

Załącznik nr 3

Michał Krzysztofik

Autoreferat

Katowice 2021

SPIS TREŚCI

Spis treści

1. IMIĘ I NAZWISKO	3
2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE LUB ARTYSTYCZNE	3
3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH LUB ARTYSTYCZNYCH.	4
4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2 USTAWY.....	5
4.1. TYTUŁ GŁÓWNEGO OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO	5
4.2. WYKAZ PUBLIKACJI NAUKOWYCH STANOWIĄCYCH GŁÓWNE OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE HABILITANTA... 5	
4.3. OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO WW. PRAC I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z IMPLIKACJAMI DLA PRAKTYKI SPORTOWEJ	6
5.1. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH HABILITANTA	20
5.1.1. KRÓTKA PREZENTACJA PRAC OPUBLIKOWANYCH PO UZYSKANIU TYTUŁU DOKTORA NAUK O KULTURZE FIZYCZNEJ.....	20
5.1.2. <i>Sumaryczny wskaźnik Impact Factor w pracach opublikowanych przez habilitanta</i>	43
5.1.3. <i>Liczba cytowań publikacji habilitanta</i>	43
6. INFORMACJA O WYKAZYWANIU SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ NAUKOWĄ ALBO ARTYSTYCZNĄ.	43
6.1. WSPÓLPRACA Z INSTYTUCJAMI NAUKOWYMI.....	43
6.2. UDZIAŁ W STAŻACH.....	43
6.3. UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH W KRAJU I ZA GRANICĄ.....	44
6.4. RECENZOWANIE PRAC NAUKOWYCH W CZASOPISMACH MIĘDZYNARODOWYCH I KRAJOWYCH	45
7. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ LUB SZTUKĘ.	45
7.1. UDZIAŁ W KOMITETACH ORGANIZACYJNYCH MIĘDZYNARODOWYCH I KRAJOWYCH KONFERENCJI NAUKOWYCH I METODYCZNO-NAUKOWYCH.....	45
7.2. UCZESTNICTWO W KONFERENCJACH NAUKOWYCH I METODYCZNO-NAUKOWYCH.....	45
7.3. NAGRODY I WYRÓŻNIENIA	46
7.4. PROMOTORSTWO PRAC LICENCJACKICH, MAGISTERSKICH ORAZ PRZEWODÓW DOKTORSKICH	46
7.5. MONOGRAFIE I ROZDZIAŁY W MONOGRAFIACH	47
7.6. AKTYWNOŚĆ DYDAKTYCZNA, ORGANIZACYJNA I POPULARYZATORSKA	47
8. DODATKOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE KARIERY NAUKOWEJ I ZAWODOWEJ.....	48
8.1. OSIĄGNIĘCIA SPORTOWE WŁASNE.....	48

1. Imię i nazwisko

Michał Krzysztofik

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne

- Dyplom magistra wychowania fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (2014).
- Dyplom doktora w dziedzinie nauk o kulturze fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Efektywność pracy ekscentrycznej w treningu kompleksowym kończyn górnych z wykorzystaniem efektu wzmocnienia poaktywacyjnego (PAP)”. Promotor: prof. dr hab. Adam Zając, promotor pomocniczy: dr Artur Gołaś (2018).
- Dyplom ukończenia studiów podyplomowych: Fitness i ćwiczenia siłowe, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (2013).
- Dyplom ukończenia studiów podyplomowych: Żywnienie i suplementacja osób aktywnych fizycznie, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (2015).
- Dodatkowe kwalifikacje i uprawnienia:
Instruktor Rekreacji Ruchowej – Ćwiczeń Siłowych (2004)

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

- 01.10.2017 – 30.09.2019 wykładowca, Zakład Treningu Sportowego, Katedry Teorii i Praktyki Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
- 01.10.2019 – do nadal adiunkt Zakład Treningu Sportowego, Katedry Teorii i Praktyki Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Pełnione funkcje:

- 01.10.2019 do nadal – kierownik Pracowni Siły i Mocy Mięśniowej

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.

4.1. Tytuł głównego osiągnięcia naukowego

Uzyskane osiągnięcie naukowe, zatytułowane „*Wykorzystanie efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP) w treningu kompleksowym kończyn górnych*” zostało zaprezentowane jako jednotematyczny cykl pięciu prac, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej, w czasopismach posiadających wskaźnik Impact Factor.

4.2. Wykaz publikacji naukowych stanowiących główne osiągnięcie naukowe habilitanta (autor / autorzy, tytuł, nazwa wydawnictwa, rok wydania, numer wydania, strony)

1. **Michał Krzysztofik**, Michał Wilk, Artur Gołaś, Robert George Lockie, Adam Maszczyk, Adam Zając. „Does Eccentric-only and Concentric-only Activation Increase Power Output?” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2020, 52, 484–489.
[IF = 4.029; MNiSW = 140 pkt.]
2. **Michał Krzysztofik**, Michał Wilk, Robert George Lockie, Artur Gołaś, Adam Zając, Gregory Christos Bogdanis. “Postactivation Performance Enhancement of Concentric Bench Press Throw After Eccentric-Only Conditioning Exercise.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 2020, Publish Ahead of Print
[IF = 2.973; MNiSW = 100 pkt.]
3. **Michał Krzysztofik**, Michał Wilk, Aleksandra Filip, Piotr Żmijewski, Adam Zając, James Tufano. “Can Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) Improve Resistance Training Volume during the Bench Press Exercise?” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, 17, 2554.
[IF = 2.849; MNiSW = 70 pkt.]
4. **Michał Krzysztofik**, Michał Wilk. “The effects of plyometric conditioning on post-activation bench press performance.” *Journal of Human Kinetics* 2020, 74, 99-108.
[IF = 1.664; MNiSW = 140 pkt.]
5. **Michał Krzysztofik**, Petr Stastny, Michał Wilk, Artur Gołaś “Post Activation Performance Enhancement in the Bench Press Throw: a Systematic Review and Meta-Analysis” *Frontiers in Physiology* 2021, 11, 1-12. [IF = 3.367; MNiSW = 100 pkt.]

Biometryczne podsumowanie jednotematycznego cyklu pięciu artykułów naukowych: **IF= 14.882; MNSiW= 550 pkt KBN**

We wszystkich wymienionych artykułach naukowych udział habilitanta jako współautora był wiodący na każdym etapie ich przygotowania. Habilitant był autorem koncepcji badań oraz ich bezpośrednim realizatorem, dokonał analizy i interpretacji wyników, a także opracował wymienione prace pod względem merytorycznym i edytorskim. Ponadto, opracował odpowiedzi na pytania recenzentów oraz dokonał korekt zgodnie z sugestiami. Habilitant zaakceptował finalne wersje do druku wszystkich artykułów. Udział własny oraz indywidualny wkład każdego współautora w przygotowaniu wyżej wymienionych prac przedstawiono w załączniku 6.

4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z implikacjami dla praktyki sportowej

W nawiasach zamieszczono odniesienia do publikacji wyszczególnionych w podrozdziale 4.2. niniejszego autoreferatu.

Wprowadzenie do zagadnienia badawczego podjętego w jednotematycznym cyklu pięciu artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „*Wykorzystanie efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP) w treningu kompleksowym kończyn górnych*”

Zjawisko wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP), które przyczynia się do natychmiastowej poprawy sprawności fizycznej na skutek zastosowania stymulacji mięśniowej w postaci wybranego ćwiczenia aktywacyjnego [1,2] budzi duże zainteresowanie trenerów ze względu na możliwość wdrożenia tych procedur w proces treningu siły i mocy mięśniowej. Dostępna literatura naukowa sugeruje, że sprawność podczas wykonywania specyficznych zadań ruchowych takich jak skok, rzut czy bieg może zostać natychmiastowo zwiększona przez wykorzystanie zjawiska PAP [1–3]. W praktyce treningowej uzyskiwany wzrost generowanej mocy mięśniowej wywołany jest przez zastosowanie ćwiczenia aktywacyjnego (np. wyciskanie leżąc) przed eksplozywną czynnością ruchową o zbliżonej strukturze ruchu (np. wyrzut sztangi leżąc) [1–3]. Głównym mechanizmem leżącym u podstaw tego efektu jest fosforylacja lekkich łańcuchów miozyny, co prowadzi do zwiększenia wrażliwości kompleksu aktyno-miozynowego na wapń [1]. Ponadto,

odnotowywana poprawa sprawności fizycznej może być wynikiem wzrostu przepływu krwi w mięśniach, zawartości wody wewnątrzkomórkowej, a także temperatury wewnątrzmięśniowej na skutek wykonanego ćwiczenia aktywacyjnego [4].

Poprawa sprawności fizycznej jest szczególnie uzależniona od relacji między wywołanym efektem PAP, a indukowanym w tym samym czasie zmęczeniem [5]. W związku z tym, aby osiągnąć poprawę sprawności mięśniowej, wywołane pobudzenie musi przewyższać współistniejące zmęczenie. Z tego względu, wiele eksperymentów naukowych skupiło się na ocenie wielu wariantów procedur stosowanego pobudzenia, głównie przy użyciu różnych rodzajów pracy mięśniowej (np. ekscentryczno – koncentrycznej, izometrycznej), intensywności (obciążenia zewnętrznego) i objętości treningowej (liczba serii i powtórzeń), a także czasu trwania przerwy wypoczynkowej między zastosowanym pobudzeniem, a czynnością eksplozywną [2,3,6]. Pomimo, licznych doniesień naukowych dotyczących wyżej wymienionych zmiennych nie ma zgody co do idealnej kombinacji, które optymalizują uzyskiwaną poprawę sprawności fizycznej. Ponadto, zdecydowanie mniej jest dostępnych opracowań naukowych analizujących efekt PAP podczas czynności angażujących grupy mięśniowe górnej części ciała, w porównaniu do dolnych części ciała. Co więcej, niewiele protokołów zostało poświęconych ocenie zastosowania wyłącznie fazy ekscentrycznej i koncentrycznej podczas ćwiczenia aktywacyjnego [7,8]. Jeszcze mniej jest dostępnych informacji na temat skuteczności zastosowania supramaksymalnych wartości obciążenia zewnętrznego podczas ćwiczenia aktywacyjnego [9,10].

Skurcze ekscentryczne, dzięki wykorzystaniu zarówno aktywnych, jak i pasywnych elementów układu skurczowego mięśni pozwalają osiągać wyższe wartości siły mięśniowej w porównaniu ze skurczami izometrycznymi oraz koncentrycznymi [11]. Podczas takiego skurczu zapotrzebowanie na energię jest około 4-krotnie niższe przy zastosowaniu tego samego obciążenia zewnętrznego niż podczas skurczu koncentrycznego. Może to odgrywać znaczącą rolę w relacji wywołanego ćwiczeniem aktywacyjnym zmęczenia oraz pobudzenia [12]. Zastosowanie supramaksymalnych wartości obciążenia zewnętrznego może obniżyć próg pobudliwości receptorów kontrolujących napięcie aktywnych mięśni (aparatus Golgiego), oraz zmniejszyć podatność na rozciąganie tytyny i jednostek mięśniowo-ścięgnistych, potęgując magazynowanie i uwalnianie energii sprężystej [13,14]. Podsumowując, oczekiwany wzrost sprawności fizycznej po zastosowaniu ćwiczenia aktywacyjnego w postaci wyłącznie fazy ekscentrycznej z supramaksymalnym obciążeniem zewnętrznym może mieć związek ze zwiększeniem odruchu miotatycznego, przy niskim wydatku energetycznym.

Biorąc pod uwagę znaczenie efektu PAP dla praktyki sportowej oraz brak dostatecznej wiedzy w zakresie powyżej wymienionych zagadnień, celem pierwszego projektu badawczego zatytułowanego „*Does Eccentric-Only and Concentric-Only Activation Increase Power Output?*” (1) opublikowanego w czasopiśmie *Medicine and Science in Sport and Exercise* była ocena zmian generowanej mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi podczas jej wyrzutu leżąc po zastosowaniu wyłącznie fazy ekscentrycznej oraz koncentrycznej z różnym obciążeniem zewnętrznym podczas ćwiczenia aktywacyjnego – wyciskania sztangi leżąc (przy ustandaryzowanym chwycie sztangi). Hipoteza badawcza zakładała, że wykonanie wyłącznie fazy ekscentrycznej lub wyłącznie koncentrycznej ćwiczenia aktywacyjnego istotnie wpłynie na wyżej wymienione zmienne. W badaniu udział wzięło 32 zdrowych mężczyzn (wiek: 28.4 ± 4.5 lat, masa ciała: 93.5 ± 9.3 kg) z minimum 3 letnim stażem w treningu oporowym (5.2 ± 0.6 lat) oraz wysokim poziomem siły maksymalnej w wyciskaniu sztangi leżąc (wartość jednego powtórzenia maksymalnego – 1RM: 143.6 ± 17.5 kg). Procedura badania zawierała wykonanie czterech oddzielnych sesji eksperymentalnych, składających się z dwóch serii z 5 minutową przerwą wypoczynkową, po dwa powtórzenia wyciskania sztangi leżąc: (a) wyłącznie fazy koncentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 90%1RM (b) wyłącznie fazy ekscentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 90%1RM (c) wyłącznie fazy ekscentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 110%1RM (d) wyłącznie fazy ekscentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 130%1RM. Powyższe obciążenia zewnętrzne zostały wybrane, ponieważ wartości przekraczające 85%1RM są rekomendowane w celu wywołania efektu PAP [1,2]. Ponieważ wykonanie wyłącznie fazy ekscentrycznej pozwala na zastosowanie supramaksymalnych obciążeń zewnętrznych, wyznaczono dwie wartości przekraczające 100%1RM, aby ustalić ich skuteczność w indukowaniu efektu PAP. Procedura badania z wykorzystaniem wyłącznie fazy ekscentrycznej zakładała kontrolę czasu jej trwania, która wynosiła 3 sekundy, a w przypadku fazy koncentrycznej, zakładała dążenie do uzyskania maksymalnej prędkości ruchu. We wszystkich protokołach testowych do oceny efektu PAP zastosowano wyrzuty sztangi leżąc z wykorzystaniem suwnicy Smith’a z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 30%1RM, wykonywane 5 minut przed oraz 5 minut po ćwiczeniu aktywacyjnym. Zastosowano obciążenie zewnętrzne o wartości 30%1RM, ponieważ wcześniejsze badania wskazały je jako optymalne do generowania maksymalnych wartości mocy mięśniowej [15]. Pomiar mocy mięśniowej i prędkości sztangi dokonywano za pomocą transduktora liniowego Tendo Power Analyzer (Tendo Sport Machines, Trencin, Słowacja) o współczynniku korelacji wewnątrzklasowej dla powtarzalności pomiarów na poziomie 0.970

– 0.988 [16]. Wyniki badania wykazały, że wykonanie ćwiczenia aktywacyjnego wyłącznie fazy ekscentrycznej opuszczania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 110% oraz 130%1RM przyczynia się do istotnego zwiększenia generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas jej wyrzutu. Z kolei, wykonanie ćwiczenia aktywacyjnego w postaci wyłącznie fazy ekscentrycznej oraz wyłącznie fazy koncentrycznej opuszczania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 90%1RM nie powoduje istotnych zmian w wartościach analizowanych zmiennych. Przeprowadzony eksperyment wykazał, że wykonanie wyłącznie fazy ekscentrycznej podczas opuszczania sztangi leżąc może być skuteczniejszą formą ćwiczenia aktywacyjnego, jednak tylko wtedy, gdy obciążenie zewnętrzne przekracza 100%1RM. Wartości obciążenia zewnętrznego poniżej 100%1RM zastosowane podczas wykonania wyłącznie fazy koncentrycznej jak i ekscentrycznej ćwiczenia aktywacyjnego nie stanowią efektywnego bodźca indukującego wystąpienie efektu PAP.

