



dr Łukasz Tota

Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie

Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu

Instytut Nauk Biomedycznych

Zakład Fizjologii i Biochemii

Załącznik 2

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

w dziedzinie Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu

w dyscyplinie Nauk o Kulturze Fizycznej

AUTOREFERAT

Opisujący dorobek i osiągnięcia naukowe

Kraków, 2022

Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	4
2.1. Dodatkowe kwalifikacje zawodowe	4
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	6
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz. U. 2017 r. poz. 1789)	7
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	7
4.2. Autorzy, tytuły publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania	7
4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	9
4.3.1. Wprowadzenie do problematyki cyklu publikacji	15
4.3.2. Uzasadnienie podjętej tematyki i cel badań	19
4.3.3. Materiał i metody badań	23
4.3.4. Wyniki badań i ich omówienie	34
4.3.5. Podsumowanie wyników i wnioski aplikacyjne zaprezentowanego cyklu publikacji	46
4.3.6. Piśmiennictwo	49
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	55
5.1. Osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora	55
5.2. Osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora	55
5.3. Prace dotyczące innej problematyki niż stanowiąca podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego	67
5.4. Wystąpienie podczas krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych	72
5.5. Podsumowanie analizy bibliometrycznej	75
5.6. Udział w projektach badawczych	75
5.7. Odbyte staże naukowe	77
5.8. Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych	77
5.9. Udział w komitetach naukowych i redakcjach czasopism	77
5.10. Wyróżnienia i nagrody naukowe	78
6. Osiągnięcia dydaktyczne oraz popularyzacja nauki	79
6.1. Artykuły o charakterze popularno-naukowym	81
6.2. Komercjalizacja nauki	83
7. Współpraca z środowiskiem sportowym	84

1. Imię i nazwisko

Łukasz Tota

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- 2000** – XII Liceum Ogólnokształcące im. C.K. Norwida w Krakowie o profilu biologiczno-chemicznym.
- 2004** – magister Wychowania Fizycznego na Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie na kierunku Wychowanie Fizyczne. Praca magisterska nt. „Wpływ treningu w okresie przygotowawczym na zmiany wysiłkowych wskaźników fizjologicznych i kosztu energetycznego biegu u biegaczek na średnie dystanse. Promotor: prof. dr hab. J. Cempla).
- 2009** – doktor Nauk o Kulturze Fizycznej, studia doktoranckie na Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie. Tytuł doktora nauk o kulturze fizycznej uzyskany na podstawie rozprawy doktorskiej „Zmiany wskaźników wydolności fizycznej i kosztu energetycznego biegu w relacji do zrealizowanych obciążeń treningowych u młodych lekkoatletów. Promotor: prof. dr hab. J. Cempla.

2.1. Dodatkowe kwalifikacje zawodowe (załącznik 3)

- 2005** – nauczyciel kontraktowy. Międzyszkolny Ośrodek Sportowy Kraków-Krowodrza.
- 2011** – Studia Podyplomowe – Menedżer Sportu w Szkole Wyższej im. Pawła Włodkowica w Płocku, Wydział Zarządzania.
- 2012** – Pion Sportowo-Szkoleniowy Polskiego Związku Narciarskiego, XVI Konferencja PZN.
- 2013** – Pion Sportowo-Szkoleniowy Polskiego Związku Narciarskiego, XVI Konferencja PZN.
- 2014** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej dla trenerów zaplecza kadr narodowych.
- 2017** – Szkolenie „Dozwolone Wspomaganie w Sporcie”.
- 2018** – Szkolenie „Kontrowersje wokół suplementacji – fakty i mity na temat suplementów diety, wiarygodne źródła wiedzy dla dietetyka”.

- 2019** – Konferencja trenerów szkolenia olimpijskiego i paraolimpijskiego Beijing 2022 organizowana przez Ministerstwo Sportu i Turystyki.
- 2020** – Szkolenie „Podstawowa i zaawansowana obsługa aparatu densytometrycznego Prodigy Pro oraz aplikacji encore”.
- 2020** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Metody diagnozowania zawodników: testy laboratoryjne i interpretacja ich wyników”.
- 2020** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Warsztaty treningu siły i mocy dla zaplecza kadr narodowych w sportach olimpijskich”.
- 2020** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Zdrowie zawodnika”.
- 2020** – Szkolenie w zakresie obsługi telemetrycznego systemu Cosmed K4b2.
- 2021** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Wybrane aspekty treningu w sprintach”.
- 2021** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Współczesne koncepcje treningu w warunkach hipoksji”.
- 2021** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Powrót do gry – strategia bezpiecznego powrotu do treningów przez zawodników post COVID-19”.
- 2021** – Kurs obsługi hipoksycznej komory termoklimatycznej.
- 2021** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Nowoczesne przygotowanie motoryczne”.
- 2021** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Interpretowanie wyników badań diagnostycznych w sporcie”.
- 2021** – Szkolenie w ramach Akademii Trenerskiej „Jak rozmawiać z zawodnikiem o diecie i redukcji masy ciała?”.

Posiadam instruktora lekkiej atletyki (2004) oraz instruktora pływania (2004), sternika motorowodnego (2005), sternika jachtowego (2005) i ratownika wodnego (2006).

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 2006–obecnie** – Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie; Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu, Instytut Nauk Biomedycznych, Zakład Fizjologii i Biochemii, pracownik naukowo-badawczy.
- 2009–2012** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie, Wydział Ochrony Zdrowia.

Informacje o zatrudnieniu w jednostkach poza naukowych

- 2009–2012** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie, Wydział Ochrony Zdrowia.
- 2005–2009** – Wiceprezes Parafialnego Klubu Sportowego Faustyna.
- 2011–obecnie** – Polska Agencja Antydopingowa.
- 2021–obecnie** – Polski Związek Narciarski.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2
ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym
oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki
(t.j. Dz. U. 2017 r. poz. 1789)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl czterech monotematycznych prac (załącznik 4), objętych wspólnym tytułem:

**Fizjologiczna i biochemiczna diagnostyka poziomu wydolności fizycznej
oraz efektów zrealizowanego treningu sportowego**

Cykl czterech prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk o kulturze fizycznej w czasopismach z listy filadefilskiej, posiadających Impact Factor (IF).

4.2. Autorzy, tytuły publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania

P1. Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. The effects of conditioning training on body build, aerobic and anaerobic performance in elite mixed martial arts athletes. *Journal of Human Kinetics*, 2019; 70: 223–231. (IF: 1,664; MNiSW: 140).

P2. Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch W. Muscle and intestinal damage in triathletes. *Ploose One*, 2019; 14, (1): 1–14. (IF: 2,740; MNiSW: 100).

P3. Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T and Malecki MT. Changes in oxidative and nitrosative stress indicators and vascular endothelial growth factor after maximum-intensity exercise assessing aerobic capacity in males with type 1 diabetes mellitus. *Frontiers in Physiology*, 2021; 12:672403. (IF: 4,566; MNiSW: 100).

P4. Tota Ł., Wiecha Sz. Biochemical profile in mixed martial arts athletes. PeerJ, 2022; 10: e12708. (IF: 3,390; MNiSW: 100).

Sumaryczna punktacja osiągnięcia naukowego w postaci monotematycznego cyklu czterech publikacji naukowych wyniosła: IF = 12,36; MNiSW = 440 pk.

Pełne teksty opublikowanych prac zamieszczono w załączniku 4.

Opis indywidualnego wkładu habilitanta oraz oświadczenia wszystkich współautorów określające indywidualny wkład każdego z nich w powstanie poszczególnych wieloautorskich publikacji znajdują się w załączniku 5.

We wszystkich wymienionych pracach mój udział, jako pierwszego autora, był wiodący na każdym etapie przygotowania. Byłem autorem koncepcji badań i szczegółowego projektu eksperymentów. Jako kierownik projektów naukowych pozyskałem środki na ich realizację, byłem bezpośrednio zaangażowany w realizację badań jak i przygotowywałem wnioski do Komisji Bioetycznej. Asystowałem przy większości oznaczeń biochemicznych i fizjologicznych, dokonałem analizy i interpretacji uzyskanych wyników oraz opracowałem wymienione prace pod względem merytorycznym oraz edytorskim. W trzech pracach byłem autorem korespondencyjnym. Dokonałem omówienia uzyskanych wyników na tle wyników prezentowanych w literaturze przedmiotu. Przygotowałem wszystkie części manuskryptów zgodnie z wymogami redakcyjnymi. Przygotowywałem odpowiedzi do recenzentów i dokonywałem odpowiedniej korekty manuskryptu.

W pracy Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. 2019 mój udział procentowy szacuję na 80%. W pracy Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch mój udział procentowy szacuję na 85%. W pracy Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T., Malecki MT. mój udział procentowy szacuję na 40%, natomiast w pracy Tota Ł., Wiecha Sz. 2022 mój udział procentowy szacuję na 95%.

4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

P1. Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. The effects of conditioning training on body build, aerobic and anaerobic performance in elite mixed martial arts athletes. *Journal of Human Kinetics*, 2019; 70: 223–231.

P4. Tota Ł., Wiecha Sz. Biochemical profile in mixed martial arts athletes. *PeerJ*, 2022; 10: e12708.

Celem prowadzonych obserwacji była analiza struktury obciążeń treningowych oraz ocena budowy ciała i profilu fizjologicznego zawodników MMA. W dostępnej literaturze przedmiotu brak jest opracowań dotyczących analizy struktury obciążeń treningowych wraz z oceną efektów ich realizacji w postaci zmian wskaźników somatycznych oraz wskaźników charakteryzujących wydolność anaerobową i aerobową u zawodników trenujących MMA. Nasza praca skierowana jest do trenerów, instruktorów i zawodników dążących do pełnej optymalizacji podczas planowania i realizowania obciążeń treningowych w mieszanych sztukach walki.

Gdyby w dużym stopniu uprościć przebieg walki w MMA, często można zauważyć, że jest to sport oparty na interwałach o różnym czasie trwania. Dlatego też w planowaniu jednostek treningowych o wysokiej intensywności, zarówno o charakterze kwasomlekowym jak i niekwasomlekowym, dążyliśmy do stworzenia zbliżonych protokołów ćwiczeń. Podczas tych zestawów ćwiczeń staraliśmy się połączyć maksymalne uderzenia z maksymalnymi wysiłkami izometrycznymi, które często oddzielone były wysiłkami poświęconymi na kształtowanie techniki o intensywności submaksymalnej. Głównym zadaniem tak skonstruowanych jednostek treningowych było zwiększenie tolerancji organizmu na zmiany wewnętrznej homeostazy (Hawley J.A., 2008).

