



Autoreferat

dr Jakub Chycki

Adiunkt w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu
Instytut Nauk o Sporcie
Akademia Wychowania Fizycznego
im. J. Kukuczki w Katowicach
ul. Mikołowska 72a
40-065 Katowice

Autoreferat

1. Imię i Nazwisko

Jakub Chycki

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne

Edukacja

- 01.10.2016 Dyplom ukończenia studiów podyplomowych w zakresie Biologii Molekularnej na Wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii, Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.
- 16.04.2013 Nadanie stopnia naukowego doktora nauk o kulturze fizycznej przez Radę Wydziału Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
- Tytuł pracy doktorskiej: „Zmiana parametrów fizjologicznych i morfologicznych w aspekcie kuracji hormonem wzrostu i testosteronem oraz suplementacji arginina i saponinami steroidowymi u mężczyzn w średnim wieku”.
- Promotor w przewodzie doktorskim: prof. dr hab. Adam Zając
- 2007-2011 Studia doktoranckie na Wydziale Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Katedra Teorii i Praktyki Sportu.
- 15.06-2007 Uzyskanie tytułu magistra.
- 2003-2007 Studia magisterskie na Wydziale Wychowania Fizycznego, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, kierunek: wychowanie fizyczne i edukacja obronna.

Tytuł pracy magisterskiej: „Wpływ suplementacji arginina i ornityna na poziom hormonu wzrostu u aktywnych fizycznie mężczyzn”.

Promotor pracy magisterskiej: prof. dr hab. Adam Zajac

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

3.1. Dotychczasowe zatrudnienie w jednostkach naukowych/artystycznych

- 2018 - obecnie Adiunkt w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Instytut Nauk o Sporcie.
- 2017 - 2019 Wykładowca prowadzący zajęcia w ramach studiów podyplomowych oraz kursów instruktorskich i trenerskich na Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.
Obszar zagadnień: teoria treningu sportowego, fizjologia wysiłku fizycznego, suplementacja w sporcie.
- 2012 - 2018 Asystent w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu, Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

3.2 Dotychczasowe zatrudnienie i zaangażowanie w innych jednostkach

- 2016 – obecnie Trener przygotowania fizycznego, kontraktowy, współpracujący z zawodnikami sportów walki. W okresie pięciu lat współpraca z 5 mistrzami bądź pretendenciami do tytułu mistrzowskiego (m.in. Tomasz Adamek, Michael Hunter, Shawndell Winters, Mariusz Wach, Muhsin Cason)
- 01 2016 Konsultant ds. przygotowania fizycznego przy Polskim Związku Bokserskim.
- 11-12 - 2015 Członek sztabu szkoleniowego, trener przygotowania fizycznego grupy Rafako Husaria Poland z obowiązkami obejmującymi diagnostykę stanu wytrenowania, programowanie obciążeń treningowych, nadzór na realizowaną koncepcją treningową.

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

4.1. Tytuł głównego osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe Kandydata stanowi jednotematyczny cykl czterech oryginalnych publikacji naukowych (zebrane w Załączniku nr 4.), opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk o kulturze fizycznej, prezentowanych pod zbiorczym tytułem:

„Wpływ wybranych strategii nawodnienia i suplementacji wodorowęglanami na wydolność beztlenową i sprawność poznawczą sportowców”

Kandydat we wszystkich publikacjach jest pierwszym, a w większości również korespondencyjnym autorem. Jego udział jako współautora był wiodący na każdym etapie procesu ich przygotowania. W wyszczególnionych poniżej artykułach prezentowanych jako osiągnięcie naukowe, kandydat był autorem koncepcji badań oraz ich bezpośrednim realizatorem, dostosował metody badawcze, dokonał analizy i interpretacji wyników, a także opracował wymienione prace pod względem merytorycznym i edytorskim. Ponadto, przygotował odpowiedzi na pytania recenzentów oraz dokonał korekt zgodnie z sugestiami. Kandydat zaakceptował finalne wersje do druku wszystkich artykułów. Oświadczenia współautorów określające indywidualny wkład w powstanie wymienionych prac przedstawiono w Załączniku 6.

4.2. Wykaz publikacji naukowych stanowiących główne osiągnięcie naukowe habilitanta

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

P-1. Jakub Chycki, Artur Gołaś, Mateusz Halz, Adam Maszczyk, Michał Toborek, Adam Zając. “Chronic ingestion of sodium and potassium bicarbonate, with potassium, magnesium and calcium citrate improves anaerobic performance in elite soccer players”. *Nutrients*, 2018,10, nr 11, s. 1-12.

[IF = 4.171; MNiSW = 35 pkt.].

P-2. Jakub Chycki, Anna Kurylas, Adam Maszczyk, Artur Gołaś, Adam Zając. „Alkaline water improves exercise-induced metabolic acidosis and enhances anaerobic exercise performance in combat sport athletes”. *PLoS One*, 2018, 13, nr 11, s. 1-10.

[IF = 2.776; MNiSW = 40 pkt.].

P-3. Jakub Chycki, Maciej Kostrzewa, Adam Maszczyk, Adam Zając. “Chronic Ingestion of Bicarbonate-Rich Water Improves Anaerobic Performance in Hypohydrated Elite Judo Athletes: A Pilot Study”. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021,18, nr 9, s. 1-12.

[IF = 2.849; MNiSW = 70 pkt.].

P-4. Jakub Chycki, Adam Zając, Michał Toborek “Bicarbonate supplementation via lactate efflux improves anaerobic and cognitive performance in elite combat sport athletes”. *BIOLOGY OF SPORT*, 2021,38(4), 545-553.

[IF = 2.000; MNiSW = 70 pkt.].

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

IF= 11.796; MNSiW= 215 pkt KBN

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

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

Wprowadzenie i omówienie znaczenia tematyki badawczej.

Wprowadzenie do zagadnienia badawczego podjętego w jednotematycznym cyklu czterech artykułów naukowych zatytułowanym „*Wpływ wybranych strategii nawodnienia i suplementacji wodorowęglanami na wydolność beztlenową i sprawność poznawczą sportowców*”.

Sprawność beztlenowych szlaków metabolicznych determinuje wynik w większości dyscyplin sportowych. Obejmują one pojedyncze wysiłki supramaksymalne, takie jak sprinty przedłużone w lekkoatletyce (200–400 m), konkurencje pływackie (100–200 m), łyżwiarstwo szybkie (1000–1500 m), oraz dyscypliny charakteryzujące się wysiłkami interwałowymi o wysokiej intensywności, jak gry zespołowe i sporty walki.

Wysoki poziom wydolności fizycznej sportowców przejawia się w specyficznych zdolnościach wysiłkowych, zależnych od potencjału metabolicznego organizmu w zakresie optymalnego generowania i dystrybucji energii. **Zatem za kluczowe czynniki warunkujące efektywność mechanizmów wytwarzania energii podczas wysiłku fizycznego uznać można zarówno dostępność substratów energetycznych, jak również zdolność do ich wykorzystania.** W prezentowanym przez kandydata cyklu prac (**P-1, P-2, P-3, P-4**) analizie poddano przede wszystkim drugi ze wskazanych czynników, a odnoszący się do **indukowanych wysiłkiem fizycznym zaburzeń równowagi kwasowo-zasadowej oraz odwodnienia.** Mechanizmy te, definiując środowisko komórkowe procesów energetycznych, mogą skutecznie upośledzić kurczliwość mięśni, a w konsekwencji zdolności wysiłkowe.

Równowaga kwasowo-zasadowa utrzymywana i kontrolowana jest przez układy buforujące krew i tkanki, dyfuzję dwutlenku węgla z krwi do płuc poprzez oddychanie, oraz wydalanie jonów wodoru z krwi do moczu przez nerki. Wysiłki o wysokiej intensywności powodują zmiany jonowe w kurczących się mięśniach, które przyczyniają się do rozwoju kwasicy wysiłkowej, przejściowego stanu, gwałtownego obniżenia wartości pH środowiska komórki mięśniowej [1]. Nawet pojedyncze wysiłki trwające 40–60 sekund powodować mogą zmiany wartości pH w mięśniach do 6,0–6,4 i krwi obwodowej 6,9–7,0, jak również indukują wzrost stężenia mleczanu nawet do 22–26 mmol/l. Konsekwencją jest silne zahamowanie i ograniczenie wydajności glikolizy beztlenowej [2]. Co istotne, proces glikolizy prowadzi do równej produkcji jonów mleczanowych i wodorowych [3] i pomimo tego, że większość uwolnionych jonów wodorowych jest buforowana to jednak część (~ 0,001%), która pozostaje w cytozolu, powoduje obniżenie pH mięśni i upośledzenie zdolności wysiłkowych [4]. To upośledzenie to kompleks postępujących kaskadowo następstw: kompetycji jonów H^+ z jonami Ca^{2+} w miejscu wiązania z troponiną, supresji fosforylacji oksydacyjnej i resyntezy fosfokreatyny, hamowania kluczowych enzymów szlaku glikolitycznego, takich, jak m.in. fosforylaza glikogenowa, czy fosfofruktokinaza [5,6]. Obniżenie gradientu stężeń macierzy mitochondrialnej do cytoplazmy komórki, upośledza wówczas wydajność i szybkość produkowanej energii w mitochondriach komórek mięśniowych [7]. Długotrwałe obniżenie

pH w mięśniach – lokalne i krwi – obwodowe, to zjawisko, które pogłębia subiektywne odczuwanie zmęczenia [8], hamuje aktywność strategicznych enzymów szlaków glikolitycznych [9], jak również upośledza pobudliwość mięśni [5]. Uzasadniona zatem wydaje się strategia zwiększenia pojemności systemów buforujących, które mogą istotnie ograniczyć występowanie symptomów zmęczenia, zaburzeń kurczliwości, jak również opóźnić w czasie ich wystąpienie [10].

Podczas wysiłków o wysokiej intensywności, bufor wodorowęglanowy (HCO_3^-) jest czynnikiem o najsilniejszym potencjale regulacji systemów buforujących krwi [11]. W konsekwencji, wzrost stężenia HCO_3^- , wydaje się być celową i potencjalnie skuteczną strategią suplementacyjną, korzystnie wpływającą na zdolności wysiłkowe. W licznych pracach wykazano, że wzrost stężenia HCO_3^- , zwiększa gradient między zewnątrzkomórkowymi i wewnątrzkomórkowymi jonami H^+ , co stymuluje mechanizm transportu przy wykorzystaniu mleczanu [12], natomiast wzrost wypływu H^+ z mięśni do płynu pozakomórkowego umożliwia HCO_3^- neutralizację jonów H^+ , a następnie wzrost pH. Warto podkreślić, że niższe stężenie HCO_3^- w surowicy i zwiększona luka anionowa powodują upośledzenie sprawności krążeniowo-oddechowej [13]. Podsumowując, wielu autorów uzasadnia ergogeniczne działanie HCO_3^- alkalizacją metaboliczną, wzrostem stężenia zewnątrzkomórkowego HCO_3^- , jak również gwałtowniejszym wypływem mleczanu i H^+ z miocytów [12].

W kontekście problematyki prezentowanego cyklu publikacji, zjawisko intensyfikacji wypływu mleczanu wykorzystane zostało w **publikacji P-3**, w próbie uzasadnienia potencjalnego mechanizmu odpowiedzialnego za poprawę wydolności beztlenowej oraz sprawności poznawczej sportowców, w następstwie wysiłku o wysokiej intensywności. Prezentując nowy obszar ergogenicznego oddziaływania suplementacji HCO_3^- .

