uszkodzeń mięśniowych wywołanych drugą serią ECC jest istotnie statystycznie mniejszy niż po pierwszej serii ECC [20]. Opisany mechanizm adaptacji ma miejsce na trzech poziomach: 1) adaptacja na poziomie sterowania ruchem obejmująca zwiększoną rekrutację wolnokurczliwych jednostek motorycznych; 2) adaptacja w zakresie właściwości mechanicznych mięśni tj. zmiany w sztywności mięśni; 3) adaptacja na poziomie komórkowym wyrażająca się m.in. w zwiększeniu długości sarkomerów oraz łagodniejszym przebiegu procesu zapalnego wywołanego mikrouszkodzeniami mięśni [21].

I. 2. Metody badania właściwości sensomotorycznych mięśni po ćwiczeniach ekscentrycznych.

Elektromiografia powierzchniowa (EMG) służy do rejestracji elektrycznej aktywności mięśni, badania zależności między elektryczną aktywnością mięśni a siłą przez nie generowaną, stanowi również pośredni wskaźnik zmęczenia mięśni [22]. Zmiany w amplitudzie i częstotliwości sygnału EMG będące efektem silnego skurczu izometrycznego mięśni są zaakceptowanym we współczesnej nauce wskaźnikiem lokalnego zmęczenia mięśniowego [22, 23]. Sygnał EMG pozwala również na rozróżnienie izometrycznego, koncentrycznego i ekscentrycznego skurczu mięśnia [24], zarówno u osób zdrowych jak i pacjentów cierpiących na różne choroby nerwowo-mięśniowe [22, 25, 26].

Mechanomiografia jest nieinwazyjną metodą badania czynności mięśni, która jest oparta na rejestracji i analizie bocznych drgań włókien mięśniowych podczas skurczu [27]. Do drgań tych zaliczamy [27]: (1) boczne drgania włókien mięśniowych o dużym zakresie mające miejsce na początku oraz na końcu skurczu mięśniowego wynikające z niejednoczesnej aktywacji włókien mięśniowych biorących udział w skurczu, (2) boczne drgania o mniejszym zakresie i częstotliwości odpowiadającej częstotliwości rezonansowej mięśni szkieletowych, (3) zmiany rozmiarów aktywnych włókien mięśniowych. MMG znajduje zastosowanie w badaniu lokalnego zmęczenia mięśniowego [28, 29], DOMS [6], eksperymentalnego bólu mięśniowego [30], skurczu izometrycznego i ekscentrycznego [31], strategii rekrutacji jednostek motorycznych [29] oraz chorób nerwowo-mięśniowych [25]. Jednoczesna rejestracja sygnału EMG i MMG umożliwia śledzenie specyficznych dla mięśni i związanych z prędkością

skurczu zmian w strategii kontroli rekrutacji jednostek motorycznych podczas skurczów izokinetycznych i koncentrycznych [32, 33], jak również badanie takich właściwości mięśni jak sztywność i napięcie [27] w trakcie i po ECC.

Algometria ciśnieniowa jest metodą stosowaną do badania zmian progu wrażliwości mięśnia na ból jako jednego z objawów DOMS [9]. Badanie progu wrażliwości mięśnia na ból (PPT) umożliwia poznanie zmian we właściwościach czuciowych (sensorycznych) głębokich struktur mięśniowych. Metoda ta w najnowszych publikacjach ewaluowała w mapowanie zmian PPT i pozwala na obrazowanie zróżnicowanej przestrzennie opóźnionej bolesności mięśniowej w obrębie mięśnia czworobocznego grzbietu [34]. Mapowanie zmian PPT zastosowałem również dla mięśni kończyn dolnych w badaniu nr 4 i 5 przedstawionego przeze mnie jednotematycznego cyklu pięciu prac. Mapowanie PPT polega na interpolacji wartości PPT zmierzonych w ściśle określonych punktach mięśnia, co umożliwia graficzne przedstawienie zmian PPT w obrębie badanego mięśnia. W tej metodzie średnie wartości PPT dla wybranych lokalizacji w obrębie mięśnia zostały obliczone metodą interpolacji średniej ważonej odwrotnością odległości [35] w celu ułatwienia odczytu rozkładu PPT dla badanego mięśnia. Metoda interpolacji średniej ważonej odwrotnością odległości polega na obliczeniu stosunku wartości PPT do nieznanymi miejsc lokalizacji przy użyciu średnich wyników z zestawu znanych wartości PPT i lokalizacji.

II. Uzasadnienie podjęcia problemu ujętego w cyklu pięciu artykułów pod wspólnym tytułem ”Wpływ ćwiczeń ekscentrycznych na właściwości sensomotoryczne mięśni szkieletowych”

Poznanie i zrozumienie mechanizmów leżących u podstaw reakcji mięśnia na ECC może dostarczyć ciekawych informacji w dziedzinie nauk o kulturze fizycznej, które znajdą swoje aplikacje praktyczne, szczególnie w zakresie: 1) adaptacji mięśni do znacznych obciążeń podczas pracy zawodowej i treningu sportowego; 2) zwiększenia efektywności procesu treningowego i rehabilitacyjnego; 3) projektowania efektywnych metod treningu regeneracyjnego mięśni po wysiłku fizycznym.

W celu uzyskania wspomnianych powyżej informacji konieczne jest zastosowanie metod charakteryzujących się dużą dokładnością i powtarzalnością. Przedstawione powyżej metody t.j. EMG, MMG i algometria ciśnieniowa zostały zastosowane do badania reakcji mięśni na ECC.

Celem przedstawionego cyklu pięciu eksperymentów było sprawdzenie następujących zagadnień: 1) zastosowanie rejestracji sygnału EMG w badaniu zróżnicowanej reakcji na ECC u kobiet i mężczyzn [badanie nr 1]; 2) zastosowanie jednoczesnej rejestracji sygnałów EMG

i MMG w badaniu lokalnego zmęczenia mięśni w trakcie i po ECC [badanie nr 2]; 3) zastosowanie mapowania PPT w badaniu adaptacji i/lub regeneracji mięśni po ECC [badanie nr 3] ; 4) zastosowanie mapowania PPT w badaniu regeneracji mięśni po meczu piłki nożnej i rozkładu DOMS w mięśniach kończyn dolnych piłkarzy [badanie nr 4 i 5].

W przedstawionym cyklu artykułów postawiono następujące hipotezy badawcze: 1) Odpowiedź mięśni na ECC jest zależna od płci [badanie nr 1]; 2) Zmęczenie mięśni podczas i po ECC znajduje swoje odzwierciedlenie w elektromiograficznej i mechanomiograficznej aktywności mięśni [badanie nr 2]; 3) Pierwsza seria ECC powoduje zmniejszenie wartości PPT (zwiększenie bolesności mięśniowej) mięśnia czworobocznego grzbietu, a adaptacja i regeneracja tego mięśnia ma miejsce po drugiej serii ECC [badanie nr 3]; 4) Trening redukujący DOMS, przeprowadzony po meczu piłki nożnej, powoduje jego zmniejszenie w mięśniach kończyn dolnych [badanie nr 4]. 5) DOMS mięśni kończyn dolnych powstały w wyniku wysiłku meczowego kształtuje się inaczej w kończynie dolnej dominującej i kończynie dolnej niedominującej [badanie nr 5].

badanie nr 1 dotyczy publikacji:

Nie H, Arendt-Nielsen L, Kawczyński A, Madeleine P. *Gender effects on trapezius surface EMG during delayed onset muscle soreness due to eccentric shoulder exercise*. J Electromyogr Kinesiol. 2007;17(4):401-9.

badanie nr 2 dotyczy publikacji:

Kawczyński A, Nie H, Jaskólska A, Jaskólski A, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. *Mechanomyography and electromyography during and after fatiguing shoulder eccentric contractions in males and females*. Scand J Med Sci Sports. 2007;17(2):172-9.

badanie nr 3 dotyczy publikacji:

Kawczyński A, Samani A, Fernández-de-Las-Peñas C, Chmura J, Madeleine P. *Sensory mapping of the upper trapezius muscle in relation to consecutive sessions of eccentric exercise*. J Strength Cond Res. 2012;26(6):1577-83.

badanie nr 4 dotyczy publikacji:

Kawczyński A, Mroczek D, Frąckiewicz A, Chmura P, Becella Ł, Samani A, Madeleine P, Chmura J. *Effects of two recovery procedures after a football game on sensory and biochemical markers*. J Sports Med Phys Fitness. 2014 Feb11. [Epub. w druku] PMID: 24518300

badanie nr 5 dotyczy publikacji:

Kawczyński A, Mroczek D, Chmura P, Madeleine P, Chmura J. *Influence of a professional football game on delayed onset muscle soreness development in dominant and non-dominant legs*. Medycyna Sportowa (Polish J Sport Med) 2013; 29(1):55-61.