Wyniki uzyskane w badaniu (1) stanowiły podstawę do przeprowadzenia dalszych analiz w zakresie oceny skuteczności zastosowania ćwiczenia aktywacyjnego z supramaksymalnymi wartościami obciążenia zewnętrznego oraz wyłącznie jednej z faz ruchu; wyłącznie ekscentrycznej w ćwiczeniu aktywacyjnym oraz wyłącznie koncentrycznej w ćwiczeniu po-aktywacyjnym. W związku z tym, celem kolejnego badania pod tytułem „*Postactivation Performance Enhancement of Concentric Bench Press Throw After Eccentric-Only Conditioning Exercise*” (2) opublikowanym w czasopiśmie *Journal of Strength and Conditioning Research* stała się ocena wpływu zastosowania ćwiczenia aktywacyjnego w postaci wykonania wyłącznie fazy ekscentrycznej z supramaksymalnymi wartościami obciążenia zewnętrznego 110%1RM oraz 130%1RM na poziom generowanej mocy mięśniowej oraz prędkość sztangi podczas wyrzutu sztangi leżąc na suwnicy Smith'a bez wykorzystania cyklu rozciągnięcia – skurcz (SSC).

Literatura wskazuje, że wykonanie fazy ekscentrycznej bezpośrednio przed fazą koncentryczną danej czynności ruchowej, a więc z wykorzystaniem cyklu rozciągnięcie - skurcz przyczynia się do generowania wyższych wartości mocy mięśniowej niż podczas wykonania wyłącznie fazy koncentrycznej [17]. Odnotowywana poprawa sprawności fizycznej jest związana z magazynowaniem oraz wykorzystaniem energii sprężystej w elementach pasywnych układu skurczowego mięśni. Jednakże, niektóre specyficzne zadania sportowe, takie jak starty w pływaniu czy sprincie oraz skoki narciarskie pozwalają wykonać wyłącznie fazę koncentryczną [17]. W związku z tym głównym problemem badawczym, drugiego eksperymentu przedstawionego w jednotematycznym cyklu artykułów (2) było

określenie wpływu wykonania fazy ekscentrycznej ćwiczenia aktywacyjnego na wielkość efektu PAP ocenianego poprzez wykonanie wyłącznie fazy koncentrycznej wyrzutu sztangi leżąc na suwnicy Smith'a. W badaniu **(2)** wzięło udział 13, zdrowych mężczyzn (wiek: 25.7 ± 1.9 lat, masa ciała: 94.8 ± 8.0 kg) z minimum 3 letnim stażem w treningu oporowym (6.5 ± 2.2 lat) oraz wysokim poziomem siły maksymalnej w wyciskaniu sztangi leżąc (1RM: 147 ± 14.2 kg). Procedura badania zakładała wykonanie dwóch oddzielnych sesji badawczych, składających się z dwóch serii z 5 minutową przerwą wypoczynkową, po dwa powtórzenia opuszczania sztangi leżąc z zastosowaniem (a) wyłącznie fazy ekscentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 110%1RM (b) wyłącznie fazy ekscentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 130%1RM. Ponadto, procedura badania zakładała kontrolę czasu trwania fazy ekscentrycznej, który wynosił 3 sekundy. Do oceny efektu PAP zastosowano wyrzuty sztangi leżąc na suwnicy Smith'a z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 30%1RM, wykonywane 5 minut przed oraz 5 minut po ćwiczeniu aktywacyjnym. W celu wyeliminowania wykorzystania cyklu rozciągnięcie – skurcz, przed wykonaniem próby, osoby asekurujące opuszczały sztangę każdemu z uczestników na klatkę piersiową. Do pomiaru mocy mięśniowej i prędkości sztangi ponownie wykorzystano transduktor liniowy Tendo Power Analyzer (Tendo Sport Machines, Trencin, Słowacja). Uzyskane wyniki badania, które miały stanowić kontrolę pozytywną **(2)** potwierdziły rezultaty eksperymentu **(1)**, że wykonanie ćwiczenia aktywacyjnego w postaci wyłącznie fazy ekscentrycznej opuszczania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 110% oraz 130%1RM przyczynia się do istotnego zwiększenia poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas jej wyrzutu. Nowatorskim aspektem wynikającym z badania **(2)** jest fakt, że zastosowanie supramaksymalnego obciążenia zewnętrznego oraz wyłącznie fazy ekscentrycznej podczas ćwiczenia aktywacyjnego przyczynia się do wzrostu generowanej mocy mięśniowej w trakcie czynności ruchowej składającej się wyłącznie z fazy koncentrycznej ruchu, bez wykorzystania cyklu rozciągnięcie skurcz. Na podstawie wyników uzyskanych w eksperymencie **(1)** oraz **(2)** można dojść do wniosku, że efekt PAP może zostać wywołany przez wykonanie wyłącznie fazy ekscentrycznej ćwiczenia aktywacyjnego z zastosowaniem supramaksymalnego obciążenia zewnętrznego przyczyniając się do poprawy sprawności fizycznej czynności ruchowych zarówno wykorzystujących jak i niewykorzystujących cykl rozciągnięcie - skurcz.

Wyniki eksperymentu **(1)** i **(2)** wskazały potrzebę dalszych badań nad zjawiskiem PAP oraz poszerzenia zakresu zastosowania w procesie treningu. W związku z tym kolejne badania nad efektem PAP zostały opracowane w artykule: „*Can Post-Activation Performance*

Enhancement (PAP) Improve Resistance Training Volume during the Bench Press Exercise?” (3) opublikowanym w czasopiśmie *“International Journal of Environmental Research and Public Health”*. Celem tych badań była weryfikacja hipotezy dotyczącej wpływu efektu PAP ocenianego jako objętość wysiłku oraz zmian generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas kolejno wykonywanych serii wyciskania sztangi leżąc.

Dotychczas przeprowadzone badania dotyczące zjawiska PAP skupiały się na natychmiastowych zmianach w poziomie generowanej mocy mięśniowej i uzyskiwanej prędkości podczas podejmowanej czynności ruchowej (np. skoki, rzuty) bezpośrednio po różnych rodzajach ćwiczenia aktywacyjnego [2,3,6,7]. Z kolei, niewiele uwagi poświęcono potencjalnemu wpływowi efektu PAP na osiąganą objętość wysiłku oporowego. Realizacja pożądanej objętości treningowej, tj. wykonanie ustalonej liczby powtórzeń czy osiągnięcie określonego czasu napięcia mięśniowego lub podniesienie wyznaczonej liczby kilogramów w serii wybranego ćwiczenia i jednostce treningowej ma znaczący wpływ na osiągnięte zmiany adaptacyjne [18–20]. Należy podkreślić, że większość badań dotyczących efektu PAP analizuje to zjawisko na podstawie wyłącznie jednej serii po ćwiczeniu aktywacyjnym [6,8], podczas gdy aktualne rekomendacje dotyczące treningu oporowego zalecają wykonanie wielu serii ćwiczenia w celu osiągnięcia pożądanych zmian adaptacyjnych [21].

Dotychczas jedynie dwa badania oceniały wpływ efektu PAP na objętość treningu oporowego górnej części ciała, a tylko w jednym z nich uwzględniono jej ocenę poprzez pomiar zmiennej czasu napięcia mięśniowego [22,23]. Badanie przeprowadzone przez Sevilmış i Atalağ [22] wykazało znacznie wyższą liczbę wykonanych powtórzeń oraz osiągnięty czas napięcia mięśniowego podczas jednej serii wyciskania sztangi leżąc do odmowy z zastosowaniem 65%1RM po wykonaniu ćwiczenia aktywacyjnego w porównaniu do grupy kontrolnej. Autorzy zastosowali ćwiczenie aktywacyjne w formie 1 powtórzenia wyłącznie fazy ekscentrycznej z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 120%1RM wyciskania sztangi leżąc. Z kolei w eksperymencie przeprowadzonym przez Alves i wsp. [23] analizowano wpływ efektu PAP na objętość treningu składającego się z kilku serii wyciskania sztangi leżąc. Autorzy wykazali, że efekt PAP przyczynił się do zwiększenia całkowitej liczby wykonanych powtórzeń jak i podniesionej ilości kilogramów podczas trzech serii wyciskania sztangi leżąc do odmowy z zastosowaniem 75%1RM po wykonaniu ćwiczenia aktywacyjnego w formie 3 powtórzeń wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 90%1RM. Należy zauważyć, że w żadnym badaniu nie analizowano zmian w poziomie generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi w kolejno wykonywanych

seriach wyciskania sztangi leżąc. W związku z ograniczoną liczbą badań analizujących powyżej opisany problem oraz znaczącym wpływem objętości treningowej na osiągnięte zmiany adaptacyjne, celem trzeciego eksperymentu przedstawionego w jednotematycznym cyklu artykułów **(3)** stała się ocena efektu PAP na objętość wysiłku i zmiany mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi podczas kolejno wykonywanych serii wyciskania sztangi leżąc.

W badaniu **(3)** wzięło udział 12, zdrowych mężczyzn (wiek: 25.2 ± 2.1 lat, masa ciała: 92.1 ± 8.7 kg) z minimum 3 letnim stażem w treningu oporowym (6.3 ± 2.1 lat) oraz wysokim poziomem siły maksymalnej w wyciskaniu sztangi leżąc (1RM: 128.8 ± 10.5 kg). Procedura badania zakładała wykonanie dwóch sesji zapoznawczych w celu wykonania testu 1RM oraz wyznaczenia indywidualnej przerwy wypoczynkowej między ćwiczeniem aktywacyjnym, a później podejmowana czynnością ruchową. W związku z tym, podczas drugiej sesji zapoznawczej badani wykonali wyjściowy pomiar maksymalnej mocy mięśniowej w postaci 2 powtórzeń eksplozywnego wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 60%1RM. Następnie, uczestnicy wykonali ćwiczenie aktywacyjne składające się z 3 serii po 3 powtórzenia wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 85%1RM z 4 minutową przerwą wypoczynkową między seriami. Po 4, 8, 12 i 16 minutowej przerwie wypoczynkowej, każdy uczestnik ponownie wykonał test maksymalnej mocy mięśniowej (podczas wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym 60%1RM). Optymalny czas indywidualnej przerwy wypoczynkowej został wybrany jako najwyższa wartość mocy mięśniowej uzyskanej ze wszystkich prób (4 vs. 8 vs. 12 vs. 16 min). W trakcie sesji eksperymentalnych, po standaryzowanej rozgrzewce uczestnicy badania, w sposób losowy wykonali a) 3 serie wyciskania sztangi leżąc do odmowy z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 60%1RM po wykonaniu ćwiczenia aktywacyjnego z uwzględnieniem indywidualnego czasu przerwy wypoczynkowej, w formie 3 serii po 3 powtórzenia wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 85%1RM z 4 minutową przerwą wypoczynkową między każdą z serii ćwiczeń b) 3 serie wyciskania sztangi leżąc do odmowy z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 60%1RM z 4 minutową przerwą wypoczynkową między seriami. Do pomiaru generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi ponownie wykorzystano transduktor liniowy Tendo Power Analyzer (Tendo Sport Machines, Trencin, Słowacja), a pomiaru objętości wysiłku wykorzystano liczbę powtórzeń oraz czas napięcia mięśniowego. Głównym odkryciem badania **(3)** był fakt, że protokół z wykorzystaniem efektu PAP przyczynił się do istotnego wzrostu objętości treningu ocenianego na podstawie czasu

napięcia mięśniowego, natomiast nie wykazano znaczących zmian w liczbie wykonywanych powtórzeń w porównaniu z warunkami kontrolnymi. Z literatury wiadomo, że wyższa wartość czasu napięcia mięśniowego, podczas braku różnic objętości ocenianej na podstawie liczby powtórzeń czy ilości podniesionych kilogramów, może skutkować większym zmęczeniem nerwowo-mięśniowym [20], jednakże rezultaty badania (3) nie wykazały istotnych różnic w poziomie zmęczenia przejawiającego się w różnicach generowanej mocy mięśniowej czy prędkość sztangi między poszczególnymi protokołami (PAP vs. warunki kontrolne). W związku z tym, uzyskane wyniki sugerują, że efekt PAP można wykorzystać do natychmiastowego wydłużenia objętości wysiłku ocenianego przez czas napięcia mięśniowego, bez wpływu na moc mięśniową oraz prędkość sztangi w kolejno wykonywanych seriach do odmowy.

Wyniki uzyskane we wcześniejszych eksperymentach (1), (2) i (3) przyczyniły się do powstania artykułu naukowego „*The Effects of Plyometric Conditioning on Post-Activation Bench Press Performance*” (4) opublikowanego w czasopiśmie „*Journal of Human Kinetics*”, którego problemem badawczym stała się ocena odwrotnej niż klasycznie stosowana w praktyce treningowej kolejność ćwiczeń w celu wywołania zjawiska PAP.

Odwrotna kolejność konwencjonalnych protokołów PAP, tj. ćwiczenia balistyczne lub plajometryczne wykonywane jako ćwiczenie aktywacyjne przed ćwiczeniem oporowym o podobnej strukturze ruchu z zastosowaniem wysokich wartości obciążenia zewnętrznego, nie były dotychczas szeroko badane. Doniesienia literatury naukowej wskazują na wysoką skuteczność plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego przed ćwiczeniami eksplozywnymi wykonywanymi z niskim lub bez obciążenia zewnętrznego [10,24]. Co więcej, [25,26] wykazano, że plajometryczne ćwiczenie aktywacyjne w istotny sposób przyczyniło się do wzrostu siły maksymalnej ocenianej w teście 1RM kończyn dolnych (przysiad ze sztangą), jak i górnych (wyciskanie sztangi leżąc). Jednakże, do tej pory żaden z przeprowadzonych eksperymentów nie oceniał wpływu plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego na poziom mocy i prędkości ruchu podczas ćwiczenia oporowego wykonywanego z wysoką wartością obciążenia zewnętrznego.