Zasadniczo, skuteczność suplementacji HCO_3^- najobszerniej dokumentowano w wysiłkach o wysokiej intensywności trwających w przedziale od 60 – 240 sekund, natomiast w wysiłkach krótszych i dłuższych, wyniki były niejednoznaczne [15,16]. Trudności związane z praktyczną implikacją sugerowanych w literaturze protokołach suplementacji HCO_3^- związane były z częstym występowaniem problemów gastrycznych i zaburzeń żołądkowo-jelitowych sportowców [17,18]. **Co warto podkreślić, stężenie HCO_3^- , jest znacznie niższe w mięśniach niż we krwi (10 do 25 mmol/l)**, a dodatkowo niska jego przepuszczalność, wyklucza magazynowanie, bądź natychmiastowy wpływ na towarzyszące intensywnym wysiłkom zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej mięśni [19]. **Wyniki te**

sugerują możliwe uzależnienie dostępności i efektywnego transportu HCO_3^- od statusu nawodnienia oraz relacji do jonów Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ .

Powyższe przesłanki zainspirowały Kandydata to zaprojektowania protokołów eksperymentalnych uwzględniających podaż HCO_3^- w formie wody o wysokiej zawartości wodorowęglanu – 4250 mg/dm^3 , oraz sodu – 1150 mg/dm^3 – **publikacja P-3**, suplementu wodorowęglanu sodu, stosowanego z potasem, magnezem i cytrynianem wapnia – **publikacja P-1**, jak również wodorowęglanu sodu, stosowanego w kontekście poprawy wydolności anaerobowej i sprawności poznawczej – **publikacja P-4**. Strategiczne dla projektów badawczych prezentowanych w **publikacjach P-2, P-3**, była ocena stanu nawodnienia uczestników eksperymentu. Aspekt ten był istotny zarówno, ze względu na formę przyjmowanego wodorowęglanu – woda, jak również faktu oceny jego wpływu na wydolność anaerobową po odwodnieniu indukowanym wysiłkiem fizycznym.

W oparciu o prezentowane mechanizmy i przegląd literatury, Kandydat zorientował swoją aktywność naukową w obszarze, który nie był do tej pory intensywnie eksplorowany, a obejmuje: i) ocenę potencjału ergogenicznego wodorowęglanu stosowanego w „postaci klasycznej” (suplementu) oraz wody o wysokiej zawartości wodorowęglanu, ii) wpływ stanu nawodnienia na ergogeniczne właściwości suplementacji wodorowęglanem, iii) wpływ suplementacji wodorowęglanem na wydolność anaerobową i sprawność poznawczą sportowców.

Po zakończeniu pierwszego projektu, zwieńczonego **publikacją P-1** i usystematyzowaniu prezentowanych powyżej podstaw teoretycznych, niejako naturalnie zainteresowania Kandydata ukierunkowały się na tematykę nawodnienia i jego znaczenia w wysiłkach anaerobowych. Na tym etapie, problem badawczy prezentowanego osiągnięcia, rozszerzony został o znaczenie stanu nawodnienia i równowagi wodno-elektrolitowej jako **kluczowego czynnika regulującego indukowane wysiłkiem fizycznym zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej, jak również strategicznego elementu mogącego wpłynąć na transport i dostępność HCO_3^- .**

Warto wyeksponować, że nawet subtelne odwodnienie tj. $\geq 2\%$ masy ciała, upośledza wydolność anaerobową [20]. Woda jest niezmiennie najpowszechniej stosowanym płynem podczas aktywności fizycznej, a jej właściwości zależne są od zawartości składników mineralnych. Proporcja między SO_4^{2-} i HCO_3^- , ma istotny wpływ na pH wody, jej potencjał dla alkalizacji i inne właściwości ważne w kontekście wsparcia możliwości wysiłkowych

sportowców [21]. W celu poprawy pojemności buforowej podejmowane są próby łączenia wodorowęglanu z glukozą, potasem i elektrolitami [22], co wydaje się być obiecującym kierunkiem badawczym. Sprawna wymiana jonów, usuwanie CO₂ i transport wody między przestrzenią wewnątrz i zewnątrzkomórkową pomaga przywrócić równowagę kwasowo-zasadową po wysiłkach o wysokiej intensywności. Wyniki prac wskazują najczęściej na dwa potencjalne mechanizmy wspierające równowagę kwasicy wysiłkowej i poprawiające wydolność beztlenową. Możliwe jest, że stosowanie wody alkalicznej skuteczniej od innych płynów kompensuje utratę wody towarzyszącą wysiłkowi fizycznemu. Nawadnianie sportowców wodą alkaliczną podczas wysiłku, powoduje w porównaniu z wodą stołową mniejszą, całkowitą objętość wydalanego moczu oraz, co wskazuje na lepsze nawodnienie, wyższą wartość ciężaru właściwego [23]. Wyniki projektu badawczego Kandydata, które zaprezentowane zostały w **publikacji P-2** potwierdzają alkaliczny odczyn moczu, oraz skrócony czas nawadniania - **publikacja P-3**, w porównaniu z wodą stołową, po chronicznym stosowaniu przez sportowców, wody alkalicznej i o wysokiej zawartości HCO₃⁻ i Na⁺. Wspomniany drugi mechanizm możliwego korzystnego wpływu wody alkalicznej, na sprawność systemów buforowych krwi, związany jest z lepkością krwi. Spożywanie wody zasadowej wpływa na obniżenie lepkości krwi [24], co może potencjalnie usprawnić i przyspieszyć usuwanie nadmiaru końcowych produktów metabolizmu beztlenowego w tym H⁺ i Pi. Możliwy wpływ lepkości na dostępność i transport HCO₃⁻ do komórek mięśniowej, Kandydat szerzej opisywał w **publikacji P-2**.

Podsumowując, opisana powyżej zależność **sprawności wodorowęglanowego systemu buforowego od stanu nawodnienia**, sugeruje ich współistnienie jako czynników determinujących zmęczenie obwodowe i ośrodkowe. Spadek wydajności podczas intensywnych wysiłków przypisuje się przede wszystkim akumulacji metabolitów tj. wzrostowi stężenia jonów wodorowych, amoniaku, inozynomonofosforanu i adenylozynytrifosforanu oraz zaburzeniom wodno-elektrolitowym. Zjawiska te wpływając na ograniczenie dostępności Ca²⁺ obniżają potencjał skurczowy mięśni, jak również na skutek obniżenia potencjału czynnościowego upośledzają pobudliwość nerwowo-mięśniową [25]. Nieliczne prace naukowe podejmowały próbę wyodrębnienia wpływu zaburzeń wodno-elektrolitowych na buforujące właściwości HCO₃⁻. Istotne znaczenia mają w tej kwestii ograniczenia metodologiczne i trudności projektowe [26]. Autorzy są natomiast zgodni, że odwodnienie upośledza wydolność anaerobową i ma wpływ na tempo równoważenia stanu

kwasicy metabolicznej (wysiłkowej) [26]. Wskazana nisza badawcza uzasadnia podjętą przez Kandydata problematykę, w szczególności przedstawioną w **publikacjach P-2 i P-3**.

Zagadnienia prezentowane we wszystkich czterech pracach cyklu (**P-1, P-2, P-3, P-4**), co opisywano wcześniej, dokumentowało poprawę wydolności anaerobowej w przejawie m.in. wykonanej pracy całkowitej (J/kg), czy generowanej średniej mocy mięśniowej (W/kg). Uzasadnieniem korzystnych zmian był spoczynkowy wzrost stężenia HCO_3^- , jak również zewnątrzkomórkowego pH. Szeroko udokumentowana w literaturze poprawa pojemności buforowej osłabia indukowane wysiłkiem zmiany pH, potęgując gromadzenie się i wyrzut większej ilości mleczanu z komórek mięśniowych [27]. Opisany mechanizm umożliwiający uwalnianie większej ilości mleczanu do krwiobiegu wykorzystano w czwartej publikacji cyklu (**P-4**). Kandydat postawił odważną hipotezę, że suplementacja wodorowęglanem intensyfikując powysiłkowy wyrzut mleczanu ma wpływ na poprawę sprawności poznawczej sportowców.

Mleczan jako endogeny metabolit jest szybko wytwarzany i uwalniany w odpowiedzi na wysiłki o wysokiej intensywności. Uwalniany przez mięśnie do krwiobiegu, ma zdolność przekraczania bariery krew-mózg (BBB) za pośrednictwem śródbłonkowych transporterów monokarboksylowych (MCT) [28], stanowiąc źródło energii oraz czynnik neuroprotektyny dla mózgu [29,30]. **Co warto podkreślić, mleczan stanowi silny metaboliczny bodziec do uwalniania zarówno neurotropowego czynnika pochodzenia mózgowego (BDNF), jak również insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (IGF-1) [31].** Odpowiedź neuroendokrynną ustroju na ćwiczenia beztlenowe o wysokiej intensywności regulowana jest przez tzw. mechanizm wahadłowy mleczanu.

BDNF, IGF-1 i kortyzol to uznane i opisywane w literaturze neuroendokrynnymi mediatorami, wpływającymi na powysiłkowe zmiany sprawności poznawczej, w tym pamięci [32,33]. BDNF należy do rodziny czynników neurotroficznych, silnie skoncentrowanych w hipokampie i korze mózgu, które mają wpływ na wzrost i plastyczność synaps [32,34]. Molekularne właściwości BDNF umożliwiają jego pomiar we krwi, surowicy lub osoczu jako obwodowego BDNF (pBDNF), dzięki czemu powysiłkowe zmiany jego stężenia są dostępne i możliwe do przeprowadzenia. Pomiary obwodowego BDNF potwierdzają jego zdolność do przenikania przez barierę krew-mózg (BBB) [35], a doniesienia wielu autorów wskazują na dodatnie korelacje między stężeniami ośrodkowego (neuronalnego) a pBDNF [36].

IGF-I jako kluczowy czynnik wzrostu także wykazuje korzystny wpływ na plastyczność i gęstość synaps, ich neurotransmisję i mechanizm neurogenezy. Co istotne w kontekście prowadzonych przez Kandydata badań (**publikacja P-4**), IGF-1 stymuluje uwalnianie BDNF w mózgu, pośrednicząc i uzasadniając wpływ aktywności fizycznej na funkcje poznawcze [37].

W literaturze szeroko opisywany jest również związek między poziomem katecholamin a zdolnościami neurokognitywnymi [33], wskazując, że wysiłek fizyczny o wysokiej intensywności aktywuje oś podwzgórze-przysadka-nadnercza [38]. Ponadto glukokortykoidy mogą wzmocnić konsolidację pamięci. Jednak w zależności od czasu trwania wysiłku, wzrost glikokortykoidów może również upośledzać odzyskiwanie pamięci i rekonsolidację [39]. Z tych powodów hormony stresu uwalniane podczas i w następstwie aktywności fizycznej również mogą pośredniczyć w zmianach sprawności poznawczej.

Mając na uwadze powyższe dane Kandydat postawił hipotezę, że stężenie mleczanu może służyć jako bezpośredni mediator ćwiczeń poprawiający funkcje wykonawcze mózgu oraz pośredni czynnik wpływający na mechanizm uwalniania BDNF i IGF-1 (**publikacja P-4**). Biorąc pod uwagę brak tożsamyh badań przeprowadzonych dotychczas w prezentowanym zagadnieniu, Kandydat uznał **pracę P-4** za szczególnie wartościową w cyklu publikacji. Jej celem było określenie wpływu suplementacji NaHCO_3^- na potencjał buforowy, wpływ mleczanu, stężenie BDNF i IGF-1 w surowicy, a w konsekwencji poprawę wydolności anaerobowej i sprawności poznawczej - pamięci operacyjnej.

Podsumowując, przedstawione powyżej wprowadzenie do podjętej tematyki, to przyczynowo-skutkowy opis rozwijanych przez Kandydata problemów badawczyh. Wyeksponowany związek między strategiami nawodnienia i poprawy pojemności buforowej, nie jest wystarczająco poznany, a szereg niewyjaśnionych dotąd aspektów zarówno naukowych jak i praktycznych, czyni badania w obszarze wpływu interwencji nawodnienia i suplementacji na organizm sportowca w pełni uzasadnionymi. Omówione powyżej zagadnienia stały się źródłem inspiracji naukowych Kandydata, co znalazło wyraz w przedstawianym osiągnięciu naukowym, obejmującym jednotematyczny cykl oryginalnych publikacji naukowych.