III. Metodologia

III. 1. Badani

W przedstawionym cyklu prac osobami badanymi byli nie uprawiający żadnej dyscypliny sportowej młodzi mężczyźni i kobiety oraz zawodowi piłkarze nożni z polskiej ekstraklasy juniorów. Dokładny opis osób badanych jest zamieszczony w poszczególnych artykułach cyklu.

III. 2. Metodyka badań

W przedstawionym cyklu pięciu artykułów zastosowano te same metody i urządzenia do badania zmian w aktywności elektro- i mechanomiograficznej mięśni oraz zmian PPT w ich obrębie.

W celu rejestracji sygnału EMG zastosowano powierzchniowe dwubiegunowe elektrody (Neuroline 720-01-k, Ølstykke, Dania). Sygnał EMG został wzmocniony 2000 razy, zastosowano filtrowanie pasmowoprzepustowe 5-500 Hz oraz próbkowanie z częstotliwością 2 kHz.

Do rejestracji sygnału MMG zastosowano akcelerometry piezoelektryczne (Bang & Olufsen Technology, Struer, Dania) o średnicy 17.6 mm, masie 2.9 g, czułości 30 pC/ms² i liniowym przekazie w zakresie częstotliwości od 0.1 to 800 Hz. Akcelerometry zostały podłączone do wzmacniacza (Brüel & Kjær Nexus, Nærum, Dania) pracującego w zakresie częstotliwości od 0.1 do 100 Hz i próbkowaniem 2 kHz.

Do pomiaru PPT zastosowano ciśnieniowy algometr elektroniczny (Somedic® Algometer typ 2, Szwecja). Średnica końcówki urządzenia służącej do uciskania określonych punktów na mięśniu wynosi 10 mm i jest pokryta kauczukową osłoną o grubości 2 mm. Nacisk i tempo jego wywierania na punkt jest wystandaryzowany i wynosi 30 kPa/s. Za wartość progu bólowego przyjęto wartość nacisku przy której badany zgłaszał, że ucisk wywierany na określony punkt przechodzi w ból.

Specjalnie zaprojektowany dynamometr został użyty do przeprowadzenia ECC w stawie ramiennym (Aalborg University, Aalborg, Denmark). Urządzenie składa się z siłownika, tensometru, jednostki sterującej, obudowy, ramienia wywierającego nacisk na bark oraz

siedziska z możliwością dostosowania do badanego. Punkt kontaktu ramienia urządzenia z barkiem znajdował się 3 cm od wyrostka kruczego łopatki. Końcówka ramienia wywierająca nacisk na bark jest zaopatrzona w elastyczną poduszczkę, która umożliwia badanemu wywarcie maksymalnego nacisku na urządzenie bez odczuwania dyskomfortu [36].

Szczegóły metodologii każdego z badań przedstawionych w cyklu artykułów są zaprezentowane w opisanych w nich metodach badawczych. Metodologia badania właściwości sensomotorycznych mięśnia w pracach z przedstawionego cyklu ewaluje od rejestracji EMG w trakcie i po ECC [badanie nr 1] do jednoczesnej rejestracji sygnałów EMG i MMG w trakcie i po ECC [badanie nr 2]. Oba wymienione eksperymenty zostały przeprowadzone w laboratorium, ze szczególnym uwzględnieniem różnic płciowych w strategii kontroli rekrutacji jednostek motorycznych w trakcie ECC i DOMS mięśni okolicy barku i szyi. Kolejnym krokiem metodologicznym w przedstawionych pracach było zastosowanie mapowania PPT w celu zbadania procesu adaptacji i/lub regeneracji mięśni w efekcie następujących po sobie sesji ECC [badanie nr 3]. Następnym etapem było oznaczanie progu pobudliwości bólowej mięśni, poziomu kinazy kreatynowej i mioglobiny w warunkach realnej walki sportowej tj. meczu piłki nożnej. [badanie nr 4 i 5]. Przedstawiony proces przejścia w metodologii badawczej ze ściśle kontrolowanych warunków laboratoryjnych do warunków walki sportowej charakterystycznych dla danej dyscypliny stanowi nowatorskie podejście do badań w dziedzinie właściwości sensomotorycznych mięśni szkieletowych.

IV. Wyniki badań

Badanie nr 1

Podczas ECC stawu ramiennego statystycznie istotne obniżenie siły, mierzonej na dynamometrze ramiennym, nastąpiło tylko w grupie mężczyzn. W grupie mężczyzn zaobserwowano również wzrost amplitudy sygnału EMG (EMG RMS), podczas gdy w grupie kobiet wartość tego parametru uległa zmniejszeniu. W okresie występowania DOMS nie wykazano żadnych różnic między mężczyznami i kobietami w amplitudzie i częstotliwości sygnału EMG (EMG RMS i EMG MPF) oraz poziomie bolesności mięśniowej. Uzyskane wyniki wskazują na większą u kobiet, w porównaniu z mężczyznami, odporność na zmęczenie mięśniowe i inną strategię aktywacji mięśni podczas ECC. W obu badanych grupach zaobserwowano adaptację zabezpieczającą mięśnie przed zbytnim obciążeniem, której wyznacznikiem jest obniżenie wartości amplitudy sygnału EMG (EMG RMS).

Badanie nr 2

Eksperyment wykazał, że zmiany strategii rekrutacji jednostek motorycznych znajdują swoje odzwierciedlenie w parametrach sygnału EMG i MMG: 1) Wzrost amplitudy sygnału MMG (MMG RMS) podczas wysokiej intensywności ECC stawu ramiennego; 2) Wzrost amplitudy sygnału i częstotliwości sygnału MMG (MMG RMS i MMG MPF) natychmiast po pięciu seriach ECC; 3) Istotnie statystycznie obniżenie częstotliwości sygnału EMG (EMG MPF) w efekcie ECC w grupie mężczyzn i kobiet oraz spadek siły mierzonej na dynamometrze ramiennym tylko w grupie mężczyzn. Zmniejszenie częstotliwości sygnału EMG (EMG MPF) było większe w grupie kobiet.

Badanie nr 3

Wyniki badania dowodzą, że średnia wartość wrażliwości mięśnia na ból (PPT) zmniejszyła się istotnie statystycznie 24 godziny po ECC w porównaniu z jej wartością odnotowaną przed ECC. Eksperyment potwierdził zróżnicowany rozkład wrażliwości mięśnia na ból w obrębie mięśnia czworobocznego grzbietu przed i po ECC. Pierwsza sesja ECC spowodowała zwiększenie bolesności mięśniowej, a druga sesja ECC wywołała zmiany adaptacyjne mięśnia.

Badanie nr 4

Eksperyment wykazał różnice między trzema typami treningu regeneracyjnego przeprowadzonego po meczu piłki nożnej, jako wysiłku, w którym dochodzi do powtarzanych i intensywnych skurczów ekscentrycznych mięśni w trakcie biegu, uderzenia piłki, wyskoku oraz walki o piłkę [37]. Na skutek standardowego treningu regeneracyjnego wartość progu wrażliwości na ból mięśni grupy przedniej uda w 48 godzinie po meczu, nie powróciła do wartości sprzed meczu. W przypadku, gdy zawodnicy po meczu nie realizowali żadnego treningu, wartość progu wrażliwości mięśni na ból w 48 godzinie po meczu wróciła do wartości wyjściowej, co stanowi dość zaskakującą obserwację. W przypadku zastosowania treningu redukującego objawy DOMS, wartość progu wrażliwości mięśnia na ból (PPT) uległa zwiększeniu w 48 godzinie w porównaniu z jej wartością przed meczem.

Badanie nr 5

Przeprowadzony eksperyment wyraźnie wskazuje na zróżnicowanie rozwoju opóźnionej bolesności mięśni nogi dominującej i niedominującej po ligowym meczu piłki nożnej. W obu kończynach dolnych nie zaobserwowano bolesności mięśniowej grupy tylnej mięśni uda. Wartość progu wrażliwości na ból mięśni przednich uda kończyny dolnej dominującej zmalała istotnie statystycznie w 24 i 48 godzinie po meczu w porównaniu z wartością przed meczem. Próg wrażliwości na ból mięśni przednich uda kończyny dolnej niedominującej nie uległ istotnie statystycznej zmianie.

