

Załącznik nr 3

Michał Wilk

Autoreferat

Katowice 2019

SPIS TREŚCI

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych..	4
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.....	5
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	37
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	39
7. Dodatkowe informacje dotyczące kariery naukowej i zawodowej.....	44

1. Imię i nazwisko.

Michał Wilk

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

- Dyplom magistra wychowania fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (2005).
- Dyplom doktora nauk o kulturze fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Endokryne reakcje czołowych trójboistów na wysiłek siłowy o różnej wielkości obciążenia”. Promotor: prof. dr hab. Adam Zajac (2011).
- Dyplom ukończenia studiów podyplomowych: Przygotowanie Motoryczne w Grach Zespołowych, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (2011).
- Dyplom ukończenia studiów podyplomowych: Żywnienie i suplementacja osób aktywnych fizycznie, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (2013).
- Dodatkowe kwalifikacje i uprawnienia:
Trener Sportu – Kulturystyka (2017), Instruktor Sportu – Trójbój Siłowy (2017), Instruktor Sportu – Kulturystyka (2007), Instruktor Rekreacji Ruchowej – Ćwiczeń Siłowych (2004)

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

- 01.10.2007 – 30.09.2008 wykładowca, Zakład Teorii Sportu Katedry Analiz Systemowych w Sporcie, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
- 01.10.2008 – 30.09.2009 wykładowca, Katedra Motoryczności Człowieka, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
- 01.10.2009 – 31.09.2014 asystent, Zakład Treningu Sportowego, Katedry Teorii i Praktyki Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
- 01.10.2014 – do nadal adiunkt Zakład Treningu Sportowego, Katedry Teorii i Praktyki Sportu, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Pełnione funkcje:

- 01.10.2013 do nadal – Kierownik Zakładu Treningu Sportowego i Samoobrony

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

4.1. Tytuł głównego osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe przedstawione jako jednotematyczny cykl czterech prac, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej, w czasopismach posiadających wskaźnik Impact Factor. Wspólny tytuł tego cyklu to „*Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniach oporowych na natychmiastowe zmiany adaptacyjne sportowców i osób aktywnych fizycznie*”

4.1.1 Wykaz publikacji naukowych stanowiących główne osiągnięcie naukowe habilitanta

(autor / autorzy, tytuł, nazwa wydawnictwa, rok wydania, numer wydania)

1. **Michał Wilk**, Artur Gołaś, Petr Stastny, Monika Nawrocka, Michał Krzysztofik, Adam Zajac. Does tempo of resistance exercise impact training volume? Journal of Human Kinetics Vol. 62 (2018), s. 241-250
[IF = 1,414, MNiSW = 15 pkt.].
2. **Michał Wilk**, Mariola Gepfert, Michał Krzysztofik, Artur Gołaś, Aleksandra Mostowik, Adam Maszczyk, Adam Zajac. The influence of grip width on training volume during the bench press with different movement tempos. Journal of Human Kinetics Vol. 68 (2019), s. 131-140.
[IF = 1,414, MNiSW = 100 pkt.].
3. **Michał Wilk**, Artur Gołaś, Michał Krzysztofik, Monika Nawrocka, Adam Zajac. 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 and Medicine 2019, Vol. 18, s. 191-197.
[IF = 1,774, MNiSW = 100 pkt.]
4. **Michał Wilk**, Michał Krzysztofik, Miłosz Drozd, Adam Zajac. 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 Vol. 8 (2019), s. 1-19
[IF = 3,979, MNiSW = 100 pkt.]

5. **Michał Krzysztofik**, Michał Wilk, Artur Gołaś, Robert George Lockie, Adam Maszczyk, Adam Zajac. Does eccentric-only and concentric-only activation increase power output? *Medicine and Science in Sport and Exercise*. Vol. ?, nr ? (2019), s. 1-26 [praca w druku].

[IF = 4,478, MNiSW = 140 pkt.].

Biometryczne podsumowanie jednotematycznego cyklu pięciu prac naukowych:

IF= 13,059; MNSiW= 455 pkt KBN

We wszystkich wymienionych pracach udział habilitanta jako współautora jest wiodący na każdym etapie ich przygotowania. Jest autorem koncepcji badań oraz ich bezpośrednim realizatorem, dokonał analizy i interpretacji wyników oraz opracował wymienione prace pod względem merytorycznym i edytorskim. Udział własny oraz indywidualny wkład każdego współautora w przygotowaniu wyżej wymienionych prac przedstawiono w załączniku 6.

4.1.2 Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z implikacjami dla praktyki trenerskiej.

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

Celem naukowym prac wskazanych jako osiągnięcie naukowe była ocena wpływu zmiennego tempa ruchu w treningu oporowym na poziom natychmiastowych i chronicznych zmian adaptacyjnych w grupie sportowców i osób aktywnych fizycznie. Prowadzone badania miały wykazać czy tempo ruchu jako element metodyki treningu oporowego powinien być kontrolowany, oraz, co szczególnie istotne czy tempo ruchu ma istotny wpływ na poziom bezpośrednich powysiłkowych reakcji filologicznych i endokrynych.

Trening oporowy jest powszechną formą ćwiczeń fizycznych dla sportowców i osób aktywnych fizycznie. Podczas programowania treningu oporowego istnieje wiele zmiennych, którymi można manipulować wpływając na kierunek i zakres pożądanych zmian adaptacyjnych. Spośród elementów metodyki kształtowania siły mięśniowej, najczęściej wymienia się następujące zmienne: intensywność wysiłku, wyrażana jako procent maksymalnej wartości obciążenia zewnętrznego (% 1RM), oraz objętości wysiłku, określana przez liczbę wykonanych serii i powtórzeń podczas jednostki treningowej lub danego ćwiczenia. Kolejna istotna zmienna treningu oporowego obejmuje czas trwania oraz częstotliwość przerw wypoczynkowych pomiędzy seriami i ćwiczeniami. Ze względu na dużą liczbę możliwych kombinacji w zakresie intensywność-objętość-przerwa wypoczynkowa, literatura naukowa szeroko opisuje skutki różnych kombinacji tych zmiennych (Kraemer i

wsp., 2002; Bird i wsp., 2005). Pomimo, że efekty wpływu kombinacji tych zmiennych na proces adaptacji mięśniowej zostały szeroko zbadane i opisane (Bird i wsp., 2005), to uzyskiwane wyniki nie są jednoznaczne. Dotychczasowe badania wykazują, że obciążenia zewnętrzne w zakresie od 30% 1RM do 95% 1RM skutkuje podobnymi efektami hipertroficznymi (Fry 2004; Burd i wsp., 2010; Mitchell i wsp., 2012), a więc konieczne jest precyzyjne określanie wpływu innych zmiennych treningu oporowego, w celu optymalizacji protokołów treningu siły mięśniowej.

Tempo ruchu danego powtórzenia jest kolejną zmienną, która może być kontrolowana podczas treningu oporowego, jednakże jest często parametrem ignorowanym. Jedynie nieliczni badacze dokonali analizy wpływ zmiennego tempa ruchu na proces adaptacji w treningu oporowym (Keeler i wsp., 2001; Hunter i wsp., 2003; Hatfield i wsp., 2006; Sakamoto i Sinclair 2006; Goto i wsp., 2009; Headley i wsp., 2011). Termin tempo ruchu ma bezpośredni związek z prędkością ruchu w jakim poszczególne powtórzenie jest wykonywane. Zmiana tempa ruchu, a tym samym prędkości poszczególnych faz ruchu (koncentrycznej oraz ekscentrycznej) może wynikać z oddziaływania oporu zewnętrznego, gdzie wzrost obciążenia zewnętrznego wpływa na spadek maksymalnej możliwej prędkości ruchu w fazie koncentrycznej lub ze świadomej kontroli poszczególnych faz ruchu. Najczęściej w literaturze światowej, tempo ruchu określane jest za pomocą szeregu liczb, które odpowiadają poszczególnym fazom ruchu. Na przykład tempo 4/0/2/0 zawiera 4-sekundową fazę ekscentryczną, brak pauzy w fazie przejściowej, 2-sekundową fazę koncentryczną i brak odpoczynku przed rozpoczęciem kolejnego powtórzenia (King 2002).

Liczba wykonywanych powtórzeń wraz z ilością wykonanych serii determinuje objętość wysiłku w treningu oporowym i jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na kierunek i zakres zmian adaptacyjnych pod wpływem treningu oporowego (Schoenfeld i wsp., 2015). Pomimo, że liczba powtórzeń jak i objętość wysiłku są parametrami powszechnie stosowanymi, zarówno w nauce jak praktyce sportowej to należy zwrócić szczególną uwagę na fakt, że w zależności od wartości zastosowanego tempa ruchu czy prędkości poszczególnych faz ruchu, jedno pełne powtórzenie może trwać od 1 do nawet 20 i więcej sekund. Tym samym jedno powtórzenie wykonane w tempie szybkim nie jest wartością tożsamą z jednym powtórzeniem wykonanym w wolniejszym tempie ruchu. Dodatkowo ilość wykonanych powtórzeń w określonym tempie ruchu wpływa na łączny czas trwania napięcia mięśniowego podczas serii (TUT). Wydłużenie czasu trwania określonej fazy ruchu, poprzez wprowadzenie wolnego tempa ruchu wpływa na zmianę wartości TUT w serii. Przegląd literatury wskazuje, że protokoły z różnymi wartościami tempa ruchu, mogą powodować odmienne powysiłkowe

reakcje zarówno te bezpośrednie jak i długofalowe (Keeler i wsp., 2001; Westcott i wsp., 2001; Burd i wsp., 2012). Dodatkowo badania wskazują, że zmiana czasu trwania w jednej fazie ruchu (np. ekscentrycznej) może powodować inne zmiany adaptacyjne niż taka sama zmiana w drugiej fazie ruchu (Gumucio i wsp., 2015).

Pomimo licznych opracowań naukowych odnoszących się do treningu siły mięśniowej jedynie kilka światowych publikacji analizuje wpływ tempa ruchu w ćwiczeniach oporowych na proces adaptacji w treningu siły mięśniowej (Keeler i wsp., 2001; Westcott i wsp., 2001; Hunter i wsp., 2003; Hatfield i wsp., 2006; Sakamoto i Sinclair 2006; Headley i wsp., 2011). Badania wskazują, że wolne tempo ruchu powoduje spadek wartości maksymalnej siły mięśniowej (Kraemer i wsp., 2002). Potwierdza to Headley i wsp. (2011) którzy wykazali, że w szybkim tempie ruchu (2/0/2/0) badane osoby uzyskują wyższą wartość ciężaru maksymalnego podczas testu 1RM w porównaniu do testu z zastosowaniem wolnego tempa ruchu (4/0/2/0). Dotychczasowa literatura naukowa szeroko opisywała badania z wykorzystaniem skrajnie wolnych prędkości ruchu (np. 10/0/10/0) oraz ich wpływ na długofalowe zmiany adaptacyjne, natomiast brak jest badań analizujących reakcje natychmiastowe z wykorzystaniem bardziej praktycznych, umiarkowanych wartości tempa ruchu, ze zmiennymi wartościami czasu trwania wysiłku zarówno w fazie ekscentrycznej jak i koncentrycznej ruchu. Brak jest także doniesień naukowych opisujących jaki wpływ ma zmiana tempa ruchu na natychmiastowe zmiany adaptacyjne występujące podczas jak i bezpośrednio po realizacji treningu oporowego, co uzasadnia podjęcie naukowej analizy w tym zakresie.

Pierwszym projektem badawczym mającym na celu ocenę wpływu zmiennego tempa ruchu na natychmiastowe zmiany adaptacyjne podczas treningu oporowego była analiza wpływu zmiennego tempa ruchu na wartość objętości wysiłku, co stanowiło główny problem badawczy artykułu „*Does Tempo of Resistance Exercise Impact Training Volume?*” [1] opublikowanego w czasopiśmie „*Journal of Human Kinetics*”. W pracy postawiono hipotezę badawczą stwierdzającą, że tempo ruchu istotnie wpływa na maksymalną wartość objętości wysiłku podczas wykonywania wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym o wartości 70%1RM. W badaniu tym udział brało 42 mężczyzn w wieku 20-37 lat. Procedura badawcza zakładała wykonanie 5 serii wyciskania sztangi leżąc z maksymalną ilością powtórzeń w każdej serii i odpowiednio z zastosowaniem tempa 2/0/2/0, 5/0/3/0, lub 6/0/4/0. W celu określania wartości objętości wysiłku zastosowano pomiar ilości wykonanych powtórzeń w serii oraz w całej jednostce eksperymentalnej. Dodatkowo oprócz ilości wykonanych powtórzeń, analizie poddano wartość czasu napięcia mięśniowego (TUT) w serii i jednostce eksperymentalnej. Wyniki badań, uzyskane w pracy [1] potwierdziły hipotezę

badawczą i wykazały, że tempo ruchu istotnie wpływa na wartość objętości wysiłku w ćwiczeniu siłowym zarówno w zakresie ilości wykonanych powtórzeń jak i wartości TUT. Badania wykazały, że wydłużenie czasu trwania poszczególnych faz ruchu powoduje istotny spadek maksymalnej liczby powtórzeń wykonywanych w danej serii podczas wyciskania sztangi leżąc. Całkowita liczba powtórzeń wykonanych podczas 5 serii była istotnie wyższa w szybszym tempie (2/0/2/0) w porównaniu do wolniejszego tempa (5/0/3/0 oraz 6/0/4/0) odpowiednio $28,32 \pm 6,86$ pow. dla tempa 2/0/2/0; $18,75 \pm 4,14$ pow. dla tempa 5/0/3/0 oraz jedynie $15,71 \pm 4,03$ pow. dla tempa 6/0/4/0. Uzyskane wyniki badania były zgodne z badaniami przeprowadzonymi przez Sakamoto i Sinclair (2006). Jednakże, w przypadku artykułu Sakamoto i Sinclair (2006) analizie poddano jedynie liczbę wykonywanych powtórzeń, natomiast przedstawiana praca [1] dodatkowo jako wskaźnik objętości wysiłku, określała wartość czasu trwania napięcia mięśniowego (TUT). Artykuł [1] jest pierwszą naukową analizą w ramach której, wpływ zmiennego tempa ruchu oceniono jednocześnie względem ilości wykonanych powtórzeń oraz wartości TUT. Co szczególnie istotne, badania te wykazały, że zmiana tempa ruchu wpływa nie tylko, na maksymalną ilość wykonanych powtórzeń w serii, ale także na maksymalny czas trwania wysiłku. Spadek ilości wykonanych powtórzeń podczas zastosowania wolnego tempa ruchu w porównaniu do szybkiego tempa ruchu nie był tożsamy ze spadkiem czasu trwania napięcia mięśniowego. Zastosowanie wolnego tempa ruchu, nie tylko nie spowodowało spadku wartości TUT, jak miało to miejsce w przypadku ilości wykonanych powtórzeń, ale wręcz przeciwnie, zaobserwowano istotny wzrost wartości TUT podczas wysiłku z wolnym tempem ruchu w porównaniu do tempa szybkiego. Uzyskane w badaniu [1] wyniki wartości TUT były istotnie wyższe, gdy zastosowano tempo 5/0/3/0 i 6/0/4/0 w porównaniu do tempa 2/0/2/0. Najwyższą, całkowitą wartość TUT po 5 seriach wyciskania sztangi leżąc zaobserwowano w tempie ruchu 6/0/4/0 ($178,8 \pm 33,69$ s), podczas gdy znacznie niższe wartości stwierdzono dla tempa 5/0/3/0 ($166,60 \pm 29,27$ s) i 2/0/2/0 ($124,65 \pm 33,66$ s).