Cel naukowy badań prezentowanych w cyklu publikacyjnym.

Przeprowadzenie przez Kandydata cyklu badań z odniesieniami naukowymi i praktycznymi, weryfikujących przyjęte hipotezy w zakresie wybranych strategii nawodnienia i suplementacji, wymagało ujęcia cyklu oryginalnych prac naukowych w dwóch aspektach. W pierwszym analizowano wpływ kierunkowych interwencji suplementacyjnych - wodorowęglan sodu i potasu (**publikacja P-1**) oraz wodorowęglan sodu (**publikacja P-4**). Drugi aspekt uwzględniał rolę i znaczenie stanu nawodnienia, jako czynnika wpływającego na powysiłkowe zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej, dostępność wodorowęglanu, a w konsekwencji efektywność suplementacji (**publikacja P-2, P-3**). Celowość i zasadność wykonania badań w tym zakresie potwierdza zarys problematyki przedstawiony w części „Wprowadzenie i omówienie znaczenia poruszanej tematyki badawczej”.

Podsumowując, zdefiniowana przez Kandydata nisza naukowa i niedoprecyzowania implikacyjne obejmujące strategie nawodnienia i suplementacji wspierających wydolność beztlenową sportowców, była impulsem do podjęcia kilkuletnich badań, których wyniki przedstawione zostały jako osiągnięcie naukowe, zamieszczone w ramach niniejszego jednotematycznego cyklu oryginalnych prac, zatytułowanego:

„Wpływ wybranych strategii nawodnienia i suplementacji wodorowęglanami na wydolność beztlenową i sprawność poznawczą sportowców”.

Cele główne cyklu publikacyjnego:

- 1) Ocena wpływu suplementacji wodorowęglanem sodu i potasu na wybrane wskaźniki wydolności anaerobowej sportowców.
- 2) Weryfikacja wpływu wody o wysokiej zawartości wodorowęglanów na potencjał buforowy oraz sprawność beztlenowych szlaków metabolicznych u sportowców, w warunkach nawodnienia i po odwodnieniu indukowanym wysiłkiem fizycznym.
- 3) Ocena wpływu suplementacji wodorowęglanem sodu na sprawność poznawczą sportowców.

Metodyka badawcza zastosowana w cyklu publikacji

Wszystkie procedury badawcze zamieszczone w ramach prezentowanego cyklu oryginalnych publikacji były ocenione i zatwierdzone przez Komisję Bioetyczną Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Wszelkie działania prowadzono zgodnie z rekomendowanymi standardami etycznymi zalecanymi w Deklaracji Helsińskiej, a pisemna i świadoma zgoda od wszystkich uczestników została uzyskana przed rozpoczęciem badań.

Protokół badań

Prowadzone badania w zależności od procedury obejmowały trzy (***Publikacje P-2, P-3, P-4***) lub dwie (***Publikacje P-1***) serie badawcze/spotkania. Celem pierwszego spotkania było zapoznanie uczestników z protokołem badania, procedurą prób czynnościowych i pomiarów antropometrycznych. Kolejne spotkanie obejmowały właściwe procedury badawcze. Badania realizowane były w strukturze powtarzanych pomiarów (***Publikacja P-3***) w kontroli placebo (***Publikacje P-1, P-2, P-4***).

Badania antropometryczne i składu ciała – (Publikacje P-1, P-2, P-3, P-4)

Badania antropometryczne i morfo-strukturalne tj. oceny masy i komponentów składu ciała uczestników badań, przeprowadzone zostały metodą bioimpedancji (Inbody 7200, USA). Pomiary masy ciała podczas protokołu odwadniania (***publikacja P-3***) wykonywano na wadze medycznej z dokładnością do 0,1 kg (Seca, mo 635, Seca Co., Hamburg, Niemcy).

Badania czynnościowe

Diagnostyka wydolności tlenowej i beztlenowej

Progresywny test wydolności tlenowej na bieżni (VO_{2max}) – (Publikacje P-2, P-4)

Badanie wydolności tlenowej uczestników eksperymentu - VO_{2max} , przeprowadzono w oparciu o protokół testu progresywnego (VO_{2prog}) na bieżni mechanicznej (Pulsar; H/P Cosmos, Nussdorf-Traunstein, Niemcy). Protokół wysiłkowy rozpoczął się od prędkości 6 km/h i systematycznie, w przedziałach 180s narastał o 2 km/h do osiągnięcia prędkości 12 km/h. Dalsza intensyfikacja wysiłku następowała poprzez wzrost kąta nachylenia bieżni o 2,5% co kolejne trzy minuty. Test kończył się odmową kontynuowania wysiłku bądź

spełnieniem kryteriów kwalifikacji testu. Podczas protokołu wysiłkowego monitorowane, rejestrowane i archiwizowane były takie parametry jak: tętno (HR), pobór tlenu (VO_2), dwutlenek węgla (CO_2), wentylacja minutowa (VE), częstotliwość oddechów (BF) i współczynnik wymiany oddechowej (RER) przy użyciu ergospirometru MetaLyzer 3B-2R (Cortex, Lipsk, Niemcy). Test VO_{2max} i jego wartości uznane zostały za oszacowane po spełnieniu dwóch kryteriów: (a) plateau VO_2 pomimo wzrostu intensywności wysiłku – prędkości biegu, kąta nachylenia, b) $RER > 1.10$.

Rampowy test wydolności tlenowej na bieżni (VO_{2max}) – (Publikacja P-3)

Diagnostyka wydolności tlenowej (VO_{2max}) w badaniach prezentowanych w **publikacji P-3** przeprowadzona została w oparciu o protokół testu rampowego (VO_{2ramp}) na bieżni mechanicznej (Pulsar, H/P Cosmos, Nussdorf-Traunstein, Niemcy), rozpoczynając od 6 km/h, prędkość liniowo narastała (1km/h/1 min), aż do odmowy kontynuowania wysiłku, bądź spełnienia kryteriów kwalifikacji testu. Podczas próby wysiłkowej monitorowane, rejestrowane i archiwizowane były takie parametry jak: tętno (HR), pobór tlenu (VO_2), dwutlenek węgla (CO_2), wentylacja minutowa (VE), częstotliwość oddechów (BF) i współczynnik wymiany oddechowej (RER) przy użyciu spiroergometru MetaLyzer 3B-2R (Cortex, Lipsk, Niemcy). Test VO_{2max} i jego wartości uznane zostaną za oszacowane po spełnieniu dwóch kryteriów: (a) plateau VO_2 pomimo wzrostu intensywności wysiłku – prędkości biegu, b) $RER > 1.10$. Parametry próbkowane będą w standardach „breath-by-breath” i uśredniane z 5 sekundowych przedziałów analizy.

Test Wingate – (Publikacje P-2, P-3, P-4)

Wydolność beztlenową oceniano w oparciu o 30-sekundowy test Wingate odpowiednio dla kończyn dolnych i górnych, z pasywną przerwą wypoczynkową wynoszącą 3 minuty między wysiłkami. Test poprzedzony był 5-minutową rozgrzewką specjalistyczną na cykloergometrze przy oporze 100 W i monitorowanej kadencji w zakresie 70–80 obr / min dla kończyn dolnych oraz 40 W i 50–60 obr / min dla kończyn górnych. Protokół Wingate dla kończyn dolnych wykonany został na cykloergometrze Excalibur Sport przy oporze 0,8 Nm Kg-1 (Lode BV, Groningen, Holandia). Test Wingate dla kończyn górnych natomiast przeprowadzony na cykloergometrze przy obciążeniu 0,45 Nm Kg-1 (Brachumera Sport, Lode, Holandia). Obie próby wysiłkowe wykonano ze startu statycznego. Zmienne mocy szczytowej - P_{max} (W/ Kg), średniej generowanej mocy P_{mean} (W/Kg) i wykonanej pracy

całkowitej – Wt (J/Kg), zostały zarejestrowane, oszacowane i zarchiwizowane przez Lode Ergometer Manager (LEM, pakiet oprogramowania, Holandia).

RAST test (ang. Running-Based Anaerobic Sprint Test) – (Publikacja P-1)

Wydolność beztlenową oceniono za pomocą Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST). Protokół obejmował interwałowe odcinki biegowe o maksymalnej intensywności 6x30 m, oddzielone 10 s aktywną przerwą wypoczynkową. Bramki pomiaru czasu (Witty, Micro Gate System, Mahopac, Nowy Jork, NY, USA) zostały umieszczone niezależnie, dokładnie na przestrzeni 30 m. Dodatkowo dwie bramki ustawiono na 5 i 25 m dystansu sprinterskiego. Czas na dystansie 5 m uznano za prędkość początkową, odległość 30 m szacowała prędkość bezwzględna, podczas gdy całkowity czas 6x30 m definiował poziom wytrzymałości szybkościowej i wydolności beztlenowej.

Diagnostyka sprawności poznawczej – (Publikacja P-4)

Sprawność poznawczą oceniano wykorzystując dedykowany system diagnostyki neuro-poznawczej (Microgate, Witty, testy poznawcze Brain HQ, Włochy). Celem testu było zidentyfikowanie lokalizacji kształtów o tym samym kolorze. W protokole „Eye for Detail” sześć kształtów pojawiało się jeden po drugim, w losowych pozycjach. Trzy z sześciu kształtów były identyczne, tymczasem inne były podobne, ale nie takie same. Wyzwanie poznawcze stanowiło rozpoznanie tożsamyh sygnałów. Wraz ze wzrostem trudności ćwiczenia sygnały pojawiały się szybciej, zgodnie zaimplementowanymi algorytmami systemu BrainHQ.

Badania biochemiczne i molekularne

IGF-1, kortyzol, noradrenalina, BDNF – (Publikacja P-4)

Dla oznaczeń biochemicznych i molekularnych materiał badany stanowiła krew pełna. Materiał krwi w objętości 10 mL pobrany został z żyły odłokciowej – 6 ml dla badań ogólnych biochemicznych i profilu hormonalnego oraz 4 mL dla oznaczeń molekularnych. Stężenie hormonów - insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (IGF-1), kortyzolu (C), noradrenaliny (NA) oznaczone zostały metodą immunoenzymatyczną (ELISA).

Stężenia BDNF mierzono w próbkach surowicy Zestaw ELISA (systemy R&D, nr kat. DBD00) zgodnie z instrukcjami producenta. Próbkę krwi inkubowano w temperaturze pokojowej przez 30 minut, a następnie wirowano przez 20 minut przy 1300xg. Surowicę

podzielono na porcje i przechowywano w -80°C do momentu wykonywania oznaczeń. Test przeprowadzono w dwóch powtórzeniach dla każdej próbki. Optyczny gęstość określono za pomocą czytnika mikroplitek (Biotek, Synergy LCX) - 450 nm z korekcją długości fali ustawioną na 540 nm.

Diagnostyka nawodnienia – (Publikacje P-2, P-3)

Diagnostyka stanu nawodnienia przeprowadzono oznaczając osmolalność i ciężar właściwy moczu. W tym celu próbki moczu zostały umieszczone w plastikowym pojemniku i w celu zabezpieczenia zmieszane z 5 ml / l 5% roztworu alkoholu izopropylowego i tymolu. Próbkę moczu badano na obecność krwi i białek. Ciężar właściwy został określony wykorzystując refraktometr Atago Digital (Atago Digital, Tokio, Japonia). pH moczu oznaczono wykorzystując potencjometr Mettler Toledo (Mettler Toledo, Zaventem, Belgia).