V. Główny przekaz naukowy i praktyczne aplikacje zaprezentowanego cyklu artykułów pt. "Wpływ ćwiczeń ekscentrycznych na właściwości sensomotoryczne mięśni szkieletowych"

Wyniki prac przedstawionego cyklu pozwoliły potwierdzić hipotezy postawione przez autorów. Należy również podkreślić, że w cyklu prac przedstawiona została koncepcja rozwoju metody badawczej pozwalającej na poznanie zmian we właściwościach sensomotorycznych mięśni na skutek ECC. Koncepcja autorów polegała na rozbudowywaniu metody badawczej od rejestracji wyłącznie sygnału EMG, a następnie na jednoczesnej rejestracji sygnału EMG i MMG z mięśni uzupełnionej wyznaczaniem PPT w warunkach laboratoryjnych. Kontynuacją tej koncepcji badawczej było oznaczanie PPT w warunkach rywalizacji sportowej t.j. meczu piłki nożnej. Wyniki uzyskane w przedstawionym cyklu artykułów mają znaczną wartość naukową jak również aplikacyjną. Przeprowadzone badania dostarczają podstawowej wiedzy w następujących aspektach: 1) przyczyny powstawania i rozwoju DOMS; 2) zmiany w strategii rekrutacji jednostek motorycznych podczas ECC i w trakcie rozwijania się DOMS; 3) różnice płciowe między aktywnością elektromiograficzną, rejestrowaną za pomocą powierzchniowych elektrod EMG, podczas i po ECC; 4) przestrzenne i czasowe zmiany w wartości PPT wywołane przez ECC. Uzyskane wyniki mają również aplikacje praktyczne w 1) treningu i rehabilitacji mięśni okolicy barku i szyi; 2) tworzeniu planów treningowych dla sportowców i/lub pacjentów, kładących główny nacisk na proces adaptacji i/lub regeneracji mięśni; 3) zmniejszaniu objawów DOMS wśród sportowców i/lub pacjentów; 4) tworzeniu planów treningowych uwzględniających zróżnicowany rozwój DOMS w kończynie dominującej i niedominującej.

Pierwsze dwie prace przedstawionego cyklu wykazują, że rejestracja sygnału EMG oraz jednoczesna rejestracja sygnałów EMG i MMG stanowią bardzo dobre narzędzie do badania aktywności mięśnia czworobocznego grzbietu w trakcie i po ECC. W badaniu nr 1 podczas ECC u mężczyzn wykazano wzrost amplitudy sygnału EMG (EMG RMS), podczas gdy w grupie kobiet nastąpiło obniżenie tego parametru, nie stwierdzono natomiast różnic między grupami w częstotliwości sygnału (EMG MPF). Uzyskane obserwacje wskazują na specyficzną dla płci strategię rekrutacji włókien mięśniowych mięśnia czworobocznego grzbietu podczas wysokiej intensywności ECC. Strategia rekrutacji włókien mięśniowych u kobiet powoduje, że są one bardziej odporne na zmęczenie mięśniowe i prawdopodobnie przez to bardziej podatne na choroby nerwowo-mięśniowe oraz chroniczny ból mięśni. Zarejestrowana w badaniu nr 2 aktywność elektro- i mechanomiograficzna mięśni podczas ECC również odzwierciedla specyficzne dla płci zmiany w strategii rekrutacji jednostek motorycznych mięśnia podczas i po ECC. Uzyskane obserwacje dotyczące różnic w reakcji mięśni na ECC między grupą kobiet

i mężczyzn wpisują się w nurt badań dotyczących tego zagadnienia. Należy podkreślić, że najnowsze prace poglądowe nie wskazują na znaczące różnice między płciami w reakcji na DOMS. Jednym z przykładów jest podsumowanie sześciu prac, które nie wskazuje jednoznacznie na zróżnicowanie płciowe w dynamice rozwoju i poziomie DOMS [38].

Wyniki badań nr 1 i 2 mogą być przydatne pod względem ich praktycznego zastosowania w prewencji chorób nerwowo-mięśniowych, szczególnie w obliczu wzrastającej ciągle liczby osób pracujących przy komputerze. Praca tego typu znacznie zwiększa ryzyko wystąpienia przeciążeń w obrębie mięśni szyi i barku oraz wystąpienia tego typu chorób [39]. Uzyskane wyniki, szczególnie dotyczące zmian w strategii rekrutacji jednostek motorycznych mięśnia czworobocznego grzbietu, mogą być przydatne w opracowywaniu metod prewencji przeciążeń w obrębie mięśni szyi i barku. Przedstawione zmiany w aktywności EMG i MMG mięśnia czworobocznego grzbietu w trakcie i po ECC, jak również różnice płciowe w reakcji na ECC stanowią podstawę dla nowych badań dotyczących ergonomii pracy. Badania tego typu ukierunkowane są głównie na zmniejszenie aktywności mięśnia czworobocznego grzbietu w trakcie długotrwałej pracy przy komputerze [40, 41].

Kolejne trzy eksperymenty koncentrują się na sensorycznym aspekcie ECC, ze szczególnym uwzględnieniem procesu adaptacji i/lub regeneracji mięśni po ECC. W badaniu nr 3 zastosowaliśmy mapowanie PPT w celu przedstawienia rozkładu DOMS w obrębie mięśnia czworobocznego grzbietu po dwóch następujących po sobie sesjach ECC wykonanych przez osoby nietreningujące. Pierwsza sesja ECC wywołała zwiększenie wrażliwości mięśnia na ból, podczas gdy druga sesja ECC nie wywołała tego typu zmian. Trenerzy i fizjoterapeuci powinni w swojej codziennej praktyce wziąć pod uwagę uzyskane wyniki i wprowadzić do programów treningowych i rehabilitacyjnych następujące po sobie sesje ECC jako metodę zmniejszającą DOMS i jego objawy. Badanie nr 4 wykorzystuje wyniki badania nr 3, dotyczące regeneracji mięśnia i wprowadza trening zmniejszający DOMS do praktyki trenerskiej. W efekcie standardowego treningu regeneracyjnego stosowanego w klubie średnia wartość PPT mięśni grupy przedniej uda zmniejszyła się (zwiększenie DOMS) w 48 godzinie po meczu, w porównaniu z jej wartością początkową. Trening ukierunkowany na zmniejszenie DOMS spowodował, że średnia wartość PPT dla przedniej grupy mięśni uda wzrosła, co w praktyce oznacza zmniejszenie DOMS. Średnia wartość PPT w 48 godzinie po meczu była istotnie statystycznie niższa w efekcie standardowego treningu regeneracyjnego niż w efekcie treningu ukierunkowanego na zmniejszenie DOMS. Rezultaty tego eksperymentu należy wdrożyć jako formę sportowego treningu regeneracyjnego, jak również można je połączyć z różnymi metodami fizjoterapeutycznymi tj. masażem, hydroterapią, co powinno dodatkowo zwiększyć

efektywność usuwania głównych objawów DOMS. Badanie nr 4 wpisuje się w aktualnie zauważalny, aplikacyjny charakter badań mających na celu poszukiwanie metod skracających czas występowania i zmniejszających poziom DOMS. W tym celu badacze stosują specyficzną suplementację [42, 43, 44, 45], okłady lodem [46], ciepło [47, 48], stymulację elektryczną [49], masaż [50], leki przeciwzapalne [51] oraz stretching [46]. W literaturze znajdujemy również metody redukcji DOMS oparte na wysiłkach o różnym charakterze i intensywności, takich jak trening siłowy z małymi [52] oraz dużymi obciążeniami [53], trening wibracyjny [54], ćwiczenia w wodzie [55] a także ćwiczenia aerobowe o niskiej intensywności [56]. Rezultaty badania nr 4 zgodnie z aktualną literaturą potwierdzają, że zwiększony przepływ krwi przez mięśnie podczas wysiłków aerobowych, jest jednym z bardziej skutecznych środków zmniejszania DOMS [57].

Badanie nr 5, które wykazuje klasyczny rozwój DOMS po meczu w mięśniach grupy przedniej tylko w kończynie dolnej dominującej, stanowi uzupełnienie wyników badania nr 4. Wynik ten może mieć duże znaczenie w projektowaniu planów treningowych, szczególnie piłkarskiego treningu siłowego i technicznego, z uwzględnieniem różnicy w rozwoju DOMS między kończyną dolną dominującą i niedominującą.

Dokładne poznanie mechanizmów i tempa powstawania DOMS, jak również usuwania jego objawów, powinno odgrywać istotną rolę w procesie planowania treningu, ponieważ np. umożliwia dobranie obciążenia treningowego adekwatnego do aktualnego poziomu DOMS. Przedstawione w badaniu numer 4 i 5 mapowanie PPT może stanowić pośredni wskaźnik obciążenia fizjologicznego zawodnika w czasie gry, gotowości do kolejnego spotkania, jak również ryzyka wystąpienia urazu. Należy podkreślić, że szybkie i efektywne usuwanie DOMS pozwala zawodnikom na pełne wykorzystywanie ich zdolności siłowych, szybkościowych i wytrzymałościowych oraz minimalizuje ryzyko wystąpienia kontuzji, co jest kluczowe dla końcowego wyniku sportowego.

Podsumowując przedstawiony przeze mnie cykl prac, chciałbym podkreślić, że zastosowane szerokie spektrum metod badawczo-pomiarowych pozwoliło na dokładną analizę i poznanie zmian we właściwościach sensomotorycznych mięśni po wpływie ECC w warunkach zarówno laboratoryjnych jak i rywalizacji sportowej.