Wyniki badań [1] wykazały, że zastosowanie wolnego tempa ruchu podczas ćwiczenia oporowego istotnie zmniejszą maksymalną liczbę wykonanych powtórzeń, ale jednocześnie powoduje istotny wzrost wartości czasu trwania napięcia mięśniowego. Wyniki badań [1] wskazały, że każda nawet dwusekundowa modyfikacja w zakresie tempa ruchu, czy czasu trwania poszczególnej fazy ruchu może wpływać na objętość wysiłku. Wprowadzając skrajnie wolne tempo ruchu, dochodzi do sytuacji, w której wykonanie mniejszej ilości powtórzeń, trwa dłużej w porównaniu do tempa szybkiego. Na podstawie uzyskanych wyników wykazano, że liczba powtórzeń nie jest precyzyjnym i wiarygodnym wskaźnikiem objętości wysiłku,

szczególnie w treningu z kontrolowanym tempem ruchu. Jednocześnie wyniki badań [1] wykazały, że w celu określania objętości wysiłku w treningu oporowym dodatkowo należy brać pod uwagę faktyczną wartość trwania wysiłku, czyli wskaźnik TUT.

Pomimo, że badanie [1] wykazało istotny wpływ tempa ruchu na objętość wysiłku to uzyskane wyniki nie określiły precyzyjnie czy obserwowane różnice ilości wykonanych powtórzeń i wartość TUT wynikają ze zmiany czasu trwania fazy koncentrycznej, ekscentrycznej czy do zmiany wartości objętości wysiłku konieczna jest zmiana czasu trwania obu faz jednocześnie. Tym samym wyniki uzyskane w badaniu [1] stanowiły podstawę dalszych analiz w zakresie wpływu zmiennego tempa ruchu na poziom natychmiastowych reakcji adaptacyjnych w treningu oporowym.

W kolejnym badaniu postawiono za cel pracy określenie wpływu zmiany czasu trwania tylko fazy ekscentrycznej ruchu na poziom natychmiastowych zmian adaptacyjnych w zakresie maksymalnej ilości wykonanych powtórzeń w serii oraz wartości TUT. Ocena wpływu zmiany czasu trwania fazy ekscentrycznej ruchu na objętość wysiłku stanowiła główny problem badawczy artykułu „*The Influence of Grip Width on Training Volume During the Bench Press with Different Movement Tempos*” [2] opublikowanego w czasopiśmie „*Journal of Human Kinetics*”. Dodatkowo w badaniu tym ocenie poddano wpływ różnych technik wykonania wyciskania sztangi leżąc na objętość wysiłku przy zastosowaniu zmiennego tempa ruchu. Procedura badawcza zakładała zastosowanie tempa ruchu o wartości 2/0/X/0 lub 6/0/X/0 w szerokim lub wąskim uchwycie sztangi podczas wyciskania leżąc. Wartość X określona w tempie ruchu zakładała wykonywanie fazy koncentrycznej z maksymalną możliwą prędkością ruchu. Hipoteza badawcza zakładała, że zmiana czasu trwania fazy ekscentrycznej ruchu istotnie wpływa na maksymalną ilość wykonanych powtórzeń oraz czas trwania napięcia mięśniowego (TUT). W badaniach udział brało 20 kobiet w wieku 27.3 ± 2.2 lat. Procedura badawcza zakładała wykonanie 5 serii wyciskania sztangi leżąc z maksymalną ilością powtórzeń w każdej serii, odpowiednio z zastosowaniem tempa 6/0/X/0 lub 2/0/X/0. W celu określania objętości wysiłku zastosowano pomiar ilości wykonanych powtórzeń w serii oraz w całej jednostce eksperymentalnej, a także pomiar czasu napięcia mięśniowego (TUT) w serii i jednostce eksperymentalnej.

Wyniki badania uzyskane w ramach projektu [2] wykazały istotnie wyższą ilość wykonanych powtórzeń w serii jak i jednostce treningowej podczas wykonywania wyciskania sztangi leżąc w tempie 2/0/X/0 w porównaniu do tempa 6/0/X/0 oraz jednocześnie istotnie niższą wartość TUT w tempie 2/0/X/0 w porównaniu do tempa 6/0/X/0. Istotne różnice ilości wykonanych powtórzeń i wartości TUT pomiędzy tempem 2/0/X/0 oraz 6/0/X/0 mają

bezpośredni związek z czasem trwania fazy ekscentrycznej. Czas trwania fazy ekscentrycznej w tempie 6/0/X/0 był trzy razy dłuższy w porównaniu do tempa 2/0/X/0 (6 s vs 2 s). Zgodnie z Lastayo i wsp. (1999), faza ekscentryczna ruchu wymaga do 6-7 razy mniejszego pochłaniania O₂ w porównaniu z fazą koncentryczną ruchu (Dudley i wsp., 1991; Seliger i wsp., 1968), co przekłada się na wyższe możliwości wysiłkowe w zakresie wartości TUT podczas zastosowania tempa ruchu z przewagą czasu pracy w fazy ekscentrycznej. Wyniki przedstawione przez Seliger i wsp. (1968), Dudley i wsp. (1991) oraz Lastayo i wsp. (1999), stanowią podstawę fizjologicznego wyjaśnienia uzyskanych rezultatów w zakresie wyższych wartości TUT podczas zastosowania wolnego tempa ruchu w porównaniu do szybkiego. W przeciwieństwie do wartości TUT, istotnie wyższą liczbę wykonanych powtórzeń odnotowano podczas zastosowania szybkiego tempa ruchu. Wyższa liczba wykonanych powtórzeń w tempie 2/0/X/0 wynikała z krótszego czasu trwania fazy ekscentrycznej ruchu. Trzy krotnie krótszy czas trwania fazy ekscentrycznej ruchu w tempie 2/0/X/0, powodował, że faza koncentryczna była wykonywana trzykrotnie częściej w danej jednostce czasu, co bezpośrednio przełożyło się na znacznie wyższą liczbę wykonanych powtórzeń. Dodatkowym czynnikiem, który może powodować uzyskanie wyższej liczby powtórzeń w tempie 2/0/X/0 jest większa efektywność i częstotliwość wykorzystania cyklu rozciągnięcie-skurcz (SSC). Wykorzystanie cyklu SSC wpływa na wzrost wartości generowanej mocy mięśniowej i prędkości ruchu podczas fazy koncentrycznej w porównaniu do wykonywania ruchu bez cyklu SSC (Newton i wsp., 1997; Cronin i wsp., 2001; Cronin i Henderson, 2004; Clark i wsp., 2010). Tym samym szybsze tempo całego cyklu ruchowego wpływa na bardziej efektywne wykorzystanie SSC, ale także na wzrost aktywności mięśniowej (Malisoux i wsp., 2006). Przeciwnie, spadek prędkości ruchu w tempie 6/0/X/0 zmniejsza częstotliwość i wydajność SSC (Cronin i wsp., 2001). Ponadto, badanie [2] nie wykazało istotnych różnic w objętości wysiłku pomiędzy wyciskaniem sztangi leżąc w uchwycie szerokim i wąskim, co wskazuje, że szerokość uchwytu w wyciskaniu sztangi leżąc nie wpływa na objętość wysiłku podczas kontrolowanego tempa ruchu.

W przeciwieństwie do wyników uzyskanych w badaniu [1], w ramach których zmiana tempa ruchu dotyczyła zarówno czasu trwania fazy koncentrycznej jak i ekscentrycznej to wyniki uzyskane w badaniu [2] jako jedyne w światowej literaturze wykazały, że istotna zmiana maksymalnej ilości wykonanych powtórzeń i wartości TUT może wystąpić poprzez modyfikację czasu trwania tylko fazy ekscentrycznej ruchu. Wyniki uzyskane w badaniu [2], a szczególnie fakt, że wolne tempo ruchu wydłuża maksymalny możliwy czas trwania wysiłku w serii, mogą dotyczyć nie tylko bezpośrednich reakcji, ale także wynik ten może mieć wpływ

na długofalowe zmiany adaptacyjne. Wydłużenie maksymalnego czasu trwania wysiłku może być korzystne w rozwoju hipertrofii mięśniowej, a także kształtowaniu wytrzymałości mięśniowej w różnych dyscyplinach sportowych.

Wyniki uzyskane w badaniu [2] potwierdziły wcześniejsze rezultaty uzyskane w pracy [1], wskazując, że zastosowanie wolnego tempa ruchu powoduje istotny spadek maksymalnej ilości wykonanych powtórzeń, przy jednoczesnym istotnym wzroście czasu trwania napięcia mięśniowego. Tym samym badania [2] potwierdziły wcześniejsze wnioski, że ilość wykonanych powtórzeń nie jest wiarygodnym wskaźnikiem objętości wysiłku w treningu z zastosowaniem różnego tempa ruchu, a w tym celu dodatkowo należy określać czas trwania napięcia mięśniowego podczas serii, jak i jednostki treningowej.

Kolejnym etapem analizy wpływ tempa ruchu na poziom natychmiastowych reakcji w treningu oporowym była ocena w zakresie zmiany poziomu generowanej mocy mięśniowej i prędkości ruchu co stanowiło główny problem badawczy artykułu „*The Effects of Eccentric Cadence on Power and Velocity of the Bar during the Concentric Phase of the Bench Press Movement*” [3] opublikowanego w czasopiśmie „*Journal of Sports Science and Medicine*”. Celem badania była ocena wpływu zmiennego czasu trwania fazy ekscentrycznej ruchu na poziom generowanej mocy mięśniowej i prędkości ruchu w fazie koncentrycznej. W pracy postawiono hipotezę wskazującą, że wydłużenie czasu trwania fazy ekscentrycznej ruchu wpływa na istotny spadek generowanej mocy mięśniowej i prędkości ruchu w fazie koncentrycznej. Procedura badawcza zakładała porównanie tempa 2/0/X/0 oraz 6/0/X/0 podczas trzech serii wyciskania sztangi leżąc z wartością obciążenia zewnętrznego 70%1RM. W każdej z serii wykonano trzy powtórzenia z określonym tempem ruchu. W badaniach udział brało trzydziestu trzech mężczyzn w wieku 24.0 ± 4.2 lat. Dokonano analizy zmian poziomu generowanej mocy mięśniowej w wartościach średnich (P_{MEAN}) oraz maksymalnych (P_{PEAK}), a także zmiany poziomu prędkości ruchu w wartościach średnich (V_{MEAN}) oraz maksymalnych (V_{PEAK}). Pomiaru mocy mięśniowej i prędkości ruchu dokonywano za pomocą liniowego przetwornika „Tendo Power Analyzer” (Tendo Sport Machines, Trencin, Słowacja), którego rzetelność została potwierdzona we wcześniejszych badaniach (Jennings i wsp., 2005; Cormie i wsp., 2007; Jones i wsp., 2008; Stock i wsp., 2011; Gray i Paulson, 2014; Goldsmith 2018).

Wyniki badań [3] wykazały istotnie wyższe wartości P_{MEAN} , P_{PEAK} , V_{MEAN} oraz V_{PEAK} podczas wyciskania sztangi leżąc w tempie 2/0/X/0 w porównaniu do tempa 6/0/X/0. Głównym wnioskiem niniejszego badania jest fakt, że wydłużona faza ekscentryczna ma negatywny wpływ na poziom generowanej mocy mięśniowej i prędkość ruchu podczas fazy koncentrycznej. Tym samym wyniki badań wskazują, że podczas treningu, którego celem jest

kształtowanie mocy mięśniowej, należy zwracać uwagę nie tylko na prędkość ruchu w fazie koncentrycznej, ale także w fazie ekscentrycznej ruchu. Jest to szczególnie istotne w treningu z zastosowaniem wyższych obciążeń zewnętrznych ($> 70\%$ 1RM), podczas których hamowanie prędkości ruchu w fazie ekscentrycznej jest często obserwowane ze względu na bezpieczeństwo. Wyższe poziomy mocy mięśniowej jak i prędkości ruchu podczas wyciskania sztangi leżąc w tempie 2/0/X/0 mają związek z efektywniejszym wykorzystaniem energii sprężystej zgromadzonej podczas ekscentrycznej fazy i jej uwolnieniem podczas koncentrycznej fazy ruchu (Newton i wsp., 1997; Cronin i wsp., 2001; Lindstedt i wsp., 2002; Cronin i Henderson, 2004; Clark i wsp., 2010). Tym samym istotny spadek mocy mięśniowej i prędkości ruchu podczas zastosowania tempa 6/0/X/0 w porównaniu do tempa 2/0/X/0 ma związek z niższą efektywnością wykorzystania cyklu SSC. Oprócz wpływu SSC na analizowane wartości mocy i prędkości ruchu pomiędzy tempem wolnym i szybkim, istotny wpływ na uzyskane wyniki podobnie jak w badaniu [1] oraz [2] ma wartość TUT. Pomimo, że w przypadku tempa wolnego i szybkiego w badaniu [3] wykonano równą liczbę powtórzeń (3 powtórzenia), to czas ich trwania znacząco się różnił, szczególnie w fazie ekscentrycznej ruchu (6s dla tempa wolnego i 2s dla tempa szybkiego). Wyższa wartość TUT podczas każdego pojedynczego powtórzenia w tempie 6/0/X/0 wiąże się z większym wydatkiem energetycznym w porównaniu do tempa 2/0/X/0, co może powodować większe zużycie substratów energetycznych, a tym samym większe zmęczenie (Lacerda i wsp., 2016), co wpływa na spadek wartości generowanej mocy mięśniowej i prędkości ruchu.