W 14-tygodniowym okresie przygotowawczym wyodrębniono fazę przygotowania ogólnego, specjalistycznego, okres przedstartowy oraz fazę superkompensacji i startową (Lachlan P.J., i wsp., 2013). Pierwszym okresem w periodyzacji szkolenia był okres przygotowania ogólnego, który trwał 5 tygodni. Planując obciążenia treningowe zwróciliśmy uwagę w tym czasie głównie na jednostki o charakterze aerobowym, nauczanie nowych technik walki i utrwalanie znanych, wprowadziliśmy również treningi o charakterze siłowym. Objętość treningów aerobowych była stale zwiększana, przy zachowaniu ich niskiej

intensywności. Kolejny etap szkolenia to bezpośrednie przygotowanie startowe (5 tygodni), podczas którego intensywność sesji treningowych stale się zwiększała, przy jednoczesnym obniżaniu objętości. Rozpoczęliśmy treningi sparingowe oraz treningi o charakterze interwałowym mające na celu kształtowanie wytrzymałości siłowej oraz mocy. Kolejnym etapem periodyzacji był okres superkompensacji. Czas trwania tej fazy był bardzo indywidualny i wahał się od 8–14 dni. Faza ta charakteryzowała się spadkiem objętości i intensywności wykonywanych jednostek treningowych. Okres obserwacji zakończył się okresem startowym.

W naszych badaniach u zawodników zaobserwowano pod wpływem 14-tygodniowego planu szkoleniowego spadek poziomu tkanki tłuszczowej z $13,5 \pm 1,6\%$ do poziomu $10,8 \pm 1,2\%$. Wiele badań naukowych potwierdza, że u zawodników trenujących sporty walki preferowany jest niski poziom tkanki tłuszczowej: MMA $12,25 \pm 0,54\%$ (Alm P., Ji-Guo Y.S., 2013), boks $14,5 \pm 1,5\%$ (Guidetti L., Musulin A., Baldari C., 2012), zapasy $7,4 \pm 1,2\%$ (Demikran E., Koz M., Kutlu M. i wsp., 2015).

U badanych zawodników maksymalna moc beztlenowa uzyskana podczas testu Wingate wykonywanego na kończyny górne, kształtowała się na poziomie $10,8 \pm 0,6 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ w pierwszej serii badań oraz $11,5 \pm 1,0 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ w serii drugiej.

Niniejsze badanie (praca P4) miało na celu charakterystykę profilu biochemicznego zawodników MMA obejmującego kolejne okresy rocznego cyklu treningowego. Według naszej wiedzy jest to jedno z niewielu badań w literaturze przedmiotu, w którym okres obserwacji i analizy wskaźników biochemicznych był tak obszerny.

W badaniach Coswig i wsp., (2016) porównano poziom uszkodzeń komórek mięśniowych u zawodników MMA po oficjalnych i symulowanych zawodach. Dowiedli oni, że stosując odpowiednią kombinację symulacji walk można uzyskać podobne wartości markerów biochemicznych obrazujących poziom uszkodzenia mięśni. Należy również podkreślić, że specyfika walki sportowej jaka występuje w MMA podczas treningów i zawodów zakłada, że niektóre z markerów obrazujące uszkodzenia mięśni mogą wiązać się z ilością przyjętych ciosów czy kopnięć (Wiechmann, G.J., Saygili E., 2016).

W literaturze przedmiotu wielokrotnie pojawiają się pytania dotyczące profilu metabolicznego zawodników trenujących MMA. Złożoność procesu periodyzacji szkolenia wynika jednocześnie z potrzeby kształtowania wydolności aerobowej i anaerobowej jak również ciągłego treningu umiejętności do których zaliczyć należy: uderzenia (ciosy, kopnięcia, uderzenia kolanami i łokciami), jak również ataki z użyciem siły i ataki łokciami. Istotnym elementem treningu sportowego jest kształtowanie umiejętności grapplingowych

(uderzenia, skręcenia i techniki rzucania przy użyciu nóg) oraz poddań na ziemi (Kirk C., Hurst, H.T., 2015).

W niniejszym badaniu najwyższe stężenie kortyzolu ($278,49 \pm 34,42$ ng/ml) odnotowano 1 godzinę po zakończeniu symulacji walki. W literaturze nie znaleziono opisu zmian stężenia tego hormonu w okresie przygotowawczym. Stężenie mierzone po 12-tygodniowym okresie przygotowawczym było również wysokie ($250,86$ ng/ml). Jednak zmiany stężenia kortyzolu w analizowanym okresie okazały się nieistotne. Odmienne wyniki uzyskali Ghoul i wsp. (2019) w grupie 12 zawodników MMA, u których najwyższe stężenia kortyzolu stwierdzono bezpośrednio po zakończeniu zawodów. Lindsay i wsp. (2017) wykazali, że zanurzenie w zimnej wodzie bezpośrednio po wysiłku spowodowało szybszy spadek poziomu tego hormonu u zawodników MMA. Dlatego też dalsze badania powinny skupić się na przyspieszeniu procesów regeneracyjnych, co w dużej mierze może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka wystąpienia urazów u sportowców. Uszkodzenie komórek mięśniowych spowodowane wysiłkiem fizycznym wywołuje odpowiedź naprawczą, wnikanie makrofagów do mięśni i wzrost IL-6. Zmiany tej cytokiny w naszych badaniach były zgodne z obserwacjami innych autorów (Barbas, I.G., i wsp., 2011). Znaczny istotny wzrost stężenia IL-6 (o 280,3%) w 1h po zakończeniu zawodów świadczy o intensywnej odpowiedzi zapalnej wywołanej wcześniejszą aktywnością fizyczną podczas sparingu.

Największy wzrost aktywności kinazy kreatynowej (o 625,2%) zaobserwowano 24 h po sparingu w porównaniu z wartością odnotowaną przed zawodami. Osiągnięcie szczytowego poziomu tego enzymu 24 h po zawodach jest zgodne z wynikami badań Coswig, Ramos i Vecchio (2016). Wysoka średnia aktywność kinazy kreatynowej po okresie przygotowawczym ($490,36$ U/l) i po sparingu ($607,97$ U/l) może wskazywać na uszkodzenie komórek mięśniowych spowodowane intensywnym wysiłkiem fizycznym – z którym, według sportowców, mamy do czynienia podczas sparingów (ocena odczuwanego wysiłku: ≥ 7) (Kirk i in., 2021) – oraz możliwymi urazami spowodowanymi zadawaniem ciosów (Cordeiro i in., 2007). Clarkson i wsp. (2006) stwierdzili, że wzrost aktywności kinazy kreatynowej powyżej $20\ 000$ U/l po bardzo intensywnym wysiłku fizycznym nie wymaga leczenia farmakologicznego w celu zapobiegania uszkodzeniu nerek. Jednak odwodnienie, stan często występujący w MMA, jest kluczowym czynnikiem zwiększającym ryzyko uszkodzenia nerek poprzez zmniejszenie rozpuszczalności mioglobiny (Jetton i in., 2013). Zmiany stężenia mioglobiny w okresie obserwacji były najprawdopodobniej związane ze zwiększonym stresem metabolicznym wynikającym z wysokiej intensywności wysiłku fizycznego realizowanego w okresach przygotowań i zawodów (Ghoul i in., 2019). Podobnie jak w badaniu

przeprowadzonym przez Coswig i wsp., (2016), uważamy, że zmiany stężenia mioglobiny mogą być przydatnym biomarkerem zastosowanym w celu usprawnienia procesu treningowego w MMA.

P2. Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch W. Muscle and intestinal damage in triathletes. *Ploze One*, 2019; 14, (1): 1–14.

W naszych badaniach chcieliśmy pokazać szersze spojrzenie na analizę wielu biochemicznych wskaźników, których monitorowanie przyczynić się może do pełniejszej optymalizacji procesu szkolenia osób trenujących dyscypliny wytrzymałościowe. Celem obserwacji była ocena stopnia uszkodzeń komórek mięśniowych i jelit u zawodników startujących w triathlonie. Nasza praca skierowana jest do trenerów, instruktorów, lekarzy sportowych i zawodników dążących do pełnej optymalizacji podczas planowania i realizowania obciążeń treningowych w złożonej periodyzacji procesu szkolenia zawodników startujących w sportach wytrzymałościowych. Zrozumienie „krajobrazu po bitwie” jaki niesie za sobą start w triathlonie, pozwoli na odpowiedni dobór jednostek treningowych w okresie przygotowawczym, zwiększając tym samym zdolności adaptacyjne organizmu do wyczerpującej pracy.

Skład ciała odgrywa kluczową rolę w uzyskiwaniu wysokich wyników w dyscyplinach wytrzymałościowych. W naszych badaniach u zawodników zaobserwowano poziom FAT i %F ($11,1 \pm 3,0$ kg; $13,7 \pm 2,6\%$) wyższy od wartości jakie obserwowano u zawodników klasy międzynarodowej ($5,2 \pm 1,1$; $7,8 \pm 1,6\%$), (González-Parra G., Mora R.H., 2013). Jednakże obniżenie masy ciała po zawodach XTERRA w których uczestniczyli nasi zawodnicy ($-3,1 \pm 1,5\%$) było niewiele niższe od tego, jaki zaobserwowali inni autorzy w cięższym i dłuższym wyścigu jakim jest half-ironman ($-3,8 \pm 1,6\%$). Wynikać to mogło w naszym przypadku z tego, że zawody XTERRA odbywały się w wersji crossowej, a w dzień startu temperatura powietrza sięgała powyżej 30°C , co dodatkowo mogło wpływać na stan odwodnienia zawodników.

Czynnik martwicy nowotworu (TNF α) jest cytokiną prozapalną, której wysokie stężenie występuje podczas stanu zapalnego w organizmie, w urazach, podczas sepsy i w niektórych infekcjach (Pedersen B.K., 2000). Podczas naszych badań nie zaobserwowaliśmy istotnych zmian stężenia TNF- α u badanych zawodników. Wielu autorów podkreśla, że TNF- α nie jest czułym markerem, którego można wykorzystać w monitorowaniu stanów przeciążeniowych w treningu sportowym (Steensberg A.C., Keller R., 2002). Na uwagę zasługuje fakt, że w badaniach Katsuhiko Suzuki & Jonathan Peake (2006) również nie zaobserwowano istotnych

zmian jego stężeni u zawodników którzy startowali w ironman triathlon (3,8 km of pływania, 180 km of jazda na rowerze oraz 42,2 km of biegu). Autorzy Ci sugerują stosowanie innych cytokinin w celu oceny stopnia stanu zapalnego wywołanego długotrwałym wysiłkiem (np. IL-6; IL-10). W literaturze przedmiotu są różne hipotezy, które próbują tłumaczyć brak istotnych zmian stężenia TNF- α po wyczerpującym wysiłku fizycznym. Jednak przede wszystkim autorzy uważają, że aby wywołać ostry stan zapalny, którego efektem będzie istotny wzrost stężenie TNF- α potrzebne są mocniejsze bodźce niż samo uszkodzenie mięśni wywołane wysiłkiem fizycznym (Febbraio M.A., Steensberg A., 2003). Na uwagę jednak zasługuje fakt, że istotne zmiany stężenia TNF- α zaobserwowali Kishiko O., Kiyoshi S., (2010) po zastosowaniu 12-tygodniowego treningu zdrowotnym u kobiet w wieku starszym ($85,0 \pm 4,5$ lat). Sugerują oni monitorowanie tego wskaźnika, jako jednego z wielu markerów obrazujących poziom stanu zapalnego w organizmie, którego stężenie pod wpływem regularnego treningu zdrowotnego ulega obniżeniu (Kishiko O., i wsp., 2010).