Diagnostyka równowagi kwasowo-zasadowej – (Publikacje P-1, P-2, P-3, P-4)

Obciążenie metaboliczne organizmu w czasie testów diagnostycznych (**publikacja P-1, P-2, P-3, P-4**) i w następstwie prowokacyjnych testów wysiłkowych (**publikacja P-2, P-3, P-4**) tj. stężenie mleczanu (LA), parametry równowagi kwasowo-zasadowej i stężenie elektrolitów, zostały oznaczone, a doprecyzowując: LA (mmol/L), pH krwi, pCO_2 (mmHg), pO_2 (mmHg), HCO_3^- akt (mmol / L), HCO_3^- std, (mmol / l), BE (mmol / l), $\text{O}_{2\text{SAT}}$ (mmol / l), ctCO_2 (mmol / l), Na^+ (mmol / l) i K^+ (mmol / l). Pomiary przeprowadzono na próbkach krwi włosniczkowej z opuszka palca. Oznaczanie LA oparto na metodzie enzymatycznej (Biosen C-line Clinic, EKF-diagnostic GmbH, Barleben, Niemcy). Pozostałe zmienne zmierzono za pomocą analizatora gazometrii GEM 3500 (GEM Premier 3500, Niemcy).

Standaryzacja żywienia i stanu nawodnienia – (Publikacje P-1, P-2, P-3, P-4)

We wszystkich zrealizowanych projektach badawczych protokół eksperymentalny uwzględniał etap standaryzacji żywienia. Uczestnicy na 3 tygodnie przed oraz w trakcie trwania badań podlegali mieszanej diecie izokalorycznej (55% węglowodanów, 20% białka, 25% tłuszczu). Zapotrzebowanie energetyczne, jak również precyzyjny dobór makro i mikroelementów przeprowadzany był na podstawie analizy 24-godzinnego wywiadu żywieniowego. Posiłki przed próbą były standaryzowane pod względem wartości energetycznej (600 kcal) i składały się z węglowodanów (70%), tłuszczu (20%) i białka (10%).

Szczegółowe omówienie prac cyklu publikacyjnego

– Publikacja P-1 –

Jakub Chycki, Artur Gołaś, Mateusz Halz, Adam Maszczyk, Michał Toborek, Adam Zając. “Chronic ingestion of sodium and potassium bicarbonate, with potassium, magnesium and calcium citrate improves anaerobic performance in elite soccer players”. *Nutrients*, 2018,10, nr 11, s. 1-12.

Celem publikacji była ocena wpływu 9-dniowej suplementacji dwuwęglanem sodu i potasu, oraz minerałami: cytrynianem potasu i magnezu, oraz cytrynianem wapnia i fosforanem wapnia, na wydolność beztlenową wysoko wytrenowanych piłkarzy nożnych.

Badania przeprowadzono na grupie 26 zawodników, uczestniczących w rozgrywkach ekstraklasy polskiej ligi piłki nożnej. Projekt zrealizowany został podczas 11-dniowego obozu przygotowawczego w Hiszpanii, co było pomocne w standaryzacji warunków interwencji. Uczestnicy eksperymentu po badaniach wstępnych i kwalifikacji, zostali losowo podzieleni na grupę eksperymentalną (EG; n=13) i kontrolną (CG; n=13). Protokół badań obejmował dwa pomiary z 9 dniowym okresem suplementacji. Struktura eksperymentu była zgodna ze standardem randomizowanych, kontrolowanych badań placebo, z powtarzalnymi pomiarami i z pojedynczo ślełą próbą.

Czynnik interwencji stanowiła suplementacja dwuwęglanem sodu (3000mg) i potasu (3000mg) wraz kompleksem minerałów fosforanem wapnia (600 mg), cytrynianem wapnia (400mg), cytrynianem potasu (1000 mg) oraz cytrynianem magnezu (100mg). Zarówno preparat EG i CG miał formę nieoznaczonych kapsułek. Suplement stosowany był przez uczestników eksperymentu w dwóch dawkach dzielonych na dobę, przyjmowany 90 min przed porannym i popołudniowym treningiem. Protokół suplementacji był dobrze tolerowany, uczestnicy nie zgłaszali skutków ubocznych ze strony funkcjonowania przewodu pokarmowego w czasie trwania eksperymentu.

Wpływ suplementacji na wydolność anaerobową piłkarzy oceniany był testem RAST (ang. Running-Based Anaerobic Sprint Test). Czas na dystansie 5 m uznano za pomiar szybkości startowej, natomiast wynik biegu na dystansie 30 m jako pomiar szybkości absolutnej. Całkowity czas wysiłku wahadłowego 6x30 m, określał poziom wytrzymałości

szybkościowej (beztlenowej). Wskaźniki obciążenia metabolicznego, w tym mleczan, parametry równowagi kwasowo-zasadowe oraz Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} oznaczone zostały przed i po próbie wysiłkowej.

Ocena wydolności anaerobowej oparta o specyficzny test RAST uległa poprawie w grupie eksperymentalnej w przejawie całkowitego czasu trwania testu 6x30 (25.09s do 24.53s, $p=0.00001$).

Badania biochemiczne krwi wykazały spoczynkowy wzrost HCO_3^- (25.42 do 28.81 mmol/L, $p=0.00001$), pH krwi (7.38 do 7.47, $p=0.00011$) oraz powysiłkowy wzrost stężenia mleczanu (7.94 do 9.36 mmol/L, $p=0.00001$) w następstwie 9-dniowego protokołu suplementacji.

Wnioski P-1

W pracy potwierdzono przyjętą hipotezę i wykazano, że pomimo braku możliwości magazynowania i ograniczeń transportu dwuwęglanu, chroniczny protokół suplementacji dwuwęglanem sodu (3000mg) i potasu (3000mg) wraz z kompleksem minerałów fosforanem wapnia (600 mg), cytrynianem wapnia (400mg), cytrynianem potasu (1000 mg) oraz cytrynianem magnezu (100mg), wpłynął znacząco na poprawę wydolności anaerobowej piłkarzy nożnych i wyniki specyficznego testu biegowego RAST. Suplementacja wpłynęła na istotnie statystycznie wzrost spoczynkowych wartości pH krwi oraz spoczynkowego stężenia HCO_3^- . Poprawa pojemności buforowej znalazła swoje odzwierciedlenie w istotnie statystycznie wyższym powysiłkowym stężeniu mleczanu w grupie eksperymentalnej.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują również na nowy, warty podkreślenia aspekt związany z istotnym wzrostem jonów Mg^{2+} w grupie eksperymentalnej i ich uzasadnionym wpływie na opóźnienie zmęczenia podczas wysiłków beztlenowych o wysokiej intensywności. Równoległe stosowanie z dwuwęglanem kompleksu minerałów jest innowacyjnym aspektem prezentowanego badania i wymaga dalszej eksploracji. Prezentowany protokół suplementacji zalecić można sportowcom przed zawodami lub okresami treningu o wysokiej intensywności, w celu poprawy wydolności anaerobowej.

– *Publikacja P-2* –

Jakub Chycki, Anna Kurylas, Adam Maszczyk, Artur Gołaś, Adam Zając. „Alkaline water improves exercise-induced metabolic acidosis and enhances anaerobic exercise performance in combat sport athletes”. PLoS One, 2018, 13, nr 11, s. 1-10.

Celem drugiej publikacji, była ocena wpływu wody alkalicznej na zmianę wartości pH krwi, pH moczu oraz stężenia $\text{HCO}_3^{\text{rest}}$ u wysoko wytrenowanych zawodników sportów walki. Projekt nawiązywał do badań P-1 i miał zweryfikować, czy picie wody alkalicznej poprawi statut nawodnienia, oraz czy potencjalna alkalizacja środowiska ustroju wpłynie na wydolność anaerobową, którą oceniano wymagającym protokołem dwóch podwójnych testów Wingate (zarówno na kończyny dolne i górne).

W badaniu wzięło udział 16 zawodników sportów walki, z co najmniej 7 letnim stażem treningowym. Zawodnicy stanowili homogeną grupę dobraną w oparciu o kryterium wieku (22.3 ± 0.5 lat) oraz wydolności tlenowej ($\text{VO}_{2\text{max}}$: 64.7 ± 2.8) i beztlenowej (Test Wingate_{30s}; $W_{\text{t-upper limb}}$ 138 ± 14 (J/kg); $W_{\text{t-lower limb}}$ 276 ± 04 (J/kg)). Badania trwały 3 tygodnie i realizowane były w strukturze powtarzanych pomiarów w kontroli placebo. Uczestnicy zostali losowo podzieleni na grupę eksperymentalną (EG; n=8) i kontrolną (CG; n=8). Interwencja uwzględniała 21 dniowy protokołów nawadniania wodą alkaliczną w EG i stołową w CG.

Woda stosowana podczas eksperymentu zawierała 840 mg/dm³ składników mineralnych i została sklasyfikowana jako średnio-zmineralizowana. W składzie wody dominujące aniony stanowiły: jon wodorowęglanowy HCO_3^- (357,8 mg/ dm³) i jon węglanowy CO_3^{2-} (163,5 mg / dm³). Wśród kationów dominował sód (Na^+ 254,55 mg / dm³). Woda wykorzystana w eksperymencie była wysoce alkaliczna (pH - 9,13). Uczestnicy projektu podlegali standaryzowanej indywidualizowanej diecie izokalorycznej (55% węglowodanów, 20% białka, 25% tłuszczu) oraz protokołowi nawodnienia. Objętość stosowanej wody szacowano w oparciu o zalecenie National Athletic Trainers Association, a uśredniona wartość dla grupy wynosiła 2.9 ± 0.4 l dziennie.

Badania stanu nawodnienia przeprowadzono w oparciu o analizę ciężaru właściwego moczu i pH moczu. Masę i komponenty składu ciała uczestników oceniono metodą impedancji elektrycznej. Diagnostyka wydolności beztlenowej przeprowadzona została w oparciu o dwukrotny, podwójny 30-sekundowy test Wingate dla kończyn dolnych i

górnym, z uwzględnieniem 3 minutowej pasywnej przerwy między kolejnymi wysiłkami. Wskaźniki obciążenia metabolicznego, w tym mleczan, pH krwi, HCO_3^- i inne parametry równowagi kwasowo-zasadowej oraz Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} oznaczone zostały przed i po próbie wysiłkowej.

Bateria diagnostyczna uwzględniająca testy wysiłkowe, biochemiczne i ocenę stanu nawodnienia przeprowadzona została przed i po 21 dniowym, nadzorowanym protokole interwencyjnym.

Prezentowany protokół stosowania wody alkalicznej przez zawodników sportów walki wykazał korzystne zmiany w aspekcie stanu nawodnienia oraz pojemności buforowej.

Badania biochemiczne krwi wykazały spoczynkowy wzrost HCO_3^- (23.87 do 26.76 mmol/L, $p=0.001$), pH krwi (7.36 do 7.44, $p=0.001$), oraz powysiłkowy wzrost stężenia mleczanu (19.09 do 21.20 mmol/L, $p=0.0001$) w następstwie 21-dniowego protokołu stosowania wody alkalicznej.

Wydolności anaerobowej oceniana w teście Wingate uległa poprawie w grupie eksperymentalnej, w przejawie generowanej średniej mocy kończyn dolnych (P_{mean} : 7.98 J/kg – 9.38 J/kg, $p=0.001$), średniej mocy kończyn górnych (P_{mean} : 4.32 W/kg – 5.11 W/kg, $p=0.011$) oraz maksymalnej mocy kończyn górnych (P_{peak} : 7.90 W/kg – 8.91 W/kg, $p=0.025$). Co istotne, korzystne zmiany wydolności anaerobowej wykazano w wartościach pracy całkowitej zarówno dla kończyn górnych (W_t : 276.04 J/kg – 292.96 J/kg, $p=0.012$) i kończyn dolnych (W_t : 138.15 J/kg – 156.37 J/kg, $p=0.012$).

W kontekście stanu nawodnienia w prezentowanym projekcie badawczym wykazano istotny wzrost pH moczu (pH_{urine} : 5.75 – 6.62, $p=0.017$) oraz spadek wartości ciężaru właściwego moczu (U_{SG} : 1.02 – 1.00 kg/l, $p=0.001$). W grupie kontrolnej nie wykazano istotnych statycznie zmian w poddanych analizie wskaźnikach.