Pomiar aktywności elektromiograficznej i mechanomiograficznej mięśni szkieletowych oraz oznaczanie ich progu wrażliwości na ból pozwoliło na nowatorskie i oryginalne zaprezentowanie szerokiego wachlarza zagadnień, poczynwszy od reakcji mięśnia czworobocznego na ECC jako modelu powstawania zmian chorobowych związanych z przeciążeniem mięśni, poprzez przedstawienie zdolności adaptacyjnych mięśni do ECC i ich

potencjalnego znaczenia w prewencji DOMS w fizjoterapii i treningu sportowym, kończąc na metodach treningowych redukujących DOMS.

VI. Naukowe perspektywy rozwoju zagadnienia przedstawionego w cyklu artykułów pt. "Wpływ ćwiczeń ekscentrycznych na właściwości sensomotoryczne mięśni szkieletowych"

Zawodowe choroby nerwowo-mięśniowe (WMSD) stanowią poważny problem socjoekonomiczny w pracującej populacji [58]. WMSD dotyczą głównie mięśni okolicy szyi i barku [9]. Główne objawy WMSD to: chroniczny ból mięśni z towarzyszącym bólem okolic stawów, ścięgien oraz więzadeł, zmniejszona siła maksymalna rozwijana przez objęte chorobą mięśnie, jak również zmniejszony zakres ruchu w stawach obsługiwanych przez te mięśnie [59].

W moich kolejnych eksperymentach, dotyczących treningu siłowego jako metody leczenia i/lub prewencji WMSD oraz chronicznego bólu mięśni, planuję zastosować DOMS jako model bólu pochodzenia endogenego. Analiza piśmiennictwa przedstawia wpływ różnego rodzaju treningu siłowego na ból powiązany z chorobami nerwowo-mięśniowymi [60, 61, 62]. Autorzy tych prac wykazują, że systematyczny trening siłowy zmniejsza ból mięśni, co pozwala przypuszczać, że badanie wpływu treningu siłowego na kontrolę nerwowo-mięśniową w obrębie mięśni barku i szyi może dostarczyć ciekawych informacji. Mogą one zostać wykorzystane w tworzeniu programu treningu siłowego zapobiegającego rozwojowi WMSD.

Proces adaptacji mięśni do treningu siłowego obejmuje następujące zmiany: wzrost siły maksymalnej mięśni oraz tempa narastania siły skurczu, wzrost amplitudy sygnału EMG, zwiększenie mikrokrażenia w obrębie mięśni, zmianę zawartości procentowej włókien szybko- i wolnokurczliwych, zmianę profilu metabolicznego włókien, zwiększenie liczby mitochondriów, zwiększenie stężenia ATP w mięśniach [63]. Ideą planowanego projektu jest wykazanie, że kompleksowa adaptacja do treningu siłowego może stanowić podstawę do zabezpieczenia mięśni szkieletowych przed rozwojem WMSD i chronicznego bólu mięśniowego.

VII. Piśmiennictwo przedstawionego powyżej opisu osiągnięcia naukowego:

- [1] Chen TC: Effects of a second bout of maximal eccentric exercise on muscle damage and electromyographic activity. Eur J Appl Physiol, 2003; 89: 115-121,
- [2] Costill DL, Pascoe DD, Fink WJ, Robergs RA, Barr SI, Pearson D: Impaired muscle glycogen resynthesis after eccentric exercise. J Appl Physiol, 1990; 69: 46-50,
- [3] Kawczynski A, Nie H, Jaskolska A, Jaskolski A, Arendt-Nielsen L, Madeleine P: Mechanomyography and electromyography during and after fatiguing shoulder eccentric contractions in males and females. Scand J Med Sci Sports, 2007; 17: 172-179,

- [4] Nosaka K, Clarkson PM, McGuiggin ME, Byrne JM: Time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1991; 63: 70-76,
- [5] Komi PV, Linnamo V, Silventoinen P, Sillanpaa M: Force and EMG power spectrum during eccentric and concentric actions. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32: 1757-1762,
- [6] Bajaj P, Madeleine P, Sjogaard G, Arendt-Nielsen L: Assessment of postexercise muscle soreness by electromyography and mechanomyography. *J Pain*, 2002; 3: 126-136,
- [7] Pearce AJ, Sacco P, Byrnes ML, Thickbroom GW, Mastaglia FL: The effects of eccentric exercise on neuromuscular function of the biceps brachii. *J Sci Med Sport*, 1998; 1: 236-244,
- [8] Warren GL, Hermann KM, Ingalls CP, Masselli MR, Armstrong RB: Decreased EMG median frequency during a second bout of eccentric contractions. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32: 820-829,
- [9] Nie H, Kawczynski A, Madeleine P, Arendt-Nielsen L: Delayed onset muscle soreness in neck/shoulder muscles. *Eur J Pain*, 2005; 9: 653-660,
- [10] Samani A, Holtermann A, Sogaard K, Madeleine P: Experimental pain leads to reorganisation of trapezius electromyography during computer work with active and passive pauses. *Eur J Appl Physiol*, 2009; 106: 857-866,
- [11] Dannecker EA, Koltyn KF, Riley JL, 3rd, Robinson ME: The influence of endurance exercise on delayed onset muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness*, 2002; 42: 458-465,
- [12] Andersen H, Arendt-Nielsen L, Danneskiold-Samsoe B, Graven-Nielsen T: Pressure pain sensitivity and hardness along human normal and sensitized muscle. *Somatosens Mot Res*, 2006; 23: 97-109,
- [13] Gibson W, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T: Referred pain and hyperalgesia in human tendon and muscle belly tissue. *Pain*, 2006; 120: 113-123,
- [14] Hedayatpour N, Falla D, Arendt-Nielsen L, Farina D: Sensory and electromyographic mapping during delayed-onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc*, 2008; 40: 326-334,
- [15] Nie H, Arendt-Nielsen L, Kawczynski A, Madeleine P: Gender effects on trapezius surface EMG during delayed onset muscle soreness due to eccentric shoulder exercise. *J Electromyogr Kinesiol*, 2007; 17: 401-409,
- [16] Frey Law LA, Evans S, Knudtson J, Nus S, Scholl K, Sluka KA: Massage reduces pain perception and hyperalgesia in experimental muscle pain: a randomized, controlled trial. *J Pain*, 2008; 9: 714-721,
- [17] Fernandez-Carnero J, Binderup AT, Ge HY, Fernandez-de-las-Penas C, Arendt-Nielsen L, Madeleine P: Pressure pain sensitivity mapping in experimentally induced lateral epicondylalgia. *Med Sci Sports Exerc*, 2010; 42: 922-927,
- [18] Berkley KJ: Sex differences in pain. *Behav Brain Sci*, 1997; 20: 371-380; discussion 435-513,
- [19] Unruh AM: Gender variations in clinical pain experience. *Pain*, 1996; 65: 123-167,
- [20] McHugh MP, Connolly DA, Eston RG, Gleim GW: Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Med*, 1999; 27: 157-170,
- [21] McHugh MP: Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 2003; 13: 88-97,
- [22] De Luca CJ: Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans. *Crit Rev Biomed Eng*, 1984; 11: 251-279,
- [23] Merletti R, Knaflitz M, De Luca CJ: Myoelectric manifestations of fatigue in voluntary and electrically elicited contractions. *J Appl Physiol*, 1990; 69: 1810-1820,