Regularna i umiarkowana aktywność fizyczna niesie za sobą wiele korzystnych zmian funkcjonalnych dotyczących chorób przewodu pokarmowego, jednak wraz ze wzrostem intensywności i objętości jednostek treningowych zwiększa się ryzyko wystąpienia zaburzeń mikrofłory jelitowej (Kay P.L., Chang R.T., 1997). Według różnych statystyk na problemy ze strony układu pokarmowego skarży się podczas zawodów lub tuż po ich zakończeniu około 70% sportowców, głównie biegaczy długodystansowych, kolarzy i triathlonistów (Sadaran-gani K.P., Hamer M., 2014). Ponadto długotrwały stres, antybiotyki, dieta bogata w białko i fruktozę mogą nasilać zaburzenia mikrofłory jelitowej (Marlicz W., 2012). Do oceny stopnia uszkodzeń jelit (nieszczelności bariery jelitowej) najczęściej stosuje się zonulinę (Sonier B., Patrick C., 2009, Lamprecht i wsp., 2012). Należy zaznaczyć, że na jej zmiany stężenia we krwi oprócz intensywnego wysiłku może mieć również wpływ dieta białkowa (zwłaszcza gliadyna) oraz bakterie jelitowe (Fasano A., 2011). W naszych badaniach możemy wykluczyć wpływ diety na zmiany stężenia zonuliny w obserwowanym okresie, ponieważ wszyscy poddani obserwacją zawodnicy przestrzegali zaleceń dietetycznych, które były zaplanowaną częścią realizowanego projektu. Chcieliśmy podkreślić, że zaobserwowaliśmy istotną zmianę integralności bariery jelitowej i wzrost przepuszczalności, co sugeruje wzrost stężenia zonuliny u uczestników badania po ukończeniu zawodów. Ponadto zanotowaliśmy istotne korelacje w których niskie stężenie zonuliny przed zawodami korelowało istotnie z niższymi stężeniami markerów uszkodzeń komórek mięśniowych (kortyzol, CRP, mioglobina) u badanych po zawodach. Natomiast u zawodników z wysokim stężeniem zonuliny przed zawodami zanotowaliśmy istotnie wyższe wartości stężeń biomarkerów uszkodzeń komórek

mięśniowych. Stąd można przypuszczać, że wielkość markerów obrazujących stopień uszkodzeń komórek mięśniowych po intensywnym i długotrwałym wysiłku w istotny sposób będzie wpływać na poziom bariery jelitowej. Nasza hipoteza wymaga jednak dalszych badań na liczniejszej grupie badanych, jednak należy zaznaczyć, że jak wynika z badań według wielu autorów poprawa stanu bariery jelitowej poprzez stosowanie probiotyków wieloszczepowych może istotnie poprawić stan bariery jelitowej i korzystnie modulować odpowiedź zapalną u sportowców (Lamprecht M., Bogner S., 2012). Stąd też stosowanie probiotyków w profilaktyce sportowej powinno stać się podstawą suplementacji diety mającą charakter leczenia przyczynowego modulującego mikroflorę przewodu pokarmowego. Na podstawie tych informacji, można przypuszczać, że zmniejszenie wielu niekorzystnych następstw związanych z długotrwałym i intensywnym wysiłkiem fizycznym poprzez modulację mikroflory jelitowej może przyczynić się do optymalizacji procesu treningowego w konkurencjach wytrzymałościowych.

P3. Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T., Malecki M.T. Changes in oxidative and nitrosative stress indicators and vascular endothelial growth factor after maximum-intensity exercise assessing aerobic capacity in males with type 1 diabetes mellitus. *Frontiers in Physiology*, 2021; 12:672403.

W niniejszej pracy przedstawiono dane dotyczące poziomu wydolności aerobowej i zmian w równowadze oksydacyjno-antyoksydacyjnej podczas wysiłku o maksymalnej intensywności u pacjentów z T1DM. Stwierdzono istotne różnice dla większości mierzonych wskaźników fizjologicznych. W szczególności pacjenci z T1DM mieli znacząco niższy poziom wydolności aerobowej niż zdrowi uczestnicy w podobnym wieku i z podobnym BMI. Kolejnym nowym odkryciem jest to, że grupa chorych na T1DM charakteryzowała się istotnie wyższym poziomem TOS/TOC zarówno przed, jak i po teście maksymalnej intensywności; również porównania wewnątrzgrupowe były istotne. Ponadto, poziom stresu oksydacyjnego mierzony za pomocą OSI przed wysiłkiem był istotnie wyższy w grupie chorych na cukrzycę w porównaniu z zdrowymi uczestnikami. Istotne różnice międzygrupowe dotyczyły w stresie nitrozacyjnym po wysiłku o maksymalnej intensywności.

Potencjał antyoksydacyjny, na który składają się antyoksydanty enzymatyczne i nieenzymatyczne, jest w dużym stopniu determinowany przez odżywianie. To odnosi się do rodzaju i jakości pożywienia, jak również do właściwego energii pochodzącej z białek, tłuszczów i węglowodanów, a także prawidłowej podaży składników regulacyjnych.

W naszych badaniach analiza wartości odżywczych w obu grupach nie wykazała niedoborów energetycznych i jakościowych, w tym witamin antyoksydacyjnych w spożywanych produktach. Nie mogło to mieć wpływu na stężenie antyoksydantów w osoczu przed wysiłkiem u uczestników, monitorowanych jako TAS/TAC.

4.3.1. Wprowadzenie do problematyki cyklu publikacji

Monitorowanie zmian w organizmie na skutek realizowanych obciążeń treningowych czy też pojedynczej aktywności fizycznej to jedna z podstawowych czynności, którą trener wraz z zawodnikiem powinni systematycznie przeprowadzać. Takie podejście do problemu treningu sportowego powoduje racjonalizację procesu szkolenia, a przede wszystkim zmusza do indywidualnego traktowania każdego zawodnika. Zmiany w organizmie na skutek bodźca treningowego można odnaleźć zarówno w wskaźnikach metabolicznych jak również hormonalnych. Ich pomiar wraz z rejestracją zrealizowanych obciążeń treningowych może dostarczyć wiele cennych informacji, które pozwolą na precyzyjne sterowanie treningiem sportowym.

Fizjologiczna i biochemiczna kontrola poziomu wydolności fizycznej ma na celu przede wszystkim zoptymalizowanie obciążeń treningowych w sporcie amatorskim i wyczynowym. Popularne „trenowanie na nosa” w wielu przypadkach nie przynosi oczekiwanych rezultatów.

Podstawową reakcją organizmu na aktywność fizyczną jest zaburzenie wewnętrznej homeostazy. Zadaniem trenera jest poprzez umiejętne sterowanie obciążeniami fizycznymi doprowadzenie u zawodnika do zjawiska superkompensacji, które wiąże się ze szczytem formy sportowej. Problem często pojawia się w intensywności obciążeń treningowych oraz czasie ich trwania.

Wysiłek fizyczny powoduje powstanie stresu mechanicznego oraz metabolicznego. Mikrouszkodzenia włókien mięśniowych, zmiany homeostazy jonów wapniowych, intensyfikacja rozpadu białek, nasilenie stresu oksydacyjnego i azotowego, wyczerpanie substratów energetycznych to tylko jedne z podstawowych zmian, jakie występują w organizmie podczas a także po zakończeniu aktywności fizycznej. Obraz tych zmian jest możliwy dzięki obserwacji wybranych wskaźników, które wykorzystać można podczas sterowania treningiem sportowym.

Tematem monitorowania poziomu wydolności fizycznej u zawodników mieszanych sztuk walki (prace P1 oraz P4) zająłem się po nawiązaniu współpracy z Szkołą Walki Drwała. Od roku około 2015 popularność mieszanych sztuk walki wciąż wzrastała, a tym samym

obserwowano wzrost zainteresowania systemem szkolenia i kontrolą wydolności fizycznej u zawodników w tej dyscyplinie sportu. Periodyzacja systemu szkolenia w MMA charakteryzuje się złożonością kształtowania zdolności szybkościowo-siłowych, wytrzymałościowych i umiejętności techniczno-taktycznych. Kontrola i monitoring wskaźników fizjologicznych z uwzględnieniem realizowanych obciążeń treningowych stwarza możliwość określenia aktualnego poziomu zdolności wytrzymałościowych i szybkościowo-siłowych, a jednocześnie dostosowania obciążeń treningowych do aktualnego potencjału sportowego zawodnika (Alm P., Ji-Guo Y., 2013; Amtmann J.A., Amtmann K.A., Spath W.K., 2008)

W pracy P2 przedstawiono fizjologiczne i biochemiczne zmiany będące efektem ukończenia triathlonu, który również w ostatnich latach ma bardzo dużo zwolenników na całym świecie. Ukazanie „krajobrazu po bitwie”, a może bardziej zmian adaptacyjnych jakie mają miejsce po ukończeniu wysiłku o charakterze ekstremalnym było jednym z moich założeń. Triathlon jest dyscypliną olimpijską o charakterze wytrzymałościowym składającą się z 1,5 km pływania, 40 km jazdy na rowerze, oraz 10 km biegu. Najlepsi zawodnicy potrzebują poniżej 2 godzin na pokonanie wszystkich trzech dystansów (Díaz V., i wsp., 2009).

W ostatnich latach wzrósł udział osób w masowych imprezach wytrzymałościowych takich jak triathlon. Zwiększyło się tym samym zainteresowanie cyklem szkolenia w tej dyscyplinie sportu. Należy zaznaczyć, że periodyzacja procesu treningowego zawodników przygotowujących się do pokonania triathlonu jest bardzo złożona. Zmienne środowisko pracy wymusza od zawodników oraz trenerów poszukiwania coraz to nowych rozwiązań treningowych, które wzmocnią adaptację organizmu do wyczerpującej pracy podczas wyścigu. Z racji typowo wytrzymałościowego charakteru konkurencji cały proces treningowy powinien być systematycznie modyfikowany i dostosowywany do indywidualnych możliwości zawodnika. Zatem w celu optymalizacji procesu szkolenia niezbędna jest ciągła kontrola i monitorowanie procesu treningowego metodami dopasowanymi do specyfiki dyscypliny sportowej tak, by uzyskiwane pomiary dostarczały wiarygodnych informacji.