Wnioski P-2

Wyniki badań prezentowanych w niniejszej pracy częściowo potwierdziły przyjętą hipotezę, woda alkaliczna zwiększa pojemność buforową i korzystnie wpływa stan nawodnienia sportowców. Uwzględniając istotny wpływ nieskompensowanej utraty wody podczas aktywności fizycznej na zdolności wysiłkowe sportowców, codzienne spożycie 3–4 l silnie alkalicznej, zmineralizowanej wody, może stanowić skuteczną strategię dla nawodnienia i poprawy wydolności anaerobowej.

– *Publikacja P-3* –

Jakub Chycki, Maciej Kostrzewa, Adam Maszczyk, Adam Zając. “Chronic Ingestion of Bicarbonate-Rich Water Improves Anaerobic Performance in Hypohydrated Elite Judo Athletes: A Pilot Study”. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021,18, nr 9, s. 1-12.

Celem projektu badawczego była ocena wpływu chronicznego stosowania wody bogatej w wodorowęglany na wydolność anaerobową w stanie nawodnienia i po odwodnieniu indukowanym wysiłkiem fizycznym. Hipoteza badawcza, uwzględniająca wyniki publikacji P-2, zakładała, że interwencja poprawi statut nawodnienia sportowców, a wyższa zastosowana w projekcie dawka HCO_3^- korzystnie wpłynie na potencjał buforowy i zdolności wysiłkowe uczestników projektu.

W badaniach uczestniczyło ośmiu elitarnych zawodników judo. Uczestnicy eksperymentu mieli co najmniej dwanaście lat stażu treningowego, międzynarodowy poziom sportowy i byli członkami Reprezentacji Polski. Wszyscy byli medalistami Mistrzostw Polski i uczestnikami Pucharu Świata. Uczestnicy stanowili homogeną grupę dobraną w oparciu o kryterium wieku (24.3 ± 0.5 lat) oraz wydolności tlenowej ($\text{VO}_{2\text{max}}$: 59.7 ± 3.2 ml/kg/min⁻¹) i beztlenowej (Test Wingate_{30s}; $W_{\text{t-upper limb}}$ 192.10 ± 5.50 (J/kg); $W_{\text{t-lower limb}}$ 246 ± 6.50 (J/kg)).

Eksperyment składał się z dwóch interwencji - protokołów nawadniania, w trakcie których wykonano łącznie trzy serie testów laboratoryjnych. Testy przeprowadzone zostały na etapie przygotowania do interwencji (ocena i weryfikacji nawodnienia), po 21 dniach stosowania wody stołowej i po 21 dniach stosowania wody bogatej w wodorowęglany. Eksperyment zrealizowany został jako próba z powtarzanymi pomiarami w modelu „within-subjects design”. Wszyscy uczestnicy brali udział w pierwszej i drugiej interwencji.

Wykorzystana w badaniach woda miała wysoką zawartość HCO_3^- (1300–4250 mg / dm³) oraz Na^+ (1200–1700 mg / dm³). Łączna zawartość składników mineralnych wynosiła 5700 mg/dm³ co klasyfikuje ją jako wodę wysoko-zmineralizowaną.

Uczestnicy projektu podlegali standaryzowanej indywidualizowanej diecie izokalorycznej (55% węglowodanów, 20% białka, 25% tłuszczu) oraz protokołowi nawodnienia. Objętość stosowanej wody szacowano w oparciu o zalecenie National Athletic Trainers Association, a uśredniona wartość dla grupy wynosiła 3.2 ± 0.2 l dziennie.

W ciągu 2 dni testów laboratoryjnych (przed i po interwencji) uczestnicy podlegali tożsamej baterii diagnostycznej (testów czynnościowych, biochemicznych). Uczestnicy zgłaszali się do laboratorium między 08:00 a 8:30 z porannymi próbkami moczu. Wartość ciężaru właściwego moczu 1020 (kg/L), potwierdzała statut optymalnego nawodnienia i kwalifikowała do dalszych badań.

Uczestników badań poddawano procesowi odwodnienia. Protokół odwodnienia przeprowadzony został na bieżni mechanicznej i uwzględniał bieg ciągły o średniej intensywności (50% VO_{2max}). W celu kontroli tempa odwodnienia, uczestnicy w trakcie trwania wysiłku ważeni byli co 12-minut. Pomiar kontrolny nie trwał dłużej niż 45s. Po osiągnięciu 3% ubytku masy ciała, uczestnicy kwalifikowani byli jak odwodnieni. Czas trwania protokołu był nadzorowany i rejestrowany. Picie płynów podczas i po wysiłku fizycznym było zabronione.

Zarówno w stanie nawodnienia, jak również odwodnienia uczestnicy wykonywali podwójny 30-sekundowy test Wingate dla kończyn dolnych i górnych, z uwzględnieniem 3 minutowej pasywnej przerwy między kolejnymi wysiłkami. Wskaźniki obciążenia metabolicznego, w tym mleczan, pH krwi, HCO_3^- i inne parametry równowagi kwasowo-zasadowej oraz Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} oznaczone zostały przed i po próbie wysiłkowej.

Podczas rehydratacji, w zależności od etapu badań, uczestnicy stosowali wodę stołową lub wodę bogatą w wodorowęglany, wypijając zalecaną objętość (VR) co 15 minut. VR stanowiło $\frac{1}{12}$ utraconej objętości płynów. Protokół trwał do momentu, gdy jednego z dwóch kryteriów zostały osiągnięte: (1) uzupełniono płyny lub (2) uczestnik wypił 150% utraconej objętości wody. Podczas rehydratacji monitorowano objętość i częstotliwość oddawania moczu, oraz oceniano osmolalność moczu (U_{osmol}), ciężar właściwy moczu (U_{SG}) i pH moczu (U_{pH}).

Badania biochemiczne krwi wykazały spoczynkowy wzrost HCO_3^- zarówno w stanie nawodnienia i odwodnienia (nawodnienie: 27.37 do 28.91 mmol/L, $p=0.012$, odwodnienie: 26.34 do 27.96 mmol/L, $p=0.001$), oraz powysiłkowy wzrost stężenia mleczanu w stanie optymalnego nawodnienia i po odwodnieniu, które indukowane było wysiłkiem fizycznym (nawodnienie: 15.20 do 16.95 mmol/L, $p=0.049$, odwodnienie: 13.46 mmol/L do 15.94 mmol/L, $p=0.012$) po 21-dniowym stosowaniu wody o dużej zawartości wodorowęglanów.

Wydolność anaerobowa oceniana w teście Wingate uległa poprawie po stosowaniu wody bogatej w wodorowęglany, w przejawie generowanej średniej mocy kończyn górnych (P_{mean} : 6.56 W/kg – 7.79 W/kg, $p=0.007$) oraz wskaźnika pracy całkowitej kończyn górnych

(W_t : 161.67 J/kg – 195.43 J/kg, $p=0.014$). Poprawę wskazanych parametrów obserwowano wyłącznie w stanie odwodnienia.

W kontekście stanu nawodnienia w prezentowanym projekcie badawczym wykazano istotny wzrost tempa ponownego nawadniania (rehydratacji) po stosowaniu wody wysokosodowej, bogatej w wodorowęglany.

Wnioski P-3

Wyniki prezentowanego badania są zgodne z eksperymentami (P-1, P-2). Projekt badawczy zweryfikował wpływ wody o wysokiej zawartości wodorowęglanu na wzrost pojemności buforowej i wydolność anaerobową zawodników judo. Nowatorskość badania polegała na powiązaniu czynników upośledzających wydolność beztlenową, a mianowicie odwodnienia i potencjału buforowego. Prezentowane wyniki wskazują na korzyści wynikające ze stosowania wody o wysokiej zawartości wodorowęglanu i sodu w aspekcie ograniczenia nieskompensowanej utraty wody (odwodnienia) podczas wysiłku fizycznego. Istotna poprawa wybranych parametrów testu Wingate wyłącznie w stanie odwodnienia, prezentuje potencjalne znaczenie suplementacji HCO_3^- w zjawisku maskowania niekorzystnych skutków odwodnienia w kontekście powtarzających się wysiłków o wysokiej intensywności.

– Publikacja P-4 –

Jakub Chycki, Adam Zając, Michał Toborek “Bicarbonate supplementation via lactate efflux improves anaerobic and cognitive performance in elite combat sport athletes”. BIOLOGY OF SPORT, 2021,38(4), 545-553.

Celem czwartej publikacji była ocena wpływu wysiłków o wysokiej intensywności na sprawność poznawczą (pamięć operacyjną) oraz sekrecję mleczanu, BDNF, kortyzolu, IGF-1, przed i po 21 dniach stosowania dwuwęglanu sodu.

W badaniu wzięło udział 16 wytrenowanych zawodników sportów walki (wiek; 24.3 ± 0.5 lat; $\text{VO}_{2\text{max}}$: 59.7 ± 3.2 ml/kg/min⁻¹). Uczestnicy badań ($n=16$) zostali losowo podzieleni na grupę eksperymentalną (EG; $n=8$), która przyjmowała dwuwęglan sodu i grupę kontrolną (CG; $n=8$), która otrzymała placebo. Badania trwały 42 dni i realizowane były w strukturze powtarzanych pomiarów w kontroli placebo. Czynnikiem interwencji stanowiła 21 dniowa suplementacja dwuwęglanem sodu (5000 mg x 2/dzień /90 min przed treningiem). Badania czynnościowe oceniające wydolność anaerobową: test Wingate, jak również

diagnostyka sprawności poznawczej (pamięci operacyjnej), przeprowadzone zostały przed i po okresie suplementacji. Zadanie poznawcze nazwane zostało Testem Postrzeganej Pamięci Roboczej (pWM). Wybraliśmy ten Test, ponieważ nie jest potrzebna żadna manipulacja poznawcza, aby go rozwiązać. Można go wielokrotnie powtarzać i zastosować do wybranego protokołu ćwiczeń. Co więcej, test lepiej odzwierciedla wyzwania poznawcze podczas zawodów sportowych, gdzie występuje ciągły (wejściowy) strumień informacji, a przetworzone informacji i podjęcie decyzji musi nastąpić szybko. Analogicznie do projektu (**P-1, P-2, P-3**) uczestnicy podlegali standaryzowanej indywidualizowanej diecie izokalorycznej (55% węglowodanów, 20% białka, 25% tłuszczu). Wskaźniki obciążenia metabolicznego, w tym mleczan, parametry równowagi kwasowo-zasadowe oraz Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} oznaczone zostały przed i po teście Wingate. W dwóch punktach czasowych pobrano również próbki krwi żyłnej do oznaczeń IGF-1, noradrenaliny, kortyzolu, BDNF.

Test pamięci operacyjnej (PWM) przeprowadzono przed i po teście Wingate. Wyniki prezentowały znaczną poprawę parametru całkowitej pracy kończyn górnych W_t ($p = 0,011$), wzrost generowanej średniej mocy kończyn górnych P_{mean} ($z p = 0,001$), jak również powysiłkowy wzrost stężenia mleczanu (od 15,51 mmol/l do 18,10 mmol/l przy $p = 0,01$). Wzrosło również spoczynkowe stężenie HCO_3^- (27,37 mmol/l do 28,91 mmol/l przy $p = 0,001$), w porównaniu z wyjściowymi wartościami w EG. Analiza wykazała istotny statystycznie wzrost wartości IGF-1 ($z p = 0,001$) oraz spadek kortyzolu i BDNF ($z p = 0,001$) zarówno w grupie EG i CG, porównując wartości przed i po wysiłku anaerobowym. Ujawniliśmy również statystycznie istotny spadek wartości czasu wyświetlania sekwencji sygnałów (pamięć operacyjna) po spożyciu HCO_3^- między, przed i po teście Wingate ($z p = 0,002$).