- [24] Linnamo V, Moritani T, Nicol C, Komi PV: Motor unit activation patterns during isometric, concentric and eccentric actions at different force levels. *J Electromyogr Kinesiol*, 2003; 13: 93-101,
- [25] Barry DT, Gordon KE, Hinton GG: Acoustic and surface EMG diagnosis of pediatric muscle disease. *Muscle Nerve*, 1990; 13: 286-290,
- [26] Madeleine P, Lundager B, Voigt M, Arendt-Nielsen L: The effects of neck-shoulder pain development on sensory-motor interactions among female workers in the poultry and fish industries. A prospective study. *Int Arch Occup Environ Health*, 2003; 76: 39-49,
- [27] Orizio C: Muscle sound: bases for the introduction of a mechanomyographic signal in muscle studies. *Crit Rev Biomed Eng*, 1993; 21: 201-243,
- [28] Madeleine P, Farina D, Merletti R, Arendt-Nielsen L: Upper trapezius muscle mechanomyographic and electromyographic activity in humans during low force fatiguing and non-fatiguing contractions. *Eur J Appl Physiol*, 2002; 87: 327-336,
- [29] Orizio C, Gobbo M, Diemont B, Esposito F, Veicsteinas A: The surface mechanomyogram as a tool to describe the influence of fatigue on biceps brachii motor unit activation strategy. Historical basis and novel evidence. *Eur J Appl Physiol*, 2003; 90: 326-336,
- [30] Madeleine P, Arendt-Nielsen L: Experimental muscle pain increases mechanomyographic signal activity during sub-maximal isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol*, 2005; 15: 27-36,
- [31] Coburn JW, Housh TJ, Cramer JT, Weir JP, Miller JM, Beck TW, Malek MH, Johnson GO: Mechanomyographic and electromyographic responses of the vastus medialis muscle during isometric and concentric muscle actions. *J Strength Cond Res*, 2005; 19: 412-420,
- [32] Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, Johnson GO, Berning JM, Perry SR, Bull AJ: Gender, muscle, and velocity comparisons of mechanomyographic and electromyographic responses during isokinetic muscle actions. *Scand J Med Sci Sports*, 2004; 14: 116-127,
- [33] Perry-Rana SR, Housh TJ, Johnson GO, Bull AJ, Cramer JT: MMG and EMG responses during 25 maximal, eccentric, isokinetic muscle actions. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35: 2048-2054,
- [34] Binderup AT, Arendt-Nielsen L, Madeleine P: Pressure pain threshold mapping of the trapezius muscle reveals heterogeneity in the distribution of muscular hyperalgesia after eccentric exercise. *Eur J Pain*, 2010; 14: 705-712,
- [35] Shepard D: A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. In: *Proceedings of the 23rd Association for Computing Machinery (ACM) national conference*, 1968: 517-524,
- [36] Madeleine P, Nie H, Arendt-Nielsen L: Dynamic shoulder dynamometry: a way to develop delay onset muscle soreness in shoulder muscles. *J Biomech*, 2006; 39: 184-188,
- [37] Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, Margonis K, Chatzinikolaou A, Kalistratos E, Katrabasas I, Alexiou V, Taxildaris K: Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*, 2008; 18: 423-431,
- [38] Hubal MJ, Clarkson PM: Counterpoint: Estrogen and sex do not significantly influence post-exercise indexes of muscle damage, inflammation, and repair. *J Appl Physiol*, 2009; 106: 1012-1014; discussion 1014, 1022,
- [39] Hakala P, Rimpela A, Salminen JJ, Virtanen SM, Rimpela M: Back, neck, and shoulder pain in Finnish adolescents: national cross sectional surveys. *BMJ*, 2002; 325: 743,

- [40] Henning RA, Jacques P, Kissel GV, Sullivan AB, Alteras-Webb SM: Frequent short rest breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites. *Ergonomics*, 1997; 40: 78-91,
- [41] Galinsky T, Swanson N, Sauter S, Dunkin R, Hurrell J, Schleifer L: Supplementary breaks and stretching exercises for data entry operators: a follow-up field study. *Am J Ind Med*, 2007; 50: 519-527,
- [42] Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Noyes C, McArdle F, MacLaren DP: Effects of dietary carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. *Br J Sports Med*, 2005; 39: 948-953,
- [43] Cooke MB, Rybalka E, Williams AD, Cribb PJ, Hayes A: Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sports Nutr*, 2009; 6: 13,
- [44] Stock MS, Young JC, Golding LA, Kruskall LJ, Tandy RD, Conway-Klaassen JM, Beck TW: The effects of adding leucine to pre and postexercise carbohydrate beverages on acute muscle recovery from resistance training. *J Strength Cond Res*, 2010; 24: 2211-2219,
- [45] White JP, Wilson JM, Austin KG, Greer BK, St John N, Panton LB: Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. *J Int Soc Sports Nutr*, 2008; 5: 5,
- [46] Gulick DT, Kimura IF, Sitler M, Paolone A, Kelly JD: Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *J Athl Train*, 1996; 31: 145-152,
- [47] Brock Symons T, Clasey JL, Gater DR, Yates JW: Effects of deep heat as a preventative mechanism on delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res*, 2004; 18: 155-161,
- [48] Kuligowski LA, Lephart SM, Giannantonio FP, Blanc RO: Effect of whirlpool therapy on the signs and symptoms of delayed-onset muscle soreness. *J Athl Train*, 1998; 33: 222-228,
- [49] Butterfield DL, Draper DO, Ricard MD, Myrer JW, Schulthies SS, Durrant E: The effects of high-volt pulsed current electrical stimulation on delayed-onset muscle soreness. *J Athl Train*, 1997; 32: 15-20,
- [50] Hilbert JE, Sforzo GA, Swensen T: The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *Br J Sports Med*, 2003; 37: 72-75,
- [51] Donnelly AE, Maughan RJ, Whiting PH: Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. *Br J Sports Med*, 1990; 24: 191-195,
- [52] Zainuddin Z, Sacco P, Newton M, Nosaka K: Light concentric exercise has a temporarily analgesic effect on delayed-onset muscle soreness, but no effect on recovery from eccentric exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2006; 31: 126-134,
- [53] Sakamoto A, Maruyama T, Naito H, Sinclair PJ: Acute effects of high-intensity dumbbell exercise after isokinetic eccentric damage: interaction between altered pain perception and fatigue on static and dynamic muscle performance. *J Strength Cond Res*, 2010; 24: 2042-2049,
- [54] Aminian-Far A, Hadian MR, Olyaei G, Talebian S, Bakhtiary AH: Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *J Athl Train*, 2011; 46: 43-49,
- [55] Takahashi J, Ishihara K, Aoki J: Effect of aqua exercise on recovery of lower limb muscles after downhill running. *J Sports Sci*, 2006; 24: 835-842,
- [56] Davis WJ, Wood DT, Andrews RG, Elkind LM, Davis WB: Elimination of delayed-onset muscle soreness by pre-resistance cardioacceleration before each set. *J Strength Cond Res*, 2008; 22: 212-225,
- [57] Tufano JJ, Brown LE, Coburn JW, Tsang KK, Cazas VL, LaPorta JW: Effect of aerobic recovery intensity on delayed-onset muscle soreness and strength. *J Strength Cond Res*, 2012; 26: 2777-2782,

- [58] Sogaard K, Blangsted AK, Nielsen PK, Hansen L, Andersen LL, Vedsted P, Sjogaard G: Changed activation, oxygenation, and pain response of chronically painful muscles to repetitive work after training interventions: a randomized controlled trial. *Eur J Appl Physiol*, 2012; 112: 173-181,
- [59] Madeleine P, Lundager B, Voigt M, Arendt-Nielsen L: Shoulder muscle co-ordination during chronic and acute experimental neck-shoulder pain. An occupational pain study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1999; 79: 127-140,
- [60] Waling K, Sundelin G, Ahlgren C, Jarvholm B: Perceived pain before and after three exercise programs--a controlled clinical trial of women with work-related trapezius myalgia. *Pain*, 2000; 85: 201-207,
- [61] Ylinen J, Takala EP, Kautiainen H, Nykanen M, Hakkinen A, Pohjolainen T, Karppi SL, Airaksinen O: Effect of long-term neck muscle training on pressure pain threshold: a randomized controlled trial. *Eur J Pain*, 2005; 9: 673-681,
- [62] Ylinen J, Takala EP, Nykanen M, Hakkinen A, Malkia E, Pohjolainen T, Karppi SL, Kautiainen H, Airaksinen O: Active neck muscle training in the treatment of chronic neck pain in women: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2003; 289: 2509-2516,
- [63] Hamilton MT, Booth FW: Skeletal muscle adaptation to exercise: a century of progress. *J Appl Physiol*, 2000; 88: 327-331,

2. Prezentacja pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

2.1. Krótka prezentacja prac opublikowanych po uzyskaniu tytułu doktora nauk o kulturze fizycznej. Publikacje te stanowią część dorobku naukowego habilitanta

Pozostałe prace stanowiące mój dorobek naukowy (opisane poniżej) także dotyczą różnych aspektów kontroli ruchu, właściwości sensomotorycznych mięśni, zmęczenia obwodowego w trakcie wysiłku fizycznego, reakcji fizjologicznej w nurkowaniu swobodnym oraz kinematycznej analizy gry w piłkę nożną i siatkową.

1. Jaskólska A, Kisiel-Sajewicz K, Brzenczek W, Marusiak J, **Kawczyński A**, Jaskólski A. Speed of force development of knee flexors and extensors in the ovulatory and luteal phases of the menstrual cycle. *Human Movement* 2004;5(1):35-41. [IC = 5,67; KBN = 5 pkt].

W powyższym eksperymencie podjęto zagadnienie różnych strategii kontroli ruchu w poszczególnych etapach cyklu menstruacyjnego u kobiet na podstawie przebiegu krzywej zależności między siłą rozwijaną przez mięsień a czasem. Badanie wykazało, że zmiany w poziomie estradiolu między fazą owulacyjną a lutealną, wpływają w sposób zróżnicowany na maksymalną siłę skurczu mięśnia oraz na tempo narastania siły. Obserwowany efekt był również zależny od testowanej grupy mięśniowej kończyny dolnej (zginacze lub prostowniki). Zmiany w poziomie estradiolu w odmienny sposób wpływają na tempo narastania siły niż zmiany w poziomie progesteronu, a ponadto są one specyficzne dla grupy mięśniowej (zginacze i prostowniki). Uzyskane wyniki mają praktyczne zastosowanie dla kobiet uprawiających wyczynowo różne dyscypliny sportu,

ponieważ pozwalają zrozumieć wpływ fazy cyklu menstruacyjnego na zdolności motoryczne i formę sportową zawodniczek.