Wyniki uzyskane podczas badania [3] podobnie jak wyniki badań [1] oraz [2] wskazują, że wartość TUT jest istotnym wskaźnikiem objętości wysiłku i szczególnie w treningu oporowym z kontrolowanym tempem ruchu, programowanie i analiza objętości wysiłku powinna zawierać określenie czasu trwania napięcia mięśniowego. Wyniki uzyskane w badaniu [1,2,3] skłoniło do realizacji kolejnego projektu badawczego dotyczącego zmiennego tempa ruchu.

Kolejnym badaniem dotyczącym oceny wpływ tempa ruchu na poziom natychmiastowych reakcji adaptacyjnych w treningu oporowym był artykuł: *“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”*. Głównym celem badania [4] była ocena wpływu zmiennego czasu trwania fazy ekscentrycznej ruchu na poziom efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego (PAP) pomiędzy kolejnymi seriami wyciskania sztangi leżąc. W pracy postawiono hipotezę wskazującą, że wolne tempo ruchu w fazie ekscentrycznej powoduje brak wystąpienia po-

aktywacyjnego wzmocnienia mięśniowego pomiędzy poszczególnymi seriami. Procedura badawcza zakładała wykonanie trzech kolejnych serii, jedno powtórzenie w każdej z nich, w wyciskaniu sztangi leżąc z wartością obciążenia zewnętrznego wynoszącą 70%1RM. Podobnie jak w badaniu [2, 3] procedura badawcza zakładała porównanie tempa 2/0/X/0 oraz tempa 6/0/X/0. W badaniach udział brało trzydziestu trzech mężczyzn w wieku 24.0 ± 4.2 lat. Dokonano analizy zmian poziomu generowanej mocy mięśniowej w wartościach średnich (P_{MEAN}) oraz maksymalnych (P_{PEAK}), a także zmiany poziomu prędkości ruchu w wartościach średnich (V_{MEAN}) i maksymalnych (V_{PEAK}) pomiędzy serią pierwszą, drugą oraz trzecią. Pomiaru mocy mięśniowej i prędkości ruchu dokonywano za pomocą liniowego przetwornika „Tendo Power Analyzer” (Tendo Sport Machines, Trencin, Słowacja) (Jennings i wsp., 2005; Cormie i wsp., 2007; Jones i wsp., 2008; Stock i wsp., 2011; Gray i Paulson, 2014; Goldsmith 2018).

Wyniki badania [4] wykazały, że występują istotne różnice w poziomie poaktywacyjnego wzmocnienia pomiędzy kolejnymi seriami wyciskania leżąc w przypadku zastosowania tempa 6/0/X/0 oraz tempa 2/0/X/0. Podczas wyciskania sztangi leżąc w tempie 2/0/X/0 efekt PAP analizowany na podstawie zmian poziomu generowanej mocy i prędkości ruchu wystąpił pomiędzy serią drugą a pierwszą, trzecią a pierwszą jak również pomiędzy serią trzecią a drugą. Tym samym każda z kolejno wykonanych serii wyciskania sztangi leżąc w tempie 2/0/X/0 powodowała istotny wzrost wartości mocy mięśniowej i prędkości w ruchu koncentrycznym. W przypadku tempa 6/0/X/0 badania wykazały, że także wystąpił efekt poaktywacyjnego wzmocnienia, jednakże tylko pomiędzy serią drugą a pierwszą, natomiast w serii trzeciej zaobserwowano istotny spadek mocy mięśniowej i prędkości ruchu w porównaniu do serii pierwszej oraz drugiej. Uzyskane wyniki [4] wskazują, że tempo ruchu podczas wyciskania sztangi leżąc istotnie wpływa na wielkość efektu PAP, jednakże efekt ten występuje nawet podczas stosowania wolnego tempa ruchu w fazie ekscentrycznej. Wyniki uzyskane w badaniu [4] są częściowo zgodne z rezultatami przedstawionymi przez Morales-Artacho i wsp. (2015), którzy udokumentowali wzrost mocy mięśniowej podczas wyciskania sztangi leżąc w drugiej i trzeciej serii w porównaniu do serii pierwszej. Jednakże, należy zwrócić uwagę na fakt, że żadne dotychczasowe badania naukowe związane z efektem PAP nie brały pod uwagę tempa ruchu, w którym wykonywane jest ćwiczenie aktywacyjne (Sale 2002; Ferreira i wsp., 2012; Golas i wsp., 2016). Oprócz analizy efektu PAP przy zastosowaniu protokołu badawczego z wykorzystaniem różnych wartości tempa ruchu, w pracy przedstawiono także analizę uzyskanych wyników w stosunku do wartości TUT.

Podobnie jak w przypadku badania [3], niższe wartości wzmocnienia po-aktywacyjnego w protokole badawczym z zastosowaniem wolnego tempa ruchu mogą mieć związek z wartością TUT w każdej serii. Procedura badawcza zakładała realizację równej ilości powtórzeń (1 powtórzenie) zarówno w tempie 2/0/X/0 oraz 6/0/X/0. Jednakże, zgodnie z wynikami badań własnych prezentowanych w pracy [1,2,3] identyczna wartość ilości wykonanych powtórzeń nie oznacza, że objętość wysiłku na podstawie TUT jest także równa. Co szczególnie istotne w odniesieniu do efektu PAP, wartość TUT podczas badań z protokołem 6/0/X/0 była trzykrotnie wyższa niż podczas protokołu z zastosowaniem tempa 2/0/X/0. TUT reprezentuje czas wysiłku, który może być wskaźnikiem objętości pracy wykonanej w treningu oporowym. Trzy krotnie wyższa wartość TUT podczas tempa 6/0/X/0 w porównaniu do tempa 2/0/X/0 może prowadzić do większego zużycia substratów energetycznych podczas każdej z serii, a w konsekwencji do wystąpienia zmęczenia przewyższającego pobudzenie, czego skutkiem jest osłabienie lub całkowity brak wystąpienia efektu PAP. Co więcej wcześniejsze badania potwierdziły fakt, że wystąpienie efektu PAP jest zależne od stosunku objętości wysiłku do czasu trwania odpoczynku (Gossen i Sale 2000; Chaouachi i wsp., 2011). Optymalny protokół mający na celu wywołanie efektu PAP powinien zapewnić równowagę pomiędzy wzmocnieniem i zmęczeniem przez regulację objętości i intensywności wysiłku do czasu trwania odpoczynku. Wcześniejsze badanie wykazało, że najwyższe efekty PAP podczas stosowania wyciskania sztangi leżąc występują po 7 minutach odpoczynku, przy zastosowaniu obciążenia zewnętrznego o wartości 100%1RM (Ferreira i wsp., 2012). Niemniej jednak brak jest naukowych danych i wytycznych dotyczących optymalnego czasu przerw wypoczynkowych przy zastosowaniu ćwiczenia oporowego z różną wartością tempa ruchu. W przypadku tempa 2/0/X/0 czas trwania przerw wypoczynkowych (5min.) był wystarczający do uzyskania przewagi wzmocnienia nad zmęczeniem dla każdej z 3 kolejnych serii wyciskania leżąc. Jednak zastosowanie tempa 6/0/X/0 spowodowało, że czas przerwy wypoczynkowej pomiędzy seriami był niewystarczający w stosunku do wykonanej objętości wysiłku. Pomimo podobnej całkowitej pracy ($70\% 1RM \times 1$ powtórzenie $\times 3$ serie) zarówno dla tempa szybkiego jak i wolnego to całkowita wartość TUT była trzykrotnie dłuższa dla tempa 6/0/X/0 w porównaniu do tempa 2/0/X/0. Wynik ten podobnie jak wcześniejsze badania [1,2,3] wskazuje, że wartość TUT może być zmienną definiującą objętość wysiłku bez względu na liczbę wykonanych powtórzeń. Ponadto, badanie [4] wykazało, że stosunek objętości ćwiczeń do czasu odpoczynku jest kluczowy dla optymalnego rozwoju PAP bez względu na wartość stosowanego tempa ruchu.

Wyniki uzyskane w badaniu [4] stanowiły podstawę dalszej analiza w zakresie oceny wpływu kontrolowanego tempa ruchu na wielkość efektu po-aktywacyjnego wzmocnienia mięśniowego. Efektem dalszych badań w zakresie zjawiska PAP był artykuł „*Does Eccentric-only and Concentric-only Activation Increase Power Output?*” [5] opublikowany w czasopiśmie “*Medicine & Science in Sports & Exercise*”. Celem pracy była ocena wpływu wykonania wyłącznie fazy ekscentrycznej lub wyłącznie koncentrycznej ćwiczenia aktywacyjnego na poziom efektu PAP podczas ekscentrycznego lub tylko koncentrycznego skurczu na poziom po-aktywacyjnego wzmocnienia podczas wyrzutu sztangi leżąc (bench press throw - BPT). Hipoteza badawcza zakładała, że wykonanie wyłącznie fazy ekscentrycznej lub wyłącznie koncentrycznej ćwiczenia aktywacyjnego istotnie wpływa na wartość mocy mięśniowej i prędkości ruchu w BPT. W badaniach udział wzięło trzydziestu dwóch mężczyzn w wieku $28,4 \pm 4,5$ lat reprezentujących różne dyscypliny sportowe. Procedura badawcza zakładała wykonanie dwóch serii z dwoma powtórzeniami ćwiczenia aktywacyjnego z parametrami odpowiednio: 90%1RM, skurcz tylko koncentryczny; 90%1RM, skurcz tylko ekscentryczny; 110%1RM, skurcz tylko ekscentryczny; 130%1RM skurcz tylko ekscentryczny. Procedura badania z wykorzystaniem tylko skurczu ekscentrycznego zakładała kontrolę czasu trwania fazy ekscentrycznej, która wynosiła 3 sekundy. W przypadku skurczu koncentrycznego procedura badawcza zakładała dążenie do uzyskania maksymalnej prędkości ruchu. We wszystkich protokołach testowych do oceny efektu PAP zastosowano ćwiczenie BPT wykonane na suwnicy Smith’a i z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym 30%1RM, wykonywane 5 minut przed ćwiczeniem aktywacyjnym oraz 5 minut po ćwiczeniu aktywacyjnym. Ocenie poddano zmiany wartości mocy mięśniowej i prędkości ruchu. Pomiaru mocy mięśniowej i prędkości ruchu dokonywano za pomocą liniowego przetwornika „Tendo Power Analyzer ”(Tendo Sport Machines, Trencin, Słowacja) [2,3]. Wyniki badań [4] wykazały, że ekscentryczny skurcz z kontrolowanym tempem i obciążeniem zewnętrznym o wartości 110% i 130% 1RM istotnie zwiększa poziom generowanej mocy i prędkości ruchu podczas BPT. Co ważne, wyniki badań wykazały, że ćwiczenie aktywacyjne ze skurczem tylko koncentrycznym i tylko skurczem ekscentrycznym oraz wartością obciążenia zewnętrznego 90%1RM nie powoduje istotnych zmian w wartości analizowanych parametrów mocy i prędkości ruchu w BPT. Tym samym badanie to wykazało, że częściowy ruch podczas wyciskania sztangi leżąc może być skuteczny formą treningu oporowego w dążeniu do uzyskania efektu PAP, ale tylko wtedy gdy zastosowany jest skurcz ekscentryczny o czasie trwania 3 sekundy z obciążeniem zewnętrznym przekraczającym 100%1RM. Wartości poniżej

100% 1RM zarówno w skurczu tylko koncentrycznym jak i tylko ekscentrycznym nie stanowią efektywnego bodźca stymulującego efekt PAP.

Główny przekaz naukowy i praktyczne implikacje zaprezentowanego cyklu artykułów pt.: „Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniach oporowych na natychmiastowe zmiany adaptacyjne sportowców i osób aktywnych fizycznie”. Podsumowanie wyników badań i wnioski

Prowadzone badania w zakresie wpływu tempa ruchu podczas treningu oporowego na poziom bezpośrednich reakcji i zmian adaptacyjnych wykazał, że czas trwania fazy koncentrycznej czy ekscentrycznej ruchu istotnie wpływ na objętość wysiłku, ilość wykonanych powtórzeń, czas trwania napięcia mięśniowego, poziom generowanej mocy oraz prędkość ruchu, a także na wielkość efektu wzmocnienia po-aktywacyjnego. Wyniki te uzasadniają stwierdzenie, że tempo ruchu jest składową treningu oporowego, która powinna być kontrolowana i brana pod uwagę zarówno w procesie programowania jak i realizowania treningu oporowego. Ponadto, wyniki prowadzonych badań wykazały, że ilość wykonanych powtórzeń w serii nie jest wiarygodnym wskaźnikiem objętości wysiłku w treningu oporowym, co jest sprzeczne z dotychczasowym stanem wiedzy i praktyką treningu oporowego w ramach, której objętość wysiłku określa się na podstawie ilości wykonanych powtórzeń. Wyniki uzyskane i przedstawione w ramach projektu „Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniach oporowych na poziom natychmiastowych zmian adaptacyjnych w grupie osób aktywnych fizycznie” wskazują, że objętość wysiłku w treningu oporowym powinna być określana na podstawie czasu trwania napięcia mięśniowego, który jest rzeczywistym wskaźnikiem objętości wysiłku bez względu na ilość wykonanych powtórzeń i serii. Dodatkowo, wartość czasu trwania napięcia mięśniowego (szczególnie w skurczu ekscentrycznym) powinna być także analizowana w treningu i ćwiczeniach, których celem jest kształtowanie mocy mięśniowej, w celu optymalizacji czasu przerwy wypoczynkowej do wartości stosowanej objętości wysiłku. W tym przypadku czas trwania wysiłku powinien być także analizowany na podstawie wartości TUT, a nie ilości wykonanych powtórzeń. Jednakże należy zwrócić uwagę na fakt, że istotnym czynnikiem mającym wpływ na bezpośrednie i długofalowe zmiany adaptacyjne w następstwie treningu oporowego może być nie tylko wartość TUT, ale także stosunek czasu trwania fazy koncentrycznej do ekscentrycznej podczas każdego powtórzenia.