Mając na uwadze powyższe fakty, zdecydowano się na realizację kolejnych badań (4), w którym udział wzięło 12, zdrowych mężczyzn (wiek: 24.5 ± 2.6 lat, masa ciała: 84.8 ± 8.0 kg) z kilkuletnim stażem w treningu oporowym (6.3 ± 2.5 lat) oraz wysokim poziomem siły maksymalnej w wyciskaniu sztangi leżąc (1RM: 105.8 ± 9.9 kg). Procedura badania zakładała realizację przez uczestników dwóch sesji. Pierwszej, w celu zapoznania się z protokołem eksperymentu oraz wykonaniu testu 1RM w wyciskaniu sztangi leżąc. Drugiej,

w której po wykonaniu standaryzowanej rozgrzewki, wszyscy uczestnicy wykonali wyjściowy pomiar mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas 3 powtórzeń wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 70%1RM. Powtórzenie, w którym uzyskano najwyższą wartość generowanej mocy mięśniowej zostało wybrane do dalszej analizy. Następnie po losowym doborze do grup, uczestnicy grupy PAP wykonali 3 serie po 5 powtórzeń eksplozywnych ugięć ramion w podporze przodem („pompki plajometryczne”). W tym czasie uczestnicy zakwalifikowani do grup kontrolnej trenowali na ergometrze rowerowym angażującym także górną część ciała (Keiser M3i Total Body Trainer) z oporem na poziomie 100W w zakresie 70-80 obrotów na minutę. W dalszej kolejności, 4 minuty po zakończeniu powyższych protokołów, każdy z uczestników przystąpił do pomiaru mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas 3 serii po 3 powtórzenia wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 70%1RM i 4 minutową przerwą wypoczynkową między seriami. Jak w przypadku poprzednich eksperymentów, do pomiaru wymienionych wielkości kinematycznych zastosowano transduktor liniowy Tendo Power Analyzer (Tendo Sport Machines, Trenčin, Słowacja). Głównym wnioskiem, który wynika z przeprowadzonego eksperymentu (4) było stwierdzenie, że plajometryczne ćwiczenie aktywacyjne przyczynia się do istotnego wzrostu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem wysokiej wartości obciążenia zewnętrznego. Analiza wyników wykazała istotny wzrost maksymalnej mocy mięśniowej i maksymalnej prędkości sztangi w pierwszej serii wyciskania sztangi leżąc w porównaniu z wartością wyjściową po zastosowaniu plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego. Należy także podkreślić, że takich zmian nie zaobserwowano w grupie kontrolnej. Wymaga także podkreślenia faktu, że w 3 serii wartości maksymalne i średnie generowanej mocy oraz uzyskiwanej prędkości sztangi uległy istotnemu obniżeniu w porównaniu do tych odnotowanych w pomiarze wyjściowym oraz 1 serii w grupie PAP. Takich zmian nie stwierdzono w grupie kontrolnej. W związku z tym, uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego istotnie zmienia wartości generowanej mocy i prędkości sztangi w kolejno wykonywanych seriach wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 70%1RM.

Wyniki tych badań dostarczyły dowodów, że zastosowanie plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego może być prostym oraz atrakcyjnym, z praktycznego punktu widzenia, rozwiązaniem do wywołania efektu PAP w ramach rozgrzewki przed rywalizacją sportową. W dodatku, wykorzystanie plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego przed zadaniami ruchowymi wykonywanymi z wysokim obciążeniem zewnętrznym może

przyczynić się do wzrostu mocy mięśniowej oraz prędkości ruchu. Warto jednak podkreślić, że natychmiastowy wzrost wyżej wymienionych wielkości kinematycznych niekoniecznie może zostać zachowany w kolejnych seriach podejmowanego ćwiczenia lub może wymagać dłuższej niż zastosowana w protokole badania przerwy wypoczynkowej (>4 min.).

Wyniki wcześniej przeprowadzonych eksperymentów **(1)** i **(2)** oraz dokonana podczas ich tworzenia analiza piśmiennictwa przyczyniły się do powstania artykułu naukowego pod tytułem: „*Post Activation Performance Enhancement in the Bench Press Throw: a Systematic Review and Meta-Analysis*” **(5)** opublikowanego w czasopiśmie „*Frontiers in Physiology*”. W publikacji dokonano przeglądu systematycznego badań nad wykorzystaniem efektu PAP w celu natychmiastowej poprawy sprawności podczas wyrzutu sztangi leżąc z zastosowaniem suwnicy Smith’a na skutek zastosowania wybranych ćwiczeń aktywacyjnych. Po przeglądzie elektronicznych baz danych (MEDLINE, PubMed i SPORTDiscus) oraz poddaniu krytycznej ocenie do dalszych analiz wyłoniono 11 artykułów, w których łącznie uczestniczyło 174 doświadczonych w treningu oporowym mężczyzn (wiek: 25.2 ± 2.1 lat, masa ciała: 88.4 ± 7.5 kg, względny poziom siły maksymalnej w wyciskaniu sztangi leżąc 1.31 ± 0.14 kg/kg-1).

Przeprowadzona meta-analiza ujawniła małą łączną wielkość efektu dla zjawiska PAP podczas wyrzutu sztangi leżąc z wykorzystaniem suwnicy Smith’a (ES – wielkość efektu = 0.33). Analizując wpływ poszczególnych zmiennych treningowych, dowiedziono, że zastosowanie wyciskania sztangi leżąc jako ćwiczenia aktywacyjnego z intensywnością 60-84%1RM (ES = 0.43) wywoływało większy efekt PAP niż ćwiczenia balistyczno-plajometryczne (np. wyrzut sztangi leżąc, pompki plajometryczne) (ES = 0.29) oraz wyciskanie sztangi leżąc z intensywnością powyżej 85%1RM, a także powyżej 100%1RM czy wykonanie włącznie fazy koncentrycznej wyciskania sztangi leżąc (ES = 0.23 i ES = 0.22; ES = 0.11; odpowiednio). W dodatku, wyniki dostarczyły informacji, że wykonanie pojedynczej serii ćwiczenia aktywacyjnego (ES = 0.37) spowodował o nieco większy efekt niż wielu serii (ES = 0.29). Co więcej, umiarkowane czasy przerwy wypoczynkowej po ćwiczeniu aktywacyjnym pozwalały uzyskać nieco większy efekt PAP dla intensywności poniżej 85%1RM (5-7 min, ES = 0.48) w porównaniu z krótszymi (0.15-4 min, ES = 0.4) i dłuższymi przerwami (>8 min, ES = 0.36). Biorąc pod uwagę intensywność powyżej 85%1RM podczas ćwiczenia aktywacyjnego, umiarkowany czas przerwy wypoczynkowej skutkował podobnym efektem PAP (5-7 min, ES = 0.3) jak dłuższy (>8 min, ES = 0.29), podczas gdy krótsze przerwy wypoczynkowe wpłynęły negatywnie na efektywność wyrzutów sztangi leżąc z wykorzystaniem suwnicy Smith’a (0.15-4 min, ES = -0.13).

Uzyskanie wyniku mogą mieć duże znaczenie praktyczne dla sportowców i trenerów dyscyplin sportu, w których ważną rolę odgrywa wysoki poziom mocy mięśniowej generowanej przez kończyny górne, dostarczając cennych informacji dotyczących optymalnego zakresu każdej zmiennej w treningu wykorzystującym efekt PAP. Zawodnicy, których celem jest poprawa wyników w wyrzucie sztangi leżąc z wykorzystaniem suwnicy Smith'a, powinni rozważyć poprzedzenie ich (5-7 minut przed), pojedynczą serią ćwiczenia aktywacyjnego w postaci wyciskania sztangi leżąc o umiarkowanej intensywności (60-84% 1RM).

Główny przekaz naukowy i praktyczne implikacje zaprezentowanego cyklu artykułów pt.: „Wykorzystanie efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP) w treningu kompleksowym kończyn górnych”. Podsumowanie wyników badań i wnioski

Prowadzone badania w zakresie optymalizacji efektu PAP wykazały, że zastosowanie wyłącznie fazy ekscentrycznej podczas wyciskania sztangi leżąc może być skuteczną formą ćwiczenia aktywacyjnego, jednak tylko wtedy, gdy obciążenie zewnętrzne przekracza 100%1RM. Z uwagi na brak istotnych różnic w wartościach generowanej mocy i prędkości sztangi podczas wyrzutu sztangi leżąc z wykorzystaniem suwnicy Smith'a po zastosowaniu ćwiczenia aktywacyjnego w formie wyłącznie fazy ekscentrycznej pomiędzy obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 110%1RM i 130%1RM, za odpowiednią można uznać 110%1RM. Z praktycznego punktu widzenia, ta obciążenia zewnętrznego pozwoli uniknąć nadmiernego przeciążenia, przy jednoczesnym uzyskaniu takiej samej poprawy sprawności fizycznej na skutek zastosowanego pobudzenia. Ponadto, odnotowana poprawa sprawności fizycznej dotyczy czynności ruchowych zarówno wykorzystujących jak i niewykorzystujących cykl rozciągnięcie - skurcz. Dodatkowo, wyniki uzyskane i przedstawione w ramach cyklu artykułów „Wykorzystanie efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP) w treningu kompleksowym kończyn górnych” wskazują, że efekt PAP nie ogranicza się wyłącznie do poprawy sprawności fizycznej podczas wykonywania eksplozywnych czynności ruchowych z niskim obciążeniem zewnętrznym i niewielką objętością. Może on zostać również wykorzystany do natychmiastowego zwiększania objętości wysiłku ocenianego przez czas napięcia mięśniowego, bez negatywnego wpływu na moc mięśniową oraz prędkość sztangi w kolejno wykonywanych seriach wyciskania sztangi leżąc do odmowy. W omawianych badaniach uzyskano także dowody, że wykorzystanie plajometrycznego ćwiczenia aktywacyjnego skutecznie zwiększa poziom generowanej mocy

mięśniowej i prędkość ruchu podczas wyciskania sztangi leżąc z wysokim obciążeniem zewnętrznym.

Przyszłe badania w zakresie wykorzystania efektu PAP powinny ocenić wpływ zastosowania różnych ćwiczeń aktywacyjnych wykonywanych w formie wyłącznie fazy ekscentrycznej z supramaksymalnymi wartościami obciążenia zewnętrznego na objętość wysiłku oraz sprawność fizyczną podczas następnie podejmowanych czynności ruchowych. Ponadto, powinny bezpośrednio porównać efektywność wyżej wymienionej formy ćwiczenia aktywacyjnego z rekomendowanymi aktualnie wartościami obciążenia zewnętrznego (>85%1RM). Istnieje także potrzeba oceny wpływu podobnych procedur eksperymentalnych na długotrwałe zmiany adaptacyjne.

Bibliografia:

1. Tillin, N.A.; Bishop, D. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities: *Sports Med.* **2009**, *39*, 147–166, doi:10.2165/00007256-200939020-00004.
2. Seitz, L.B.; Haff, G.G. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med.* **2016**, *46*, 231–240, doi:10.1007/s40279-015-0415-7.
3. Wilson, J.M.; Duncan, N.M.; Marin, P.J.; Brown, L.E.; Loenneke, J.P.; Wilson, S.M.C.; Jo, E.; Lowery, R.P.; Ugrinowitsch, C. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power: Effects of Conditioning Activity, Volume, Gender, Rest Periods, and Training Status. *J. Strength Cond. Res.* **2013**, *27*, 854–859, doi:10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb.
4. Blazevich, A.J.; Babault, N. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Front. Physiol.* **2019**, *10*, 1359, doi:10.3389/fphys.2019.01359.
5. Rassier, D.E.; Macintosh, B.R. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz. J. Med. Biol. Res. Rev. Bras. Pesqui. Medicas E Biol.* **2000**, *33*, 499–508, doi:10.1590/s0100-879x2000000500003.
6. Esformes, J.I.; Keenan, M.; Moody, J.; Bampouras, T.M. Effect of Different Types of Conditioning Contraction on Upper Body Postactivation Potentiation: *J. Strength Cond. Res.* **2011**, *25*, 143–148, doi:10.1519/JSC.0b013e3181fef7f3.
7. Bogdanis, G.C.; Tsoukos, A.; Veligeas, P.; Tsolakis, C.; Terzis, G. Effects of muscle action type with equal impulse of conditioning activity on postactivation potentiation. *J. Strength Cond. Res.*

2014, 28, 2521–2528, doi:10.1519/JSC.0000000000000444.

8. Suchomel, T.J.; Sato, K.; DeWeese, B.H.; Ebben, W.P.; Stone, M.H. Potentiation Effects of Half-Squats Performed in a Ballistic or Nonballistic Manner: *J. Strength Cond. Res.* **2016**, *30*, 1652–1660, doi:10.1519/JSC.0000000000001251.

9. Gołaś, A.; Maszczyk, A.; Zajac, A.; Mikołajec, K.; Stastny, P. Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *J. Hum. Kinet.* **2016**, *52*, 95–106, doi:10.1515/hukin-2015-0197.

10. Ulrich, G.; Parstorfer, M. Effects of Plyometric Versus Concentric and Eccentric Conditioning Contractions on Upper-Body Postactivation Potentiation. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2017**, *12*, 736–741, doi:10.1123/ijsp.2016-0278.

11. Hoppeler, H. Moderate Load Eccentric Exercise; A Distinct Novel Training Modality. *Front. Physiol.* **2016**, *7*, 483, doi:10.3389/fphys.2016.00483.

12. Lastayo, P.C.; Reich, T.E.; Urquhart, M.; Hoppeler, H.; Lindstedt, S.L. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* **1999**, *276*, R611–R615, doi:10.1152/ajpregu.1999.276.2.R611.

13. Komi, P.V. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc. Sport Sci. Rev.* **1984**, *12*, 81–121.

14. Nishikawa, K.C.; Monroy, J.A.; Uyeno, T.E.; Yeo, S.H.; Pai, D.K.; Lindstedt, S.L. Is titin a ‘winding filament’? A new twist on muscle contraction. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* **2012**, *279*, 981–990, doi:10.1098/rspb.2011.1304.

15. Bevan, H.R.; Bunce, P.J.; Owen, N.J.; Bennet, M.A.; Cook, C.J.; Cunningham, D.J.; Newton, R.U.; Kilduff, L.P. Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 43–47.

16. Garnacho-Castaño, M.V.; López-Lastra, S.; Maté-Muñoz, J.L. Reliability and validity assessment of a linear position transducer. *J. Sports Sci. Med.* **2015**, *14*, 128–136.

17. Van Hooren, B.; Bosch, F. Influence of Muscle Slack on High-Intensity Sport Performance: A Review. *Strength Cond. J.* **2016**, *38*, 75–87.