2. Jaskólska A, Brzenczek W, Kisiel-Sajewicz K, **Kawczyński A**, Marusiak J, Jaskólski A. The effect of skinfold on frequency of human muscle mechanomyogram. J Electromyogr Kinesiol 2004;14(2):217-225. [IF = 2.102; IC = 22,52; KBN = 24 pkt]

Publikacja ta przedstawia mechanomiografię (MMG) jako metodę oznaczania właściwości mechanicznych mięśni szkieletowych młodszych i starszych kobiet oraz mężczyzn. Na podstawie pomiarów stwierdzono, że grupy te różniły się poziomem siły maksymalnej oraz grubością fałdu skórno-tłuszczowego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że grubość fałdu skórno-tłuszczowego wpływa na częstotliwość sygnału MMG jak programowy filtr dolnoprzepustowy. W konsekwencji powyższej obserwacji należy stwierdzić, że wyniki eksperymentów dotyczące częstotliwości sygnału MMG nie są łatwe w porównaniu, szczególnie gdy badamy maksymalną siłę skurczu dużych grup mięśniowych. W tym celu zaleca się stosowanie grubości fałdu skórno-tłuszczowego jako zmiennej w analizie częstotliwości sygnału MMG u osób o różnej grubości tego fałdu.

3. Nie H, **Kawczyński A**, Madeleine P, Arendt-Nielsen L. Delayed onset muscle soreness in neck/shoulder muscles. Eur J Pain. 2005 ;9(6):653-60. [IF = 2,460; IC = 13,020; MNiSW = 20 pkt].

Powyższe badanie miało następujące cele: 1) wywołać DOMS w mięśniach okolicy barku i szyi; 2) porównać PPT (próg wrażliwości na ból) brzośca mięśniowego oraz okolicy przejścia mięśnia w ścięgno w efekcie DOMS; 3) określić różnice płciowe w rozwoju DOMS. W celu wywołania DOMS zastosowano ECC mięśni okolicy barku i szyi z użyciem dynamometru opisanego w zaprezentowanym wcześniej cyklu artykułów (badanie nr 1,2,3). Ćwiczenia ekscentryczne składały się z 5 serii, każda seria trwała 3 minuty. Między seriami zastosowano 3 minutowe przerwy wypoczynkowe. Podczas eksperymentu badany, unosząc prawy bark, przeciwdziałał stałej sile wywieranej przez dynamometr, stanowiącej 110% maksymalnej siły izometrycznej wyznaczonej u każdego badanego przed próbą. Wartość PPT jedenastu punktów na mięśniach okolicy barku i szyi została oznaczona przed, natychmiast po, 24 i 48 godzin po ECC. Oznaczano również intensywność bólu, obszar objęty bólem oraz indeks bólu na podstawie kwestionariusza McGill'a. Wszystkie te wartości uległy zwiększeniu po ECC. W efekcie

przeprowadzonych ćwiczeń DOMS obejmowało mięśnie barku i szyi. Wartość PPT zmniejszyła się istotnie statystycznie i osiągnęła najniższą wartość w 24 godzinie po ECC. Punkty badane na brzuchach mięśniowych wykazały większą wrażliwość na ucisk (mniejszą wartość PPT) niż punkty wyznaczone w okolicy przejścia mięśnia w ścięgno. Nie zaobserwowano żadnego wpływu płci na parametry zastosowane do oznaczania DOMS. Uzyskane wyniki świadczą, że bolesność mięśniowa nie jest jednym z czynników predysponujących kobiety do chronicznego bólu mięśniowego i chorób nerwowo-mięśniowych.

4. Kassolik K, Jaskólska A, Kisiel-Sajewicz K, Marusiak J, **Kawczyński A**, Jaskólski A. Tensegrity principle in massage demonstrated by electro- and mechanomyography. J Bodyw Mov Ther 2009;13(2):164-170. [MNiSW = 2 pkt]

W badaniu tym zastosowano jednoczesną rejestrację sygnału EMG i MMG w celu sprawdzenia prawa tensegracji stosowanego w masażu terapeutycznym. W masażu tym następuje rozluźnienie mięśnia strukturalnie połączonego, najczęściej za pośrednictwem powięzi, z mięśniem, na który mechanicznie oddziałuje terapeuta. Uzyskane wyniki wskazują na zmianę w czynności bioelektrycznej (EMG) i mechanicznej (MMG) mięśnia nie połączonego bezpośrednio, a za pośrednictwem powięzi z odształcanym (masowanym) przez terapeutę mięśniem. Obserwacje te potwierdzają hipotezę postawioną przez autorów, mówiącą, że jest możliwe terapeutyczne działanie na mięsień poprzez mechaniczne działanie na inny mięsień od niego oddalony, ale połączony strukturalnie. Obserwacja ta może mieć szerokie zastosowanie praktyczne w fizjoterapii.

5. Chmura J, Chmura P, **Kawczyński A**, Mroczek D. Szybkościowe formy aktywności ruchowej piłkarzy na Mistrzostwach Świata w Piłce Nożnej 2010. Sport Wyczynowy 2010; R.48; nr 4; s.80-87. [IC = 3,79; MNiSW = 2 pkt]

Przeprowadzono analizę aktywności 599 piłkarzy z 32 reprezentacji narodowych na Mistrzostwach Świata w Piłce Nożnej w Republice Południowej Afryki w 2010 roku. Powyższe badanie skoncentrowało się na czterech najlepszych zespołach. W analizie wykorzystano metodę kinematyczną firmy Castrol. Na podstawie zarejestrowanych wartości maksymalnych i średnich prędkości, jakie osiągnęli piłkarze w trakcie meczu oraz czasu wykonywania wysiłku o wysokiej intensywności, autorzy zaobserwowali, że spośród czterech czołowych drużyn turnieju, najlepiej pod względem szybkościowym przygotowani byli Niemcy.

6. **Kawczyński A**, Mroczek D, Chmura J. Movement time of elite volleyball players during the game. *Antropomotoryka* 2010; vol.20; nr 51; s.25-30. [IC = 4,17; MNiSW = 6 pkt]

Celem powyższej pracy było oznaczenie czasu wykonania ruchu podczas meczu siatkówki u zawodników reprezentujących najwyższy poziom mistrzostwa sportowego. W badaniach brało udział 14 siatkarzy kadry Polski juniorów. Badania zawodników wykonywane były przy użyciu optometrycznego systemu pozyskiwania danych Optojump firmy Microgate. Czas wykonania ruchu nie zmienił się istotnie statystycznie podczas gry. Wartości stężenia mleczanu w osoczu krwi wzrosły istotnie statystycznie w setach 1, 2, 3 i 4 w porównaniu do pomiaru przed wysiłkiem meczowym. Na tej podstawie stwierdzono, że specyfika gry w piłkę siatkową tj. obciążenie fizjologiczne oraz podwyższone pobudzenie ośrodkowego układu nerwowego, pozwala zawodnikom na utrzymanie czasu wykonania ruchu na względnie stałym poziomie przez cały czas trwania wysiłku meczowego.

7. Sang Duk O, Sung Min K, **Kawczyński A**, Chmura P, Mroczek D, Chmura J. Endurance and speed capacity of the Korea Republic football national team during the World Cup of 2010. *Journal of Human Kinetics* 2011; vol.30; s.93-106 [IF = 0,329; IC = 11,360; MNiSW = 15 pkt].

W pracy tej przedstawiono analizę aktywności 599 piłkarzy z 32 reprezentacji narodowych na Mistrzostwach Świata w Piłce Nożnej w Republice Południowej Afryki w 2010 roku. W analizie wykorzystano metodę kinematyczną firmy Castrol, polegającą na rejestracji każdego ruchu piłkarzy na całym boisku za pomocą kamer rozmieszczonych na koronie stadionu. Celem powyższego badania było scharakteryzowanie piłkarskiej reprezentacji Korei Południowej pod względem wybranych wskaźników wytrzymałości i szybkości. Uwzględniono całkowity dystans pokonany przez zawodników i drużyny oraz indywidualną i drużynową prędkość średnią i maksymalną biegu uzyskane na podstawie danych z systemu Castrol. W porównaniu z najlepszymi czterema zespołami Mistrzostw Świata, zawodnicy drużyny koreańskiej uzyskali najwyższą prędkość maksymalną biegu oraz porównywalną wartość pokonanego dystansu i średniej prędkości biegu. Fakt ten wskazuje na bardzo dobre przygotowanie motoryczne tej drużyny.