Wnioski P-4

Wysiłki o wysokiej intensywności ograniczyły uwalnianie BDNF i kortyzolu w populacji wytrenowanych zawodników. Uczestnicy niniejszego badania stosując suplementację NaHCO_3^- poprawili pojemność buforową, wykazując potencjalną rolę mleczanu w mechanizmie poprawy funkcji wykonawczych mózgu. Brak istotnego związku między zmianami stężenia IGF-1 i BDNF, a pamięcią operacyjną, sugerować może, że powysiłkowa poprawa przepływu krwi w mózgu i wzrost stężenia mleczanu są dominującymi mechanizmami mogącymi korzystnie wpłynąć na sprawność neuro-poznawczą, i testowaną pamięć roboczą u wytrenowanych zawodników sportów walki.

Główny przekaz naukowy i praktyczne implikacje zaprezentowanego cyklu artykułów pt.: „Wpływ wybranych strategii nawodnienia i suplementacji wodorowęglanami na wydolność beztlenową i sprawność poznawczą sportowców”. Podsumowanie wyników badań i wnioski.

W prezentowanym osiągnięciu naukowym zrealizowano wszystkie cele przyjęte w ramach zamieszczonego we wniosku jednotematycznego cyklu oryginalnych publikacji, a poniższe osiągnięcia są tego wyrazem:

- 1. opracowanie propozycji skutecznych protokołów nawodnienia i poprawy potencjału buforowego sportowców, które mogą zostać zastosowane w warunkach treningowych i/lub startowych,**
- 2. opracowanie i wykorzystanie w protokole badań oryginalnych procedur, obejmujących protokoły odwadniania, nawadniania, testy oceny sprawności poznawczej, oraz formułowanie wniosków, które mogą stanowić rzetelne źródło wiedzy dla naukowców, trenerów i sportowców, rozważających wdrożenie prezentowanych w niniejszym cyklu strategii nawodnienia i suplementacji,**
- 3. sformułowanie cennych z punktu widzenia naukowego i aplikacyjnego kierunków przyszłych badań naukowych,**
- 4. opracowanie i wskazanie alternatywnego formy suplementacji wodorowęglanem sodu tj. wody o wysokiej zawartości wodorowęglanów, który ogranicza wystąpienie niepożądanych efektów ubocznych i optymalizuje nawodnienie,**
- 5. wskazanie nowego, potencjalnego zastosowania dla suplementacji wodorowęglanem sodu w aspekcie wpływu na poprawę sprawności poznawczej.**

Bibliografia:

1. Gledhill, N. Bicarbonate ingestion and anaerobic performance. *Sports Med* 1984, 1: 177-80.
2. Marcora, S.M.; Staiano, W. The limit to exercise tolerance in humans: Mind over muscle? *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010, 109, 763–770.
3. Sahlin, K. Comments on point: counterpoint: muscle lactate and H^{+} production do/do not have 1:1 association in skeletal muscle. Why add complexity/confusion to a simple issue? *J Appl Physiol.* 2011, 110, 1494.
4. Juel C. Lactate-proton cotransport in skeletal muscle. *Physiol Rev.* 1997, 77:321-58.
5. Donaldson SK, Hermansen L, Bolles L. Differential, direct effects of H^{+} on Ca^{2+} -activated force of skinned fibers from the soleus, cardiac and adductor magnus muscles of rabbits. *Pflugers Arch.* 1978; 376(1): 5565.
6. Heisler N. Buffering and H^{+} ion dynamics in muscle tissues. *Respir Physiol Neurobiol.* 2004; 144(2–3): 161-172.
7. Ciechanowski K. To dialyze or to alkalyze? (Dializować czy alkalizować?). *Forum Nefrol.* 2012; 5, 347-350.
8. Siegler JC, Marshall PW, Bishop D, Shaw G, Green S. Mechanistic insights into the efficacy of sodium bicarbonate supplementation to improve athletic performance. *Sports Med Open.* 2016; 2(1): 41.
9. Sahlin K, Harris RC, Hultman E. Creatine kinase equilibrium and lactate content compared with muscle pH in tissue samples obtained after isometric exercise. *Biochem J.* 1975; 152(2): 173-180.
10. Callahan DM, Umberger BR, Kent JA. Mechanisms of in vivo muscle fatigue in humans: investigating age-related fatigue resistance with a computational model. *J Physiol.* 2016; 594(12): 3407-3421.
11. Juel C. Regulation of pH in human skeletal muscle: adaptations to physical activity. *Acta Physiol (Oxf).* 2008; 193(1): 17-24.
12. Price, M.J.; Singh, M. Time course of blood bicarbonate and pH three hours after sodium bicarbonate ingestion. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2008, 3, 240–242.
13. Abramowitz MK, Hostetter TH, Melamed ML. Lower serum bicarbonate and a higher anion gap are associated with lower cardiorespiratory fitness in young adults. *Kidney Int.* 2012; 81(10): 1033-1042.

14. Roos, A. Intracellular pH and distribution of weak acids across cell membranes. A study D- and L-lactate and of DMO in rat diaphragm. *J. Physiol.* 1975, 249, 1–25.
15. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J, Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018; 15(1): 38.
16. Lancha Junior AH, Painelli Vde S, Saunders B, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sports Med.* 2015; 45(Suppl 1): S71-81.
17. Kahle LE, Kelly PV, Eliot KA, Weiss EP. Acute sodium bicarbonate loading has negligible effects on resting and exercise blood pressure but causes gastrointestinal distress. *Nutr Res.* 2013; 33(6): 479-486.
18. Peart DJ, Siegler JC, Vince RV. Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(7): 1975-1983.
19. Sahlin, K.; Alvestrand, A.; Brandt, R. Intracellular pH and bicarbonate concentration in human muscle during recovery from exercise. *J. Appl. Physiol.* 1978, 45, 474–480
20. Savoie, F.A.; Kenefick, R.W.; Ely, B.R.; Chevront, S.N.; Goulet, E.D.; Effect of hypohydration on muscle endurance, strength, anaerobic power and capacity and vertical jumping ability. A meta-analysis. *Sports Med.* 2015, 45:1207-27.
21. Wynn, E.; Raetz, E.; Burekhardt, P. The composition of mineral waters sourced from Europe and North America in respect to bone health: composition of mineral water optimal bone. *Br J Nut.* 2009, 101:1195-1199.
22. Fang, Y.; Fu, X. J.; Gu, C.; Xu, P.; Wang, Y.; Yu, W. R.; Sun, Q.; Sun, X. J.; Yao, M. Hydrogen-rich saline protects against acute lung injury induced by extensive burn in rat model. *Journal of Burn Care and Research* 2011, 32, e82–91.
23. Armstrong L.E.; Ganio, M.S; Klau, J.F.; Johnson, E.C.; Casa, D.J.; Maresh, C.M. Novel hydration assessment techniques employing thirst and a water intake challenge in healthy men. *Appl. Physiol. Nutr. Metab* 2014, 39; 138-144.
24. Weidman, J.; Holsworth, R.E.; Brossman, B.; Cho, J.D.; Cyr, J.; Fridman, G. Effect of electrolyzed high-pH alkaline water on blood viscosity in healthy adults. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016; 13:45.

25. Begum G, Cunliffe A, Leveritt M. Physiological role of carnosine in contracting muscle. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15: 493-514.
26. Judelson DA, Maresh CM, Anderson JM, Armstrong LE, Casa DJ, Kraemer WJ. Hydration and muscular performance – Does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance. *Sports Med.* 2007;37(10):907-921
27. Mueller, S.M.; Gehrig, S.M.; Frese, S. Multiday acute sodium bicarbonate intake improves endurance capacity and reduces acidosis in men. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2013, 10, 16.
28. El Hayek L, Khalifeh M, Zibara V. Lactate Mediates the Effects of Exercise on Learning and Memory through SIRT1-Dependent Activation of Hippocampal Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF). *The Journal of Neuroscience.* 2019; Mar;39(13):2369-2382. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1661-18.2019
29. Quistorff B, Secher NH, Van Lieshout JJ. Lactate fuels the human brain during exercise. *FASEB J* 2008. 22:3443–3449. 10.1096/fj.08-106104.
30. Bezzi P, Volterra A. Astrocytes: powering memory. *Cell* 2011; 144:644–645. 10.1016/j.cell.2011.02.027
31. Schiffer T, Schulte S, Sperlich B, Achtzehn S, Fricke H, Struder KH. Lactate infusion at rest increases BDNF blood concentration in humans. *Neuroscience letters.* 2011;488:(3):234-237.
32. Griffin,EW, Bechara RG, Birch AM, Kelly AM. Exercise enhances hippocampaldependent learning in the rat: evidence for a BDNF-related mechanism. *Hippocampus;*2009;19/10;973–980.
33. McMorris T, Collard K, Corbett J, Dicks M, Swain JP. A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. *Pharmacol Biochem Behav.*2008. 89, pp.106-115.
34. Cowansage KK., LeDoux JE, Monfils MH. Brain-derived neurotrophic factor: a dynamic gatekeeper of neural plasticity. *Curr. Mol. Pharmacol.*2010;3, 12–29.
35. Pan W, Banks WA, Fasold MB, Bluth J, Kastin AJ. Transport of brain-derived neurotrophic factor across the blood-brain barrier. *Neuropharmacology.* 1998;37;1553-1561.
36. Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen MV, Leick L, Hart E. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol.* 2009; 94/1062-1069.
37. Stimpson NJ, Davison G, Javadi AH. Jogging the noggin: towards a physiological understanding of exercise-induced cognitive benefits. *Neurosci. Biobehav.*2018; Rev. 88, 177–186. doi: 10.1016/j.neubiorev.2018.03.018

38. Mastorakos,G., Pavlatou,M., Diamanti-Kandarakis,E., Chrousos, G.,P. Exercise and the stress system. *Hormones*. 2005; 4/2, pp. 73–89.

39. Schwabe J, Joels,M., Roozendaal,B., Wolf,O.,T., Oitzl, M.,S. Stress effects on memory: an update and integration. *Neuroscience and Bio-behavioral Reviews*. 2012; 36/7,1740–1749.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych Kandydata

Podsumowanie pozostałych osiągnięć naukowych, na które składa się 15 prac, z których 13 posiada wskaźnik Impact Factor, a pozostałych znajdujących się na liście „B” MNiSW. Łącznie, dorobek habilitanta z wyłączeniem jednotematycznego cyklu prac wynosi:

IF=36.94 oraz MNSiW= 1265 KBN

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

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

- 1. Neuroendokrynne i metaboliczne aspekty wysiłku fizycznego.**
- 2. Trening i terapia w warunkach hipoksji normobarycznej.**
- 3. Molekularne podstawy indywidualizacji treningu.**

Do najważniejszych osiągnięć w pierwszym obszarze zaliczono następujące publikacje naukowe:

1. Adam Zając, 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*, 2014, 21, nr 1, s. 156-160. [IF = 1.126; MNiSW = 20 pkt.]
2. **Jakub Chycki**, Adam Zając, Małgorzata Michalczyk, Adam Maszczyk, Józef Langfort. „Hormonal and metabolic substrate status in response to exercise in men of different phenotype”, *Endocrine Connections*, 2019, 8, s. 814-827. [IF = 2.592; MNiSW = 100 pkt.]
3. Michał Wilk, Małgorzata Michalczyk, **Jakub Chycki**, Adam Maszczyk, Miłosz Czuba, Robert Rocznik, Artur Gołaś, Adam Zając. „Endocrine responses to physical

training and tribulus terrestris supplementation in middle-age men”. Central European Journal of Sport Sciences and Medicine, 2016, 13, nr 1, s. 65-71.

[IF = 0.000, MNiSW = 12 pkt.]