18. Kraemer, W.J.; Ratamess, N.A.; French, D.N. Resistance Training for Health and Performance: *Curr. Sports Med. Rep.* **2002**, *1*, 165–171, doi:10.1249/00149619-200206000-00007.

19. Tran, Q.T.; Docherty, D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. *J. Sports Sci. Med.* **2006**, *5*, 707–713.

20. Wilk, M.; Golas, A.; Stastny, P.; Nawrocka, M.; Krzysztofik, M.; Zajac, A. Does Tempo of Resistance Exercise Impact Training Volume? *J. Hum. Kinet.* **2018**, *62*, 241–250, doi:10.2478/hukin-2018-0034.
21. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults: *Med. Sci. Sports Exerc.* **2009**, *41*, 687–708, doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670.
22. Sevilmiş, E.; Atalağ, O. Effects of post activation potentiation on eccentric loading: Is it possible to do more repetitions after supra-maximal loading? *J. Hum. Sport Exerc.* **2019**, *14*, doi:10.14198/jhse.2019.143.09.
23. Alves, R.R.; Viana, R.B.; Silva, M.H.; Guimarães, T.C.; Vieira, C.A.; Santos, D. de A.T.; Gentil, P.R.V. Postactivation Potentiation Improves Performance in a Resistance Training Session in Trained Men: *J. Strength Cond. Res.* **2019**, *1*, doi:10.1519/JSC.0000000000003367.
24. Sharma, S.K.; Raza, S.; Moiz, J.A.; Verma, S.; Naqvi, I.H.; Anwer, S.; Alghadir, A.H. Postactivation Potentiation Following Acute Bouts of Plyometric versus Heavy-Resistance Exercise in Collegiate Soccer Players. *BioMed Res. Int.* **2018**, *2018*, 1–8, doi:10.1155/2018/3719039.
25. Masamoto, N.; Larson, R.; Gates, T.; Faigenbaum, A. Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *J. Strength Cond. Res.* **2003**, *17*, 68–71, doi:10.1519/1533-4287(2003)017<0068:aeopeo>2.0.co;2.
26. Wilcox, J.; Larson, R.; Brochu, K.M.; Faigenbaum, A.D. Acute Explosive-Force Movements Enhance Bench-Press Performance in Athletic Men. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2006**, *1*, 261–269, doi:10.1123/ijsp.1.3.261.

5.1. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

Podsumowanie pozostałych osiągnięć naukowych, na które składają się 42 prace, z czego 35 posiada wskaźnik Impact Factor oraz 7 pozostałych znajdujących się na liście „B” MNiSW zostało przedstawione w podrozdziale 5.1.1. Łącznie, dorobek habilitanta z wyłączeniem jednotematycznego cyklu prac wynosi: **IF= 97.187 oraz MNSiW= 3003 KBN**

5.1.1. Krótka prezentacja prac opublikowanych po uzyskaniu tytułu doktora nauk o kulturze fizycznej.

Zainteresowania naukowe i problematyka prac naukowo – badawczych habilitanta obejmuje trzy zasadnicze grupy zagadnień:

1. Analiza struktury wewnętrznej oraz zewnętrznej wyciskania sztangi leżąc.
2. Wpływ suplementacji kofeiną na poziom bezpośrednich zmiany wartości siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej w grupie osób o jej wysokim dziennym spożyciu.
3. Wpływ zastosowania metody ograniczonego przepływu krwi w treningu oporowym na poziom bezpośrednich zmian siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej.

Do najważniejszych osiągnięć w pierwszym obszarze zaliczono następujące publikacje naukowe:

1. **Michał Krzysztofik**, Artur Gołaś, Michał Wilk, Petr Stastny, Robert George Lockie Adam Zając “A comparison of muscle activity between the cambered and standard bar during the bench press exercise” *Frontiers in Physiology* 2020, *11*, 875. [IF = 3.367; MNiSW = 100 pkt.]
2. **Michał Krzysztofik**, Adam Zając, Piotr Żmijewski, Michał Wilk “Can the cambered bar enhance acute performance in the bench press exercise?” *Frontiers in Physiology* 2020, *11*, 577400 [IF = 3.367; MNiSW = 100 pkt.]
3. Michał Wilk, Artur Gołaś, **Michał Krzysztofik**, Monika Nawrocka, Adam Zając “The effects of eccentric cadence on power and velocity of the bar during the concentric phase of the bench press movement” *Journal of Sports Science & Medicine* 2019, *18*, 191–197. [IF = 1.806, MNiSW = 100]
4. Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Miłosz Drozd, Adam Zając. „Changes of power output and velocity during successive sets of the bench press with different duration of

eccentric movement.” International Journal of Sports Physiology and Performance 2019, 8, 1-6 [IF = 3.528, MNiSW = 100 pkt.]

5. Michał Wilk, Mariola Gepfert, **Michał Krzysztofik**, Aleksandra Mostowik, Aleksandra Filip, Grzegorz Hajduk, Adam Zając “Impact of duration of eccentric movement in the one-repetition maximum test result in the bench press among women” Journal of Sports Science & Medicine 2020, 19, 317-322. [IF = 1.806, MNiSW = 100]
6. Michał Wilk, Artur Gołaś, Piotr Żmijewski, **Michał Krzysztofik**, Aleksandra Filip, Juan Del Coso, James Tufano “The Effects of the Movement Tempo on the One-Repetition Maximum Bench Press Results” Journal of Human Kinetics 2020, 72, 151-159. [IF = 1.664, MNiSW = 140]
7. Michał Wilk, Mariola Gepfert, **Michał Krzysztofik**, Artur Gołaś, Aleksandra Mostowik, Adam Maszczyk, Adam Zając “The influence of grip width on training volume during the bench press with different movement tempos” Journal of Human Kinetics 2019, 68, 49-57. [IF = 1.664, MNiSW = 140]
8. Jakub Jarosz, Artur Gołaś, **Michał Krzysztofik**, Patryk Matykiewicz, Katarzyna Strońska, Adam Zając, Adam Maszczyk „Changes in muscle pattern activity during the asymmetric flat bench press (offset training)” International Journal of Environmental Research and Public Health 2020, 17, 3912. [IF = 2.849; MNiSW = 70 pkt.].

Obszar ten składa się z 8 prac o łącznej wartości **IF= 20.051 oraz MNiSW = 850 KBN.**

Podjętym problemem naukowym prac wymienionych w drugiej grupie zagadnień była analiza struktury wewnętrznej oraz zewnętrznej podczas wybranych modyfikacji wyciskania sztangi leżąc. Pełna analiza struktury ruchu składająca się zarówno z jej oceny wewnętrznej za pomocą elektromiografii powierzchniowej oraz zewnętrznej polegającej na kontroli wielkości kinematycznych pozwala dokonać kompletnej interpretacji rezultatów i optymalizacji procesu treningowego z uwzględnieniem wykorzystania potencjału zawodnika. W rezultacie, efektywność wykonania podejmowanych czynności ruchowych wzrasta, a tym samym zwiększa szansę na realizację postawionego celu.

Trening oporowy jest powszechnie wykorzystywaną formą aktywności fizycznej w celu kształtowania siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej, a także sylwetki ciała

zarówno przez sportowców jak i osoby rekreacyjnie ćwiczące. W przypadku grup mięśniowych górnej części ciała, jednym z najczęściej stosowanych ćwiczeń rozwijających te zdolności jest wyciskanie sztangi leżąc. Jest to ćwiczenie wielostawowe, pozwalające stosować wysokie obciążenie zewnętrzne, a jako główne mięśnie zaangażowane w pracę uznaje się mięsień piersiowy większy, przednią część mięśnia naramiennego oraz mięsień trójgłowy ramienia. Potencjał wyciskania sztangi leżąc do kształtowania siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej spowodował, że jest to ćwiczenie często wykorzystywane zarówno do celów treningowych, jak i testowych oraz badawczych. W związku z tym, naukowcy i trenerzy wykazują wysokie zainteresowanie szczegółami dotyczącymi optymalizacji wykorzystania wyciskania sztangi leżąc w procesie treningu. Z tego względu, celem prac wymienionych w drugiej grupie zagadnień była analiza struktury wewnętrznej oraz zewnętrznej podczas zastosowania wybranych zmiennych metodyki treningu oporowego i modyfikacji wyciskania sztangi leżąc

Pierwsza z wskazanych przez habilitanta prac pod tytułem „*A comparison of muscle activity between the cambered and standard bar during the bench press exercise*” (1), została opublikowana w czasopiśmie „*Frontiers in Physiology*” i dotyczyła porównania aktywności elektromiograficznej głównych mięśni zaangażowanych w trakcie wyciskania sztangi prostej i łamanej (Cambered Bar) leżąc z różnymi wartościami obciążenia zewnętrznego (50%, 70%, 90%1RM). Wpływ zakresu ruchu podczas wykonywania różnych ćwiczeń oporowych i wywoływanych przez nie specyficznych adaptacji nerwowo-mięśniowych jest szeroko i stale analizowany [1-5]. W dostępnych badaniach autorzy przeanalizowali wpływ pełnego (możliwego do uzyskania podczas zastosowania sztangi prostej w trakcie wyciskania leżąc) jak i częściowego zakresu ruchu na natychmiastowe [6] lub chroniczne zmiany sprawności fizycznej [3]. Ponadto, manipulacja zakresem ruchu jest strategią powszechnie stosowaną wśród trenerów przygotowania motorycznego w zgodzie z zasadą specyficzności wysiłku [5]. Jednakże, wyniki ostatnich badań naukowych wskazują, że ćwiczenia oporowe wykonywane z pełnym zakresem ruchu przyczyniają się do istotnie większego wzrostu maksymalnej siły mięśniowej oraz uzyskiwanej prędkości ruchu w porównaniu do zastosowania częściowego zakresu ruchu podejmowanych ćwiczeń oporowych [1-4]. W sporcie wyczynowym często wykorzystuje się zaawansowane techniki i metody treningu oporowego, aby zapewnić dodatkowy bodziec do przełamania stagnacji, zapobiegania monotonii, realizacji różnych celów treningowych, czy też skrócenia czasu trwania sesji treningowych [7-10]. Alternatywnym lub dodatkowym przyborem treningowym, który może zostać wykorzystany

podczas wyciskania leżąc, jest sztanga łamana – Cambered Bar. Sztanga Cambered wygięta w kształt litery „U” pozwala zwiększyć zakres ruchu, poprzez stworzenie dodatkowej przestrzeni dla klatki piersiowej [11]. Sztanga łamana pozwala uzyskać podobny zakres ruchu do tego osiąganego podczas wyciskania hantli leżąc, jednak wymaga niższego poziomu stabilizacji mięśni naramiennych [11].

Wyniki przeprowadzonego badania wskazały na łączny wpływ zakresu ruchu i obciążenia zewnętrznego na aktywność elektromiograficzną głównych mięśni zaangażowanych podczas wyciskania sztangi leżąc. Zwiększony zakres ruchu na skutek zastosowania sztangi Cambered przyczynił się do wzmożonej aktywności elektromiograficznej części przedniej mięśnia naramiennego, podczas gdy sztanga prosta prowadziła do wyższej aktywności mięśnia piersiowego wielkiego oraz głowy długiej mięśnia trójgłowego ramienia 90%1RM.

Kolejnym etapem analiz dotyczących wykorzystania sztangi łamanej była praca pod tytułem „*Can the cambered bar enhance acute performance in the bench press exercise?*” (2) opublikowana w czasopiśmie „*Frontiers in Physiology*”, która dotyczyła porównania wartości generowanej mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi podczas wyciskania sztangi prostej i łamanej leżąc. Każdy z uczestników wykonał pojedynczą serię składającą się z 3 powtórzeń wyciskania sztangi prostej i łamanej w losowej kolejności z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 50%1RM. Wyniki tego badania wykazały, że istotnie wyższe wartości mocy mięśniowej i prędkości sztangi zaobserwowano podczas wyciskania sztangi łamanej w porównaniu z wyciskaniem sztangi prostej leżąc. Większy zakres ruchu możliwy do osiągnięcia dzięki zastosowaniu sztangi łamanej pozwala znacznie zwiększyć drogę przyspieszenia sztangi, co przyczynia się do uzyskania istotnie wyższego poziomu generowanej mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi. Podsumowując, zastosowanie sztangi łamanej może zwiększyć efektywność treningu ukierunkowanego na kształtowanie mocy mięśniowej kończyn górnych.

Celem trzeciej ze wskazanych przez habilitanta prac pod tytułem „*The Effects of Eccentric Cadence on Power and Velocity of the Bar during the Concentric Phase of the Bench Press Movement*” (3) opublikowanej w czasopiśmie „*Journal of Sports Science and Medicine*”, było porównanie wpływu dwóch czasów trwania fazy ekscentrycznej wyciskania sztangi leżąc na poziom natychmiastowych zmian generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi. Procedura eksperymentalna zakładała wykonanie 3 serii po 3 powtórzenia wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym równym 70%1RM oraz określonym

czasem trwania fazy ekscentrycznej wynoszącym 2 lub 6 sekund. Wyniki badania (3) wykazały, że istotnie wyższe wartości szczytowe i średnie mocy mięśniowej oraz prędkości ruchu były osiągnane podczas wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem 2 sekundowej fazy ekscentrycznej w porównaniu z 6 sekundowym czasem jej trwania. Autorzy wnioskowali, że wydłużona faza ekscentryczna prowadzi do generowania istotnie niższych wartości mocy mięśniowej i uzyskiwanej prędkości sztangi podczas jej wyciskania leżąc. W związku z tym, planując trening ukierunkowany na kształtowanie mocy mięśniowej, należy zwracać uwagę nie tylko na osiąganą prędkość ruchu w fazie koncentrycznej wyciskania sztangi leżąc, ale także w fazie ekscentrycznej wybranej czynności ruchowej. Odnotowane różnice mają najprawdopodobniej związek z efektywniejszą pracą w cyklu rozciągnięcie – skurcz poprzez wykorzystanie energii sprężystej zgromadzonej podczas fazy ekscentrycznej i jej uwolnieniem podczas fazy koncentrycznej ruchu w trakcie zastosowania krótszego czasu trwania fazy ekscentrycznej ćwiczenia.