Stres mechaniczny i metaboliczny, który jest wynikiem intensywnej pracy komórek mięśniowych podczas długotrwałego wysiłku stanowi istotny czynnik indukujący uszkodzenia struktury i czynności komórek. Ich główną przyczyną są nasilający się kryzys energetyczny, odwodnienie i hipertermia (Jeukendrup A.E., 2005). W konsekwencji narastania tych czynników dochodzi do uszkodzeń włókien mięśniowych, które indukują uwolnienie prozapalnych cytokin, takich jak czynnik martwicy nowotworowej (TNF- α), (Lamprecht M., Bogner S., 2012). Ponadto długotrwały i wyczerpujący wysiłek fizyczny może skutkować

wzrostem markerów typowych dla wystąpienia uszkodzeń mięśnia sercowego np. mioglobiny (Sugama K., Suzuki K., 2015). Obserwacja zmian wskaźników biochemicznych podlegających zmianom pod wpływem stresu jakim jest dla organizmu wysiłek fizyczny jest tematem wielu prac. W kontekście podejmowanego wysiłku sportowego analizie poddawano zmiany stężenia testosteronu (T) i kortyzolu (C) (Thorpe P., Sunderland C., 2012) oraz białka ostrej fazy (CRP), (Rose-John i wsp., 2006).

Badania naukowe, które prowadziłem do 2015 roku związane były w dużym stopniu z zdrowymi aktywnymi fizycznie osobami (sportowcami). Po 2015 roku moje zainteresowania naukowo-badawcze dotyczące oceny odpowiedzi fizjologicznej i biochemicznej organizmu na wysiłek fizyczny objęły osoby chore na cukrzycę typu 1, które leczone są osobistą pompą insulinową (praca P3).

Moja kolejna praca dotyczy monitoringu poziomu wydolności fizycznej u osób chorych na cukrzycę typu I leczonych osobistą pompą insulinową. Wszystko zaczęło się od realizowanego na Uniwersytecie Jagiellońskim projektu 5000 metrów nad poziomem cukru o którym dowiedziałem się z mediów. Nawiązanie współpracy naukowo-badawczej z prof. dr. hab. n. med. Tomaszem Klupą, prof. dr. hab. med. Maciejem Tadeuszem Małeckim, dr. hab. Bartłomiejem Matejko oraz dr. Sandrom Mrozińską z Kliniki Chorób Metabolicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum w Krakowie oraz ze Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie, zaowocowało wspólnymi grantami, publikacjami jak również wciąż nowymi pomysłami na realizację nowych projektów badawczych.

Cukrzyca uważana jest za chorobę cywilizacyjną 21 wieku, ze względu na szybko rosnącą liczbę chorych na całym świecie, a jej wzrost wciąż rośnie wraz z rozwojem społeczno-ekonomicznym populacji (Fox i wsp., 2003). Jest chorobą, której nieprawidłowe leczenie może prowadzić do wielu groźnych powikłań: neuropatia, nefropatia czy retinopatia cukrzycowa. Z obliczeń wynika, że w 2012 roku na cukrzycę chorowało ok. 8,3% populacji, co stanowi łącznie 371 milionów ludzi na całym świecie (International Diabetes Federation. Diabetes Atlas). Według dostępnych analiz statystycznych cukrzyca jest rozpoznawalna na świecie średnio co 10 sekund. Należy pamiętać, że cukrzyca to choroba generująca bardzo wysokie koszty dla państwa, związane z procesem diagnozy, leczenia, a także wynikające z wydatków na świadczenia socjalne warunkowane niepełnosprawnością czy przedwczesną śmiertelnością z powodu cukrzycy i jej powikłań. Cukrzyca to choroba przewlekła, której pojawienie się całkowicie zmienia dotychczasową równowagę w życiu. Akceptacja tej choroby i sposobów jej leczenia jest trudnym procesem, wymagającym wiele czasu. Dlatego

najważniejszym celem w leczeniu cukrzycy, wciąż nieosiągniętym, jest próba jej całkowitego wyleczenia (Urbańczuk i wsp. 2017).

Za główną przyczynę cukrzycy uważa się niedobór insuliny lub nieprawidłowe działanie receptorów insulinowych w organizmie. Nieprawidłowości w mechanizmie insuliny skutkują licznymi zaburzeniami metabolicznymi, które doprowadzają do przewlekłego podwyższenia stężenia glukozy we krwi (Xu i wsp., 2013).

Typ 1 (cukrzyca insulinozależna, nazywana również cukrzycą młodzieńczą) wiąże się z koniecznością leczenia insuliną i może wystąpić w każdym wieku. Jednak zapadalność na T1DM jest najwyższa u osób przed 15 rokiem życia. Jest to cukrzyca uwarunkowana genetycznie, związana jest ze zwiększoną lub zmniejszoną częstotliwością występowania antygenów zgodności tkankowej HLA na 6 chromosomie. Charakteryzuje się także autoimmunologiczną destrukcją komórek beta trzustki produkujących insulinę, w której pośredniczą limfocyty T. Konsekwencją tych zaburzeń są niedobory insuliny w organizmie. Objawy są nagłe, silne i szybko narastają w czasie. Pojawia się niezależnie od stylu życia i stanowi ok. 10% wszystkich zachorowań na cukrzycę (Dubert 2014).

Integralną częścią leczenia cukrzycy jest wysiłek fizyczny (Galler i wsp., 2011). Rekomendacje Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego zalecają podejmowanie regularnych ćwiczeń fizycznych (2–3 dni, najlepiej codziennie), po około 30 minut o intensywności określonej przez lekarza. Amerykańskie Stowarzyszenie Cukrzycy (American Diabetes Association ADA) oraz brytyjski Departament Zdrowia (Department of Health) zalecają dorosłym diabetykom wykonywanie ćwiczeń aerobowych o umiarkowanej i dużej intensywności > 150 minut/tydzień, a dodatkowo przy braku przeciwwskazań ćwiczenia siły mięśniowej około 2 razy w tygodniu (ADA 2014).

Regularne ćwiczenia fizyczne mimo wielu korzyści zdrowotnych, wiążą się u chorych na cukrzycę z ryzykiem nadmiernego spadku lub wzrostu stężenia glukozy w osoczu krwi. Podczas jednorazowego wysiłku o umiarkowanej intensywności i przedłużonym czasie trwania, zaburzenie odpowiedzi hormonów przeciwregulujących (glukagon, aminy katecholowe, kortyzol, hormon wzrostu) na spadek stężenia monocukru we krwi, może skutkować hipoglikemią (Zisser i wsp., 2011). Natomiast podczas wykonywania wysiłku fizycznego o dużej intensywności występuje ryzyko pojawienia się przełomu hiperglikemicznego i kwasicy ketonowej (Szewieczek 2009). Dlatego szczególnie ważne jest ciągłe monitorowanie stężenia glukozy w osoczu krwi.

Podczas jednorazowego wysiłku fizycznego o maksymalnej intensywności u chorych na cukrzycę typu 1 redystrybucja krwi do mięśni oraz układu krążenia prowadzi do

zmniejszonego zaopatrzenia jelit w krew, tlen, składniki odżywcze oraz niewystarczającej eliminacji metabolitów z ich komórek, co skutkuje obniżeniem pH oraz nasileniem stresu oksydacyjnego i azotowego w ich komórkach. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na równowagę układu oksydoredukcyjnego są katecholaminy wytwarzane pod wpływem wzmożonego wysiłku fizycznego. Nadmiernie aktywowane wolne rodniki uszkadzają komórki, szlaki komunikacji międzykomórkowej oraz nasilają procesy zapalne indukowane przez cytokiny układu GALT (Picu A., i wsp., 2017).

4.3.2. Uzasadnienie podjętej tematyki i cel badań

P1. Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. The effects of conditioning training on body build, aerobic and anaerobic performance in elite mixed martial arts athletes. *Journal of Human Kinetics*, 2019; 70: 223–231.

P4. Tota Ł., Wiecha Sz. Biochemical profile in mixed martial arts athletes. *PeerJ*, 2022; 10: e12708.

Pomimo wzrostu popularności mieszanymi sztukami walki, nadal brakuje ujednoliconego systemu szkolenia, który byłby wskazówką dla trenerów i instruktorów MMA w planowaniu i przygotowywaniu specjalistycznych planów treningowych (Kirk C., i wsp., 2021). Dla optymalnego przygotowania zawodników, którego najczęściej walka sportowa trwa 3–5 rund po 5 minut z 60 sekundowymi przerwami pomiędzy rundami, koniecznym jest uwzględnienie w treningu sportowym harmonijnego rozwoju potencjału tlenowego (aerobowego) jak również potencjału beztlenowego (fosfagenowego i laktycznego), zarówno kończyn górnych jak i dolnych (Amtmann J.A., 2008). Złożoność systemu szkolenia zawodników MMA zarówno pod względem techniczno-taktycznym jak i wydolnościowym stawia przed szkoleniowcami wiele wyzwań. Poszukiwanie i opracowanie nowych modeli treningowych jest wciąż priorytetem dla trenerów tego sportu (Kirk C., i wsp., 2020). W celu lepszego zrozumienia reakcji organizmu na wysiłek fizyczny o intensywności zbliżonej do tej jaka występuje na oficjalnych zawodach sportowych, jest uwzględnienie symulowanej walki (sparringu) jako elementu procesu szkolenia (Amtmann J., Berry S., 2003). Dotychczasowe badania z udziałem zawodników MMA potwierdziły występowanie ostrych i przewlekłych zmian będących konsekwencją realizacji obciążeń treningowych czy udziału w zawodach. Opierały się jednak głównie na obserwacji profilu antropometrycznego i testach sprawności fizycznej (praca P1). W wielu dotychczasowych pracach analizowano markery uszkodzeń

mięśni podczas symulowanych walk, ale brakowało w nich odniesienia wielkości tych wskaźników do okresu treningowego (Kirk C., 2020). W literaturze przedmiotu wiedza na temat zmian wskaźników biochemicznych w periodyzacji procesu kształcenia zawodników trenujących MMA jest wciąż ograniczona i wymaga dalszych badań (Chernozub A.A., 2013, Chernozub A., 2019).

Przydatność stosowania symulowanych zawodów w celu lepszego zrozumienia reakcji biochemicznych organizmu w periodyzacji procesu szkolenia potwierdzają teoretycy i praktycy innych sportów walki takich jak judo (Umeda T., Yamai K., 2008), brazylijskie jiu-jitsu (Coswig V.S., 2015) i karate (Barbas I., Fatouros I.G., 2011). Konieczność poznania reakcji biochemicznych zawodników MMA wynika z wysokich wymagań jakie niesie za sobą proces szkolenia. Realizacja obciążeń treningowych wraz z często agresywnymi strategiami mającymi na celu redukcję masy ciała zawodników wymusza od trenerów stosowania dużego wachlarza biomarkerów umożliwiających racjonalizację procesu szkolenia. Lepsze i pełniejsze zrozumienie reakcji organizmu na wysiłek fizyczny pozwala na uniknięcie przetrenowania a także optymalizację procesu treningowego dzięki poznaniu indywidualnych reakcji adaptacyjnych i kompensacyjnych zawodników (Chernozub A., 2019).