Biorąc pod uwagę omówione wyniki badań, należy wskazać, że tempo ruchu podczas treningu oporowego powinno być brane pod uwagę podczas planowania, realizowania i monitorowania treningu oporowego. Zmiana tempa ruchu czy czasu trwania poszczególnych faz ruchu, może wpływać na całkowity czas napięcia, liczbę powtórzeń, poziom generowanej

mocy mięśniowej oraz prędkość ruchu, a także na wielkość po-aktywacyjnego wzmocnienia mięśniowego. Ponieważ obciążenie i liczba wykonanych powtórzeń mogą się różnić w zależności od tempa ruchu, to całkowity czas trwania napięcia mięśniowego pomnożony przez obciążenie zewnętrzne może być bardziej dokładnym i wiarygodnym wskaźnikiem wykonanej pracy treningowej w porównaniu z powszechnie stosowanymi metodami.

Bibliografia:

1. Bird, S.P.; Tarpinning, K.M.; Marino, F.E. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness: A Review of the Acute Programme Variables. *Sports Med* **2005**, *35*, 841–851.
2. Burd, N.A.; Andrews, R.J.; West, D.W.D.; Little, J.P.; Cochran, A.J.R.; Hector, A.J.; Cashaback, J.G.A.; Gibala, M.J.; Potvin, J.R.; Baker, S.K.; et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men: Time under muscle tension and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* **2012**, *590*, 351–362.
3. Burd, N.A.; Holwerda, A.M.; Selby, K.C.; West, D.W.D.; Staples, A.W.; Cain, N.E.; Cashaback, J.G.A.; Potvin, J.R.; Baker, S.K.; Phillips, S.M. Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men: Resistance exercise volume and myofibrillar protein synthesis. *J Appl Physiol* **2010**, *588*, 3119–3130.
4. Chaouachi, A.; Poulos, N.; Abed, F.; Turki, O.; Brughelli, M.; Chamari, K.; Drinkwater, E.J.; Behm, D.G. Volume, intensity, and timing of muscle power potentiation are variable. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2011**, *36*, 736–747.
5. Clark, R.A.; Bryant, A.L.; Pua, Y.-H. Examining Different Aspects of Functional Performance Using a Variety of Bench Throw Techniques: *J Strength Cond Res* **2010**, *24*, 2755–2761.
6. Cormie, P.; McBride, J.M.; McCaulley, G.O. Validation of power measurement techniques in dynamic lower body resistance exercises. *J Appl Biomech* **2007**, *23*, 103–118.
7. Cronin, J.B.; Henderson, M.E. Maximal strength and power assessment in novice weight trainers. *J Strength Cond Res* **2004**, *18*, 48–52.
8. Cronin, J.B.; McNair, P.J.; Marshall, R.N. Magnitude and decay of stretch-induced enhancement of power output. *Eur J Appl Physiol* **2001**, *84*, 575–581.

9. de Assis Ferreira, S.L.; Gonçaves Panissa, V.L.; Miarka, B.; Franchini, E. Postactivation Potentiation: Effect of Various Recovery Intervals on Bench Press Power Performance: *J Strength Cond Res* **2012**, *26*, 739–744.
10. Dudley, G.A.; Tesch, P.A.; Harris, R.T.; Golden, C.L.; Buchanan, P. Influence of eccentric actions on the metabolic cost of resistance exercise. *Aviat Space Environ Med* **1991**, *62*, 678–682.
11. Fry, A.C. The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibre Adaptations: *Sports Med* **2004**, *34*, 663–679.
12. 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.
13. Goldsmith, J.A.; Trepeck, C.; Halle, J.L.; Mendez, K.M.; Klemp, A.; Cooke, D.M.; Haischer, M.H.; Byrnes, R.K.; Zoeller, R.F.; Whitehurst, M.; et al. Validity of the Open Barbell and Tendo Weightlifting Analyzer Systems Versus the Optotrak Certus 3D Motion-Capture System for Barbell Velocity. *Int J Sports Physiol Perform* **2019**, *14*, 540–543.
14. Gossen, E.R.; Sale, D.G. Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *Eur J Appl Physiol* **2000**, *83*, 524–530.
15. Goto, K.; Ishii, N.; Kizuka, T.; Kraemer, R.R.; Honda, Y.; Takamatsu, K. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol* **2009**, *106*, 731–739.
16. Gray, M.; Paulson, S. Developing a measure of muscular power during a functional task for older adults. *BMC Geriatr* **2014**, *14*, 145.
17. Gumucio, J.P.; Sugg, K.B.; Mendias, C.L. TGF- β Superfamily Signaling in Muscle and Tendon Adaptation to Resistance Exercise *Exerc Sport Sci Rev* **2015**, *43*, 93–99.
18. Hatfield, D.L.; Kraemer, W.J.; Spiering, B.A.; Häkkinen, K.; Volek, J.S.; Shimano, T.; Spreuwenberg, L.P.B.; Silvestre, R.; Vingren, J.L.; Fragala, M.S.; et al. The Impact of Velocity of Movement on Performance Factors in Resistance Exercise. *J Strength Cond Res* **2006**, *20*, 760.
19. Headley, S.A.; Henry, K.; Nindl, B.C.; Thompson, B.A.; Kraemer, W.J.; Jones, M.T. Effects of Lifting Tempo on One Repetition Maximum and Hormonal Responses to a Bench Press Protocol: *J Strength Cond Res* **2011**, *25*, 406–413.

20. Hunter, G.R.; Seelhorst, D.; Snyder, S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *J Strength Cond Res* **2003**, *17*, 76–81.
21. Jennings, C.L.; Viljoen, W.; Durandt, J.; Lambert, M.I. The Reliability of the FitroDyne as a Measure of Muscle Power. *J Strength Cond Res* **2005**, *19*, 859.
22. Jones, R.M.; Fry, A.C.; Weiss, L.W.; Kinzey, S.J.; Moore, C.A. Kinetic Comparison of Free Weight and Machine Power Cleans: *J Strength Cond Res* **2008**, *22*, 1785–1789.
23. Keeler, L.K.; Finkelstein, L.H.; Miller, W.; Fernhall, B. Early-phase adaptations of traditional-speed vs. superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *J Strength Cond Res* **2001**, *15*, 309–314.
24. King, I. *Get buffed: Ian King's guide to bigger, stronger and leaner!*; 3rd ed.; King Sports Pub: Reno, Nev, 2002; ISBN 978-1-920685-00-3.
25. Kraemer, W.J.; Koziris, L.P.; Ratamess, N.A.; Hakkinen, K.; TRIPLETT-McBRIDE, N.T.; Fry, A.C.; Gordon, S.E.; Volek, J.S.; French, D.N.; Rubin, M.R.; et al. Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *J Strength Cond Res* **2002**, *16*, 373–382.
26. Lacerda, L.T.; Martins-Costa, H.C.; Diniz, R.C.R.; Lima, F.V.; Andrade, A.G.P.; Tourino, F.D.; Bembem, M.G.; Chagas, M.H. Variations in Repetition Duration and Repetition Numbers Influence Muscular Activation and Blood Lactate Response in Protocols Equalized by Time Under Tension: *J Strength Cond Res* **2016**, *30*, 251–258.
27. 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.
28. Lindstedt, S.L.; Reich, T.E.; Keim, P.; LaStayo, P.C. Do muscles function as adaptable locomotor springs? *J Exp Biol* **2002**, *205*, 2211–2216.
29. Malisoux, L.; Francaux, M.; Nielens, H.; Theisen, D. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *J Appl Physiol* **2006**, *100*, 771–779.
30. Mitchell, C.J.; Churchward-Venne, T.A.; West, D.W.D.; Burd, N.A.; Breen, L.; Baker, S.K.; Phillips, S.M. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol* **2012**, *113*, 71–77.
31. Morales-Artacho, A.J.; Padial, P.; García-Ramos, A.; Feriche, B. The Effect of the Number of Sets on Power Output for Different Loads. *J Hum Kinet* **2015**, *46*, 149–156.

32. Newton, R.U.; Murphy, A.J.; Humphries, B.J.; Wilson, G.J.; Kraemer, W.J.; Hakkinen, K. Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur J Appl Physiol* **1997**, *75*, 333–342.
33. Sakamoto, A.; Sinclair, P.J. Effect of Movement Velocity on the Relationship Between Training Load and the Number of Repetitions of Bench Press. *J Strength Cond Res* **2006**, *20*, 523.
34. Sale, D.G. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev* **2002**, *30*, 138–143.
35. Schoenfeld, B.J.; Ogborn, D.I.; Krieger, J.W. Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* **2015**, *45*, 577–585.
36. Seliger, V.; Dolejš, L.; Karas, V.; Pachlopníková, I. Adaptation of trained athletes' energy expenditure to repeated concentric and eccentric muscle contractions. *Int Z Angew Physiol Einschl Arbeitsphysiol* **1968**, *26*, 227–234.
37. Stock, M.S.; Beck, T.W.; DeFreitas, J.M.; Dillon, M.A. Test–Retest Reliability of Barbell Velocity During the Free-Weight Bench-Press Exercise: *J Strength Cond Res* **2011**, *25*, 171–177.
38. Westcott, W.L.; Winett, R.A.; Anderson, E.S.; Wojcik, J.R.; Loud, R.L.; Cleggett, E.; Glover, S. Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *J Sports Med Phys Fitness* **2001**, *41*, 154–158.

4.2 Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

Podsumowanie pozostałych osiągnięć naukowych, na które składają się 23 prace z czego 17 posiada Impact Factor i 5 pozostałych znajduje się na liście „B” MNiSW.. Łącznie wartość punktowa przedstawia się następująco: IF= 35,9; MNSiW= 961 pkt

4.2.1 Krótka prezentacja prac opublikowanych po uzyskaniu tytułu doktora nauk o kulturze fizycznej, publikacje te stanowią część dorobku naukowego habilitanta, niewchodzącą w skład monotematycznego cyklu publikacji.

Moje zainteresowania naukowe i problematyka prac naukowo – badawczych obejmują trzy zasadnicze grupy zagadnień:

1. Wpływ suplementacji kofeiną na poziom bezpośrednich zmiany wartości siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej.
2. Wpływ treningu oporowego na zmiany stężenia metabolitów i hormonów w grupie osób zaawansowanych w treningu siły mięśniowej
3. Analiza i kontroli procesu treningu oraz optymalizacji obciążeń treningowych w sporcie.

Niektóre prace mają charakter interdyscyplinarny i mogą być zaliczane do dwóch, a nawet do wszystkich trzech obszarów badań.

Do najważniejszych osiągnięć w pierwszym obszarze zaliczono następujące publikacje:

- **Michał Wilk**, Michał Krzysztofik, Aleksandra Filip, Adam Zajac, 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 doi:10.3390/nu11081912 [IF =4,171; MNiSW = 140,00]
- **Michał Wilk**, Aleksandra Filip, Michał Krzysztofik, Adam Maszczyk, Adam Zajac. 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, s. 1-12 doi: 10.3390/nu11071465]. [IF =4,171; MNiSW = 140,00]
- **Michał Wilk**, Michał Krzysztofik, Adam Maszczyk, Jakub Chycki, Adam Zajac. 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* Vol. 16 (2019), s. 1-7 [DOI: 10.1186/s12970-019-0275-x]. [IF = 3,841; MNiSW = 100,00]

Podjętym tematycznie problemem naukowym wymienionych prac jest ocena wpływu spożycia kofeiny na poziom generowanej siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej w grupie osób aktywnych fizycznie. Obszar ten składa się z 3 prac o łącznej wartości IF= 12.183 oraz MNiSW = 340.

Kofeina jest jedną z najczęściej spożywanych substancji ergogenicznych na świecie. Spożycie kofeiny istotnie wpływa na zdolności wysiłkowe, zarówno w szerokim zakresie zadań specyficznych dla dyscypliny sportu, jak i poszczególnych cech motorycznych (Burke, 2008; Goldstein i wsp., 2010; Grgic i Mikulic, 2017). Wykazano ergogeniczny wpływ kofeiny po spożyciu w dawkach od 3 do 9 mg/kg masy ciała (m.c.), przyjmowanych 30 do 90 minut przed wysiłkiem (Grgic i wsp., 2019). Mechanizmy odpowiedzialne za ergogeniczny wpływ kofeiny są związane z wpływem na różne tkanki, narządy i układy ludzkiego ciała (Daly i wsp., 1994; Davis i wsp., 2003; Behrens i wsp., 2015; Ferre, 2016). Chociaż badania potwierdziły ergogeniczne działanie kofeiny to w stosunku do zmian poziomu siły, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej wyniki nie są jednoznaczne. Jedynie kilka dotychczasowych badań naukowych wykazało, że spożycie kofeiny o wartości 3–6 mg/kg/m.c. powoduje istotny wzrost poziomu maksymalnej siły oraz wytrzymałości mięśniowej (Beck i wsp., 2006; Green i wsp., 2007; Duncan 2011; Diaz-Lara i wsp., 2016; Grgic i Mikulic 2017). Przeciwnie, badania Astorino i wsp. (2008) nie wykazały takich wyników pomimo stosowania podobnej dawki kofeiny, co sugeruje, że inne czynniki, w tym rodzaj testu pomiarowego, wielkość zaangażowanego obszaru mięśniowego i doświadczenie treningowe uczestnika badania mogą mieć istotny wpływ na ergogeniczne działanie kofeiny. Dodatkowo, większość badań dotyczących wpływu spożycia kofeiny na bezpośrednie zmiany możliwości wysiłkowych realizowano na grupie uczestników o niskim lub umiarkowanym dziennym spożyciu kofeiny od 58 do 250 mg/dzień (Astorino i wsp., 2008; Duncan i Oxford, 2011; Grgic i Mikulic 2017).

Kofeina jest środkiem ergogenicznym powszechnie stosowanym przez sportowców zarówno podczas treningu jak rywalizacji sportowej. Badania wskazują, że 75–90% sportowców spożywa kofeinę przed lub w trakcie sesji treningowych i zawodów sportowych (Desbrow i wsp., 2006; Del Coso i wsp., 2011; Aguilar-Navarro i wsp., 2019). Według Svenningsson i wsp. (1999) oraz Fredholm i wsp. (1999) nawykowe spożywanie kofeiny modyfikuje poziom reakcji fizjologicznych na bezpośrednie spożycie kofeiny przez regulację receptorów adenylinowych. Jednak wyniki badań dotyczące bezpośredniego wpływu spożycia kofeiny w grupie osób nawykowo spożywających tą substancję są nieliczne i niejednoznaczne (Dodd i wsp., 1991; de Souza Gonçaves i wsp., 2017; Lara i wsp., 2019). W związku z tym

zasadne było podjęcie badań naukowych oceniających wpływ stosowania kofeiny na poziom możliwości wysiłkowych w grupie osób o różnym poziomie nawykowego spożycia kofeiny.