Kontynuacją badania (3) był artykuł pod tytułem *“Changes of Power Output and Velocity During Successive Sets of the Bench Press With Different Duration of Eccentric Movement”* (4) opublikowany w czasopiśmie *“International Journal of Sports Physiology and Performance”*, którego głównym celem była ocena wpływu zmiennego czasu trwania fazy ekscentrycznej na poziom efektu PAP pomiędzy kolejnymi seriami wyciskania sztangi leżąc. Procedura badawcza zakładała wykonanie 3 serii składających się z 1 powtórzenia wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 70%1RM oraz czasem trwania fazy ekscentrycznej wynoszącym 2 lub 6 sekund. Efekt PAP oceniano na podstawie pomiaru i analiz zmian pomiędzy poszczególnymi seriami w poziomie maksymalnej oraz średniej mocy mięśniowej i prędkości sztangi. Przeprowadzony eksperyment (4) wykazał, że występują istotne różnice w wywołanym poziomie efektu PAP pomiędzy kolejnymi seriami wyciskania sztangi leżąc w przypadku zastosowania różnych czasów trwania fazy ekscentrycznej. W trakcie zastosowania 2 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej podczas wyciskania sztangi leżąc wystąpił istotny wzrost mocy mięśniowej i prędkości sztangi pomiędzy każdą z kolejno wykonywanych serii. Z kolei, w przypadku zastosowania 6 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej badania wykazały, że efekt PAP wystąpił tylko pomiędzy drugą a pierwszą serią, natomiast w serii trzeciej zaobserwowano istotne obniżenie poziomu mocy mięśniowej i prędkości sztangi w porównaniu do pierwszej oraz drugiej serii. Uzyskane wyniki wskazują, że czas trwania fazy ekscentrycznej w trakcie wyciskania sztangi leżąc ma istotny wpływ na wielkość efektu PAP. W związku z tym, precyzyjne określenie czasu trwania fazy ekscentrycznej jest szczególnie istotne

uwzględniając, że występowanie poprawy sprawności fizycznej jest uzależnione od optymalnego związku między wywołanym efektem PAP, a indukowanym w tym samym czasie zmęczeniem.

Wyniki uzyskane w badaniu (3) i (4) stanowiły podstawę do przeprowadzenia kolejnego projektu badawczego dotyczącego wpływu czasu trwania fazy ekscentrycznej na sprawność fizyczną podczas wyciskania sztangi leżąc, które zostały opisane w artykule pod tytułem: *“Impact of duration of eccentric movement in the one-repetition maximum test result in the bench press among women”* (5) opublikowanym w czasopiśmie *Journal of Sports Science & Medicine*. Celem głównym wymienionego powyżej badania stała się analiza wpływu czasu trwania fazy ekscentrycznej wyciskania sztangi leżąc na poziom maksymalnej siły mięśniowej ocenianej poprzez test jednego powtórzenia maksymalnego (1RM) w grupie kobiet. Test 1RM definiuje się jako maksymalne obciążenie zewnętrzne, z którym zawodnik jest w stanie wykonać jedno powtórzenie z zachowaniem odpowiedniego zakresu ruchu oraz prawidłowej techniki ćwiczenia oporowego. Pomiar siły maksymalnej za pomocą testu 1RM jest powszechnie stosowany zarówno do celów treningowych, jak i badawczych z uwagi na prostotę oraz brak wymagań dotyczących specjalistycznego sprzętu. Prawidłowe wykonanie testu 1RM pozwala na precyzyjne dostosowanie intensywności treningowej oraz zaplanowanie periodyzacji. Uwzględniając powyższe, a także mając na uwadze wyniki badania (3) i (4), które wykazały istotny wpływ czasu trwania fazy ekscentrycznej na poziom mocy mięśniowej oraz prędkość sztangi podczas jej wyciskania leżąc w badaniu (5) postawiono hipotezę, że czas trwania fazy ekscentrycznej będzie miał znaczący wpływ na wartość maksymalną obciążenia zewnętrznego uzyskanego podczas testu 1RM. Procedura badania zakładała wykonanie trzech standaryzowanych testów 1RM wyciskania sztangi leżąc w losowej kolejności z uwzględnieniem trzech wartości czasu trwania fazy ekscentrycznej: 2, 4 oraz 6 sekund.

Wyniki badania (5) wykazały, że czas trwania fazy ekscentrycznej wyciskania sztangi leżąc ma istotny wpływ na wielkość maksymalnego obciążenia zewnętrznego uzyskanego podczas testu 1RM. Zastosowanie 6 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej skutkowało osiągnięciem przez uczestników istotnie niższych wartości podczas testu 1RM w porównaniu z 4 i 2 sekundowym czasem trwania tej fazy. W dodatku, istotnie niższe wartości w trakcie testu 1RM odnotowano podczas 4 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej w porównaniu z 2 sekundowym. Wyniki badania (5) wskazują, że procedura testu 1RM stosowana podczas wyciskania sztangi leżąc powinna zakładać sprecyzowany czas trwania fazy ekscentrycznej. Ponadto, jeżeli proces treningowy czy procedura badawcza

zakłada stosowanie różnych czasów trwania fazy ekscentrycznej, test 1RM powinien być wykonywany niezależnie dla każdego z nich.

W kolejnym badaniu postawiono za cel pracy określenie wpływu czasu trwania fazy ekscentrycznej wyciskania sztangi leżąc na poziom maksymalnej siły mięśniowej ocenianej na podstawie testu 1RM był artykuł pod tytułem *“The Effects of the Movement Tempo on the One-Repetition Maximum Bench Press Results”* (6) opublikowanym w czasopiśmie *„Journal of Human Kinetics”*. W odróżnieniu od badania (5), w procedurze eksperymentu opracowanej na potrzeby artykułu (6) udział wzięli mężczyźni oraz zastosowano pięć różnych wartości czasu trwania fazy ekscentrycznej: wolicjonalną, 2, 5, 8 i 10 sekundową. Uzyskane wyniki wskazały, że istotnie wyższe wartości maksymalnego obciążenia zewnętrznego w teście 1RM uzyskano podczas prób wykonywanych z zastosowaniem wolicjonalnego oraz 2 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej w porównaniu do pozostałych czasów. Ponadto, odnotowano brak różnic pomiędzy wykorzystaniem wolicjonalnego i 2 sekundowego czasu, a także nie wykazano różnic pomiędzy 8 i 10 sekundowym czasem trwania fazy ekscentrycznej. Odnotowane wyniki potwierdziły rezultaty uzyskane w badaniu (5) wskazując, że test 1RM wymaga standaryzacji czasu trwania fazy ekscentrycznej, a także poparły fakt, że wydłużenie czasu jej trwania prowadzi do znacznego obniżenia uzyskiwanej wartości maksymalnego obciążenia zewnętrznego podczas wyciskania sztangi leżąc.

Następnym etapem analiz była ocena wpływu czasu trwania fazy ekscentrycznej oraz szerokości uchwytu podczas wyciskania sztangi leżąc na objętość wysiłku, co stanowiło główny problem badawczy artykułu *„The Influence of Grip Width on Training Volume During the Bench Press with Different Movement Tempos”* (7) opublikowanego w czasopiśmie *„Journal of Human Kinetics”*. Procedura badawcza zakładała udział w 4 sesjach eksperymentalnych z zastosowaniem dwóch różnych czasów trwania fazy ekscentrycznej: 2 i 6 sekund oraz dwóch odmiennych szerokości chwytu: szeroki – 200% odległości między wyrostkami barkowymi (acromion) oraz wąski – 95% odległości między wyrostkami barkowymi w grupie kobiet. Każdy z uczestników wykonał 5 serii wyciskania sztangi leżąc do odmowy w każdej serii, odpowiednio z zastosowaniem 2 lub 6 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej oraz szerokim lub wąskim chwytem w losowej kolejności. W celu określenia objętości wysiłku zastosowano pomiar ilości wykonanych powtórzeń oraz czasu napięcia mięśniowego.

Wyniki uzyskane w ramach artykułu (8) wykazały istotnie wyższą ilość wykonanych powtórzeń w poszczególnych seriach jak i w całej jednostce treningowej podczas wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem 2 sekundowego czasu trwania fazy ekscentrycznej

w porównaniu do 6 sekundowego. Wprost przeciwnie, istotnie niższą wartość czasu napięcia mięśniowego osiągnięto stosując 2 sekundowy czas trwania fazy ekscentrycznej w porównaniu do 6 sekundowego. Wy tłumaczeniem tego zjawiska, może być znacznie niższe zapotrzebowanie na energię podczas skurczów ekscentrycznych w porównaniu do skurczów koncentrycznych oraz izometrycznych [12]. Ponadto, wyniki nie wykazały istotnych różnic w objętości wysiłku pomiędzy wyciskaniem sztangi leżąc w chwycie szerokim i wąskim, co wskazuje, że fakt ten nie ma wpływu na objętość wysiłku.

Ostatnim badaniem nawiązującym do zagadnienia dotyczącego analizy wewnętrznej oraz zewnętrznej wyciskania sztangi leżąc był artykuł pod tytułem „*Changes in muscle pattern activity during the asymmetric flat bench press (offset training)*” (8) opublikowany w czasopiśmie „*International Journal of Environmental Research and Public Health*”. Problemem badawczym powyższego badania było porównanie aktywności elektromiograficznej głównych mięśni zaangażowanych podczas symetrycznego i wybranych asymetrycznych modyfikacji wyciskania sztangi leżąc (2.5%, 5% i 7.5% różnica w pozycji rozmieszczenia obciążenia zewnętrznego między stronami sztangi) z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 70%1RM. Każdy z uczestników wykonał siedem prób wyciskania sztangi leżąc, jedną symetryczną oraz po dwie z asymetryczną pozycją obciążenia zewnętrznego (po jednej dla każdej ze stron) w losowej kolejności. Uzyskane wyniki wykazały, że rozmieszczenie obciążenia zewnętrznego ma istotny wpływ na aktywności elektromiograficzną głównych mięśni zaangażowanych podczas wyciskania sztangi leżąc. W porównaniu z symetryczną pozycją obciążenia zewnętrznego zastosowanego podczas wyciskania sztangi leżąc, asymetryczna pozycja prowadzi do znacznie wyższej aktywności elektromiograficznej głównych mięśni zaangażowanych po obciążonej stronie, jednak bez istotnego jej obniżenia po stronie dominującej. Wyniki tych badań pozwalają stwierdzić, że zastosowanie asymetrycznego rozmieszczenia obciążenia zewnętrznego podczas wykonywania bilateralnych ćwiczeń oporowych może być skutecznym i prostym podejściem do poprawy sprawności fizycznej obu stron ciała przy jednoczesnym zmniejszeniu deficytu mięśniowego.

Bibliografia:

1. Hartmann, H.; Wirth, K.; Klusemann, M.; Dalic, J.; Matuschek, C.; Schmidtbleicher, D. Influence of Squatting Depth on Jumping Performance: *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 3243–3261, doi:10.1519/JSC.0b013e31824ede62.

2. Bloomquist, K.; Langberg, H.; Karlsen, S.; Madsgaard, S.; Boesen, M.; Raastad, T. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2013**, *113*, 2133–2142, doi:10.1007/s00421-013-2642-7.
3. Martínez-Cava, A.; Hernández-Belmonte, A.; Courel-Ibáñez, J.; Morán-Navarro, R.; González-Badillo, J.J.; Pallarés, J.G. Bench Press at Full Range of Motion Produces Greater Neuromuscular Adaptations Than Partial Executions After Prolonged Resistance Training: *J. Strength Cond. Res.* **2019**, *1*, doi:10.1519/JSC.0000000000003391.
4. Martínez-Cava, A.; Morán-Navarro, R.; Sánchez-Medina, L.; González-Badillo, J.J.; Pallarés, J.G. Velocity- and power-load relationships in the half, parallel and full back squat. *J. Sports Sci.* **2019**, *37*, 1088–1096, doi:10.1080/02640414.2018.1544187.
5. Pallarés, J.G.; Cava, A.M.; Courel-Ibáñez, J.; González-Badillo, J.J.; Morán-Navarro, R. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. *Eur. J. Sport Sci.* **2020**, *20*, 115–124, doi:10.1080/17461391.2019.1612952.
6. Schoenfeld, B.J.; Grgic, J. Effects of range of motion on muscle development during resistance training interventions: A systematic review. *SAGE Open Med.* **2020**, *8*, 205031212090155, doi:10.1177/2050312120901559.
7. Martínez-Cava, A.; Morán-Navarro, R.; Hernández-Belmonte, A.; Courel-Ibáñez, J.; Conesa-Ros, E.; González-Badillo, J.J.; Pallarés, J.G. Range of Motion and Sticking Region Effects on the Bench Press Load-Velocity Relationship. *J. Sports Sci. Med.* **2019**, *18*, 645–652.
8. Krzysztofik; Wilk; Wojdała; Gołaś Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, *16*, 4897, doi:10.3390/ijerph16244897.
9. Weakley, J.J.S.; Till, K.; Read, D.B.; Roe, G.A.B.; Darrall-Jones, J.; Phibbs, P.J.; Jones, B. The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2017**, *117*, 1877–1889, doi:10.1007/s00421-017-3680-3.
10. Melibeu Bentes, C.; Simão, R.; Bunker, T.; Rhea, M.R.; Miranda, H.; Matassoli Gomes, T.; Da Silva Novaes, J. Acute effects of dropsets among different resistance training methods in upper body performance. *J. Hum. Kinet.* **2012**, *34*, 105–111, doi:10.2478/v10078-012-0069-6.
11. Corey, S.W. The cambered bar. *Strength Cond. J.* **1991**, *13*.

12. Lastayo, P.C.; Reich, T.E.; Urquhart, M.; Hoppeler, H.; Lindstedt, S.L. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* **1999**, *276*, R611–R615, doi:10.1152/ajpregu.1999.276.2.R611.

Drugi, zasadniczy obszar prac naukowych habilitanta oscyluje wokół zagadnień związanych z wpływem suplementacji kofeiną na poziom bezpośrednich zmian siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej. Obszar ten składa się z następujących publikacji:

1. Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Adam Maszczyk, Jakub Jarosz, Adam Zając „The acute effects of caffeine intake on time under tension and power generated during the bench press movement” *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **2019**, *16*, 8. [IF = 5.068; MNiSW = 100 pkt.]
2. Michał Wilk, Aleksandra Filip, **Michał Krzysztofik**, Adam Maszczyk, Adam Zając “The acute effect of various doses of caffeine on power output and velocity during the bench press exercise among athletes habitually using caffeine” *Nutrients* **2019**, *11*, 1465. [IF = 4.546; MNiSW = 140 pkt.]
3. Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Aleksandra Filip, Adam Zając, Juan Del Coso “The effects of high doses of caffeine on maximal strength and muscular endurance in athletes habituated to caffeine” *Nutrients* **2019**, *11*, 1912. [IF = 4.546; MNiSW = 140 pkt.]
4. Michał Wilk, Aleksandra Filip, **Michał Krzysztofik**, Mariola Gepfert, Adam Zając, Juan Del Coso “Acute caffeine intake enhances mean power output and bar velocity during the bench press throw in athletes habituated to caffeine” *Nutrients* **2020**, *12*, 406. [IF = 4.546; MNiSW = 140 pkt.]
5. Aleksandra Filip, Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Juan Del Coso “Inconsistency in the ergogenic effect of caffeine in athletes who regularly consume caffeine is it due to the disparity in the criteria that defines habitual caffeine intake?” *Nutrients* **2020**, *12*, 1087. [IF = 4.546; MNiSW = 140 pkt.]