Celem badań (praca P1 oraz P4) była ocena zmian wybranych wskaźników fizjologicznych (praca P1) i biochemicznych (praca P4) wśród zawodników MMA podczas okresu przygotowawczego, regeneracyjnego oraz startowego (praca P1). Analizie poddano strukturę obciążeń treningowych oraz podjęto się próby określenia profilu fizjologicznego (praca P1) i biochemicznego (praca P4) zawodników trenujących mieszane sztuki walki.

P2. Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch W. Muscle and intestinal damage in triathletes. *Ploze One*, 2019; 14, (1): 1–14.

W pracach opisujących tematykę którą podjęliśmy (uszkodzenia mięśni i jelit u zawodników trenujących triathlon), zmiany stężenia markerów obrazujących stopień uszkodzeń komórek mięśni i jelit po długotrwałym wysiłku fizycznym często są rozbieżne, od niewielkich wzrostów do wysokich stężeń (Weert-van Leeuwen P.B., 2013; Lamuchi-Deli N., 2017).

Zatem znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak przedstawiają się poziomy markerów obrazujących stopień uszkodzeń komórek mięśniowych i jelit wywołanych wysiłkiem wytrzymałościowym pozwoli na pełniejsze zrozumienie reakcji fizjologicznych i biochemicznych organizmu sportowca. Pozwoli to na optymalne dopasowanie obciążeń treningowych w periodyzacji procesu szkolenia. Obecnie występują rozbieżności, czy tak duże wzrosty

stężenia markerów uszkodzenia i stanu zapalnego w mięśniach u zawodników kończących biegi ekstremalne są przejściową nieszkodliwą normą, czy wręcz przeciwnie, mogą w dłuższej powtarzającej się perspektywie spowodować negatywne skutki zdrowotne (Ruiz J.R., Joyner M., 2013).

Wydaje się być zatem oczywiste, że poznanie wzrostu poziomu markerów będących wyznacznikiem uszkodzeń komórek mięśniowych i jelit po długotrwałym i wyczerpującym wysiłku fizycznym będzie przydatną informacją pozwalającą na pełniejsze zrozumienie adaptacji organizmu do wysiłków ekstremalnych.

W tym kontekście celem pracy była ocena wzrostu stężenia wskaźników obrazujących uszkodzenie komórek mięśni i jelit u zawodników trenujących triathlon.

P3. Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T., Malecki M.T. Changes in oxidative and nitrosative stress indicators and vascular endothelial growth factor after maximum-intensity exercise assessing aerobic capacity in males with type 1 diabetes mellitus. *Frontiers in Physiology*, 2021; 12:672403.

Jednym z najbardziej znanych polskich sportowców cierpiących na cukrzycę typu 1 jest Michał Jeliński, mistrz olimpijski z Pekinu i czterokrotny mistrz świata w wioślarstwie. Kolejnym wielkim sportowcem zmagającym się z cukrzycą typu 1 jest Gary Hall, amerykański pływak, wielokrotny uczestnik Letnich Igrzysk Olimpijskich, zdobywca 5 złotych, 3 srebrnych i 2 brązowych medali. W ostatnich latach obserwujemy coraz większy udział osób T1DM uczestniczących w sporcie wyczynowym ale również podejmujących systematyczną aktywność fizyczną. Reakcje fizjologiczne i biochemiczne będące następstwem wysiłku fizycznego wśród chorych na cukrzycę typu T1DM wymagają ciągłych badań. Ze względu na rozwój insulinoterapii cukrzyca typu 1 nie stanowi już bariery do podejmowania aktywności fizycznej, a nawet trenowaniu sportów ekstremalnych (Ratjen, K., Weber M., Roden, M.E., 2015). Ciągła edukacja dotycząca wpływu wysiłku fizycznego na poziom glikemii i ryzyko wystąpienia hipoglikemii powinna dotyczyć lekarzy, pacjentów ale również instruktorów i trenerów sportu pracujących z takimi osobami (Gawrecki A., Naskręt D., 2012). Systematyczna aktywność fizyczna o charakterze wytrzymałościowym korzystnie oddziałuje na funkcjonowanie układu krążenia, profil lipidowy i gospodarkę węglowodanową. Ułatwia również utrzymanie zrównoważonego bilansu energetycznego i normalizację masy ciała zarówno wśród osób zdrowych jak i pacjentów z cukrzycą typu 1 (Absil H., i wsp., 2019).

Reaktywne formy azotu (RNS) pełnią w organizmie rolę ważnych pośredników w fizjologii komórkowej i są wytwarzane w wyniku wielu procesów biochemicznych (Ishimoto Y., Tanaka T., 2018). W warunkach fizjologicznych NO jest syntezowany z L-argininy w reakcji katalizowanej przez śródbłonkową syntazę tlenku azotu (eNOS). Wysokie oraz długotrwałe stężenia NO mogą wywoływać nieodwracalne uszkodzenia błon komórkowych, białek, mitochondriów, retikulum endoplazmatycznych, kwasów nukleinowych oraz zaburzać funkcję wielu enzymów (Pérez-Torres I., 2020). Stres azotowy (NSS) wiąże się z kilkoma chorobami kardiometabolicznymi, w tym między innymi miażdżycą tętnic, nadciśnieniem tętniczym, dysfunkcją śródbłonka oraz z cukrzycą (Pérez-Torres I., 2020).

Hiperglikemia jest ważnym czynnikiem wywołującym powstawanie RNS. Stres azotowy (NSS) jaki występuje w cukrzycy może powodować zmiany hemodynamiczne poprzez nadekspresję iNOS, która jest związana z uszkodzeniami tkanek naczyniowych, serca i nerek u szczurów chorych na streptozotocynę (Wilcox, C.S., 2005). W cukrzycy wzrost produkcji nadtlenoazotynu (ONOO^-) powoduje nie tylko NSS, ale także zmniejsza biodostępność funkcjonalnego NO i przyczynia się do upośledzonej relaksacji śródbłonka (Cheng X., Pang, C.C., 2004). Hiperglikemia, która jest jednym z głównych objawów cukrzycy, w wyniku szeregu reakcji aktywuje kinazę białkową C (PKC) a także indukuje powstawanie końcowych produktów zaawansowanej glikacji, które powodują wiele powikłań występujących w tej chorobie. Przyspieszone nieenzymatyczne tworzenie końcowych produktów zaawansowanej glikacji w obecności hiperglikemii zwiększa ekspresję i aktywność oksydazy NAD (P) H, która następnie wytwarza więcej O_2^- poprzez aktywację PKC. W konsekwencji następuje wzrost poziomu O_2^- , niezwiązanego eNOS i zwiększenie aktywności iNOS, z późniejszym wzrostem poziomów 3-nitrotyrozyny (3NT), (Guzik T.J., 2000). Wzrost stężenia 3NT jest krytycznym markerem sygnałowym, który pokazuje progresję zaburzeń zapalnych (Attia M.S., 2016). U pacjentów z cukrzycą występują wysokie poziomy 3-nitrotyrozyny w osoczu, które są związane z miocytami, fibroblastami i apoptozą komórek śródbłonka. Wzrost immunoreaktywności mikronaczyniowej 3-nitrotyrozyny koreluje z kontrolą glikemii oraz z poziomem cząsteczek adhezji wewnątrzkomórkowej i naczyniowej (Pop-Busui R., 2009).

Nadmiar NO jest utleniany do ONOO^- , co inicjuje wiele patologicznych zdarzeń sygnalizacyjnych, w tym podwyższenie poziomu VEGF. Dysfunkcja śródbłonka jest główną przyczyną powikłań naczyniowych w cukrzycy. W warunkach hiperglikemii i/lub hiperlipidemii dochodzi do zwiększenia wytwarzania reaktywnych form tlenu i azotu z jednoczesną obniżoną wydolnością systemów antyoksydacyjnych (Khodadadi S., 2018, Zhao Y., Singh R.P., 2018; Shye R.M., 2020). Komórki śródbłonka wytwarzają wiele substancji które

odpowiedzialne są za utrzymanie homeostazy naczyń, a tym samym oddziałują na stan całego organizmu. Stres oksydacyjny i azotowy prowadzi do zaburzenia funkcji śródbłonna powodując zwiększenie napięcia naczyń krwionośnych (Schalkwijk C.G., 2005). U osób chorych na cukrzycę zaburzenie funkcji śródbłonna stanowi wczesny i kluczowy etap w rozwoju towarzyszących cukrzycy zaburzeń naczyniowych, jak również sprzyja zaostrzeniu zmian miażdżycowych (Sena C.M., 2013). W wielu przypadkach zaburzenia śródbłonna towarzyszące cukrzycy mogą być skutkiem upośledzonej odpowiedzi tej tkanki na insulinę, co sprawia, że śródbłonek staje się jednym z celów terapeutycznych w cukrzycy (Thomas A., 2018). Wydaje się, że zweryfikowanie kierunku przesunięcia równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej, u chorych na cukrzycę typu 1, będącego następstwem wysiłku o maksymalnej intensywności, pozwoli na pełniejsze zrozumienie biochemicznych reakcji organizmu w tej grupie. W literaturze przedmiotu niewiele jest prac o podobnej tematyce (Gislaine Z., i wsp., 2019) co daje podstawy do prowadzenia tego typu badań. Za cel w niniejszej pracy postawiono również określenie poziomu wydolności aerobowej u chorych na cukrzycę typu 1.

4.3.3. Materiał i metody badań

P1. Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. The effects of conditioning training on body build, aerobic and anaerobic performance in elite mixed martial arts athletes. *Journal of Human Kinetics*, 2019; 70: 223–231.

PLAN BADAŃ

Pomiary antropometryczne oraz testy wysiłkowe przeprowadzono na początek i na koniec okresu przygotowawczego (seria A i B), do walki zaplanowanej na 3 rundy po 5 minut. Okres przygotowawczy do walki trwał 14 tygodni.

Testy wysiłkowe oraz pomiary somatyczne wykonywano dwukrotnie w trakcie sezonu treningowego: na początku okresu przygotowawczego (seria A) oraz po zakończeniu okresu startowego (seria B). Zawodnicy wykonywali w każdej serii badań dwa testy wysiłkowe: test Wingate na kończyny górne (pomiar mocy maksymalnej kończyn górnych) oraz test stopniowany do odmowy (pomiar maksymalnego minutowego poboru tlenu oraz wyznaczenie drugiego progu wentylacyjnego). Testy wysiłkowe wykonywano z jednodniową przerwą, zaczynając od testu Wingate.