8. Mroczek D, **Kawczyński A**, Chmura J. Changes of reaction time and blood lactate concentration of elite volleyball players during a game. *Journal of Human Kinetics* 2011; vol.28; s.73-79 [IF = 0,329; IC = 11,360; MNiSW = 15 pkt].

Celem powyższej pracy było zbadanie zmian w czasie reakcji podczas meczu piłki siatkowej u zawodników reprezentujących najwyższy poziom mistrzostwa sportowego. W badaniach brało udział 14 siatkarzy kadry Polski juniorów. Czas reakcji był mierzony za pomocą systemu OptoJump. Podczas meczu oznaczany był również poziom mleczanu w osoczu krwi u zawodników. Czas reakcji uległ statystycznie istotnemu skróceniu w trakcie pierwszego setu, z 600 ms przed meczem do 520 ms. Wartości stężenia mleczanu w osoczu krwi wzrosły istotnie statystycznie w setach 1, 2, 3 i 4 w porównaniu do pomiaru przed wysiłkiem meczowym. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zawodnicy podczas meczu nie osiągnęli progu zmęczenia psychomotorycznego, co z praktycznego punktu widzenia pozwalało im na szybkie reagowanie, które jest jednym z czynników decydujących o zwycięstwie.

9. Jóźków P, Mędraś M, Chmura J, **Kawczyński A**, Morawiec B. Effect of breath-hold diving (freediving) on serum androgen levels — a preliminary report. *Endokrynologia Polska* 2012; 63 (5): 381–385 [IF = 1,239; IC = 9; MNiSW = 10 pkt].

W powyższym eksperymencie podjęto próbę zbadania wpływu nurkowania bezdechowego na dużą głębokość na stężenia gonadotropin i androgenów u czterech nurków przed, bezpośrednio po oraz po 60 minutach po nurkowaniu. Nie zarejestrowano znaczących zmian stężeń gonadotropin, testosteronu całkowitego, testosteronu wolnego, kalkulowanego wolnego testosteronu ani stężenia testosteronu biodostępnego podczas nurkowania swobodnego. Uzyskane wyniki wskazują, że silny stres związany z nurkowaniem na wstrzymanym oddechu nie wpływa na stężenia gonadotropin i androgenów we krwi.

10. **Kawczyński A**, Mroczek D, Chmura P, Kobiółka K, Madeleine P, Chmura J. Wpływ meczu piłki nożnej na ocenę uciążliwości wysiłku oznaczanej na podstawie wrażliwości mięśni na ból. *Antropomotoryka* 2012; vol.20; nr 51; s.25-30. [IC = 3,88; MNiSW = 4 pkt].

Celem powyższej pracy było oznaczenie poziomu uciążliwości wysiłku po meczu ligowym. W badaniu udział wzięło 11 piłkarzy Polskiej Ekstraklasy Młodzieżowej. Eksperyment został przeprowadzony po meczu ligowym. W trakcie procedury badawczej oznaczono próg wrażliwości mięśnia na ból oraz poziom kinazy kreatynowej i mioglobiny przed i natychmiast po meczu. Uciążliwość wysiłku meczowego, oceniana poziomem wrażliwości na ból mięśni kończyny dolnej, wzrosła istotnie statystycznie dla mięśni uda. Poziom kinazy kreatynowej i mioglobiny nie uległ zmianie na skutek meczu. Przeprowadzony eksperyment wyraźnie wskazuje na wzrost uciążliwości wysiłku na skutek

meczu mistrzowskiego oraz na użyteczność metody mapowania wrażliwości mięśnia na ból w ocenie kosztu fizjologicznego wysiłku meczowego.

11. Mroczek D, **Kawczyński A**, Superlak E, Chmura J. Psychomotor performance of elite volleyball players during a game. *Perceptual & Motor Skills* 2013, 117, 3, 801-810.

[IF = 0,655; MNiSW = 15 pkt]

Przeprowadzony eksperyment dotyczył sprawności psychomotorycznej oraz fizjologicznych wskaźników obciążenia wysiłkiem siatkarzy w trakcie meczu treningowego. W badaniach brało udział 14 siatkarzy kadry Polski Juniorów. Sprawność psychomotoryczna określona została na podstawie czasu reakcji oraz czasu wykonania ruchu. Analizowano następujące wskaźniki obciążenia wysiłkiem: częstość skurczów serca, stężenie mleczanu w osoczu krwi. Czas reakcji oraz czas wykonania ruchu został wyznaczony w trakcie trwania meczu treningowego przy pomocy systemu Optojump. Czas reakcji uległ istotnemu skróceniu podczas seta 1, co mogło być wynikiem przeprowadzonej rozgrzewki. Stężenie mleczanu wzrosło istotnie statystycznie w kolejnych czterech setach, a czas wykonania ruchu nie uległ zmianie. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że siatkarze w trakcie meczu nie przekroczyli psychomotorycznego progu zmęczenia, co jest najprawdopodobniej efektem zastosowanego cyklu przygotowawczego obejmującego 20 godzin treningu tygodniowo.

12. Kobiółka K, Chmura P, **Kawczyński A**, Mroczek D, Lisowski J, Chmura J. Aktywność beztlenowej glikolizy u najlepszych polskich czterystumetrowców w biegu na 300 metrów. *Sport Wyczynowy*, 2013; nr 2; s.58-63. [IC = 3,910; MNiSW = 3 pkt]

Celem przeprowadzonego eksperymentu była analiza odpowiedzi fizjologicznej na bieg na dystansie 300 metrów. W badaniu brało udział siedmiu czołowych polskich sprinterów, specjalizujących się w sprincie na dystansie 400 metrów. Poziom mleczanu w osoczu krwi był oznaczany za pomocą urządzenia Lactate Scout. Pomiary poziomu mleczanu zostały przeprowadzone przed biegiem, po rozgrzewce oraz 1, 5, 10 oraz 15 minut po zakończeniu biegu. Przeprowadzone pomiary wykazały, że mleczan we krwi wzrastał istotnie statystycznie w trakcie kolejnych pomiarów i osiągnął najwyższy poziom w 10 minucie po biegu (14.59 ± 1.95 mmol/l). W 15 minucie po zakończeniu wysiłku (13.04 ± 1.52 mmol/l) poziom mleczanu nie wrócił do wartości sprzed biegu (1.56 ± 0.39 mmol/l). Przedstawione

wyniki mogą być bardzo przydatne w planowaniu przerw wypoczynkowych w treningu ukierunkowanym na szybkość.

13. Mroczek D, Januszkiewicz A, **Kawczyński A**, Borysiuk Z, Chmura J. Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. J Strength Cond Res. 2014 Feb 18. [w druku] doi: 10.1519/JSC.0000000000000425
[IF = 1.795; MNiSW = 30 pkt]

Celem przeprowadzonego eksperymentu była analiza aktywności ruchowej zawodników piłki siatkowej. Do oceny aktywności ruchowej stworzono autorską metodę badawczą, opartą o analizę nagrań materiału wideo. Badaniom poddano 28 graczy podczas rozegranych 4 meczów Polskiej Ligi Siatkówki. Dane zostały przeanalizowane ze względu na całkowity dystans pokonany przez zawodników oraz na pełnioną funkcję w meczu, secie i akcji. Z badań wynika, że zawodnicy pokonują średnio w meczu trzysetowym 1221 ± 327 m, a w meczu czterosestowym 1757 ± 462 m. Rozpatrując indywidualnie uzyskane wyniki badań stwierdzono istotną statystycznie różnicę ($p \leq 0,005$) pomiędzy dystansem pokonanym przez zawodników środkowych bloku, a dystansem pokonanym przez zawodników rozgrywających, przyjmujących zagrywkę, atakujących i libero w meczu i w secie. Badania wykazały też tendencję do wydłużania się pokonywanego przez zawodników dystansu w ostatnich setach meczu, co może świadczyć o wydłużaniu się czasu trwania kolejnych akcji. Długość pokonanego dystansu w jednej akcji wyniosła średnio $10,92 \pm 0,9$ m, w przedziale zmienności pomiędzy 9,12 m do 12,56 m. Stwierdzono, że w stosunku do wielkości pola gry, zawodnicy przebiegają relatywnie długie dystanse zarówno podczas całego meczu jak i podczas poszczególnych setów, przy czym najkrótszy dystans pokonuje zawodnik środkowy bloku a najdłuższy zawodnik rozgrywający. Precyzyjna analiza topograficzna aktywności graczy na boisku uzupełniona danymi o czasie wysiłku i wypoczynku w trakcie gry jest bardzo istotna z praktycznego punktu widzenia. Dostarcza ona trenerowi niezbędnych danych do projektowania treningu charakteryzującego się arytmicznymi i dynamicznie zmiennymi obciążeniami charakterystycznymi dla gry w piłkę siatkową.