Obszar ten składa się z 5 prac o łącznej wartości **IF= 23.252 oraz MNiSW = 660 KBN.**

Kofeina jest obecnie najpopularniejszą substancją psychoaktywną stosowaną na świecie, a dane wskazują, że równie szeroko jest stosowana przez sportowców przed zawodami w celu poprawy sprawności fizycznej [1]. Szeroki zakres opracowań oraz rzetelne dowody naukowe, a także Międzynarodowy Komitet Olimpijski potwierdza ergogeniczne działanie kofeiny na wysiłki o różnym charakterze pracy [2]. Jednak w większości eksperymentów uczestnikami badania są osoby, które nie spożywają wysokich dawek kofeiny regularnie lub zaprzestali jej suplementacji przed rozpoczęciem badania [3,4]. Natomiast, duża liczba sportowców, systematycznie stosuje kofeinę lub zawierające ją suplementy wieloskładnikowe przed treningiem czy zawodami [4]. Zdaniem Svenningsson i wsp. [5] oraz Fredholm i wsp. [6], nawykowe spożywanie kofeiny może modyfikować poziom reakcji fizjologicznych poprzez regulację receptorów adenozynowych, a tym samym potencjalnie zwiększać tolerancję oraz niwelować jej ergogeniczne działanie. W dodatku, wyniki eksperymentów dotyczących bezpośredniego wpływu spożycia kofeiny w grupie osób o jej wysokim nawykowym spożyciu są nieliczne i niejednoznaczne [7,8]. W związku z tym, celem drugiego obszaru wskazanego przez habilitanta stała się ocena wpływu spożycia kofeiny na natychmiastowe zmiany w sprawności fizycznej w grupie uczestników o jej wysokim dziennym spożyciu.

Pierwszą ze wskazanych prac, dotyczących wpływu spożycia kofeiny na poziom bezpośrednich zmian wysiłkowych był artykuł pt. „*The acute effects of caffeine intake on time under tension and power generated during the bench press movement*” (1) opublikowany w czasopiśmie „*Journal of the International Society of Sports Nutrition*”. Celem pracy była ocena wpływu spożycia kofeiny na objętość wysiłku ocenianą poprzez pomiar czasu napięcia mięśniowego oraz liczbę wykonanych powtórzeń. Analizie poddano również zmiany w poziomie generowanej mocy mięśniowej i prędkość sztangi w fazie koncentrycznej oraz ekscentrycznej podczas wyciskania sztangi leżąc. Procedura badawcza zakładała wykonanie jednej serii wyciskania sztangi leżąc w najszybszy możliwy sposób z zachowaniem prawidłowej techniki oraz obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 70%1RM do odmowy po jednorazowym spożyciu kofeiny w dawce 5mg na kilogram masy ciała lub placebo 60 minut przed wysiłkiem.

Z przeprowadzonego eksperymentu wynika, że spożycie kofeiny wpłynęło na istotny spadek wartości czasu napięcia mięśniowego podczas wyciskania sztangi, jednocześnie bez istotnych zmian w liczbie wykonanych powtórzeń do odmowy. Ponadto, badania wykazały, że istotnie większa prędkość sztangi została uzyskana po podaniu kofeiny, jednak miało to miejsce tylko w przypadku fazy ekscentrycznej. Uzyskane wyniki wskazują, że jednorazowa

dawka kofeiny zwiększa prędkość uzyskiwaną w fazie ekscentrycznej wyciskania leżąc, co przyczynia się do skrócenia czasu napięcia mięśniowego potrzebnego do wykonania danej liczby powtórzeń, bez spadku generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas fazy koncentrycznej wyciskania leżąc. Ponadto, na podstawie otrzymanych wyników można wyciągnąć wniosek, że czas napięcia mięśniowego jest precyzyjniejszym wskaźnikiem objętości wysiłku w porównaniu do liczby wykonanych powtórzeń.

Odkrycia następnego z przeprowadzonych badań mających na celu oceną wpływu spożycia kofeiny na możliwości wysiłkowe zostały opublikowane w pracy pod tytułem: „*The Acute Effect of Various Doses of Caffeine on Power Output and Velocity during the Bench Press Exercise among Athletes Habitually Using Caffeine*” (2) zamieszczonej w czasopiśmie „*Nutrients*”. Głównym celem pracy była ocena wpływu jednorazowego podania różnych dawek kofeiny (3, 6, 9mg/kg/m.c.) na poziom generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas wyciskania leżąc w grupie osób o wysokim dziennym spożyciu kofeiny (od 4 do 6 mg/dzień/kg/m.c.). Każdy z uczestników, 60 minut po spożyciu dawki kofeiny lub placebo wykonał 3 serie po 5 powtórzeń wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 50%1RM oraz fazą ekscentryczną trwającą 2 sekundy, a fazą koncentryczną realizowaną w jak najszybszy możliwy sposób z zachowaniem prawidłowej techniki.

Uzyskane w toku badania wyniki wykazały, że jednorazowe spożycie kofeiny przed wysiłkiem, w żadnej z zastosowanych dawek nie przyczyniły się do istotnych zmian poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas wyciskania leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 50%1RM w porównaniu do grupy stosującej placebo. Otrzymane wyniki są sprzeczne z wcześniejszymi doniesieniami naukowymi [9-10], jednak należy podkreślić, że procedura jako jedna z nielicznych analizowała wpływ spożycia różnych dawek kofeiny na poziom generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas wyciskania leżąc w grupie osób o wysokim dziennym spożyciu kofeiny. Badanie to pozwalało stwierdzić, że codzienne spożycie kofeiny może ograniczać ergogeniczny efekt suplementacji kofeiną przed treningiem oporowym.

Kolejnym badaniem w zakresie wpływu spożycia kofeiny na sprawność fizyczną była praca pod tytułem: „*The Effects of High Doses of Caffeine on Maximal Strength and Muscular Endurance in Athletes Habituated to Caffeine*” (3) opublikowana w czasopiśmie „*Nutrients*”. Problemem badawczym była ocena wpływu wysokich dawek kofeiny (9 i 11mg/kg/m.c.) na poziom maksymalnej siły oraz wytrzymałości mięśniowej w grupie osób o wysokim nawykowym spożyciu kofeiny (od 4 do 6mg/dzień/kg/m.c.). Procedura badawcza

zakładała jednorazową suplementację kofeiny przed wysiłkiem, która znacznie przekraczała wartość jej dziennego spożycia uczestników badania. Po 60 minutach od przyjęcia suplementu, każdy z uczestników wykonał test 1RM oraz jedną serię wyciskania sztangi leżąc do odmowy z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 50%1RM. W celu oceny objętości wysiłku dokonano pomiaru czasu napięcia mięśniowego i ilości wykonanych powtórzeń, a także poziomu generowanej mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi. Dla pełnej i rzeczowej analizy wpływu wysokich dawek kofeiny, poproszono uczestników o wypełnienie kwestionariusza dotyczącego występowania skutków ubocznych bezpośrednio po oraz 24h po zakończeniu każdej z sesji eksperymentalnych.

Uzyskane wyniki badania wykazały, że jednorazowa suplementacja kofeiną w dawce 9 i 11 mg/kg/m.c. przyczyniła się do istotnego wzrostu maksymalnej siły mięśniowej podczas wyciskania sztangi leżąc u osób o wysokim dziennym spożyciu kofeiny w porównaniu do placebo. Jednocześnie badania wykazały, że spożycie kofeiny w wymienionych powyżej dawkach, istotnie zmniejszyło wartość generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas wyciskania leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 50%1RM do odmowy. Na podstawie odnotowanych rezultatów można wyciągnąć wniosek, że przyjmowanie wysokich dawek kofeiny (9 i 11 mg/kg/m.c.) może przyczynić się do istotnego wzrostu maksymalnej siły mięśniowej oraz może być wyjątkowo korzystne podczas treningu jak i rywalizacji sportowej, szczególnie w siłowych dyscyplinach sportu. Z drugiej strony, wysokie dawki kofeiny nie są zalecane przed ćwiczeniami oporowymi wykonywanymi z maksymalną prędkością ruchu oraz niską wartością obciążenia zewnętrznego.

Następnym badaniem dotyczącym wpływu spożycia kofeiny na sprawność fizyczną była publikacja pod tytułem: „*Acute caffeine intake enhances mean power output and bar velocity during the bench press throw in athletes habituated to caffeine*” (4) opublikowana w czasopiśmie „*Nutrients*”. Celem głównym badania była ocena wpływu jednorazowej suplementacji kofeiny na poziom generowanej mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi podczas jej wyrzutu leżąc w grupie sportowców o wysokim dziennym spożyciu kofeiny (od 4 do 6mg/dzień/kg/m.c.). Każdy z uczestników wziął udział w trzech identycznych sesjach eksperymentalnych w losowej kolejności. Sześćdziesiąt minut po przyjęciu placebo lub kofeiny w dwóch różnych dawkach (3 lub 6 mg/kg/mc.) uczestnicy wykonali 5 serii po 2 powtórzenia wyrzutu sztangi leżąc z wykorzystaniem suwnicy Smith’a z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 30%1RM. Podczas każdej z prób dokonywano pomiaru wartości generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi.

Uzyskane rezultaty wykazały, że jednorazowa suplementacja kofeiny przyczynia się do wzrostu średniej generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas jej wyrzutu leżąc w grupie osób o jej wysokim dziennym spożyciu w porównaniu do placebo. W dodatku, należy zauważyć, że nie wystąpiły istotne różnice pomiędzy zastosowanymi dawkami, co wskazuje, że 3 mg/kg/mc. wydają się wystarczające do uzyskania efektu ergogenicznego w trakcie wykonywania ćwiczeń balistycznych z niskim obciążeniem zewnętrznym w grupie osób o wysokim dziennym spożyciu kofeiny.

Wyniki uzyskane w poprzednich badaniach (1-4) stanowiły podstawę do powstania kolejnej publikacji dotyczącej wpływu suplementacji kofeiną na poziom bezpośrednich zmian siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej w grupie osób o jej wysokim dziennym spożyciu. Artykuł o tytule: „*Inconsistency in the ergogenic effect of caffeine in athletes who regularly consume caffeine is it due to the disparity in the criteria that defines habitual caffeine intake?*”, który został opublikowany w czasopiśmie „*Nutrients*” dotyczył przeglądu literatury naukowej oceniającej wpływ suplementacji kofeiną na sprawność fizyczną. Pomimo, faktu, że większość sportowców regularnie stosuje kofeinę zarówno przed treningiem jak i przed zawodami [3,11], większość przeprowadzonych eksperymentów zostało przeprowadzonych na grupach osób o niskim dziennym spożyciu kofeiny. Ponadto, wyniki badań dotyczących ergogenicznego działania kofeiny w grupach osób o jej niskim i wysokim dziennym spożyciu dostarczają sprzecznych rezultatów [10,12]. Różnorodność w wynikach jest prawdopodobnie związana z zastosowaniem różnych progów klasyfikacji uczestników jako konsumentów o niskim lub wysokim dziennym spożyciu kofeiny. W związku z tym, celem głównym pracy stało się zaproponowanie klasyfikacji dziennej konsumpcji kofeiny za pomocą kwestionariuszy żywieniowych w celu ograniczenia prawdopodobieństwa wystąpienia rozbieżnych wyników spowodowanych niewłaściwym określeniem dziennego spożycia kofeiny.

Po przeszukaniu naukowych baz danych (Medline i SportDiscus), 19 artykułów z łączną liczbą 200 uczestników sklasyfikowanych jako osoby dziennie spożywające kofeinę zostało zakwalifikowanych do dalszej analizy. Uzyskane wyniki sugerują, że progi klasyfikacji dziennego spożycia kofeiny nie zostały do tej pory prawidłowo ustalone. Raportowanie dziennego spożycia kofeiny często bazuje na wartości absolutnej, a tylko w 3 z analizowanych badań, dzienna konsumpcja kofeiny została oszacowana w stosunku do masy ciała. W związku z tym w badaniach, w których zastosowano wartości bezwzględne do oceny poziomu przyzwyczajenia do kofeiny, odkrycia mogą prowadzić do błędnych wniosków,

ponieważ ta sama bezwzględna dawka kofeiny (w mg / dzień) może mieć inny wpływ na osoby o różnej masie ciała. W następstwie tego, w pracy (5) zaproponowano progi klasyfikacji osób o dziennym spożyciu kofeiny na potrzeby badań analizujących jej ergogeniczny wpływ na sprawność fizyczną: a) znikome <25 mg b) niskie: 25 – 0.99 mg c) łagodne: 1.00 - 2.99 mg d) umiarkowane: 3.00 - 5.99 mg e) wysokie 6.00 – 8.99 mg f) bardzo wysokie >9.00 mg na kilogram masy ciała na dzień.

Bibliografia:

1. Filip, A.; Wilk, M.; Krzysztofik, M.; Coso, J.D. Inconsistency in the Ergogenic Effect of Caffeine in Athletes Who Regularly Consume Caffeine: Is It Due to the Disparity in the Criteria That Defines Habitual Caffeine Intake? *Nutrients* **2020**, *12*, 1087, doi:10.3390/nu12041087.
2. Maughan, R.J.; Burke, L.M.; Dvorak, J.; Larson-Meyer, D.E.; Peeling, P.; Phillips, S.M.; Rawson, E.S.; Walsh, N.P.; Garthe, I.; Geyer, H.; et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 439–455, doi:10.1136/bjsports-2018-099027.
3. Del Coso, J.; Muñoz-Fernández, V.E.; Muñoz, G.; Fernández-Elías, V.E.; Ortega, J.F.; Hamouti, N.; Barbero, J.C.; Muñoz-Guerra, J. Effects of a Caffeine-Containing Energy Drink on Simulated Soccer Performance. *PLoS ONE* **2012**, *7*, e31380, doi:10.1371/journal.pone.0031380.
4. Del Coso, J.; Salinero, J.J.; González-Millán, C.; Abián-Vicén, J.; Pérez-González, B. Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance: a repeated measures design. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **2012**, *9*, 21, doi:10.1186/1550-2783-9-21.
5. Svenningsson, P.; Nomikos, G.G.; Fredholm, B.B. The stimulatory action and the development of tolerance to caffeine is associated with alterations in gene expression in specific brain regions. *J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci.* **1999**, *19*, 4011–4022.
6. Fredholm, B.B.; Bättig, K.; Holmén, J.; Nehlig, A.; Zvartau, E.E. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacol. Rev.* **1999**, *51*, 83–133.
7. Lara, B.; Ruiz-Moreno, C.; Salinero, J.J.; Del Coso, J. Time course of tolerance to the performance benefits of caffeine. *PLOS ONE* **2019**, *14*, e0210275, doi:10.1371/journal.pone.0210275.
8. Dodd, S.L.; Brooks, E.; Powers, S.K.; Tulley, R. The effects of caffeine on graded

- exercise performance in caffeine naive versus habituated subjects. *Eur. J. Appl. Physiol.* **1991**, *62*, 424–429, doi:10.1007/BF00626615.
9. Sabol, F.; Grgic, J.; Mikulic, P. The Effects of 3 Different Doses of Caffeine on Jumping and Throwing Performance: A Randomized, Double-Blind, Crossover Study. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2019**, *14*, 1170–1177.
 10. Grgic, J.; Mikulic, P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. *Eur. J. Sport Sci.* **2017**, *17*, 1029–1036.
 11. Del Coso, J.; Muñoz, G.; Muñoz-Guerra, J. Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2011**, *36*, 555–561, doi:10.1139/h11-052.
 12. Bell, D.G.; McLellan, T.M. Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. *J. Appl. Physiol.* **2002**, *93*, 1227–1234, doi:10.1152/jappphysiol.00187.2002.