Podczas 14-tygodniowego okresu treningowego prowadzono rejestrację obciążeń treningowych realizowanych przez zawodników.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH ZAWODNIKÓW

W badaniach uczestniczyło 15 zawodników trenujących mieszane sztuki walki. Przeciętny staż treningowy zawodników wyniósł $11 \pm 1,1$ lat. Byli to uczestnicy między innymi: Ultimate Fighting Championship, Pro MMA Challengec KSW, MMA Attack 3, Fight Exclusive Night oraz FCB 9-Fight Club Berlin.

POMIARY ANTROPOMETRYCZNE

W pomiarach antropometrycznych zmierzono wysokość ciała (BH), masę ciała (BM), masę tkanki tłuszczowej (FM) oraz beztłuszczową masę ciała (LBM). Masa i skład ciała zostały określone techniką bioimpedancji elektrycznej z wykorzystaniem analizatora składu ciała Jawon Medical, model IOI 353 (Korea), natomiast wysokość ciała zmierzono wykorzystując antropometr typu Martin (USA) z dokładnością pomiaru do 1 mm.

TEST STOPNIOWANY

W teście wyznaczono $VO_2\max$ oraz poziom drugiego progu wentylacyjnego (VT2). Test wykonywany był na bieżni mechanicznej (Saturn 250/100R, h/p/Cosmos, Niemcy). Wysilek rozpoczynał się 4-minutową rozgrzewką wykonywaną z prędkością $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, przy kącie nachylenia podłoża wynoszącym 1° . Następnie, co 2 minuty zwiększano prędkość biegu o $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Próba wykonywana była aż do momentu odmowy przez zawodnika kontynuowania dalszej pracy spowodowanej skrajnym zmęczeniem.

TEST WINGATE DLA KOŃCZYN GÓRNYCH

Celem testu było zmierzenie mocy maksymalnej kończyn górnych. Test Wingate w wersji 20-sekundowej był wykonywany z obciążeniem 4,5% masy ciała. Przed przystąpieniem do testu badani wykonali 5-minutową rozgrzewkę na cykloergometrze z obciążeniem wynoszącym 1,0 kg, rytm pedałowania w czasie rozgrzewki wynosił 60 obrotów na minutę. Po 2 i 4 minucie rozgrzewki badani wykonywali dwa, 3-sekundowe maksymalne przyspieszenia, po czym wracali do rytmu pedałowania 60 obr/min. Zasadniczy test wykonano dwie minuty po rozgrzewce. Zadaniem badanych w teście było uzyskanie maksymalnego rytmu pedałowania i utrzymanie go przez jak najdłuższy czas.

CHARAKTERYSTYKA ZREALIZOWANEGO TRENINGU

Analizę obciążeń treningowych wykonano na podstawie prowadzonego przez zawodników i trenerów dziennika treningowego. Intensywność treningów była monitorowana za pomocą

pulsometru (Suunto Ambit 4, Finlandia). Wielkość obciążeń treningowych określono, wykorzystując metody rejestracji obciążeń treningowych z uwzględnieniem środków treningowych stosowanych w sztukach walki (Amtmann J.A., 2004). W prezentowanej pracy dane dotyczące charakterystyki poszczególnych obciążeń treningowych zestawiono sumarycznie w wyodrębnionych 7-dniowych mikrocyklach, podczas których występowało 8 jednostek treningowych (tab. 1). Charakterystyki zakresów intensywności dokonano z propozycją Rooneya (2008) oraz z własną modyfikacją (Tota Ł., i wsp., 2014) (tab. 2).

Treningi wytrzymałościowe realizowane były z indywidualnie wyznaczonymi zakresami tętna na podstawie uzyskanych wyników w teście stopniowym: poniżej VT2 (poniżej HR at VT2), na poziomie VT2 ($HR \text{ at } VT2 \pm 3 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$) oraz powyżej VT2 (powyżej HR at VT2). W treningach siły i mocy mięśni realizowanych w kolejnych mikrocyklach, również stosowano indywidualizację w obciążeniu, które dobierane było na podstawie uzyskanych wyników podczas testu oceniającego 1RM.

Tabela 1. Ogólny schemat budowy mikrocyklu

Mikrocykl						
Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek	Sobota	Niedziela
Trening I	Trening I	Trening I	Trening I	Trening I	Odnowa biologiczna	Wolne
Trening II				Trening II		

Tabela 2. Charakterystyka zakresów intensywności w rejestracji obciążeń treningowych

Zakres intensywności	System energetyczny	Procent możliwości maksymalnych	Czas trwania (min:s)
1	aerobowy	> 80	3:00 <
2	Aerobowo – anaerobowy	81 – 90	1:30 – 2:59
3	Anaerobowy – kwasomlekowy	91 – 100	0,11 – 1:29
4	Anaerobowy – niekwasomlekowy		< 0,10

Poszczególne środki treningowe podzielono ze względu na rodzaj przygotowania. W obszarze informacyjnym wyróżniono:

- a) ćwiczenia wszechstronne, do których zaliczono kształtowanie wszystkich cech motorycznych oraz równomierny rozwój wszystkich grup mięśniowych, jednostki treningowe realizowane w formie biegu,

- b) ukierunkowane (rozwijanie sprawności mięśniowej oraz ćwiczenia poszczególnych stylów walki: BJJ – brazylijskie jiujitsu, muaythai, wrestling, sambo, judo, kick boxing),
 - c) specjalne (w skład których wchodziło doskonalenie techniki ww. stylów oraz nauka i doskonalenie pozycji: uderzeń (strikes), sprowadzeń (takedowns) oraz poddań (tapouts).
- W podziale środków treningowych uwzględniono również intensywność pracy (obszar energetyczny).

Zawodnicy w ramach jednego mikrocyklu korzystali z odnowy biologicznej w postaci kąpieli w saunie suchej. Ćwiczenia rozciągające nie zostały wliczone w zestawienie zrealizowanych obciążeń treningowych, gdyż stanowiły one integralną część rozgrzewki przed każdą częścią główną treningu oraz częścią końcową treningu.

P4. Tota Ł., Wiecha Sz. Biochemical profile in mixed martial arts athletes. PeerJ, 2022; 10: e12708.

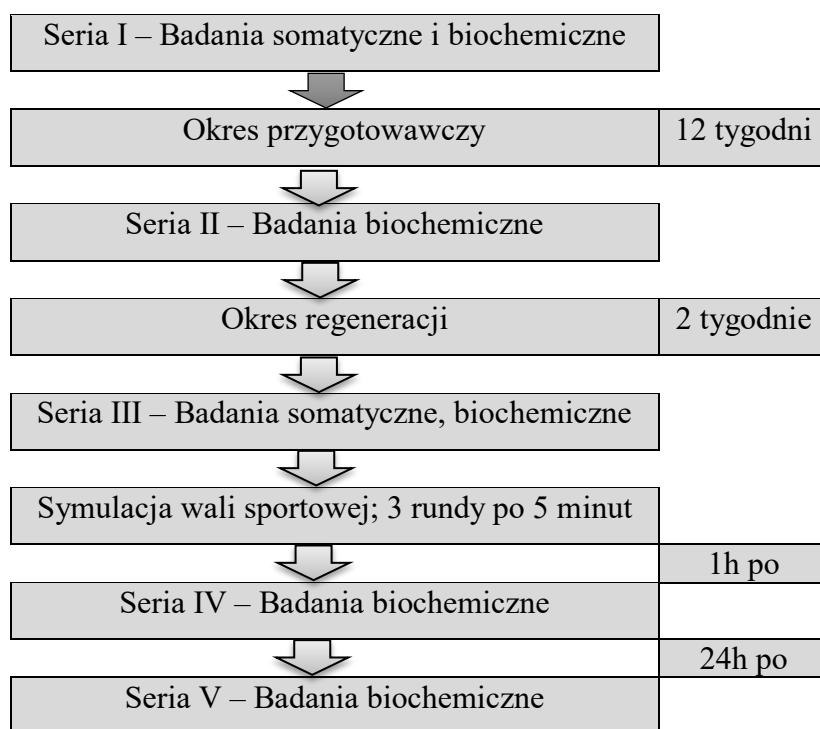
PLAN BADAŃ

Okres obserwacji zawodników trwał 14 tygodni i został podzielony umownie na okres przygotowawczy (12 tygodni) i regeneracji (2 tygodnie), po którym zawodnicy brali udział w symulacji walki sportowej (okres startowy). Podczas całego okresu obserwacji badani realizowali po 8 jednostek treningowych w tygodniu, a każda trwała średnio $118,5 \pm 19,8$ minut. Start w symulowanych zawodach składał się z 3 rund trwających po 5 minut (przerwy między rundami trwały 60 sekund). Zgodnie z obowiązującymi zasadami MMA okres między oficjalnym ważeniem a walką wyniósł 24 godziny.

Przez cały okres badania nie ingerowano w sposób odżywiania i nawadniania zawodników.

Pomiary antropometryczne przeprowadzono na początku okresu przygotowawczego (seria I) oraz 24h przed symulacją walki (seria III).

Ocenę wskaźników biochemicznych przeprowadzono pięciokrotnie w ciągu 14-tygodniowego okresu badań (seria I – początek okresu przygotowawczego, seria II – oznaczenia po 12-tygodniowym okresie przygotowawczym, seria III – oznaczenia po 2-tygodniowym okresie regeneracji – stan przed symulacją walki, seria IV – oznaczenia w 1 h po symulacji walki, seria V – oznaczenia w 24 h po symulacji walki (ryc. 1).



Rycina 1. Ogólny schemat organizacji badań

Projekt badań uzyskał zgodę komisji bioetycznej przy okręgowej izbie lekarskiej. Zawodnicy zostali poinformowani o celach i przebiegu badań oraz wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniach zgodnie z zaleceniami Komitetu Etycznego ds. Badań Biomedycznych. Zawodnicy posiadali aktualne badania lekarskie.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH ZAWODNIKÓW

W badaniach udział wzięło 12 zawodników ($25,8 \pm 4,2$ lat) trenujących mieszane sztuki walki o średnim stażu treningowym $11,8 \pm 2,6$ lat.

POMIARY ANTROPOMETRYCZNE

Masę (BM) i skład ciała zmierzono przy użyciu analizatora składu ciała Jawon Medical, model IOI 353 (Korea). Do oceny struktury ciała zastosowano technikę bioimpedancji elektrycznej i wyznaczono masę tkanki tłuszczowej (FM) oraz beztłuszczową masę ciała (LBM). Wysokość ciała (BH) określono wykorzystując antropometr typu Martin (USA) z dokładnością pomiaru do 1 mm.