14. Chmura J, **Kawczyński A**, Mędraś M, Jóźków P, Morawiec B. The impact of freediving on psychomotor performance and blood catecholamine concentration. Undersea Hyperb Med. 2014 March-April; 41(2):111-17. [IF = 0,586; MNiSW = 15 pts].

Celem przeprowadzonego eksperymentu było zbadanie wpływu nurkowania swobodnego ze wstrzymanym oddechem na sprawność psychomotoryczną, poziom adrenaliny, noradrenaliny i mleczanu w osoczu krwi u nurków. W badaniu udział wzięło czterech nurków. Pomiar czasu reakcji oraz oznaczenie poziomu adrenaliny, noradrenaliny i mleczanu we krwi zostały przeprowadzone przed nurkowaniem, a następnie 3 minuty oraz 60 minut po zakończeniu nurkowania. Skrócenie czasu reakcji na bodźce wzrokowe i słuchowe, w 3 minucie po nurkowaniu, zaobserwowano u trzech nurków. U nurka nr 4, który w trakcie eksperymentu pobił swój rekord życiowy, zaobserwowano wydłużenie czasu reakcji w 3 minucie po nurkowaniu. Poziom adrenaliny uległ obniżeniu w 3 minucie po nurkowaniu u badanego nr 1 i nr 2. U nurka nr 3 poziom adrenaliny przez cały eksperyment pozostał na relatywnie stałym poziomie. U badanego nr 4, który pobił swój rekord życiowy, zaobserwowano dwukrotny wzrost poziomu adrenaliny w 3 minucie po nurkowaniu. Poziom noradrenaliny wzrósł u wszystkich badanych osób w 3 minucie po nurkowaniu. Przedstawione obserwacje mają istotne zastosowanie praktyczne, ponieważ zaburzenia sprawności psychomotorycznej (m.in. czasu reakcji) u nurków mogą prowadzić do błędów w procedurze nurkowania. Konsekwencją tych błędów mogą być urazy wywołane znacznymi wahaniami ciśnienia podczas nurkowania swobodnego.

2.2. Pozostałe osiągnięcia naukowe

a) udział w stażach zagranicznych

Do najważniejszych stażów zagranicznych, mających znaczący wpływ na mój rozwój naukowy, zaliczyć należy: 1) W roku 2003 staż naukowy w German Sport University w Kolonii w ramach programu Socrates; 2) W roku 2004 staż naukowy w Aalborg University na wydziale Sensory Motor Interaction w ramach stypendium komisji europejskiej „Marie Curie”; 3) W roku 2011 staż naukowy w Aalborg University na wydziale Sensory Motor Interaction jako „Zaproszony Naukowiec”. Staże te pozwoliły mi na opanowanie i rozszerzenie wiedzy dotyczącej głównego nurtu moich badań oraz technicznej strony rejestracji i analizy parametrów sygnału EMG i MMG jak również PPT jako metod badawczych stosowanych do badania sensomotorycznych właściwości mięśni szkieletowych.

b) udział w projektach badawczych w kraju i za granicą

W trakcie mojej pracy naukowej uczestniczyłem i uczestniczę w projektach badawczych prowadzonych w ośrodkach krajowych i zagranicznych. Poniżej przedstawiam w skrócie mój udział we wspomnianych projektach badawczych, natomiast dokładne informacje podane są w załączniku nr 7 do wniosku.

W roku 2007 realizowałem w Katedrze Kinezylogii Wydziału Fizjoterapii Akademii Wychowania Fizycznego temat finansowany w ramach dotacji na badania własne pt. "Wpływ treningu inercyjnego na czynność elektromiograficzną i mechanomiograficzną mięśni szkieletowych".

Aktualnie kieruję badaniami finansowanym przez Akademię Wychowania Fizycznego we Wrocławiu w ramach przyznanej przez MNiSW dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych przez młodych naukowców. Badania dotyczą zmęczenia obwodowego i ośrodkowego w wysiłku startowym i treningowym. Bezpośrednim efektem tych badań jest publikacja należąca do cyklu prac przedstawionego we wniosku habilitanta:

Kawczyński A, Samani A, Fernández-de-Las-Peñas C, Chmura J, Madeleine P. *Sensory mapping of the upper trapezius muscle in relation to consecutive sessions of eccentric exercise*. J Strength Cond Res. 2012;26(6):1577-83.

Podczas pobytu na uniwersytecie w Danii, uczestniczyłem w projektach dotyczących czynności elektro- i mechanomiograficznej mięśnia czworobocznego grzbietu. Efektem powyższych badań były publikacje w czasopismach z Impact Factor. Należy do nich, oprócz artykułów z przedstawionego cyklu, poniższa publikacja (załącznik nr 4 i nr 7 do wniosku):

Nie H, **Kawczyński A**, Madeleine P, Arendt-Nielsen L. Delayed onset muscle soreness in neck/shoulder muscles. Eur J Pain. 2005 ;9(6):653-60.

Brałem również udział w przygotowaniu projektu w ramach Konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt został przygotowany w ramach współpracy konsorcyjnej z Politechniką Wrocławską i dotyczy budowy oraz wdrożenia wielofunkcyjnej platformy do treningu bezwładnościowego dla sportowców dyscyplin olimpijskich, poprawiającej ich zdolności motoryczne oraz odporność na kontuzje. W projekcie tym, w przypadku zakwalifikowania do finansowania, miałem pełnić funkcję zastępcy kierownika projektu badawczego ze strony Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Koszt tego projektu badawczo-wdrożeniowego to ok. 4,5 mln złotych. Projekt został wysoko oceniony przez recenzentów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (27 punktów na 30 możliwych) ale nie zakwalifikował się do finansowania.

c) konferencje naukowe

Praca badawcza, którą prowadzę, znajduje swoje odzwierciedlenie nie tylko w postaci publikacji, ale również w postaci prezentacji na konferencjach krajowych oraz zagranicznych (Dania, Korea, Austria).

W latach 2010-2012 byłem jednym ze współorganizatorów „Złotych Wykładów”, których inicjatorem i głównym organizatorem na AWF we Wrocławiu był Pan Dziekan Wydziału Wychowania Fizycznego AWF we Wrocławiu Prof. dr hab. Jan Chmura. Wykłady te były prezentowane przez wybitne autorytety z różnych dziedzin nauki np: Profesor Krystynę Nazar, Profesor Sang Duk Oh, Profesor Mark Latash, Profesor Pascal Madeleine, Profesor Jurgen Freiwald, jak również wybitne postacie współczesnego sportu: Tomasza Majewskiego, Andrzeja Persona.

W 2011 byłem współorganizatorem Ogólnopolskiej Konferencji Edukacyjnej pt. „Teoretyczno-metodyczne aspekty edukacji sportowej dzieci i młodzieży na przykładzie gry w piłkę ręczną” zorganizowanej przez Katedrę Zespołowych Gier Sportowych oraz Katedrę Motoryczności Sportowca Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

W 2012 byłem współorganizatorem Ogólnopolskiej Konferencji Edukacyjnej pt. „Teoretyczno-metodyczne aspekty edukacji sportowej dzieci i młodzieży na przykładzie gry w piłkę siatkową” zorganizowanej przez Katedrę Zespołowych Gier Sportowych oraz Katedrę Motoryczności Sportowca Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (załącznik nr 6 do wniosku).

d) nagrody za działalność naukową oraz organizacyjną

Za swoją działalność naukowo-badawczą oraz organizacyjną zostałem trzykrotnie nagrodzony przez Rektora Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (Nagroda Rektorska II stopnia w roku 2005, 2010 i 2012). W roku 2012 roku za osiągnięcia naukowe zostałem wytypowany, przez Radę Wydziału Nauk o Sporcie Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu jako kandydat do Nagrody Wrocławskiego Oddziału Polskiej Akademii Nauk „Iuvenes Wratislaviae” ustanowionej przez Prezesa PAN dla młodych Wrocławian za wybitne osiągnięcia naukowe lub artystyczne. Więcej informacji dotyczących nagród znajduje się w załączniku nr 8 do wniosku.

e) Członkostwo w towarzystwach naukowych

Jestem członkiem poniższych organizacji naukowych:

- Polskie Towarzystwo Fizjoterapii, Oddział Opolski
- The European College of Sport Science

f) praktyczna realizacja wiedzy uzyskanej w prowadzonych badaniach naukowych

W mojej pracy zawodowej wdrażałem zdobytą wiedzę fizjologiczną do praktyki trenerskiej. Pracowałem jako fizjolog w drużynie koszykówki ŚLĄSK WROCŁAW i w sezonie 2007/2008 zdobyłem z drużyną III miejsce w Polskiej Ekstralidze. W sezonie 2008/2009 na tym samym stanowisku zdobyłem z drużyną juniorów II miejsce w Mistrzostwach Polski Koszykówki Juniorów.

Podpis

Adam Kaucyński.....

3 kwietnia 2014