Ostatni z wskazanych obszarów prac naukowych habilitanta związany jest z wpływem zastosowania metody ograniczonego przepływu krwi w treningu oporowym na poziom bezpośrednich zmian siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej. Do tego obszaru zaliczono następujące publikacje naukowe:

1. Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Aleksandra Filip, Adam Zając, Gregory C Bogdanis, Robert George Lockie “Short-term blood flow restriction increases power output and bar velocity during the bench press” *Journal of Strength and Conditioning Research* **2020**, *5*, Online Ahead of Print [IF = 2.973; MNiSW = 100 pkt.]
2. Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Aleksandra Filip, Robert George Lockie, Adam Zając “The acute effects of external compression with blood flow restriction on maximal strength and strength-endurance performance of the upper limbs” *Frontiers in Physiology* **2020**, *11*, 567. [IF = 3.367, MNiSW = 100 pkt.]
3. Michał Wilk, **Michał Krzysztofik**, Aleksandra Filip, Agnieszka Szkudlarek, Robert George Lockie, Adam Zając “Does post-activation performance enhancement occur during the bench press exercises under blood flow restriction?” *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2020**, *17*, 3752. [IF = 2.849; MNiSW = 70 pkt.].

4. Mariola Gepfert, **Michał Krzysztofik**, Maciej Kostrzewa, Jakub Jarosz, Robert Trybulski, Adam Zając, Michał Wilk “The acute impact of external compression on back squat performance in competitive athletes” *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2020**, *17*, 4674. [IF = 2.849; MNiSW = 70 pkt.].

Obszar ten składa się z 4 prac o łącznej wartości **IF= 12.038 oraz MNiSW = 340 KBN**.

Zarówno sportowcy, jak i osoby trenujące rekreacyjnie coraz częściej poszukują innowacyjnych technik i metod treningu oporowego, aby zapewnić dodatkowy bodziec w celu przełamania stagnacji treningowej, zapobiegnięcia monotonii oraz realizacji postawionych celów treningowych [1]. Jedną z metod treningu oporowego pozwalającą znacznie obniżyć jego intensywność bez wpływu na uzyskiwane rezultaty jest trening oporowy w warunkach ograniczonego przepływu krwi (blood flow restriction – BFR), nazywany również metodą okluzyjną lub KAATSU [2,3]. Metoda BFR obejmuje wykorzystanie mankietów, elastycznych taśm lub opasek uciskowych umieszczonych na bliższej części kończyny, w celu ograniczenia przepływu krwi tętniczej i zamknięciu żylnej [2]. W następstwie, produkty metaboliczne gromadzą się w ograniczonej części kończyny, a w połączeniu z wysiłkiem fizycznym drastycznie zwiększa się stres metaboliczny, który inicjuje szereg procesów anabolicznych [3].

Najczęściej powtarzany w protokołach badawczych schemat treningowy obejmuje 30 powtórzeń w pierwszej serii wybranego ćwiczenia, a następnie 3 serie po 15 powtórzeń z 30-60 sekundową przerwą wypoczynkową oraz bardzo niską intensywnością (20–40%1RM) [4]. Kolejną zmienną, która determinuje efektywność oraz zapewnia bezpieczeństwo podczas zastosowania BFR, jest indywidualnie wyznaczany stopień zastosowanego ucisku przyczyniającego się do ograniczenia przepływu krwi. Stopień ucisku wyrażany jest przez procentową wartość ciśnienia w mankiecie, które zamyka przepływ krwi tętniczej [5]. Do precyzyjnego ustalenia wartości ciśnienia wykorzystywany jest aparat ultrasonograficzny Dopplera pozwalający kontrolować przepływ krwi. Aktualne wytyczne wskazują, że ciśnienie, które zapewnia bezpieczeństwo oraz pozwala czerpać korzyści z treningu oporowego w warunkach BFR powinno mieścić się przedziale 40-80% całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej [4].

Liczne badania analizujące zastosowanie metody BFR w połączeniu z wysiłkiem fizycznym o niskiej intensywności potwierdzają jej wysoką skuteczność w wywoływaniu

istotnych adaptacji morfologicznych [6-9]. Literatura wskazuje, że wzrost masy mięśniowej odnotowywany po treningu oporowym o niskiej intensywności (20-30%1RM) w połączeniu z BFR nie różni się od tego uzyskiwanego po treningu oporowym o wysokiej intensywności (80%1RM) bez BFR [6-8]. Ponadto, badania wskazują, że pozytywne rezultaty uzyskiwane są również po ćwiczeniach wykorzystujących wyłącznie masę ciała w połączeniu z BFR [10]. Należy zaznaczyć, że korzystne rezultaty odnotowywane są w różnych grupach badawczych, tj.: u zdrowych osób starszych (~65 lat) [11,12], cierpiących na zapalenie kości oraz stawów [13] czy osteoporozę [14], a także uczestniczących w procesach rehabilitacji pooperacyjnej [15]. Aktualne doniesienia literatury wskazują, że zastosowanie metody BFR pozwala istotnie obniżyć intensywność treningu oporowego, lecz nadal wywoływać porównywalne adaptacje nerwowo-mięśniowe do tych odnotowywanych po treningu oporowym o wysokiej intensywności. Jednakże, kwestia wpływu zastosowania treningu oporowego o wysokiej intensywności w połączeniu z BFR na sprawność fizyczną w grupach wytrenowanych osób czy wyczynowych sportowców nie została do tej pory szeroko zbadana [16,17].

W związku z powyższym, głównym problemem badawczym pierwszej z zaproponowanych przez habilitanta prac w trzecim zasadniczym obszarze zainteresowań pod tytułem: *“Short-term blood flow restriction increases power output and bar velocity during the bench press”* (1) opublikowanej w czasopiśmie *„Journal of Strength and Conditioning Research”* stała się ocena wpływu metody BFR z zastosowaniem dwóch mankietów uciskowych o różnej szerokości na poziom generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas jej wyciskania leżąc. Każdy z uczestników wziął udział w 3 różnych sesjach eksperymentalnych, które zostały wykonane w losowej kolejności: a) bez zastosowania mankietów uciskowych b) z zastosowaniem wąskiego mankieta uciskowego (4 cm) c) z zastosowaniem szerokiego mankieta (10 cm). Podczas każdej sesji, uczestnicy wykonali jedną serię składającą się z 3 powtórzeń wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 70%1RM. Ciśnienie mankieta było stałe i wynosiło podczas każdej z sesji 90% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w spoczynku.

Uzyskane wyniki wykazały, że zastosowanie metody BFR podczas wyciskania sztangi leżąc przyczynią się do natychmiastowego wzrostu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi. Jednak należy podkreślić, że efekt ten był istotny wyłącznie w trakcie zastosowania szerokiego mankieta w porównaniu do wartości uzyskiwanych podczas wyciskania sztangi leżąc bez oraz z wąskim mankiem uciskowym. W związku z tym można

uznać, że szerokość mankietu determinuje efektywność metody BFR podczas treningu oporowego ukierunkowanego na wzrost mocy mięśniowej.

Kolejnym badaniem poświęconym ocenie wpływu metody BFR w połączeniu z treningiem oporowym o wysokiej intensywności była praca pod tytułem: „*The acute effects of external compression with blood flow restriction on maximal strength and strength-endurance performance of the upper limbs*” (2) opublikowana w czasopiśmie „*Frontiers in Physiology*”. Głównym celem pracy była ocena wpływu zastosowanego stopnia ucisku mankietu na poziom maksymalnej siły oraz wytrzymałości mięśniowej podczas wyciskania sztangi leżąc. Podczas 3 różnych sesji eksperymentalnych wykonanych w losowej kolejności: a) bez zastosowania mankietów uciskowych b) z zastosowaniem mankietów uciskowych i ciśnieniem wynoszącym 100% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w spoczynku c) z zastosowaniem mankietów uciskowych i ciśnieniem wynoszącym 150% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w spoczynku, uczestnicy podeszli do testu 1RM oraz 3 serii wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 60%1RM do odmowy.

Wyniki wykazały, że metoda BFR z zastosowaniem ciśnienia wynoszącego 150% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej istotnie zwiększa maksymalną siłę mięśniową oraz wytrzymałość mięśniową w porównaniu do braku zastosowania mankietu podczas wyciskania sztangi leżąc. Ponadto, udowodniono, że 150% wartości ciśnienia mankietu istotnie zwiększyło ilość wykonanych powtórzeń oraz czas napięcia mięśniowego podczas wyciskania sztangi leżąc do odmowy w porównaniu do 100% wartości ciśnienia. Z racji tego, wyniki wskazały, że wartość ucisku mankietu ma bezpośredni wpływ na poziom maksymalnej siły oraz wytrzymałości mięśniowej.

Następna z prac poświęconych wpływowi zastosowania metody BFR w treningu oporowym pod tytułem: “Does post-activation performance enhancement occur during the bench press exercises under blood flow restriction?” (3) została opublikowana w czasopiśmie „*International Journal of Environmental Research and Public Health*”. Celem niniejszej pracy była ocena efektu PAP podczas kolejnych serii wyciskania sztangi leżąc z zastosowaniem mankietów uciskowych. Sesje eksperymentalny został przeprowadzone w sposób losowy, w którym każdy z uczestników wziął udział w dwóch różnych: a) z zastosowaniem mankietów uciskowych i ciśnienia wynoszącym 150% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w spoczynku b) bez zastosowania mankietów uciskowych. W trakcie sesji eksperymentalnych, uczestnicy wykonali 3 serie po 3 powtórzenia wyciskania sztangi leżąc z 5 minutową przerwą wypoczynkową między seriami

oraz zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 70%1RM. Do oceny wielkości efektu PAP zastosowano pomiar generowanej mocy mięśniowej oraz prędkości sztangi podczas jej eksplozywnego wyciskania leżąc.

Rezultaty uzyskane w toku przeprowadzonego badania wykazały, że efekt PAP występuje zarówno w warunkach BFR jak i bez zastosowania tej metody podczas wyciskania sztangi leżąc. Jednak na podstawie analizy zmian w wartościach generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi pomiędzy poszczególnymi seriami stwierdzono istotne różnice między 3 a 2 serią pośród zastosowania warunków BFR, a bez. W trakcie zastosowania metody BFR zaobserwowany istotny wzrost poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi w drugiej serii w porównaniu do pierwszej, jednak w trzeciej serii wartości te uległy znacznemu obniżeniu. Wprost przeciwnie, podczas wyciskania sztangi leżąc bez BFR, nastąpił istotny wzrost poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi w drugiej serii w porównaniu do pierwszej, który został utrzymany również w trzeciej serii. W związku z tym, można sądzić, że zastosowanie metody BFR podczas wyciskania sztangi leżąc w celu wywołania efektu PAP wymaga zastosowania dłuższego czasu przerwy wypoczynkowej w porównaniu z tradycyjnym treningiem oporowym.

Ostatnia z wskazanych prac naukowych w ramach zasadniczego obszaru dotyczącego wpływu zastosowania metody BFR w treningu oporowym pod tytułem: „*The acute impact of external compression on back squat performance in competitive athletes*” (4) została opublikowana w czasopiśmie „*International Journal of Environmental Research and Public Health*”. Celem pracy była ocena wpływu zastosowania metody BFR podczas przysiadu ze sztangą na zmiany w generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi. Procedura badawcza polegała na wykonaniu przez wszystkich uczestników 3 różnych protokołów w losowej kolejności: a) bez zastosowania mankietu uciskowego b) z zastosowaniem mankietu uciskowego z ciśnienia wynoszącym 100% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w spoczynku tylko w trakcie wykonywania ćwiczenia c) z zastosowaniem mankietu uciskowego z ciśnienia wynoszącym 150% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w spoczynku tylko w trakcie wykonywania ćwiczenia. Podczas każdej z sesji, uczestnicy wykonali 3 serie po 3 powtórzenia przysiadów ze sztangą z zastosowaniem obciążenia zewnętrznego wynoszącego 70%1RM. W celu analizy różnic między poszczególnymi protokołami zastosowano pomiar poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi.

Uzyskane wyniki badania wykazały brak istotnych różnic w poziomie rejestrowanych wielkości kinematycznych podczas zastosowania metody BFR z ciśnieniem wynoszącym

100% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej tylko w trakcie wykonywania przysiadów ze sztangą w porównaniu z brakiem jej zastosowania. Jednakże, zaobserwowano istotnie wyższe wartości poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi podczas zastosowania metody BFR z ciśnieniem wynoszącym 150% wartości całkowitego zamknięcia przepływu krwi tętniczej w porównaniu z BFR o wartości 100% ucisku, jak i bez jej zastosowania. Wobec tego, rezultaty wskazały, że wartość ucisku mankietu ma bezpośredni wpływ na poziom generowanej mocy mięśniowej i prędkości sztangi.