Obszar ten składa się z 3 prac o łącznej wartości **IF= 3.718 oraz MNiSW = 132 KBN.**

Pierwszy ze zdefiniowanych nurtów zainteresowań dotyczy pierwszego projektu badawczego Kandydata, obejmującego zagadnienia neuroendokrynych i metabolicznych aspektów wysiłku fizycznego. Tytuł projektu: „*Zmiany parametrów fizjologicznych i morfologicznych w aspekcie kuracji hormonem wzrostu i testosteronem, u mężczyzn w średnim wieku*”, umożliwił zdobycie tytułu doktora nauk o kulturze fizycznej i stał się podstawą do cyklu publikacji w czasopiśmie z IF (przed i po uzyskaniu tytułu doktora nauk o kulturze fizycznej).

Pierwszą publikacją była praca “The effects of growth hormone and testosterone therapy on aerobic and anaerobic fitness, body composition and lipoprotein profile in middle aged men”, opublikowana w czasopiśmie Annals of Agricultural and Environmental Medicine. Celem badania była ocena wpływu hormonalnej terapii zastępczej (HTZ), tj. łączonej terapii hormonem wzrostu (rhGH) i testosteronem (T), na masę i skład ciała, wydolność tlenową i beztlenową oraz profil lipidowy. Rezultaty analiz pozwoliły stwierdzić, iż w wyniku 12-tygodniowej terapii, nastąpiła istotna poprawa parametrów wydolności tlenowej i beztlenowej, wykazano korzystne zmiany w profilu lipidowym, sugerując wpływ terapii oraz realizowanego programu aktywności fizycznej. Zastosowanie łączonej terapii rhGH + T u mężczyzn w średnim wieku, okazało się czynnikiem akcelerującym korzystne zmiany w badanych wskaźnikach sprawności i zdrowia.

Drugi, zasadniczy obszar prac naukowych Kandydata oscyluje wokół zagadnień związanych z treningiem i terapią w warunkach hipoksji normobarycznej. Obszar ten składa się z następujących publikacji:

1. Małgorzata Magdalena Michalczyk, **Jakub Chycki**, Adam Zając, Miroslav Petr, Miłosz Czuba, Józef Langfort. „Three weeks of intermittent hypoxic training affect antioxidant enzyme activity and increases lipid peroxidation in cyclists”, MONATSHEFTE FÜR CHEMIE, 2019,150, s. 1703-1710. [IF = 1.349; MNiSW = 40 pkt]
2. **Jakub Chycki**, Miłosz Czuba, Artur Gołaś, Adam Zając, Olga Fidos-Czuba, Adrian Młynarz, Wojciech Smółka “Neuroendocrine responses and body

composition changes following resistance training under normobaric hypoxia”,
Journal of Human Kinetics, 2016, 53, s. 91-98. [IF = 0.798; MNiSW = 15pkt.]

Obszar ten składa się z 2 prac o łącznej wartości **IF= 2.147 oraz MNiSW = 55 KBN.**

Drugi współrealizowany projekt tematyką obejmował weryfikację koncepcji treningu oporowego w warunkach hipoksji normobarycznej, oceniając potencjalny wpływ na tempo rozwoju hipertrofii mięśniowej w kontekście potrzeb sportu, a także prewencji sarkopenii. Aktywność w projekcie udokumentowała 1 publikacja IF, była nią praca “Neuroendocrine responses and body composition changes following resistance training under normobaric hypoxia”, opublikowana w Journal of Human Kinetics.

Hipoksja jest stanem, w którym utlenowanie tkanek niektórych organów lub całego organizmu jest niewystarczające w wyniku zmniejszonej dyfuzji tlenu z płuc lub zmniejszonego transportu tlenu przez krew do tkanek. W aspekcie treningu wysokościowego możemy wyróżnić zmianę ciśnienia atmosferycznego jako zewnętrznego czynnika wywołującego hipoksję hipobaryczną (wysokościową) oraz zmianę składu powietrza (zmiany w zakresie % stężenia O₂) jako zewnętrzny czynnik wywołujący hipoksję normobaryczną. Aktywność fizyczna w warunkach hipoksji, w świetle literatury może wykazywać korzystny wpływ na szerokie spektrum przystosowań. Adaptacje morfostrukturalne, czynnościowe i molekularne potwierdzają i uzasadniają znaczenie aktywności fizycznej wykonywanej w środowisku hipoksji. W zależności od rodzaju wysiłku fizycznego, czasu jego trwania i intensywności, odpowiedź adaptacyjna – zarówno ostra, jak i chroniczna jest odmienna. Prezentowany obszar badań, zorientowany na ocenie wpływu dodatkowych czynników intensyfikujących stres fizjologiczny (hipoksja) podczas aktywności fizycznej, daje uzasadnione nadzieje na precyzyjniejsze przewidywanie zmian przystosowawczych w stanicie korzystnych, wątpliwych i negatywnych.

Celem badania “Neuroendocrine responses and body composition changes following resistance training under normobaric hypoxia” była ocena wpływu treningu oporowego realizowanego w środowisku hipoksji normobarycznej na odpowiedź neuroendokrynną, m.in. testosteronu (T), insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (IGF-1), noradrenaliny (NA), kortyzolu (C)) oraz zmian morfostrukturalnych - masy i skład ciała. W badaniach udział wzięło 12 młodych, aktywnych fizycznie mężczyzn. Rezultaty analiz pozwoliły stwierdzić, iż w wyniku 6-tygodniowego treningu oporowego w hipoksji normobarycznej ((FiO₂ = 12.9%, 4000 m) terapii, nastąpił istotny statystycznie wzrost IGF-1 oraz beztłuszczowej masy ciała

(FFM) wskazując na znaczenie i role szlaków sygnałowych regulowanych przez IGF-1 w procesie hipertrofii mięśniowej.

Trzeci, wyodrębniony obszar badawczy dotyczy molekularnych markerów, które wykorzystać można w procesie programowania i indywidualizacji treningu oraz terapii.

1. Piotr Żmijewski, Paweł Ciężczyk, Idus I. Ahmetov, Piotr Gronek, Ewelina Lilińska-Kuklik, Marcin Dornowski, Agata Rzeszutko, **Jakub Chycki**, Waldemar Moska, Marek Sawczuk. „The NOS3 G894T (rs I 799983) and -786T/C (rs2070744) polymorphism are associated with elite swimmer status”. *Biology of Sport*, 2017, 35, s. 1-9. [IF = 0; MNiSW = 20 pkt.]
2. Agnieszka Maciejewska-Skrendo, Paweł Ciężczyk, **Jakub Chycki**, Marek Sawczuk, Wojciech Smółka. „Genetic Markers Associated with Power Athlete Status” *Journal of Human Kinetics*, 2019, 68, s. 17-36. [IF = 1.664; MNiSW = 140 pkt.]
3. Craig Pickering, Bruce Suraci, Ekaterina A. Semenova, Eugenia A. Boulygina, Elena S. Kostryukova, Nickolay A. Kulemin, Oleg V. Borisov, Sofya A. Khabibova, Andrey K. Larin, Alexander V. Pavlenko, Ekaterina V. Lyubaeva, Daniil V. Popov, Evgeny A. Lysenko, Tatiana F. Vepkhvadze, Egor M. Lednev, Agata Leonska-Duniec, Beata Pajak, **Jakub Chycki**, Waldemar Moska, Ewelina Lulinska-Kuklik, Marcin Dornowski, Adam Maszczyk, Ben Bradley, Adam Kanaah, Paweł Cieszczyk, Edward V. Generozov, Ildus I. Ahmetov. „A Genome-Wide Association Study of Sprint Performance in Elite Youth Football Players”. *JOURNAL OF STRENGTH AND CONDITIONING RESEARCH*, 2019, 33, nr 9, s. 2344–2351. [IF = 2.973, MNiSW = 100]
4. Ewelina Lulińska-Kuklik, Ewelina Maculewicz, Waldemar Moska, Krzysztof Ficek, Mariusz Kaczmarczyk, Monika Michałowska-Sawczyn, Kinga Humińska-Lisowska, Maciej Buryta, **Jakub Chycki**, Paweł Ciężczyk, Piotr Żmijewski, Agata Rzeszutko, Marek Sawczuk, Petr Stastny, Miroslav Petr, Agnieszka Maciejewska-Skrendo. „Are IL1B, IL6 and IL6R Gene Variants Associated with Anterior Cruciate Ligament Rupture Susceptibility? *Journal of Sports Science and Medicine*, 2019, 18, s 137-145. [IF = 1.806; MNiSW = 100 pkt.]
5. Monika Michałowska-Sawczyn, Milena Lachowicz, Anna Grzywacz, Aleksandra Suchanecka, Jolanta Chmielowiec, Krzysztof Chmielowiec, **Jakub**

- Chycki**, Grzegorz Trybek, Piotr Żmijewski, Paweł Ciężczyk. „Analysis of Polymorphic Variants of the Dopamine Transporter (DAT1) Gene Polymorphism and Personality Traits Among Athletes”. *Journal of Human Kinetics*, 2020, 72, s 79-89. [IF = 1.664; MNiSW = 140 pkt.]
6. Miroslav Petr, Agnieszka Maciejewska-Skrendo, Adam Zając, **Jakub Chycki**, Petr Stastny. „Association of Elite Sports Status with Gene Variants of Peroxisome Proliferator Activated Receptors and Their Transcriptional Coactivator”. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES* Vol. 21, nr 1 (2020), s. 1-14. [IF = 4.556, MNiSW = 140 pkt.]

Obszar ten składa się z 6 prac o łącznej wartości **IF= 12.663 oraz MNiSW = 640 KBN.**

Tożsame dla wszystkich wskazanych powyżej zainteresowań badawczych (grupa 1,2,3), a odnoszących się do kierunkowych zrealizowanych, bądź realizowanych projektach, takich jak „*Wydajność metaboliczna i aktywność hormonów lipolitycznych u mężczyzn o odmiennym fenotypie*”, a także „*Status nawodnienia a wydolność anaerobowa*”, prezentowany przez Kandydata w jednotematycznym cyklu osiągnięcia naukowego, **jest obrazowanie i uzasadnianie mechanizmów adaptacyjnych, powysiłkowymi zmianami wybranych markerów metabolicznych i molekularnych.** Koncepcje realizowanych aktualnie przez Kandydata eksperymentów badawczych łączą molekularne i fizjologiczne aspekty wysiłku ze zmianami strategicznych markerów metabolicznych i odpowiedzią hormonalną, co tworzy szeroką perspektywę do dyskusji nad metabolizmem wysiłkowym i procesami adaptacyjnymi, które występują w odpowiedzi na różnego typu aktywność fizyczną, w kontekście treningu sportowego, ale również aktywności rekreacyjnej i czy terapii rehabilitacyjnych. Synkretyczne podejście, integrujące założenia transkryptomiki i genomiki, w celu badania związku między molekularną a fizjologiczną odpowiedzią na czynnik wysiłkowy, środowiskowy, bądź inne imitujące ten efekt, stanowi podstawę realizowanej metodologii jak w pracy „*Genetic Markers Associated with Power Athlete Status*” i według Kandydata daje uzasadnioną nadzieję rozwoju wiedzy i narzędzi z zakresu nauk o kulturze fizyczne i nauk o zdrowiu.

5.2 Sumaryczny wskaźnik Impact Factor opublikowanych przez Kandydata prac wynosi:

IF= 48.736, MNiSW = 1480 KBN

5.3 Liczba cytowań publikacji Kandydata

Na dzień 07.05.2021 r., wskaźnik Hirsh'a habilitanta wynosił:

- **Web of Science: 7**
- **Scopus: 7**

Całkowita liczba cytowań publikacji habilitanta wynosiła:

- **Web of Science: 94**
- **Scopus: 97**

Liczba cytowań wyłączając autocyтовania:

- **Web of Science: 89**
- **Scopus: 93**

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

6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną

6.1 Współpraca z instytucjami naukowymi

- Uniwersytet Charles w Pradze, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu,
Zakład Gier Zespołowych, Praga, Czechy
- Uniwersytet Miami, Miller Scholl of Medicine, Wydział Biochemii I Biologii
Molekularnej, Miami, Stany Zjednoczone.