Pierwsza praca opisująca wpływ 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*” opublikowany w czasopiśmie „*Journal of the International Society of Sports Nutrition*”. Celem pracy była ocena wpływ spożycia kofeiny na wartość czasu napięcia mięśniowego (TUT), liczbę wykonanych powtórzeń oraz zmiany poziomu generowanej mocy i prędkość ruchu w fazie koncentrycznej oraz fazie ekscentrycznej. Należy zwrócić szczególną uwagę, że artykuł ten był pierwszym światowym badaniem opisującym wpływ spożycia kofeiny na czas trwania napięcia mięśniowego oraz prędkość ruchu w fazie ekscentrycznej.

Głównym odkryciem badania był fakt, że spożycie kofeiny (5mg/kg/m.c.), 60 min. przed wysiłkiem wpływa na istotny spadek wartości TUT podczas wyciskania sztangi leżąc w tempie X/0/X/0, jednocześnie bez istotnych zmian liczby wykonanych powtórzeń. Uzyskane wyniki wskazują, że podobnie jak w badaniach [1,2,3,4,5] parametr TUT jest wiarygodniejszym i precyzyjniejszym wskaźnikiem wartości objętości wysiłku w porównaniu do liczby wykonanych powtórzeń. Dodatkowo badania wykazały, że spożywanie kofeiny przed wysiłkiem istotnie zwiększa prędkość ruchu, ale tylko w fazie ekscentrycznej.

Kolejnym badaniem mającym na celu oceną wpływu spożycia kofeiny na możliwości wysiłkowe była praca pt. „*The Acute Effect of Various Doses of Caffeine on Power Output and Velocity during the Bench Press Exercise among Athletes Habitually Using Caffeine*” opublikowana w czasopiśmie „*Nutrients*”. Głównym celem pracy była ocena wpływu spożycia różnych dawek kofeiny (3, 6, 9mg/kg/m.c.) na poziom mocy i prędkości ruchu podczas wyciskania sztangi leżąc w grupie osób nawykowo spożywających kofeinę w wartościach od 4 do 6 mg/dzień/kg/m.c.

Badania wykazały, że spożycie kofeiny 60 min. przed wysiłkiem nie powoduje istotnych zmian poziomu generowanej mocy i prędkości ruchu podczas wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym o wartości 50%1RM w porównaniu do grupy stosującej placebo. Badania wykazały brak istotnych różnic pomiędzy placebo, a każdą wartością przed wysiłkowego spożycia kofeiny (3, 6, 9mg/kg/m.c). Pomimo faktu, że wyniki uzyskane w badaniu są sprzeczne z wcześniejszymi naukowymi doniesieniami (Grgic i Mikulic 2017; Sabol i wsp., 2019), należy podkreślić, że artykuł ten jako pierwszy dokonał oceny wpływu spożycia różnych dawek kofeiny na poziom mocy i prędkości ruchu, ale w grupie osób nawykowo spożywających kofeinę. Tym samym wyniki badań wskazują, że nawykowe spożycie kofeiny

może ograniczać ergogeniczny efekt suplementacji kofeiną przed wysiłkiem o charakterze siłowym.

Ostatnim badaniem w zakresie wpływu spożycia kofeiny na wysiłkowe możliwości była praca pt. „*The Effects of High Doses of Caffeine on Maximal Strength and Muscular Endurance in Athletes Habituated to Caffeine*” opublikowana w czasopiśmie „*Nutrients*”. Głównym celem badania była ocena wpływu wysokich dawek kofeiny (9 i 11mg/kg/m.c.) na poziom maksymalnej siły oraz wytrzymałości mięśniowej, analizowanej na podstawie liczby wykonanych powtórzeń oraz czasu trwania napięcia mięśniowego podczas wyciskania sztangi leżąc. Badania przeprowadzono na grupie sportowców nawykowo spożywających kofeinę w zakresie od 4 do 6mg/dzień/kg/m.c. Procedura badawcza zakładała jednorazową suplementację kofeiny przed wysiłkiem, przekraczającą wartość dziennego spożycia tej substancji przez uczestników badania.

Wyniki badań wykazały, że jednorazowa suplementacja kofeiną o wartości 9 i 11 mg/kg/m.c. istotnie wpływa na wzrost wartości maksymalnej siły mięśniowej, podczas testu 1RM w wyciskaniu sztangi leżąc, u osób nawykowo stosujących kofeinę. Ponadto, badania wykazały, że spożycie 11 mg/kg/m.c. istotnie zmniejszyło wartość generowanej mocy i prędkości ruchu podczas wyciskania sztangi leżąc o wartości 50%1RM. Wyniki uzyskane w badaniu mają szczególnie znaczenie dla zawodników sportów siłowych, w ramach których przyjmowanie wysokich dawek kofeiny (9 i 11 mg/kg/m.c.) może przynieść istotne korzyści podczas treningu jak i rywalizacji sportowej. Jednak w przypadku ćwiczeń eksplozywnych o dużej prędkości ruchu i niskiej wartości obciążenia zewnętrznego wysokie dawki kofeiny (9 i 11 mg/kg/m.c.) nie są zalecane.

Bibliografia:

1. Aguilar-Navarro, M.; Muñoz, G.; Salinero, J.; Muñoz-Guerra, J.; Fernández-Álvarez, M.; Plata, M.; Del Coso, J. Urine Caffeine Concentration in Doping Control Samples from 2004 to 2015. *Nutrients* **2019**, *11*, 286.
2. Astorino, T.A.; Rohmann, R.L.; Firth, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *Eur J Appl Physiol* **2007**, *102*, 127–132.
3. Beck, T.W.; Housh, T.J.; Schmidt, R.J.; Johnson, G.O.; Housh, D.J.; Coburn, J.W.; Malek, M.H. The Acute Effects of a Caffeine-Containing Supplement on Strength, Muscular Endurance, and Anaerobic Capabilities. *J Strength Cond Res* **2006**, *20*, 506.
4. Behrens, M.; Mau-Moeller, A.; Weippert, M.; Fuhrmann, J.; Wegner, K.; Skripitz, R.; Bader, R.; Bruhn, S. Caffeine-induced increase in voluntary activation and strength of

- the quadriceps muscle during isometric, concentric and eccentric contractions. *Sci Rep* **2015**, *5*, 10209.
5. Burke, L.M. Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab* **2008**, *33*, 1319–1334.
 6. Daly, J.W.; Shi, D.; Nikodijevic, O.; Jacobson, K.A. The role of adenosine receptors in the central action of caffeine. *Pharmacopsychologia* **1994**, *7*, 201–213.
 7. Davis, J.M.; Zhao, Z.; Stock, H.S.; Mehl, K.A.; Buggy, J.; Hand, G.A. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* **2003**, *284*, R399-404.
 8. 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.
 9. Desbrow, B.; Leveritt, M. Awareness and use of caffeine by athletes competing at the 2005 Ironman Triathlon World Championships. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* **2006**, *16*, 545–558.
 10. Diaz-Lara, F.J.; Del Coso, J.; García, J.M.; Portillo, L.J.; Areces, F.; Abián-Vicén, J. Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. *Eur J Sport Sci* **2016**, *16*, 1079–1086.
 11. 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.
 12. Duncan, M.J.; Oxford, S.W. The Effect of Caffeine Ingestion on Mood State and Bench Press Performance to Failure: *J Strength Cond Res* **2011**, *25*, 178–185.
 13. Ferré, S. Mechanisms of the psychostimulant effects of caffeine: implications for substance use disorders. *Psychopharmacology* **2016**, *233*, 1963–1979.
 14. 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.
 15. Goldstein, E.; Jacobs, P.L.; Whitehurst, M.; Penhollow, T.; Antonio, J. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *J Int Soc Sports Nutr* **2010**, *7*, 18.
 16. Gonçalves, L. de S.; Painelli, V. de S.; Yamaguchi, G.; Oliveira, L.F. de; Saunders, B.; da Silva, R.P.; Maciel, E.; Artioli, G.G.; Roschel, H.; Gualano, B. Dispelling the myth

- that habitual caffeine consumption influences the performance response to acute caffeine supplementation. *J Appl Physiol* **2017**, *123*, 213–220.
17. Green, J.M.; Wickwire, P.J.; McLester, J.R.; Gendle, S.; Hudson, G.; Pritchett, R.C.; Laurent, C.M. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. *Int J Sports Physiol Perform* **2007**, *2*, 250–259.
 18. Grgic, J.; Grgic, I.; Pickering, C.; Schoenfeld, B.J.; Bishop, D.J.; Pedisic, Z. Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. *Br J Sports Med* **2019**, bjsports-2018-100278.
 19. 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.
 20. 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.
 21. 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 Sport Physiol* **2019**, *14*, 1170–1177.
 22. 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* **1999**, *19*, 4011–4022.

Drugi, zasadniczy obszar moich zainteresowań naukowych oscyluje wokół zagadnień związanych z wpływem treningu oporowego oraz suplementacji na powysiłkowe zmiany stężenia metabolitów oraz hormonów anabolicznych i katabolicznych we krwi. Obszar ten składa się z 5 prac o łącznej wartości IF= 4.363 oraz MNiSW = 77.

1. **Michał Wilk**, Małgorzata Michalczyk, Artur Gołaś, Michał Krzysztofik, Adam Maszczyk, Adam Zajac. Endocrine responses following exhaustive strength exercise with and without the use of protein and proteincarbohydrate supplements. *Biology of Sport*. Vol. 35, nr 4 (2018), s. 399-405.
[IF = 1,729; MNiSW = 15,00]
2. **Michał Wilk**, Petr Stastny, Michał Krzysztofik, Adam Zajac, Miroslav Petr. Endocrine response to high intensity barbell squats performed with constant movement tempo and variable training volume. *Neuroendocrinology Letters*. Vol. 39, nr 4 (2018), s. 342-348.
[IF = 0,754; MNiSW = 15,00]

3. **Michał Wilk**, Petr Stastny, Artur Gołaś, Monika Nawrocka, K. Jeleń, Adam Zajęc, James Tufano. Physiological responses to different neuromuscular movement task during eccentric bench press. *Neuroendocrinology Letters*. Vol. 39, nr 1 (2018), s. 26-32.
[IF = 0,754; MNiSW = 15,00]
4. Adam Zajęc, **Michał Wilk**, Teresa Socha, Adam Maszczyk, Jakub Chycki . The effects of growth hormone and testosterone therapy on aerobic and anaerobic fitness, body composition and lipoprotein profile in middle aged men. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. Vol. 21, nr 1 (2014), s. 156-160.
[IF = 1,126; MNiSW = 20,00]
5. **Michał Wilk**, Małgorzata Michalczyk, Jakub Chycki, Adam Maszczyk, Miłosz Czuba, Robert Roczniok, Artur Gołaś, Adam Zajęc. Endocrine responses to physical training and tribulus terrestris supplementation in middle-age men. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. Vol. 13, nr 1 (2016), s. 65-71
[IF = 0,000; P MNiSW = 12,00]

Podjętym problemem naukowym wymienionych prac dotyczy wpływ treningu oporowego oraz suplementacji na powysiłkowe zmiany stężenia metabolitów oraz hormonów anabolicznych i katabolicznych we krwi. Hormony, szczególnie takie jak: testosteron (T), hormon wzrostu (GH) i kortyzol (C) kontrolują pośrednio wzrost komórek mięśniowych, a stany związane z nadmiarem lub niedoborem bezpośrednio wpływają na równowagę anaboliczno-kataboliczną mięśni szkieletowych (Veldhuis i wsp., 2005; Solomon i Bouloux 2006). Hormony mają znaczący wpływ na tempo syntezy białek mięśniowych, rodzaj metabolizowanych substratów podczas oraz bezpośrednio po wysiłku fizycznym (Phillips 2000; Godfrey i wsp., 2003), a także stymulują produkcję (wzrost) komórek satelitarnych wspomagających hipertrofię miofibrili (Kadi i wsp., 2005). Istotą oddziaływania hormonów w procesie adaptacji jest ich wpływ na powysiłkowe zmiany adaptacyjne zarówno te o charakterze krótkotrwałym jak i w okresie kilku, kilkunastu tygodni (Ahtiainen wsp., 2003; Kraemer i wsp., 2005).

Pierwszym artykułem z cyklu prac dotyczących wpływu suplementacji na powysiłkowe zmiany stężenia hormonów anabolicznych i katabolicznych we krwi był artykuł pt.: *"The effects of growth hormone and testosterone therapy on aerobic and anaerobic fitness, body composition and lipoprotein profile in middle aged men"* opublikowany w czasopiśmie *„Annals of Agricultural and Environmental Medicine"*. Celem tego projektu badawczego była ocena efektów stosowania rekombinowanego ludzkiego hormonu wzrostu (rhGH) i testosteronu (T)

na zmiany komponentów składu ciała, wydolności tlenowej i beztlenowej w grupie mężczyzn w średnim wieku. Badania wykazały znaczny wzrost beztłuszczowej masy mięśniowej oraz spadek poziomu tkanki tłuszczowej w grupie otrzymującej rhGH i T. Badania te potwierdziły, że samo oddziaływanie hormonu wzrostu oraz testosteronu bez modyfikacji w zakresie treningu, diety i suplementacji może powodować istotne zmiany adaptacyjne.

Drugim artykułem w zakresie wpływu suplementacji oraz wysiłku o charakterze siłowym na zmiany stężenia hormonów we krwi była praca pt.: *“Endocrine responses to physical training and tribulus terrestris supplementation in middle-age men”* opublikowana w czasopiśmie *“Central European Journal of Sport Sciences and Medicine”*. Celem badania była ocena wpływu suplementacji saponinami steroidowymi na stężenie testosteronu (T), hormonu wzrostu (GH) i insulinopodobnego czynnika wzrostu (IGF-1) we krwi. W badaniach udział brało 14 mężczyzn w wieku od 45 do 60 lat. Czas trwania eksperymentu wynosił 12 tygodni. Badania wykazały, że suplementacja saponinami steroidowymi w grupie mężczyzn w średnim wieku spowodowała istotny wzrost spoczynkowego T, GH i IGF-1.