POMIARY BIOCHEMICZNE

Dzień przed rozpoczęciem okresu przygotowawczego, po 12-tygodniowym okresie treningowym, po 2-tygodniowym okresie regeneracji, w 1 oraz 24 godziny po symulacji walki, badanym pobrano krew z żyły w zagłębieniu łokciowym przez diagnostę w warunkach certyfikowanego laboratorium (PN-EN ISO 9001:2015) zgodnie z obowiązującymi standardami. Krew pobierano do probówek EDTA firmy Vacutainer. Próbkę krwi do momentu odwirowania w celu oddzielenia surowicy, przechowywane były w lodzie.

W surowicy, metodą immunoenzymatyczną (ELISA), z wykorzystaniem czytnika mikro-płytek typu DRG (E-Liza Mat 3000, Medical Instruments GmbH, Niemcy) oznaczono: testosteron (EIA1559), kortyzol (EIA1887), kwas moczowy (AB83362), mioglobinę (EIA2993), białko całkowite (201-12-1151), kinazę kreatynową (201-12-2091), interleukinę 6 (IDEIH-1068) oraz czynnik martwicy nowotworowej (IDEIH-1122).

Wskaźnik równowagi anaboliczno-katabolicznej wyliczono na podstawie wzoru: testosteron/kortyzol \times 100 (Adlercreutz H., Harkonen M., 1986).

Ze względu na odwodnienie powysiłkowe jakie wystąpić może w procesie treningowym wartości wszystkich wskaźników biochemicznych skorygowano. Korekcji dokonano obliczając $\% \Delta PV$ ze wzoru (Johansen i wsp., 1998). Do obliczenia wartości skorygowanych zastosowano wzór według Kraemera i Browna (1984).

Wszystkie analizy krwi wykonywane były przez wykwalifikowany zespół medyczny.

PROCEDURA ORGANIZACJI ZAWODÓW

Walki odbyły się zgodnie z przepisami MMA z zachowaniem wymogów dotyczących miejsca rozgrywania zawodów jak i wymogów sprzętowych. Ring był otoczony 5 linami ringowymi, a jego powierzchnia wyniosła 24 m². Walki opierały się na profesjonalnym sędziowaniu. Zawodnicy wykonali trzy 5-rundowe pojedynki oddzielone 1 minutową pasywną przerwą na regenerację. Zawodnicy zostali podzieleni na pary uwzględniając kategorię wagową (różnica nie większa niż 5% BM) oraz ich umiejętności techniczne i taktyczne.

P2. Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch W. Muscle and intestinal damage in triathletes. *Ploze One*, 2019; 14, (1): 1–14.

PLAN BADAŃ

Docelową imprezą sportową w sezonie do której przygotowywali się badani był start w cross triathlonie XTERRA Poland 2017 (1500 m pływanie, 36 km jazda na rowerze i 10 km biegu po górzystym terenie), który był kwalifikacją do Mistrzostw Świata XTERRA.

Zawody odbyły się w sierpniu 2017 roku, średnia (zakres) sucha temperatura podczas imprezy wyniosła $31,2 \pm 3,1^{\circ}\text{C}$ ($25 \div 33^{\circ}\text{C}$), wilgotność względna kształtowała się na poziomie $69 \pm 8\%$ ($60 \div 71\%$), a punkt rosy $21 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($18 \div 25^{\circ}\text{C}$). Część pływacką przeprowadzono w zalewie o temperaturze wody $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Wszyscy uczestnicy wyposażeni byli podczas tego etapu wyścigu w kombinezon piankowy. Podczas jazdy na rowerze zawodnicy uczestniczący w obserwacjach używali rowerów z ramą węglową lub aluminiową.

Wszystkie pomiary wkomponowano w cykl przygotowawczy do zawodów XTERRA trwający 16 tygodni.

Każdy z badanych w okresie przygotowawczym trenował około $2 \div 2,5$ godziny dziennie, $5 \div 6$ razy w tygodniu. W okresie 2 tygodni poprzedzających start w zawodach badani nie przyjmowali żadnych leków.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH ZAWODNIKÓW

W badaniach brało udział 15 zawodników trenujących triathlon w wieku $32,8 \pm 3,1$ lat o średnim stażu treningowym $10 \pm 4,2$ lat. Poziom sportowy badanych odpowiadał I i II klasie sportowej.

OCENA WSKAŹNIKÓW SOMATYCZNYCH I BIOCHEMICZNYCH

W pomiarach antropometrycznych zmierzono wysokość ciała (BH), masę ciała (BM), masę tkanki tłuszczowej (FM) oraz beztłuszczową masę ciała (LBM).

Masa i skład ciała zostały określone techniką bioimpedancji elektrycznej z wykorzystaniem analizatora składu ciała Jawon Medical, model IOI 353 (Korea), natomiast wysokość ciała zmierzono wykorzystując antropometr typu Martin (USA) z dokładnością pomiaru do 1 mm.

Pomiarów wskaźników somatycznych i biochemicznych dokonano na początku okresu przygotowawczego, czyli 16 tygodni przed startem w zawodach (seria A), około 2 godziny przed startem w XTERRA (seria B), bezpośrednio po zakończeniu wyścigu (seria C), w 12 godzinie (seria D) oraz w 48 godzinie po zakończonych zawodach (seria E).

Pomiary somatyczne i biochemiczne w dniu zawodów odbywały się w specjalnie przygotowanej do tego celu strefie zlokalizowanej w okolicach startu i mety. Po ukończeniu

biegu każdy z badanych w ciągu 1÷3 minut udawał się na pomiary somatyczne i biochemiczne. Uczestnicy byli poinformowani, aby unikać przyjmowania płynów od przekroczenia linii mety do zakończenia pomiarów.

Pomiary przed rozpoczęciem okresu przygotowawczego, a także w 12 i 24 godzinie od zakończenia zawodów przeprowadzono w biurze zawodów.

Materiałem do badań biochemicznych była krew pobrana od zawodników z żyły w zagłębieniu łokciowym (7 ml) przez diagnostę laboratoryjnego zgodnie z obowiązującymi standardami. Krew pobierano do probówek EDTA firmy Vacutainer.

We krwi poddano ocenie następujące wskaźniki: testosteron (EIA1559), kortyzol (EIA-1887), białko ostrej fazy (EIA-1952), czynnik martwicy nowotworowej (EIA-4641), mioglobinę (EIA-3955), białko całkowite (MBS2540455) oraz zonuliną (201-12-5578).

Wszystkie wskaźniki zostały oznaczone metodą immunoenzymatyczną (ELISA), z wykorzystaniem czytnika mikroplamki typu DRG (E-Liza Mat 3000, Medical Instruments GmbH, Niemcy).

Wskaźnik równowagi anaboliczno-katabolicznej wyliczono na podstawie wzoru: testosteron/kortyzol $\times 100$ (Adlercreutz H., Harkonen M., 1986.).

Ze względu na odwodnienie powysiłkowe wartości wskaźników biochemicznych oznaczane po ukończeniu triathlonu zostały skorygowane. Korekcji dokonano obliczając najpierw $\% \Delta PV$ ze wzoru (Johansen i wsp., 1998).

Do obliczenia wartości skorygowanych zastosowano wzór według Kraemera i Browna (1984).

OCENA WSKAŹNIKÓW FIZJOLOGICZNYCH

Ocenę wskaźników fizjologicznych wykonano na początku okresu przygotowawczego (seria A).

Do oceny VO_2max oraz poziomu drugiego progu wentylacyjnego (VT2) zastosowano test stopniowany na bieżni mechanicznej (Saturn 250/100R, h/p/Cosmos, Niemcy).

Wysiłek rozpoczynał się 4-minutową rozgrzewką wykonywaną z prędkością $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, przy kącie nachylenia podłoża wynoszącym 1° . Następnie, co 2 minuty zwiększano prędkość biegu o $1,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Próba wykonywana była aż do momentu odmowy przez zawodnika kontynuowania dalszej pracy spowodowanej skrajnym zmęczeniem.

Za wielkość VO_2peak uznawano najwyższą zarejestrowaną wielkość.

ZALECENIA ŻYWIENIOWE

Zakwalifikowani zawodnicy przed przystąpieniem do badań odbyli konsultacje żywieniowe w celu racjonalizacji i standaryzacji diety. Założenia diety zostały opracowane zgodnie z jakościowymi rekomendacjami racjonalnego żywienia sportowców (Walter i wsp., 2007) oraz ilościowymi zaleceniami dla zawodników sportów wytrzymałościowych (Drenowatz i wsp., 2012, Munteanu i wsp., 2014).

P3. Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T., Malecki MT. Changes in Oxidative and Nitrosative Stress Indicators and Vascular Endothelial Growth Factor After Maximum-Intensity Exercise Assessing Aerobic Capacity in Males With Type 1 Diabetes Mellitus. *Frontiers in Physiology*, 2021; 12:672403.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH

W badaniach udział wzięło 53 mężczyzn (grupa eksperymentalna – 30 osób, grupa kontrolna – 23 osoby). Do grupy eksperymentalnej przydzielono chorych z cukrzycą typu pierwszego (T1DM), leczonych za pomocą osobistej pompy insulinowej w wieku $23,4 \pm 5,1$, o średnim BMI wynoszącym $24,3 \pm 3,1 \text{ kg/m}^2$. W grupie kontrolnej średnia wieku wyniosła $24,7 \pm 2,9$ lat, a średnia wartość wskaźnika BMI $22,9 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$. Kryteria włączenia i wyłączenia do grupy eksperymentalnej zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Kryteria włączenia i wyłączenia do grupy eksperymentalnej

Kryteria kwalifikacji do grupy eksperymentalnej	Kryteria wyłączenia z grupy eksperymentalnej
cukrzyca typu 1 leczona przy pomocy osobistej pompy insulinowej, ostatnia glikowana hemoglobina (HbA1c) mniejsza lub równa 9%.	obecność zaawansowanych przewlekłych powikłań cukrzycy: retinopatia przedproliferacyjna, retinopatia proliferacyjna, makulopatia cukrzycowa, neuropatia autonomiczna i polineuropatia, cukrzycowa choroba nerek w stadium III – V przewlekłej choroby nerek, ciężka hipoglikemia, kwasica cukrzycowa ketonowa w ciągu ostatnich 7 dni, istotne schorzenia w zakresie układu sercowo-naczyniowego, oddechowego i narządu ruchu, glikemia przed wystandaryzowanym posiłkiem wyższa niż 250 mg/dl (11,1 mmol/l) lub poniżej 60 mg/dl (3,3 mmol/l) lub niższa niż 70 mg/dl (3,8 mmol/l) z towarzyszącymi objawami hipoglikemii albo obecność ciał ketonowych w moczu, glikemia po posiłku (po 90 minutach) wyższa niż 300 mg/dl (13,8 mmol/l) oraz obecność ciał ketonowych w moczu, BMI większe lub równe 30 kg/m ² , wykryte nieprawidłowości w zapisie EKG spoczynkowym, brak kwalifikacji lekarza internisty (lekarz oceniał EKG spoczynkowe oraz wartości ciśnienia tętniczego).