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

6.2 Informacje o odbytych stażach krajowych i międzynarodowych

Kandydat w okresie od 17 lipca do 8 sierpnia 2019 roku odbył naukowy staż zagraniczny w Stanach Zjednoczonych na Uniwersytecie w Miami, Miller School of Medicine, na Wydziale Biochemii i Biologii Molekularnej. Opiekunem stażu był prof. Michał Toborek. Habilitant uczestniczył w bieżących pracach zespołu prof. Toborka rozwijając kompetencje i doskonaląc sprawność w technikach PCR oraz sekwencjonowania. Staż umożliwił podsumowanie wspólnego projektu badań nad wpływem stosowania dwuwęglanu sodu, magnezu i wapnia na wydolność anaerobową sportowców (publikacja klasyfikowana jako osiągnięcie naukowe habilitanta: *Chronic Ingestion of Sodium and Potassium Bicarbonate, with Potassium, Magnesium and Calcium Citrate Improves Anaerobic Performance in elite Soccer Player*, *Nutrients*, 2018,10, nr 11, s. 1-12.) i zaplanowanie prac rozwojowych w pokrewnej koncepcji. Efektem wyjazdu była kontynuacja współpracy w ramach aktualnie realizowanego projektu, którego celem jest ocena wpływu wysiłków beztlenowych o wysokiej intensywności na barierę krew-mózg i sprawność poznawczą sportowców w różnym wieku. Współpraca i intensywnie eksplorowanych obszar badawczy umożliwił kontynuowanie aktywności publikacyjnej, w tym również w obszarze zagadnień prezentowanych jako osiągnięcie habilitanta, tj. praca *Bicarbonate supplementation via lactate efflux improves anaerobic and cognitive performance in elite combat sport athletes*. Opublikowana w czasopiśmie *Biology of Sport*, 2021,38(4), 545-553. Aktualnie przygotowywane są dwa nowe manuskrypty prezentujące wpływ wysiłku fizycznego o wysokiej intensywności na mechanizm uwalniania mleczanu, neurotroficznego czynnika pochodzenia mózgowego (BDNF), noradrenaliny, insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (IGF-1) i kortyzolu w kontekście poprawy sprawności poznawczej. Uczestnikami badania byli wytrenowani młodzi i starsi mężczyźni.

Kandydat, co warto podkreślić w latach 2016-2021 wielokrotnie uczestniczył w krajowych i zagranicznych wizytach studyjnych i stażach szkoleniowych, które odbywały się w ramach obozów przygotowawczych pięściarzy zawodowych. Kandydat pracował z zawodnikami kategorii ciężkiej - Tomaszem Adamkiem, Michael Hunter, Shawndell Winters. Mistrzami świata i pretendentami do tytułów mistrzowskich, będąc odpowiedzialnym za ich przygotowanie fizyczne.

W ośrodkach badawczych i treningowych, takich jak:

- UFC Performance Institute w Las Vegas, Nevada,
- Centrum Badawczo-Rozwojowe i szkoleniowe, Campus Dallas Cowboys, Frisco, Teksas,

- Centrum treningowe Warriors Boxing, federacji IBF w Nowym Jorku,
Kandydat realizował cykle treningowe, przeprowadzał diagnostykę parametrów wydolności tlenowej i beztlenowej oraz monitoring potencjału adaptacyjnego sportowców. Kontakt ze środowiskiem naukowym i szkoleniowym umożliwił przeprowadzenie pilotażowych badań nad stosowaniem wody alkalicznej o wysokiej zawartości wodorowęglanów – praca prezentowana w zestawieniu osiągnięcia naukowego: *Alkaline water improves exercise-induced metabolic acidosis and enhances anaerobic exercise performance in combat sport athletes* i opublikowana w czasopiśmie PLoS ONE w 2018.

6.3 Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych

W trakcie pracy naukowej Kandydat uczestniczył i uczestniczy w projektach badawczych realizowanych w ośrodkach krajowych i zagranicznych. Był członkiem zespołów projektowych w 8 konkursach grantowych. Poniżej przedstawiono rodzaj i aktualnych statut projektu wraz z opisem pełnionej funkcji:

Projekty badawcze zrealizowane

- ❖ Projekt badawczy zrealizowany w ramach konkursu **Miniatura 15** Narodowego Centrum Nauki (nr projektu 2019/03/X/NZ7/00173)
Tytuł: „**Wpływ wysiłku anaerobowego na stężenie cfDNA, markery stanu zapalnego i wybrane hormony u mężczyzn w różnym wieku**”
Statut: projekt zakończony, realizowany w okresie 2019-11-06 do 2020-11-05.
Funkcja w projekcie: **Kierownik projektu.**

Projekty badawcze realizowane

- ❖ Projekt badawczy realizowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” na lata 2019-2022 (nr projektu 019/RID/2018/19).
Tytuł: „**Centrum Badania i Wdrażania Strategii Wspierających Zdrowe Starzenie**”
Statut: projekt w trakcie realizacji.

Funkcja w projekcie: **Członek zespołu projektowego, Koordynator zespołu ds. aktywności fizycznej.**

Kierownik projektu: Prof. Andrzej Małecki

Projekty badawcze w trakcie oceny

- ❖ Projekt badawczy oczekujący realizacji w ramach konkursu wielostronnego CHIST-ERA 2020, Narodowego Centrum Nauki (nr rej. Projektu 2021/03/Y/ST6/00012).

Podmioty partnerskie: Charles University, Czech Technical University in Prague, St Mary's University, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Tytuł: **„Energia ciała: Interwencja poprawy świadomości ekologicznej i kondycji fizycznej społeczeństwa”.**

Statut: projekt w trakcie oceny krajowej i międzynarodowej.

Funkcja w projekcie: **Kierownik polskiego zespołu badawczego**

- ❖ Projekt badawczy oczekujący realizacji w ramach programu BRIDGE Alfa 2017, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Podmiot realizujący: Scandera Venture.

Tytuł: **„Innowacyjny system spersonalizowanej diagnostyki łagodnych, pourazowych uszkodzeń mózgu (mTBI) - The Forces of Brain Protect”.**

Statut: projekt zakwalifikowany do finansowania przez Radę Naukową Komitetu Inwestycyjnego Scandera Venture, projekt przygotowywany przez podmiot realizujący do prezentacji w ramach konkursu BRIDGE Alfa 2017, NCBR.

Funkcja w projekcie: **Pomysłodawca, kierownik projektu.**

6.4 Recenzowanie prac naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych

Kandydat recenzował 9 artykułów w 5 międzynarodowych czasopismach, wszystkie przeprowadzone recenzje obejmowały publikacje w czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR). Wykonałem recenzje dla:

- Nutrients (IF- 4.546) – 4 recenzje
- Applied Sciences (IF – 2.067) – 1 recenzja
- PlosOne (IF –2.742) – 1 recenzja
- Journal of Human Kinetics (IF 1.664) – 2 recenzje
- Endocrines – 1 recenzja

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

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

- Członek Komitetu Organizacyjnego I Międzynarodowej Konferencji „Nutrigenomika i nutrigenetyka w żywieniu ludzi aktywnych”. Katowice, 21.11.2014.

7.2 Uczestnictwo w konferencjach naukowych i metodyczno-naukowych

- ❖ International Congress of Physical Education, Sports and Kinesiotherapy 6th Edition: Education and Sports Science in 21st Century. Bucharest [Rumunia]: The National University of Physical Education and Sports, 16-18.06.2016.
 - Adam Maszczyk, Piotr Rodak, Artur Gołaś, Przemysław Pietraszewski, **Jakub Chycki**, Robert Rocznik, Maciej Kostrzewa: Neurofeedback for the enhancement of dynamic balance of judokas

- Artur Gołaś, Przemysław Pietraszewski, Adam Maszczyk, Robert Roczniok, Małgorzata Michalczyk, **Jakub Chycki**: Comparison of mean and peak values of muscle activity in flat bench press
- **Jakub Chycki**, Miłosz Czuba, Artur Gołaś, Piotr Rodak, Olga Fidos-Czuba: Lipolytic hormones changes following resistance training under normobaric hypoxia.

Wystąpienia krajowe i międzynarodowe “na zaproszenie”

- ❖ I Poznański Naukowy Kongres Dietetyki: żywienie - trening - wspomaganie. - Poznań: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 27-28.04.2018.
 - **Jakub Chycki**, Adam Zając: Effect of alkaline water ingestion on anaerobic performance.
- ❖ Combat Sports Performance Summit. Warszawa 15-17.06.2018.
 - **Jakub Chycki**: Programowanie i monitorowanie procesu treningowego pięściarzy zawodowych.

7.3 Nagrody i wyróżnienia

- Indywidualna Nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne w roku akademickim 2018/2019.
- Indywidualna Nagroda Rektora I stopnia za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne w roku akademickim 2019/2020.

7.4 Promotorstwo prac licencjackich, magisterskich oraz przewodów doktorskich

Kandydat pełni aktualnie funkcje promotora pomocniczego w 1 rozprawie doktorskiej, w której promotorem jest prof. dr hab. Andrzej Małecki:

- mgr Piotr Rodak „*Wpływ wysiłku anaerobowego na stężenie cfDNA, markery stanu zapalnego i wybrane hormony u młodych i starszych mężczyzn*”

W latach 2017 - 2020 promotorstwo 8 prac licencjackich i magisterskich na Wydziale Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. Tematyka prac dotyczyła szeroko rozumianych aspektów treningu sportowego.

7.5 Monografie i rozdziały w monografiach

- Małgorzata Magdalena Michalczyk, **Jakub Chycki**, Adam Zajac, Adam Maszczyk, Grzegorz Zydek, Józef Langfort. „Anaerobic performance after a low-carbohydrate diet (LCD) followed by 7 days of carbohydrate loading in male basketball players”. Nutrition support for athletic performance, ed. By Mark Russell And Jill Parnell. Basel:MDPI, 2020, s 59-71. – ISBN 978-83-7497-016-7.
- **Jakub Chycki**. „Kuracje hormonalne w strategii odchudzającej i odmładzającej (przeciwstarzeniowej)”. Nowe trendy w żywieniu i suplementacji osób aktywnych fizycznie / red. Grzegorz Zydek, Małgorzata Michalczyk, Adam Zajac Katowice: Wydaw. AWF im. J. Kukuczki, 2017 S. 329-342.
- Miłosz Czuba, **Jakub Chycki**. „Wykorzystanie hipoksji hipo- i normobarycznej w treningu zawodników gier zespołowych” Współczesny system szkolenia w zespołowych grach sportowych / pod red. Adama Zająca i Jana Chmury Katowice: Wydaw. AWF, 2016 S. 395-401.

7.6 Aktywność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

- W latach 2015 - 2019 koordynacja przedmiotów realizowanych w Katedrze Teorii i Praktyki Sportu
- Realizacja niżej wymienionych zajęć dydaktycznych na wszystkich trzech Wydziałach Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach: Teoria Sportu, Teoria Treningu Sportowego, Monitorowanie

Treningu Sportowego, Fitness Ćwiczenia Siłowe, Trener Personalny,
Dietetyczne i Suplementacyjne Wspomaganie w Sporcie i Rekreacji.

8. Dodatkowe informacje dotyczące kariery naukowej i zawodowej

Kandydat od 2016 skutecznie łączy prace naukową z pracą szkoleniową jako trener przygotowania kondycyjnego. Współpracuje on z zawodowymi pięściarzami, odnosząc sukcesy warte wyeksponowania. Pracując w zespołach szkoleniowych Tomasza Adamka, Michael Hunter, Shawndell Winters, w latach 2018-2021 4-krotnie przygotowywał swoich zawodników do walk o tytuły mistrzowskie. Możliwość szkolenia, obserwacji i współuczestniczenia w szeroko rozumianym Sporcie na poziomie mistrzowski, pozwala mu współbieżnie łączyć teorie z praktyką. Bezценne know-how dla inspiracji naukowych i implikacji praktycznych.



Katowice, 14.05.2021

Podpis wnioskodawcy