Kolejną pracą w zakresie analizy powysiłkowych zmian stężenia hormonów anabolicznych i katabolicznych była praca pt.: *„Physiological responses to different neuromuscular movement task during eccentric bench press”* opublikowana w czasopiśmie: *„Neuroendocrinology Letters”*. Celem badania było ocena wpływu zmiennego tempa ruchu (6/0/2/0 oraz 2/0/2/0) podczas treningu oporowego na poziom powysiłkowych zmian metabolicznych i hormonalnych w grupie osób zaawansowanych w treningu siły mięśniowej. Procedura badania zakładała ocenę stężenia kwasu mlekowego (LA), kinazy kreatynowej (CK), testosteronu (T) i kortyzolu (C). Badania wykazały, że trening oporowy wykonywany do odmowy wysiłkowej, ale z zastosowaniem różnego tempa ruchu (2/0/2/0 lub 6/0/2/0) istotnie wpływa na wartość objętości wysiłku, a także na powysiłkowe stężenie metabolitów i hormonów we krwi. Badanie to wykazało, że wysiłek o mniejszej ilości wykonanych powtórzeń, ale z zastosowaniem wolnego tempa ruchu (6/0/2/0) powoduje wyższy powysiłkowy wzrost stężenia LA, CK i T w porównaniu do wysiłku z szybkim tempem ruchu (2/0/2/0). Wyniki te wskazują że tempo ruchu podczas treningu oporowego istotnie wpływa na powysiłkowe zmiany LA, CK i T.

Kontynuacją pracy w zakresie analizy wpływu treningu oporowego na poziom powysiłkowych zmian metabolicznych oraz hormonalnych była praca pt.: *„Endocrine response to high intensity barbell squats performed with constant movement tempo and variable training volume”* opublikowana w czasopiśmie: *„Neuroendocrinology Letters”*. Celem pracy było określenie wpływu zmiennej wartości objętość wysiłku (3, 6, lub 12 serii) w przysiadach ze

sztangą o wartości 90%1RM oraz stałym tempie ruchu na powysiłkowe zmiany stężenia hormonu wzrostu (GH), testosteronu (T), insulinopodobnego czynnika wzrostu (IGF-1) oraz kortyzolu (C). Dodatkowo celem badania było określenie wartości objętości wysiłku, która wywołuje najkorzystniejszy powysiłkowy wzrost stężenia hormonów o funkcjach anabolicznych, przy jednoczesnym ograniczeniu wzrostu stężenia hormonów o funkcjach katabolicznych. Badania wykazały, że optymalna liczba wykonanych serii podczas przysiadów ze sztangą wynosi 6 serii, natomiast dalszy wzrost objętości wysiłku nie powoduje korzystnych hormonalnych powysiłkowych zmian.

Ostatnią pracą z cyklu dotyczącą wpływu treningu oporowego oraz suplementacji na powysiłkowe zmiany stężenia hormonów anabolicznych i katabolicznych we krwi, był artykuł pt.: „*Endocrine responses following exhaustive strength exercise with and without the use of protein and protein-carbohydrate supplements*” opublikowany w czasopiśmie „*Biology of Sport*”. Głównym celem badania było określenie wpływu suplementacji węglowodanami i białkiem serwatkowym (CHO-PROw) spożywanym bezpośrednio po wysiłku oraz białkiem kazeinowym (PROc) spożywanym przed snem na zmiany stężenie hormon wzrostu (GH), insuliny (I), insulinopodobny czynnik wzrostu (IGF-1) oraz kinazy kreatynowej (CK) we krwi w grupie osób zaawansowanych w treningu siły mięśniowej. Badania wykazały brak istotnych różnic w poziomie reakcji metabolicznych i hormonalny pomiędzy grupą stosującą suplementację, a grupą spożywającą placebo w okresie godziny od zakończenia protokołu badawczego jak i w okresie 24 godzin restytucji.

Trzeci, a zarazem ostatni obszar moich zainteresowań naukowych oscyluje wokół szeroko rozumianych analiza i kontroli procesu treningu oraz optymalizacji obciążeń treningowych w sporcie. Obszar ten składa się z 10 prac o łącznej wartości: IF = 11.206 oraz MNiSW = 197.

1. **Michał Wilk**, Michał Krzysztofik, Mariola Gepfert, Stanisław Poprzęcki, Artur Gołaś, Adam Maszczyk. Technical and training related aspects of resistance training using blood flow restriction in competitive sport - a review. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 65 (2018), s. 249-260.
[IF = 1,414; MNiSW = 15,00]
2. Magdalena Rawska, Aleksandra Mostowik, Michał Krzysztofik, Mariola Gepfert, Grzegorz Wojdała, **Michał Wilk**. Does blood flow restriction influence the maximal number of repetitions performed during the bench press? A pilot study. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. Vol. 11, nr 4 (2019), s. 0.
[IF = 0,000; MNiSW = 20,00]

3. Artur Gołaś, **Michał Wilk**, Petr Stastny, Adam Maszczyk, Katarzyna Pajerska, Adam Zajac. Optimizing half squat post activation potential load in squat jump training for eliciting relative maximal power in ski jumpers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 31, nr 11 (2017), s. 3010-3017.
[IF: 2,325; MNiSW = 30,00]
4. Petr Stastny, Artur Gołaś, Dusan Blazek, Adam Maszczyk, **Michał Wilk**, Przemysław Pietraszewski, Miroslav Petr, Petr Uhlir, Adam Zajac. A systematic review of surface electromyography analyses of the bench press movement task. *PLoS One*. Vol. 12, nr 2 (2017), s. 1-16.
[IF = 2,766; MNiSW = 40,00]
5. Adam Maszczyk, Artur Gołaś, Miłosz Czuba, Henryk Król, **Michał Wilk**, Jon Goodwin, Petr Stastny, Maciej Kostrzewa, Adam Zajac. EMG analysis and modelling of the flat bench press using artificial neural networks. *South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation*. Vol. 38, nr 1 (2016), s. 95-103
[IF = 0,190; MNiSW = 15,00]
6. Artur Gołaś, Adam Maszczyk, **Michał Wilk**, Petr Stastny, Katarzyna Strońska, Marcin Studencki, Adam Zajac. Muscular activity patterns of female and male athletes during the flat bench press. *Biology of Sport*. Vol. 35, nr 2 (2018), s. 175-179.
[IF: 2,202; MNiSW = 15,00]
7. Artur Gołaś, Anna Zwierzchowska, Adam Maszczyk, **Michał Wilk**, Petr Stastny, Adam Zajac. Neuromuscular control during the bench press movement in an elite disabled and able-bodied athlete. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 60 (2017), s. 209-215.
[IF: 1,174; MNiSW = 15,00]
8. Artur Gołaś, Adam Maszczyk, Henryk Król, **Michał Wilk**, Petr Stastny, Miroslav Petr, Grzegorz Wróbel. Changes in bar velocity and muscular activity during the bench press in relation to the load lifted. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. Vol. 11, nr 3 (2015), s. 95-101.
[IF = 0,000; MNiSW = 12,00]
9. Mariola Gepfert, Michał Krzysztofik, Aleksandra Filip, Aleksandra Mostowik, Grzegorza Wojdała, Miłosz Drozd, **Michał Wilk**. Effect of grip width on exercise volume in bench press with a controlled movement tempo in women. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. Vol. 11, nr 3 (2019), s. 0.
[IF = 0,000; MNiSW = 20,00]

10. Paweł Grycman, Adam Maszczyk, Artur Gołaś, Teresa Socha, **Michał Wilk**, Tomasz Zając, Krzysztof Przednowek. Modelling analysis and prediction of women javelin throw results in the years 1946-2013. *Biology of Sport*. Vol. 32, nr 4 (2015), s. 345-350 [IF: 1,135; MNiSW = 15,00]

Trening oporowy jest ogólnie powszechną formą ćwiczeń dla sportowców i innych osób aktywnych fizycznie. Oprócz powszechnych metod treningu oporowego coraz częściej prowadzone są badania nad modyfikacjami treningu oporowego, zarówno pod względem metodyki treningu, jak i dodatkowego sprzętu lub urządzeń treningowych. Jedną z takich modyfikacji jest użycie okluzji podczas ćwiczeń oporowych. Okluzja, określana również jako ograniczenie przepływu krwi (BFR), znacząco wpływa na procesy adaptacyjne mięśni, zarówno u osób aktywnych fizycznie, jak i sportowców wyczynowych (Cook i wsp., 2014; Takarada i wsp., 2000). Technika BFR polega na użyciu opaski uciskowej, nadmuchiwanego mankietu lub elastycznych opasek (Takano i wsp., 2005; Loenneke i wsp., 2009) w celu ograniczenia przepływu krwi żyłnej. Główne mechanizmy odpowiedzialne za reakcje adaptacyjne związane z treningiem w warunkach BFR obejmują zwiększone napięcie mechaniczne i podwyższony stres metaboliczny. Pomimo faktu, że trening w warunkach BFR jest coraz bardziej powszechny i wiele uwagi poświęcono stosowaniu BFR podczas ćwiczeń oporowych, większość prac naukowych dotyczy długofalowych zmian adaptacyjnych w grupie osób rekreacyjnie stosujących trening oporowy. Dlatego też w przeglądowej pracy pt.: *“Technical and training related aspects of resistance training using blood flow restriction in competitive sport - a review”* opublikowanej w czasopiśmie *„Journal of Human Kinetics”* dokonano szerokiego przeglądu literatury w zakresie oceny i weryfikacji aspektów technicznych, fizjologicznych i metodologicznych związanych ze stosowaniem treningu oporowego z zastosowaniem BFR w grupie sportowców wyczynowych. Wyniki przeglądu literatury wskazują, że stosowanie BFR wspomaga głównie efekty hipertroficzne. Jest to szczególnie ważne w porównaniu do klasycznego treningu siły mięśniowej, który jednocześnie wywołuje efekt adaptacji układu nerwowego oraz hipertrofii mięśniowej. W związku z tym procedura treningowa stosowana przez sportowców wyczynowych nie powinna zawierać tylko i wyłącznie wysiłku z wykorzystaniem BFR, a częstotliwość i forma stosowania BFR powinna być zindywidualizowana.

Kolejną pracą w aspekcie stosowania okluzji mięśniowej była praca pt.: *“Does blood flow restriction influence the maximal number of repetitions performed during the bench press? A pilot study.”* opublikowana w czasopiśmie *„Baltic Journal of Health and Physical Activity”*

której celem była ocena wpływu BFR na maksymalną liczbę powtórzeń w 5 seriach wyciskania sztangi leżąc. Badanie wykazało, że zarówno tempo ruchu, jak i użycie okluzji mięśniowej znacząco wpłynęło na wartość maksymalnej liczby wykonanych powtórzeń. Co istotne, wyniki badania wykazały znacznie wyższą ilość wykonanych powtórzeń podczas wysiłku z zastosowaniem BFR w porównaniu do wysiłku bez okluzji mięśniowej co jest sprzeczne ze stwierdzeniem, że stosowanie okluzji mięśniowej podczas treningu oporowego ogranicza możliwości wysiłkowe (Takarada i wsp., 2000; Cook i wsp., 2014).

Poziom przygotowania sprawnościowego zawodnika stanowi jeden z najważniejszych czynników warunkujących uzyskanie wysokiego wyniku sportowego. W pracy pt. „*Optimizing half squat post activation potentiation load in squat jump training for eliciting relative maximal power in ski jumpers*” opublikowanej w „*Journal of Strength and Conditioning Research*” analizie poddano efekt wzmocnienia poaktywacyjnego (PAP) w treningu siły mięśniowej na podstawie grupy czołowych polskich skoczków narciarskich, reprezentantów Kadry Polski A i B. Przeprowadzona analiza dotyczyła określenia wpływu ćwiczenia aktywacyjnego w postaci przysiadu ze sztangą na poziom mocy mięśniowej, prędkości i tempa narastania mocy, analizowanej na podstawie testu squat jump (SJ). Analiza uzyskanych danych wskazała, istotny wzrost wyniku podczas testu SJ po zastosowaniu ćwiczenia aktywacyjnego o wartości 80% 1RM. Dodatkowa przeprowadzona analiza EMG wskazała istotne zmiany aktywności mięśniowej podczas przysiadu ze sztangą w zależności od wartości stosowanego obciążenia zewnętrznego.

Analiza struktury wewnętrznej ruchu (EMG) była także przedmiotem pracy pt.: „*A systematic review of surface electromyography analyses of the bench press movement task*” opublikowanym w czasopiśmie „*PLoS One*”. W artykule dokonano przeglądu literatury na przykładzie wyciskania leżąc jako reprezentatywnego ćwiczenia oporowego górnej części ciała. Zbiór publikacji z wyciskania sztangi leżąc polegał na stworzeniu modelu zmian aktywności mięśniowej podczas różnych warunków przejawiania siły mięśniowej i obejmował w wersji końcowej zbiór danych z 47 artykułów (artykuły te zostały wybrane z 3544 prac dotyczących wyciskania leżąc). Pełny opis zmian aktywności mięśniowej w wyciskaniu sztangi leżąc obejmował analizę w zależności od: intensywności, aktywnej/biernej przerwy wypoczynkowej, kąta nachylenia ławki, rodzaju i szerokości chwytu, momentu pojawienia się punktu krytycznego („sticking point”). Tak dogłębna analiza pozwoliła na określenie przyszłych kierunków badawczych w wyciskaniu sztangi leżąc oraz pozwoliła na zastosowanie określonych procedur w analizie innych ćwiczeń.

Analiza struktury wewnętrznej i zewnętrznej ruchu opisana w artykule pt.: „*EMG analysis and modelling of the flat bench press using artificial neural networks*” i opublikowanym w „*South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation*” posłużyła do próby stworzenia modelu wyciskania sztangi leżąc opartego na sztucznych sieciach neuronowych, którego celem było określenie predyktorów wyniku sportowego w tym ćwiczeniu. Aby osiągnąć zamierzone cele, podjęto próbę zdefiniowania, które zmienne mogły pełnić rolę zmiennych objaśniających model. Analiza regresji wykazała największy udział w poprawie wyniku sportowego dla następujących predyktorów: maksymalnej wartości prędkości ruchu w fazie koncentrycznej, maksymalnej wartości przyspieszenia w fazie ekscentrycznej, czasu trwania fazy koncentrycznej oraz pionowej drodze środka sztangi podczas fazy ekscentrycznej.