Bibliografia:

1. Abe, T.; Kearns, C.F.; Sato, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J. Appl. Physiol. Bethesda Md* 1985 **2006**, *100*, 1460–1466, doi:10.1152/jappphysiol.01267.2005.
2. Scott, B.R.; Loenneke, J.P.; Slattery, K.M.; Dascombe, B.J. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med. Auckl. NZ* **2015**, *45*, 313–325, doi:10.1007/s40279-014-0288-1.
3. Loenneke, J.P.; Abe, T.; Wilson, J.M.; Ugrinowitsch, C.; Bembien, M.G. Blood flow restriction: how does it work? *Front. Physiol.* **2012**, *3*, 392, doi:10.3389/fphys.2012.00392.
4. Patterson, S.D.; Hughes, L.; Warmington, S.; Burr, J.; Scott, B.R.; Owens, J.; Abe, T.; Nielsen, J.L.; Libardi, C.A.; Laurentino, G.; et al. Blood Flow Restriction Exercise Position Stand: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front. Physiol.* **2019**, *10*, doi:10.3389/fphys.2019.00533.
5. McEwen, J.A.; Owens, J.G.; Jeyasurya, J. Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *J. Med. Biol. Eng.* **2019**, *39*, 173–177, doi:10.1007/s40846-018-0397-7.
6. Lowery, R.P.; Joy, J.M.; Loenneke, J.P.; de Souza, E.O.; Machado, M.; Dudeck, J.E.; Wilson, J.M. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clin. Physiol. Funct. Imaging* **2014**, *34*, 317–321, doi:10.1111/cpf.12099.
7. Ellefsen, S.; Hammarström, D.; Strand, T.A.; Zacharoff, E.; Whist, J.E.; Rauk, I.; Nygaard, H.; Vegge, G.; Hanestadhaugen, M.; Wernbom, M.; et al. Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women:

- a within-subject comparison with high-load strength training. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* **2015**, *309*, R767–R779, doi:10.1152/ajpregu.00497.2014.
8. Farup, J.; de Paoli, F.; Bjerg, K.; Riis, S.; Ringgard, S.; Vissing, K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy: Fatigue and muscle hypertrophy. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2015**, *25*, 754–763, doi:10.1111/sms.12396.
 9. Slysz, J.; Stultz, J.; Burr, J.F. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport* **2016**, *19*, 669–675, doi:10.1016/j.jsams.2015.09.005.
 10. Kang, D.Y.; Kim, H.S.; Lee, K.S.; Kim, Y.M. The effects of bodyweight-based exercise with blood flow restriction on isokinetic knee muscular function and thigh circumference in college students. *J. Phys. Ther. Sci.* **2015**, *27*, 2709–2712, doi:10.1589/jpts.27.2709.
 11. Libardi, C.; Chacon-Mikahil, M.; Cavaglieri, C.; Tricoli, V.; Roschel, H.; Vechin, F.; Conceição, M.; Ugrinowitsch, C. Effect of Concurrent Training with Blood Flow Restriction in the Elderly. *Int. J. Sports Med.* **2015**, *36*, 395–399, doi:10.1055/s-0034-1390496.
 12. Letieri, R.V.; Furtado, G.E.; Barros, P.M.N.; Farias, M.J.A. de; Antunez, B.F.; Gomes, B.B.; Teixeira, A.M.M.B. Effect of 16-Week Blood Flow Restriction Exercise on Functional Fitness in Sarcopenic Women: A Randomized Controlled Trial. *Int. J. Morphol.* **2019**, *37*, 59–64, doi:10.4067/S0717-95022019000100059.
 13. Ferraz, R.B.; Gualano, B.; Rodrigues, R.; Kurimori, C.O.; Fuller, R.; Lima, F.R.; De SáPinto, A.L.; Roschel, H. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis: *Med. Sci. Sports Exerc.* **2018**, *50*, 897–905, doi:10.1249/MSS.0000000000001530.
 14. Bittar, S.T.; Pfeiffer, P.S.; Santos, H.H.; Cirilo-Sousa, M.S. Effects of blood flow restriction exercises on bone metabolism: a systematic review. *Clin. Physiol. Funct. Imaging* **2018**, *38*, 930–935, doi:10.1111/cpf.12512.
 15. Hylden, C.; Burns, T.; Stinner, D.; Owens, J. Blood flow restriction rehabilitation for extremity weakness: a case series. *J. Spec. Oper. Med. Peer Rev. J. SOF Med. Prof.* **2015**, *15*, 50–56.
 16. Takarada, Y.; Sato, Y.; Ishii, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **2002**, *86*, 308–314, doi:10.1007/s00421-001-0561-5.

17. Cook, C.J.; Kilduff, L.P.; Beaven, C.M. Improving Strength and Power in Trained Athletes with 3 Weeks of Occlusion Training. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2014**, *9*, 166–172, doi:10.1123/ijsp.2013-0018.

5.1.2. Sumaryczny wskaźnik Impact Factor w pracach opublikowanych przez habilitanta prac wynosi IF= 112.069, MNIŚW = 3553 KBN

5.1.3. Liczba cytowań publikacji habilitanta

Na dzień 29.01.2021 r., wskaźnik Hirsh'a habilitanta wynosił:

- **Web of Science: 9**
- **Scopus: 9**

Całkowita liczba cytowań publikacji habilitanta wynosiła:

- **Web of Science: 201**
- **Scopus: 206**

Liczba cytowań wyłączając autocytywania:

- **Web of Science: 76**
- **Scopus: 84**

Dane na podstawie analizy bibliometrycznej zostały sporządzone przez jednostkę zatrudniającą (załącznik nr 5).

6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną.

6.1. Współpraca z instytucjami naukowymi

- Uniwersytet California State, Centrum Przygotowania Sportowego, Katedra Kinezylogii, Fullerton, Kalifornia, USA.
- Uniwersytet Camilo José Cela, Laboratorium Fizjologii Wysiłku, Madrid, Spain
- Uniwersytet Charles w Pradze, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Zakład Gier Zespołowych, Praga, Czechy

Potwierdzeniem współpracy z ww. ośrodkami naukowymi są współautorskie publikacje naukowe przedstawione w punkcie 4.1 oraz 4.2 autoreferatu.

6.2. Udział w stażach

Habilitant odbył 9 tygodniowy staż międzynarodowy na Uniwersytecie Karola w Pradze, na Wydziale Wychowania Fizycznego i Sportu, w Katedrze Fizjologii oraz w

Katedrze Gier Sportowych w okresie od 1.12.2020r. do 1.02.2021r. W tym czasie, habilitant obserwował realizowane projekty dotyczące treningu oporowego, między innymi związane z wykorzystaniem metody ograniczonego przepływu krwi. Ponadto, aktywnie uczestniczył w trwającym projekcie skupiającym się na determinantach siły mięśniowej piłkarzy, hokeistów oraz adaptacji do podejmowanego procesu treningowego. Efektem zrealizowanego stażu jest zakończenie dwóch eksperymentów dotyczących oceny zależności pomiędzy siłą mięśniową przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych, a sprawnością w testach biegowych ze zmianą kierunku biegu oraz w linii prostej, a także testach skocznościowych w grupie piłkarzy nożnych. Celem jest opublikowanie dwóch artykułów w czasopismach międzynarodowych posiadających wskaźnik Impact Factor. Dotychczas przygotowano i wysłano jeden artykuł zatytułowany „Abductor and Adductor Strength Relation to Sprint Performance in Soccer Players” autorstwa: **Michał Krzysztofik**, Petr Stastny, Paulina Królikowska, Michał Wilk, Artur Gołaś, który aktualnie jest w trakcie recenzji w czasopiśmie International Journal of Sports Physiology and Performance (IF= 3.528).

6.3. Udział w projektach badawczych w kraju i za granicą

W trakcie pracy naukowej habilitant uczestniczył w projektach badawczych prowadzonych w ośrodkach krajowych. Poniżej przedstawiono w skrócie udział we wspomnianych projektach badawczych:

- Współwykonawca grantu MNiSW – NRSA4 04054: „Wykorzystanie mechanizmu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP) w optymalizacji treningu mocy z wykorzystaniem modelowania biometrycznego zawodników wybranych dyscyplin sportu”. Kierownik projektu: dr hab. Adam Maszczyk prof. AWF.
- Współwykonawca grantu MNiSW - NRSA3 03953: „Kontrola procesu treningowego w oparciu o analizę kinezylogiczną, kontrolę biochemiczną oraz parametry motoryczne zawodników wybranych dyscyplin sportu”. Kierownik projektu: prof. dr hab. Adam Zając.
- Współwykonawca badań statutowych: „Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniu oporowym na poziom siły mięśniowej, wystąpienie niewydolności mięśniowej i zmiany endokrynne u zawodników o różnym poziomie mistrzostwa sportowego” realizowanych w Katedrze Teorii i praktyki Sportu AWF Katowice.
- Współwykonawca badań statutowych: „Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniach oporowych na zakres i kierunek zmian adaptacyjnych u mężczyzn” w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu AWF Katowice.

- Przygotowanie artykułów popularno-naukowych do bazy wiedzy w projekcie „Centrum Badania i Wdrażania Strategii Wspierającej Zdrowe Starzenie” finansowanego w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019-2022 nr projektu 019/RID/2018/19. Kierownik projektu: Prof. Andrzej Małecki

6.4. Recenzowanie prac naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych

Habilitant recenzował 23 artykuły w 6 międzynarodowych czasopismach, 16 recenzji dotyczyło publikacji w czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR).

Wykonałem recenzje dla:

- Frontiers in Physiology (IF- 3.367) – 1 recenzja
- Frontiers in Psychology (IF – 2.067) – 1 recenzja
- Nutrients (IF – 4.546) – 1 recenzja
- International Journal of Environmental Research and Public Health (IF – 2.849) – 8 recenzji
- Journal of Human Kinetics (IF 1.664) – 5 recenzji
- Sports – 6 recenzji
- Endocrines – 1 recenzja

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

7.1. Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych i metodyczno-naukowych

- Przewodniczący Komitetu Naukowego I Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Szkoleniowej: Kształtowanie siły i mocy mięśniowej w świetle nauki, teorii i praktyki sportowej. Katowice, 2018.
- Przewodniczący Komitetu Naukowego II Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Szkoleniowej: „Zaawansowane Metody Diagnostyki oraz Kształtowania Siły i Mocy Mięśniowej”. Katowice, 2019

7.2. Uczestnictwo w konferencjach naukowych i metodyczno-naukowych

- XV Ogólnopolska Konferencja Naukowa Doktorantów „Nauka w Służbie Kultury Fizycznej”. Katowice: AWF im. J. Kukuczki w Katowicach, 05.2017

- XVI Ogólnopolska Konferencja Naukowa Doktorantów „Nauka w Służbie Kultury Fizycznej”. Katowice: AWF im. J. Kukuczki w Katowicach, 06.2018.
- I Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa: Kształtowanie siły i mocy mięśniowej w świetle nauki, teorii i praktyki sportowej. Katowice: AWF im. J. Kukuczki w Katowicach, 09.2018.
- II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa: „Zaawansowane Metody Diagnostyki oraz Kształtowania Siły i Mocy Mięśniowej” Katowice: AWF im. J. Kukuczki w Katowicach, 05.10.2019.
- XXV Międzynarodowy Kongres “European College of Sport Science” 28-30.10.2020.

7.3. Nagrody i wyróżnienia

- Wyróżnienie obrony rozprawy doktorskiej pt. „Efektywność pracy ekscentrycznej w treningu kompleksowym kończyn górnych z wykorzystaniem efektu wzmocnienia poaktywacyjnego (PAP)”
- Indywidualna Nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne w roku akademickim 2018/2019.
- Indywidualna Nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne w roku akademickim 2019/2020.

7.4. Promotorstwo prac licencjackich, magisterskich oraz przewodów doktorskich

Funkcja promotora pomocniczego w 2 rozprawach doktorskich obronionych z wyróżnieniem, w których promotorem był dr hab. Adam Maszczyk prof. AWF Katowice:

- mgr Aleksandra Filip „Wpływ suplementacji kofeiną na poziom mocy mięśniowej kończyn górnych”
- mgr Katarzyna Pajerska „Wpływ efektu wzmocnienia poaktywacyjnego (PAP) na szybkość startową (5m) i absolutną (20m) u zawodniczek piłki nożnej”

Aktualnie habilitant pełni funkcję promotora pomocniczego w 3 rozprawach doktorskich, w których promotorem jest dr hab. Artur Gołaś prof. AWF Katowice:

- mgr Monika Papla
- mgr Paulina Królikowska
- mgr Grzegorz Wojdała

W latach 2017 - 2020 promotorstwo 25 prac licencjackich i magisterskich oraz 2 rozpraw doktorskich na Wydziale Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Tematyka prac dotyczyła szeroko rozumianych aspektów treningu oporowego.

7.5. Monografie i rozdziały w monografiach

- „Wpływ szerokości uchwytu podczas wyciskania sztangi leżąc na wartość objętości wysiłku przy zastosowaniu kontrolowanego tempa ruchu.” Mariola Gepfert, **Michał Krzysztofik**, Michał Wilk: Nauka, badania i doniesienia naukowe 2019: cz. 1, Nauki przyrodnicze i medyczne. red. Tobiasz Wysoczański Świebodzice: Idea Knowledge Future, 2019 S. 80-89.
- „Różnice w kształtowaniu siły mięśniowej górnej części ciała między kobietami, a mężczyznami.” Mariola Gepfert, Magdalena Rawska, **Michał Krzysztofik**: Nauka, Badania i Doniesienia Naukowe 2020: cz. 1, Nauki przyrodnicze i medyczne red. Tobiasz Wysoczański Świebodzice: Idea Knowledge Future, 2020 S. 44-51.
- „Wpływ suplementacji kofeiną na wykorzystanie efektu wzmocnienia poaktywacyjnego (PAP) podczas wyciskania sztangi leżąc.” Aleksandra Filip, Paulina Królikowska, Kamil Błażejewski, **Michał Krzysztofik**: Nauka, Badania i Doniesienia Naukowe 2020: cz. 1, Nauki przyrodnicze i medyczne red. Tobiasz Wysoczański Świebodzice: Idea Knowledge Future, 2020 S. 35-43.

7.6. Aktywność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

- W latach 2019-2020 przygotowanie sylabusów dla przedmiotów realizowanych w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu: Kształtowanie Sylwetki Ciała, Kulturystyka, Identyfikacja Talentu Sportowego.
- W latach 2018-2020 koordynacja przedmiotów realizowanych w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu: Kształtowanie Sylwetki Ciała, Kulturystyka, Identyfikacja Talentu Sportowego, Fitness Ćwiczenia Siłowe, Fitness Funkcjonalny Trening Siłowy, Trener Personalny.
- Realizacja niżej wymienionych zajęć dydaktycznych na wszystkich trzech Wydziałach Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach: Kształtowanie Sylwetki Ciała, Kulturystyka, Identyfikacja Talentu Sportowego, Fitness Ćwiczenia Siłowe, Fitness Funkcjonalny Trening Siłowy, Trener Personalny, Identyfikacja Potencjału Motorycznego, Podstawy Kształtowania Siły Mięśniowej,

Trening Siły i Mocy Mięśniowej, Aerobowe Formy Aktywności Fizycznej,
Dietetyczne i Suplementacyjne Wspomaganie W Sporcie i Rekreacji.

- W latach 2017-2019 coroczna współorganizacja Akademickich Mistrzostw Śląska w Wyciskaniu Sztangi Leżąc o Puchar Rektora AWF Katowice.

8. Dodatkowe informacje dotyczące kariery naukowej i zawodowej

8.1. Osiągnięcia sportowe własne

- V-ce Mistrz Polski IFBB w Kulturystyce do 100kg

Katowice, 2.02.2021

Podpis wnioskodawcy