Kontynuacją badań w zakresie analizy aktywności mięśniowej w wyciskaniu sztangi leżąc była publikacja pt.: „*Muscular activity patterns of female and male athletes during the flat bench press*” opublikowana w czasopiśmie „*Biology of Sport*”. W pracy tej zbadano aktywność mięśniową pięciu mężczyzn i pięciu kobiet z minimum rocznym doświadczeniem w wyciskaniu sztangi leżąc. Sesja eksperymentalna obejmowała wykonanie czterech serii po 1 powtórzeniu wyciskania sztangi leżąc z obciążeniem zewnętrznym wynoszącym odpowiednio 55%; 70%; 85% i 100% 1RM. Oceniano aktywność 4 mięśni: piersiowego większego, przedniej części mięśnia naramiennego, głowy bocznej trójgłowego ramienia i głowy długiej trójgłowego ramienia. Do analizy wybrano szczytową aktywność badanych mięśni podczas wyciskania sztangi leżąc (zarówno w fazie ekscentrycznej jak i koncentrycznej). Badania wykazały, że występują istotne różnice wzorca aktywności mięśniowej między kobietami i mężczyznami podczas wyciskania sztangi leżąc w zależności od wielkości obciążenia zewnętrznego. Wzrost obciążenia zewnętrznego u kobiet z 55% do 100% 1RM spowodował wzrost aktywności o 67,8% dla przedniej części mięśnia naramiennego, o 46,2% dla mięśnia piersiowego większego, o 33,3% dla bocznej głowy mięśnia trójgłowego ramienia i o 36,4% dla głowy długiej mięśnia trójgłowego ramienia. U mężczyzn zmiany te przedstawiają się następująco: wzrost o 74,6% dla przedniej części mięśnia naramiennego, o 27,1% dla mięśnia piersiowego większego, o 36,9% dla głowy bocznej mięśnia trójgłowego ramienia oraz o 73,7% dla głowy długiej mięśnia trójgłowego ramienia. Cechą charakterystyczną zmian aktywności mięśniowej podczas wyciskania sztangi leżąc zarówno u kobiet jak i mężczyzn jest istotny wzrost aktywności przedniej części mięśnia naramiennego przy zmianie obciążenia z 55% na 100% 1RM.

Kolejną pracą mającą na celu ocenę zmiany aktywności mięśniowej był artykuł pt.: „*Neuromuscular control during the bench press movement in an elite disabled and able-bodied athlete*” opublikowany w „*Journal of Human Kinetics*”. Artykuł opisywał studium przypadku w ramach którego porównano aktywność mięśniową dwóch mistrzów świata w wyciskaniu sztangi leżąc – pełnosprawnego (M.W., wiek 34 lat, masa ciała 103 kg, wysokość ciała: 172 cm, 1RM w wyciskaniu leżąc 200kg) i niepełnosprawnego (M.T., wiek 31 lat, masa ciała 92 kg, wysokość ciała 170 cm, 1RM w wyciskaniu leżąc 190 kg). Celem badania było porównanie kontroli nerwowo-mięśniowej w wyciskaniu sztangi leżąc na ławce płaskiej przy różnych wartościach obciążenia zewnętrznego (60 - 100% 1RM), u zawodników klasy mistrzowskiej (pełnosprawnego i z niepełnosprawnością kończyn dolnych). Wyniki badania wskazały istotne różnice pomiędzy zawodnikiem pełnosprawnym i niepełnosprawnym w szczytowej aktywności wszystkich badanych mięśni. Analiza szczytowych różnic aktywności w stosunku do wartości stosowanego obciążenia zewnętrznego ujawniła znaczące różnice dla wartości pomiędzy 60% a 100% 1RM, 70% a 100% 1RM i 80% a 100% 1RM.

W pracy pt.: „*Changes in bar velocity and muscular activity during the bench press in relation to the load lifted*” opublikowanej w czasopiśmie „*Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*” dokonano analiz struktury zewnętrznej i wewnętrznej wyciskania sztangi leżąc oraz zależności od wielkości stosowanego obciążenia zewnętrznego (70%, 80%, 90%, 100% 1RM). Analiza dotyczyły poziom aktywności w obszarze: piersiowego większego, przedniej części mięśnia naramiennego, głowy długiej trójgłowego ramienia i najszerszego grzbietu, w warunkach dynamicznych (wyciskania sztangi leżąc) oraz w pięciosekundowych pomiarach wysiłku statycznego. Badania wykazały istotne różnice, zarówno dla prędkości średniej jak i maksymalnej, względem wartości stosowanych obciążeń 70 i 100% 1RM oraz 80 i 100% 1RM. Korelacje aktywności mięśniowej dla prób z obciążeniem zewnętrznym 70% i 80% 1RM wykazują jedynie istotność dla mięśni: trójgłowego ramienia i piersiowego większego. Odwrotnie podczas stosowania obciążenia zewnętrznego o wartości 90 i 100% 1RM, mięsień naramienny i najszerszy grzbietu wykazują słaby, ale istotny związek korelacyjny z prędkością sztangi. Najsilniejszą korelację wykazano w odniesieniu do mięśnia piersiowego z obciążeniem 90% 1RM. Podczas maksymalnego obciążenia (100% 1RM) mięśnie piersiowe zmniejszają swoją aktywność w fazie wstępnej w porównaniu do niższych obciążeń.

Kolejnym zagadnieniem poruszonym w ramach analiz i kontroli procesu treningowego w sporcie była ocena wpływu zmiennej techniki wyciskania sztangi leżąc na wartość objętości wysiłku co było głównym przedmiotem pracy pt.: „*Effect of grip width on exercise volume in*

bench press with a controlled movement tempo in women”, opublikowanej w czasopiśmie „*Baltic Journal of Health and Physical Activity*”. Badania to wykazało że zmiana techniki wyciskania sztangi leżąc, polegająca na zmianie szerokości uchwytu sztangi nie powoduje istotnych zmian w zakresie objętości wysiłku analizowanego na podstawie ilości wykonanych powtórzeń jak i czasu trwania napięcia mięśniowego.

Ostatnią pracą zaliczaną do obszaru prac związanych z kontrolą i optymalizacją obciążeń treningowych w sporcie był artykuł pt.: „*Modelling analysis and prediction of women javelin throw results in the years*” opublikowany w czasopiśmie „*Biology of Sport*” którego celem było utworzenie modelu predykcyjnego rzutu oszczepem dla kobiet z lat 1946-2013.

Bibliografia:

1. 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.
2. Loenneke, J.P.; Pujol, T.J. The Use of Occlusion Training to Produce Muscle Hypertrophy: *Strength Cond J* **2009**, *31*, 77–84.
3. Takano, H.; Morita, T.; Iida, H.; Asada, K.; Kato, M.; Uno, K.; Hirose, K.; Matsumoto, A.; Takenaka, K.; Hirata, Y.; et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol* **2005**, *95*, 65–73.
4. Takarada, Y.; Takazawa, H.; Sato, Y.; Takebayashi, S.; Tanaka, Y.; Ishii, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol* **2000**, *88*, 2097–2106.

4.3. Sumaryczny impact factor w pracach opublikowanych przeze mnie prac wynosi IF=48.959, MNiSW = 1376 IC = 1129,48

4.4. Liczba cytowań publikacji według bazy Web of science (WoS):

Na dzień 19.11.2019 liczba cytowani moich publikacji według Web of science wynosiła 115 w tym 80 bez autocytowań (dane na podstawie analiz bibliometrycznej sporządzonej przez jednostkę zatrudniającą załącznik nr 5.

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

5.1. Współpraca z instytucjami naukowymi

- Uniwersytet California State, Centrum Przygotowania Sportowego, Katedra Kinezyjologii, 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
- Uniwersytet Charles w Pradze, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Zakład Anatomii i Biomechaniki, Praga, Czechy,
- Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku, Zakład Biologii Molekularnej

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

5.2. Udział w stażach:

Staż w Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku, Zakład Biologii Molekularnej, pod nadzorem prof. Pawła Ciężczyka. W ramach stażu poznawałem i realizowałem czynności w następujących obszarach: izolację DNA z wykorzystaniem metody kolumnkowej, analizę jakościową i ilościową wyizolowanego materiału genetycznego przy wykorzystaniu spektrofotometru typu NanoDrop oraz rozdziału elektroforetycznego, przeprowadzenia reakcji PCR w czasie rzeczywistym, analizę wyników genotypowania pod kątem poszukiwania polimorfizmów predysponujących do wykonania określonych rodzajów wysiłku fizycznego oraz predysponujących do uszkodzeń tkanek miękkich. Staż odbywał się w dniach 11-24 lutego 2019 rok.

5.3. Udział w projektach badawczych w kraju i za granicą

W trakcie mojej pracy naukowej uczestniczyłem i uczestniczę w projektach badawczych prowadzonych w ośrodkach krajowych. Poniżej przedstawiam w skrócie mój 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. nadzw. 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 grantu MNiSW- RSA2 02552: „Optymalizacja kształtowania siły mięśniowej w oparciu o trening ekscentryczny, izokinetyczny i plajometryczny oraz metodę biofeedback”. Kierownik projektu: prof. dr hab. Józef Langfort.
- Kierownik 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.
- Kierownik badań statutowych: „Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniach oporowych na zakres i kierunek zmian adaptacyjnych u mężczyzn” w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu AWF Katowice.

Poza realizacją projektów badawczych finansowanych w ramach badań statutowych wykazuję się aktywnością w pozyskaniu grantów zewnętrznych. Po uzyskaniu stopnia doktora złożyłem jeden wniosek w ramach Konkursu Sonata BIS ogłoszony przez Narodowe Centrum Nauki. Wniosek obecnie jest w trakcie oceny formalnej.

5.4. Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

- Członek rady redakcyjnej w czasopiśmie Journal of Human Kinetic
- Członek rady redakcyjnej w czasopiśmie Baltic Journal of Health and Physical Activity

5.5. Recenzja prac naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych

Byłem recenzentem 40 publikacji w 10 międzynarodowych czasopismach, 28 recenzji dotyczyło publikacji w czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR).

Wykonałem recenzje dla:

- Nutrients (IF- 4.17) – 1 recenzja
- International Journal of Sports Physiology and Performance (IF - 3.97) – 2 recenzje

- Journal of Strength and Conditioning Research (IF- 3.01) – 1 recenzja
- International Journal of Environmental Research and Public Health (IF – 2.47) – 1 recenzja
- Journal of Human Kinetics (IF 1.74) – 23 recenzje
- Sports – 4 recenzje
- Journal of Functional Morphology and Kinesiology – 2 recenzje
- Baltic Journal of Health and Physical Activity – 4 recenzje
- Human Movement – 1 recenzja
- Journal of Science in Sport and Exercise – 1 recenzja

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

6.1. 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

6.2. Uczestnictwo w konferencjach naukowych i metodyczno-naukowych:

- I Ogólnopolska Konferencja Studiów Doktoranckich: Metody i procedury badawcze w naukach o kulturze fizycznej. Szczyrk: AWF Katowice, 2007.
- Ogólnopolska Konferencja Studiów Doktoranckich: Metody i procedury badawcze w naukach o kulturze fizycznej - identyfikacja oraz aplikacje. Katowice: AWF Katowice, 2007.
- V Konferencja Naukowa Słuchaczy Studiów Doktoranckich. Katowice: AWF Katowice, 2007.
- V Konferencja Naukowa Słuchaczy Studiów Doktoranckich. Katowice: AWF Katowice, 2007.

- Konferencja Szkoleniowa z siatkówki plażowej. Łódź: Polski Związek Piłki Siatkowej, 2009.
- Kursokonferencja szkoleniowa trenerów II ligi siatkówki. Warszawa: Polski Związek Piłki Siatkowej, 2009.
- Kursokonferencja szkoleniowa trenerów Plus Ligi Siatkówki. Warszawa: Polski Związek Piłki Siatkowej, 2009.
- Wojewódzka Konferencja Szkoleniowa. Szczyrk: Śląska Federacja Sportu w Katowicach, 2009.
- Międzynarodowe Sympozjum Metodyczno-Naukowe z zakresu przygotowania sprawnościowego i diagnozy stanu wytrenowania w grach zespołowych. Katowice: AWF Katowice, 2010.
- Konferencja metodyczno-szkoleniowa. Przygotowania sprawnościowe dzieci i młodzieży w zespołowych grach sportowych. Katowice: AWF Katowice, 2011.
- Konferencja Naukowa: Sporty śnieżne 2011. Współczesne tendencje w diagnostyce i kształtowaniu potencjału motorycznego. Katowice: AWF Katowice, 2011.
- Konferencja Naukowa: V dni psychologii sportu. Wrocław: Wyższa Szkoła Psychologii Społecznej we Wrocławiu, 2011.
- Międzynarodowa Konferencja Metodyczno-Szkoleniowa. Będzin: UEFA Study Group Scheme, 2011.
- Konferencja Naukowa: Praktyczne i teoretyczne aspekty procesu treningu sportowego w młodzieżowej piłce ręcznej. Katowice: Śląski Związek Piłki Ręcznej, AWF Katowice 2012.
- Konferencja Naukowa: Sochi 2014 - praca w jednym kierunku. Szczyrk: Instytut Sportu – Akademia Trenerska, 2012.
- International Congress of Physical Education, Sports and Kinetotherapy. Bukareszt [Rumunia]: The National University of Physical Education and Sports in Bucharest, 2014.
- Konferencja Naukowa: Praktyczne i teoretyczne aspekty procesu treningu sportowego w młodzieżowej piłce ręcznej. Katowice : Śląski Związek Piłki Ręcznej, AWF Katowice 2014.

- II Ogólnopolska Konferencja Naukowa: Osoby z niepełnosprawnością w sporcie: teoria i praktyka. - Katowice: Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, 09.06.2017.
- International Scientific Conference: Education, research and development. Elenite [Bułgaria]: Science and Education Foundation, 05-09.09.2017.
- Konferencja Naukowo-Szkoleniowa: Kształtowanie siły i mocy mięśniowej oraz suplementacja w sportach walki. Katowice: AWF im. J. Kukuczki w Katowicach, 30.09.2017.
- International Conference of the Polish Society of Biomechanics: Biomechanics 2018. Zielona Góra: Polish Society of Biomechanics, 05-07.09.2018.
- 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

6.3. Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Rektora Indywidualna III stopnia za osiągnięcia naukowe w roku akademickim 2011/2012.
- Nagroda Rektora Indywidualna II stopnia za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne w roku akademickim 2017/2018.

6.4. Promotorstwo prac licencjackich, magisterskich

W latach 2012 - 2019 promotorstwo 37 prac licencjackich i magisterskich na Wydziale Wychowania Fizycznego i Wydziale Fizjoterapii Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Tematyka prac dotyczyła szeroko rozumianych aspektów treningu oporowego.

6.5. Monografie i rozdziały w monografiach

- Współczesny trening siły mięśniowej. Adam Zając, Michał Wilk, Stanisław Poprzęcki, Bogdan Bacik ; Akademia Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach. Katowice 2009. - 379 s. ISBN 978-83-60841-31-3
- Współczesny trening siły mięśniowej. Adam Zając, Michał Wilk, Stanisław Poprzęcki, Bogdan Bacik, Remigiusz Rzepka, Kazimierz Mikołajec, Karina Nowak; Akademia Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach. Wydanie drugie uzupełnione. Katowice: Wydaw. AWF, 2010. ISBN 978-83-60841-59-4
- Analysis of muscle activity with the kinematics parameters depending on the weight of loading: a case study. A. Gołaś, A. Maszczyk, A. Zając, P. Pietraszewski, R. Rocznik, M. Wilk, M. Czuba, H. Król. In: 4th International Congress of Physical Education, Sports and Kinetotherapy, Bucharest, 11-13 June 2014 ed. Monica Stanescu, Mihaela Paunescu Bologna [Włochy]: Medimond, 2015 S. 143-149. - ISBN 978-88-7587-718-7
- The bioelectric activity of muscle pectoralis major in pressing from a lying position. H. Król, G. Sobota, A. Nawrat, M. Wilk. In: Proceedings of the XXIV International Symposium on Biomechanics in Sport, July 14-18 2006, Salzburg, Austria. Hermann Schwameder Salzburg : Universität Salzburg Inst. f. Sportwiss, 2006 S. 232-235. ISBN 3-901709-14-2
- Specyfika kształtowania siły mięśniowej wśród dzieci i młodzieży. Michał Wilk. W: Sporty śnieżne: wybrane aspekty przygotowania motorycznego i aktualna tematyka badawcza praca pod red. Grzegorza Jurasa, Kajetana Słomki i Katarzyny Górskiej Katowice: AWF, 2012 S. 47-77. ISBN 978-83-64036-04-0
- Prawidłowy trening siły mięśniowej dla seniorów. Sandra Kaduk, Michał Wilk. W: Osoby starsze w przestrzeni życia społecznego: praca zbiorowa. [red. Regionalny Ośrodek Polityki Społecznej Województwa Śląskiego] Katowice: ROPSWŚ, 2014 S. 161-171.
- Trening plajometryczny. Kazimierz Mikołajec, Michał Wilk. W: Współczesny system szkolenia w zespołowych grach sportowych. pod red. Adama Zająca i Jana Chmury Katowice: Wydaw. AWF, 2016 S. 309-318.
- Trening siły mięśniowej - klasyczne i nowe koncepcje metodyki treningu oporowego. Michał Wilk, Artur Gołaś, Adam Zając. W: Współczesny system szkolenia w

zespołowych grach sportowych. pod red. Adama Zajęca i Jana Chmury Katowice : Wydaw. AWF, 2016 S. 271-308.

- Wpływ szerokości uchwytu podczas wyciskania sztangi leżąc na wartość objętości wysiłku przy zastosowaniu kontrolowanego tempa ruchu. Mariola Gepfert, Michał Krzysztofik, Michał Wilk. W: Nauka, badania i doniesienia naukowe 2019 : cz. 1, Nauki przyrodnicze i medyczne. red. Tobiasz Wysoczański Świebodzice: Idea Knowledge Future, 2019 S. 80-89.
- Wpływ tempa ruchu na wartość siły mięśniowej, hipertrofię, liczbę powtórzeń oraz czas trwania napięcia mięśniowego w treningu siły mięśniowej. Rafał Piwowar, Mariola Gepfert, Michał Wilk. W: Nauka, badania i doniesienia naukowe 2019: cz. 1, Nauki przyrodnicze i medyczne. red. Tobiasz Wysoczański Świebodzice: Idea Knowledge Future, 2019 S. 382-390.
- Wpływ tempa ruchu w ćwiczeniu siłowym na wartość objętości treningowej. Mariola Gepfert, Michał Wilk. W: Nauka, badania i doniesienia naukowe 2018: cz. 2, Nauki przyrodnicze i medyczne. red. Tobiasz Wysoczański Świebodzice: Idea Knowledge Future, 2018 S. 128-138.
- Wykorzystanie badań genetycznych w sporcie. Paweł Ciężczyk, Michał Wilk, Adam Zajęc. W: Współczesny system szkolenia w zespołowych grach sportowych. pod red. Adama Zajęca i Jana Chmury Katowice: Wydaw. AWF, 2016 S. 10-23.

6.6. Aktywność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

- W latach 2011-2019 przygotowanie sylabusów dla przedmiotów realizowanych w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu: Teoria Sportu, Teoria Treningu, Systemy Szkolenia w Sporcie, Planowanie i Programowanie Treningu, Periodyzacja w Treningu Sportowym, Fitness-ćwiczenia Siłowe, Identyfikacja Potencjału Sprawnościowego, Instruktor Sportu Kulturystryka, Monitorowanie Treningu Sportowego, Identyfikacja Potencjału Sprawnościowego.
- Przygotowanie programu, powołanie do życia i koordynowanie Studiów Podyplomowych Trenera Przygotowania Motorycznego w Grach Zespołowych.
- W latach 2013-2018 coroczna współorganizacja Akademickich Mistrzostw Śląska w Wyciskaniu Sztangi Leżąc o Puchar Rektora AWF Katowice.
- Realizacja niżej wymienionych zajęć dydaktycznych na wszystkich trzech Wydziałach Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach: Teoria

Sportu, Teoria Treningu, Systemy Szkolenia w Sporcie, Planowanie i Programowanie Treningu, Periodyzacja w Treningu Sportowym, Fitness-ćwiczenia Siłowe, Kulturystyka, Identyfikacja Potencjału Sprawnościowego, Współczesne Trendy w Treningu Motorycznym, Monitorowanie Treningu Sportowego, Identyfikacja Potencjału Sprawnościowego.

7. Dodatkowe informacje dotyczące kariery naukowej i zawodowej

7.1. Osiągnięcia sportowe własne:

- Mistrz Europy w wyciskaniu sztangi leżąc 2017 (WUAP)
- Wice Mistrz Świata w wyciskaniu sztangi leżąc 2017 (WPA)
- Mistrz Europy w wyciskaniu sztangi leżąc 2013 (WUAP)
- Mistrz Europy w wyciskaniu sztangi leżąc 2012 (WUAP)
- Mistrz Polski w wyciskaniu sztangi leżąc - Zalesie 2011
- Mistrz Europy w wyciskaniu sztangi leżąc Rybnik / Polska 2011 (WUAP)
- III Miejsce Mistrzostwa Europy w wyciskaniu sztangi leżąc 2009 Herzberg / Niemcy (WUAP)
- I Miejsce Mistrzostwa świata w wyciskaniu sztangi leżąc 2009 Bournemounth / Anglia (WPC)
- Mistrz Polski w trójboju siłowym 2006 Werbkowice (IPF)
- Mistrz Świata w wyciskaniu sztangi leżąc 2006 Miskolc / Węgry (IPF)
- Mistrz Polski w trójboju siłowym 2005 Kielce (IPF)
- II Miejsce Mistrzostwa Świata w trójboju siłowym 2005 Miami / USA (IPF)
- V Miejsce Igrzyska Sportów Nieolimpijskich 2005 Duisburg / Niemcy (IPF)
- Mistrz Polski w trójboju siłowym 2005 Kielce (IPF)
- I Miejsce Puchar Polski w trójboju siłowym 2004 Kurzętnik (IPF)
- III Miejsce Mistrzostwa Świata w trójboju siłowym 2004 Cape Town / RPA (IPF)
- II Miejsce Mistrzostwa Europy juniorów w trójboju siłowym 2004 Sofia / Bułgaria (IPF)
- II Miejsce Mistrzostwa Europy w trójboju siłowym 2004 Nymburg / Czechy (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w wyciskaniu sztangi leżąc 2003 Ryki (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w trójboju siłowym 2003 Werbkowice (IPF)
- Mistrz Polski w trójboju siłowym 2003 Puławy (IPF)

- II Miejsce Mistrzostwa Świata juniorów w trójboju siłowym 2003 Kościan / Polska (IPF)
- II Miejsce Mistrzostwa Europy juniorów w trójboju siłowym 2003 Nymburg / Czechy (IPF)
- V Miejsce Mistrzostwa Europy w trójboju siłowym 2003 Sofia / Bułgaria (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w trójboju siłowym 2002 Bydgoszcz (IPF)
- III Miejsce Mistrzostwa Polski w trójboju siłowym 2003 Werbkowice (IPF)
- V Miejsce Mistrzostwa Świata w trójboju siłowym 2002 Trencin / Słowacja (IPF)
- IV Miejsce Mistrzostwa Świata juniorów w trójboju siłowym 2002 Sochi / Rosja (IPF)
- IV Miejsce Mistrzostwa Europy juniorów w trójboju siłowym 2002 Balatonella / Węgry (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w trójboju siłowym 2001 Puławy (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w wyciskaniu sztangi leżąc 2001 Kamienna Góra (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w wyciskaniu sztangi leżąc 2000 Gdynia (IPF)
- Mistrz Polski juniorów w trójboju siłowym 2000 Puławy (IPF)
- II Miejsce Mistrzostwa Polski w trójboju siłowym 2000 Kielce (IPF)
- III Miejsce Mistrzostwa Polski juniorów młodszych w trójboju siłowym 1999 Puławy (IPF)
- II Miejsce Mistrzostwa Polski juniorów młodszych w wyciskaniu sztangi leżąc (IPF)
- VI Miejsce Mistrzostwa Polski w trójboju siłowym Kościan (IPF)

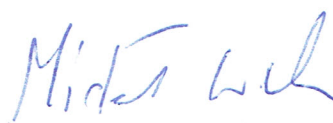
7.2. Współpraca z Polski Związkami Sportowymi, Klubami Sportowymi.

- Trener przygotowania motorycznego klubu Górnik Zabrze
- Trener przygotowania motorycznego Marcin Tybura UFC
- Trener przygotowania motorycznego Jana Błachowicza UFC - MMA
- Trener przygotowania motorycznego w przygotowaniach do Rajdu Dakar – Adam Małysz
- Współpraca z Kadrami Narodową Łyżwiarstwo Szybkie
- Trener przygotowania motorycznego Kadry Skoczków Narciarskich
 - Dwukrotnie złoty medal Olimpijski - Kamil Stoch
 - Zdobywanie Pucharu Świata - Kamil Stoch

- Drużynowy brązowy medal Mistrzostw Świata
 - Złoty medal Mistrzostw Świata Kamil Stoch
- Trener przygotowania siłowego Kadra Narodowa Kombinacja Norweska
- Trener przygotowania siłowego Kadra Narodowa Narciarstwo Alpejskie
- Trener przygotowania motorycznego - Nafta Piła - Orlen Liga Piłka Siatkowa
- Współpraca z Polskim Związkiem Piłki Siatkowej w zakresie kształtowania siły mięśniowej w kadrach narodowych kadetów, juniorów
 - Złoty medal Młodzieżowych Mistrzostw Europy Kadetek Piłka Siatkowa
 - 4 miejsce Reprezentacji Polski kobiet Piłka Siatkowa
 - 7 miejsce Reprezentacji Polski Kadetek na Mistrzostwach Świata Piłka Siatkowa
- Trener przygotowania motorycznego BKS Aluprof Bielsko-Biała - Orlen Liga Piłka Siatkowa
- Współpraca z Polskim Związkiem Piłki Siatkowej w zakresie kształtowania siły mięśniowej w kadrach narodowych seniorów - piłka plażowa
 - Wice Mistrzostwo Europy U-20 pary Baran i Gruszczyńska J.
 - Wice Mistrzostwo Europy U-20 pary Bryl i Kaczmarek S.
 - 3 miejsce Mistrzostw Europy U-20 pary Kosiak i Rudol
 - Mistrzostwo Europy U-20 para Łosiak i Kantor
 - Mistrzostwo Świata U-19 para Kosiak i Kaczmarek
 - Mistrzostwo Świata U-19 para Kociołek i Baran
 - Mistrzostwo Europy U-18 para Kaczmarek i Kaczmarek
 - Wice Mistrzostwo Europy U-23 pary Brzostek i Kołosińska
 - Wice Mistrzostwo Europy U-23 pary Kądzioła i Szałankiewicz
 - Mistrzostwo Europy U-23 para Kądzioła i Szałankiewicz
- Współpraca z klubem Silesia Club Caga - MMA
- Trener przygotowania fizycznego Fart Kielce - Plus Liga siatkówki mężczyzn
- Współpraca z klubem Silesia Volley Mysłowice
- Współpraca z klubem Jadra Politechnika Radom - I liga siatkówki kobiet
- Trener przygotowania motorycznego BKS Stal Bielsko Biała Plus Liga Siatkówka Kobiet
- Trener przygotowania motorycznego BKS Stal Bielsko Biała
- Współpraca z klubem Jadar Radom - I liga piłki siatkowej

- Współpraca z klubem Polonia Bytom - Ekstraklasa piłki nożnej
- Trener przygotowania motorycznego Odra Wodzisław – Ekstraklasa piłka nożna
- Trener przygotowania motorycznego Organika Budowlani Łódź - Plus Liga Kobiet
- Trener przygotowania motorycznego - AZS Częstochowa - Plus Liga siatkówka mężczyzn
- Trener przygotowania motorycznego Kadra B – siatkówka
- Trener przygotowania motorycznego Podbeskidzie Bielsko Biała - I liga piłki nożnej
- Trener przygotowania motorycznego - Ruch Radzionków - II liga piłki nożnej
- Trener przygotowania motorycznego – Jango Katowice – ekstraklasa piłki halowej
- Współpraca z klubem sportowym Zagłębie Sosnowiec - Młoda Ekstraklasa piłki nożnej
- Trener przygotowania motorycznego - Szkoła Mistrzostwa Sportowego w Żywcu
- Współpraca z klubem sportowym Zagłębie sosnowiec - ekstraklasa hokej na lodzie
- Współpraca z klubem sportowym KS Przebój Wolbrom
- Współpraca z Kadrami narodową juniorów Biathlon
- Współpraca z sekcją lekkiej atletyki klubu AZS-AWF- Katowice
- Współpraca z sekcją koszykówki klubu AZS- AWF Katowice
- Trener Mistrza Europy w trójboju siłowym Ryszarda Wszoly
- Trener sekcji trójboju siłowego AZS-AWF Katowice
- Trener sekcji trójboju siłowego UŚ- Katowice

Katowice, 19 listopad 2019



 Podpis wnioskodawcy