Do grupy kontrolnej włączono zdrowych mężczyzn po kwalifikacji lekarza do wykonywania wysiłków o charakterze maksymalnym, w zbliżonym do grupy eksperymentalnej wieku i wskaźniku BMI.

PROTOKÓŁ BADAŃ

Ogólny schemat organizacji badań przedstawiono na rycinie 1.



Rycina 1. Schemat organizacji badań

Na 10 dni przed rozpoczęciem badań wydolnościowych mężczyznom z grupy eksperymentalnej założono system do ciągłego monitorowania glikemii Dexcom G4 (display off).

Dzień przed testem wysiłkowym każdemu badanemu wykonano na czczo pomiar wybranych wskaźników somatycznych. Masę ciała zmierzono przy użyciu wagi Tanita BIA 547, wysokość ciała zmierzono wykorzystując wzrostomierz SECA-210 z dokładnością pomiaru do 1 mm., a do oceny składu ciała zastosowano metodę bioimpedancji elektrycznej z wykorzystaniem analizatora AKERN BIA 101 (certyfikat CE0051, dyrektywa MDD 93/42EEC w zakresie urządzeń medycznych).

Rano w dniu przeprowadzenia badań wydolnościowych dokonywano oznaczenia odsetka HbA1c (metodą HPLC) w laboratorium szpitalnym, a na 1,5 h przed rozpoczęciem testu

wydolnościowego po pomiarze glikemii każdy pacjent spożywał wystandaryzowany posiłek zawierający 50 gramów węglowodanów przyswajalnych (3WW jogurt zbożowy – 255 kcal + 2WW banan – 116 kcal). Kolejno, pacjenci przyjmowali dawkę insuliny obliczaną wg indywidualnych przeliczników, a następnie redukowali ją o 25%. W razie ryzyka wystąpienia hipoglikemii 30 minut przed wysiłkiem zredukowano wlew bazalny insuliny o 50% na 1h.

U wszystkich badanych dokonano orientacyjnej oceny poziomu aktywności fizycznej na podstawie pomiaru dziennej ilości wykonywanych kroków za pomocą aparatu Garmin G5.

OCENA ŻYWIENIA

W celu wyeliminowania żywienia jako czynnika determinującego różnice w poziomie stresu oksydacyjnego po wysiłku maksymalnym przeprowadzono ocenę jakościowo- ilościową sposobu żywienia. W tym celu badani prowadzili dzienniki żywieniowe przez 7 dni poprzedzających badania fizjologiczne i biochemiczne, a także wypełnili kwestionariusz częstości spożycia wybranych produktów spożywczych. Przy pomocy programu komputerowego Dieta 5.0 (Instytut Żywności i Żywienia 2012) oszacowano podaż energii, makroskładników (białka, tłuszcze, węglowodany) i wybranych witamin (C, E, A, β karotenu).

TEST OCENIAJĄCY POZIOM WYDOLNOŚCI AEROBOWEJ

Test wykonywany był na bieżni mechanicznej (Saturn 250/100R, h/p/Cosmos, Niemcy). Wysiłek rozpoczynał się 4-minutową rozgrzewką wykonywaną z prędkością $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, przy kącie nachylenia podłoża wynoszącym 1° . Następnie, co 2 minuty zwiększano prędkość biegu o $1,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Próba wykonywana była aż do momentu odmowy przez badanego kontynuowania dalszej pracy spowodowanej skrajnym zmęczeniem.

Częstość skurczów serca (HR) podczas testu mierzono za pomocą sport-testera (Polar Vantage V, Finlandia).

Za wielkość VO_2peak uznawano najwyższą zarejestrowaną wielkość tego wskaźnika.

Godzinę po teście oceniającym poziom wydolności aerobowej zgrano, za pomocą dedykowanego oprogramowania, do bazy na komputerze z systemu CGM, wszystkie dane badanych z ostatnich 2 tygodni (zegarek sportowy, osobista pompa insulinowa, glukometr).

Okołowysiłkowe glikemie kontrolowane były za pomocą glukometru Contour Plus (przed posiłkiem, przed i bezpośrednio po teście stopniowanym, w 30, 60 i 120 minucie po teście, a następnie w celu zminimalizowania ryzyka hipoglikemii nocnej o 22:00 24:00 i 3:00 w nocy następnego dnia).

BADANIA BIOCHEMICZNE

We krwi arterializowanej pobranej przed przystąpieniem do testu wysiłkowego oraz w 3 i 20-minucie po jego zakończeniu, oceniono koncentrację mleczanu (La^-). Stężenie mleczanu oznaczono w osoczu metodą enzymatyczną przy użyciu zestawu Lactate PAP firmy BioMérieux (Francja) na spektrofotometrze Spekol 11 (Carl Zeiss Jena, Niemcy).

Przed rozpoczęciem testu oceniającego poziom wydolności aerobowej oraz w 60 minut po jego zakończeniu, zgodnie z obowiązującymi standardami, pobrano krew z żyły w zagłębieniu łokciowym (2×6 ml), do próbek zawierających EDTA.

W osoczu, metodą kolorymetryczną, oznaczono: całkowity status antyoksydacyjny osocza TAS/TAC, (test firmy Immundiagnostik AG ImAnOx, czułość testu: $130 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, KC5200) oraz całkowity status prooksydacyjny osocza TOS/TOC (test firmy Immundiagnostik AG PerOx, czułość testu $7 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, KC5100).

Do oznaczania stężenia czynnika wzrostu komórek śródbłonna naczyniowego (VEGF) (201-12-0081), 3-Nitrotyrozyny (3-NT), (201-12-1426) i śródbłonkowej syntazy tlenku azotu 3 (eNOS-3), (201-12-0920) stosowano dostępne w handlu zestawy systemu ELISA (Human Sandwich ELISA kit, SunRed Biotechnology Company, Shanghai, China) zgodnie z zaleceniami producenta.

4.3.4. Wyniki badań i ich omówienie

P1. Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. The effects of conditioning training on body build, aerobic and anaerobic performance in elite mixed martial arts athletes. *Journal of Human Kinetics*, 2019; 70: 223–231.

Po 14-tygodniowym okresie treningowym zaobserwowano korzystne zmiany w masie i strukturze ciała jak również w wskaźnikach charakteryzujących wydolność aerobową i an-aerobową. W okresie obserwacji u zawodników zaobserwowano średni spadek masy ciała o 2,7 kg (z $79,8 \pm 9,9$ do $77,1 \pm 6,8$ kg) (tab. 1).

Po okresie przygotowawczym zaobserwowano w teście stopniowanym istotną poprawę VO_2max z $55,1 \pm 4,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ do wartości $59,7 \pm 6,0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Poprawie uległa również intensywność pracy przy przekroczeniu VT2 ($77,3 \pm 6,2\%$ do $86,9 \pm 5,7\% \text{ VO}_2\text{max}$). Po 14-tygodniowym okresie realizacji obciążeń treningowych uległy zwiększeniu relatywne do masy ciała wielkości maksymalnej mocy kończyn górnych, czas uzyskania PP uległ skróceniu a czas utrzymania PP wydłużył się (tab. 2).

Tabela 1. Zmiany wybranych wskaźników somatycznych badanych zawodników

	BM	BH	LBM	FM	%F
SERIA A	79,8 ± 9,9	178,7 ± 7,9	69,1 ± 8,9	10,7 ± 1,5	13,4 ± 1,6
SERIA B	77,1 ± 6,8*		68,9 ± 6,2	8,3 ± 1,1*	10,8 ± 1,2*

Seria A – ocena początkowa; Seria B – oznaczenia po zakończeniu projektu, *p < 0.05

Tabela 2. Zmiany wybranych wskaźników fizjologicznych badanych zawodników

	SERIA A		SERIA B	
Wydolność aerobowa				
	MAX	VT2	MAX	VT2
t [min]	19,1 ± 1,5	10,1 ± 1,0	19,7 ± 1,0	12,0 ± 0,7*
v [km·h ⁻¹]	15,7 ± 0,8	11,0 ± 0,6	16,2 ± 0,7*	12,0 ± 0,4
HR [sk·min ⁻¹]	182 ± 6,2	153,8 ± 8,2	182 ± 6,5	164,0 ± 5,0*
VO₂max [L·min ⁻¹]	4,4 ± 0,4	3,4 ± 0,6	4,6 ± 0,3*	4,0 ± 0,6
VO₂max [mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹]	55,1 ± 4,1	42,6 ± 3,3	59,7 ± 6,0*	51,9 ± 3,5*
VE [L·min ⁻¹]	142,0 ± 19,4	75,1 ± 14,2	147,5 ± 17,2*	94,2 ± 16,0*
%VO₂max	—	77,3 ± 6,2	—	86,9 ± 5,7*
%HRmax	—	84,3 ± 2,9	—	90,0 ± 2,4*
Dystans [m]	3787,3 ± 228,9	—	3874,7 ± 172,4	—
Wydolność anaerobowa				
MP [W]	860,3 ± 102,0		886,3 ± 86,2	
MP [W·kg ⁻¹]	10,8 ± 0,6		11,5 ± 1,0	
PP [W]	1014,9 ± 134,2		1082,3 ± 120,8	
PP [W·kg ⁻¹]	12,7 ± 0,6		14,0 ± 1,1*	
TOPP [s]	3,6 ± 0,5		3,1 ± 0,2	
TMPP [s]	2,9 ± 0,4		3,3 ± 0,4	

Seria A,B – testy laboratoryjne wykonane przed oraz bezpośrednio po 14-tygodniowym programie treningowym, MAX – maksymalny poziom wskaźnika, VT2 – drugi próg wentylacyjny, t – czas pracy w teście stopniowanym, v – prędkość biegu podczas testu [km·h⁻¹], HR – częstość skurczów serca [sk·min⁻¹]; VO₂ – minutowy pobór tlenu w ujęciu globalnym [L·min⁻¹] oraz relatywnym do masy ciała [mL·min⁻¹·kg⁻¹], Ve – wentylacja minutowa płuc [L·min⁻¹], MP – moc średnia testu [W, W·kg⁻¹]; PP – moc maksymalna [W, W·kg⁻¹]; TOPP – czas uzyskania mocy maksymalnej [s]; TMPP – czas utrzymania mocy maksymalnej [s].

Podczas 14-tygodniowego okresu obserwacji badani zrealizowali 112 jednostek treningowych. Ich łączny czas wyniósł 167,1 godzin, z czego obszar energetyczny aerobowy stanowił 51%, aerobowo-anaerobowy 22,4%, anaerobowy kwasomlekowy 16,2% oraz anaerobowy niekwasomlekowy 10,4%. Szczegółową analizę obciążeń treningowych podczas 14-tygodniowego okresu obserwacji umieszczono w tabeli 3.

Tabela 3. Analiza zrealizowanych obciążeń treningowych badanych zawodników
– obszar informacyjny i energetyczny

Mikrocycl	Obszar informacyjny						Obszar energetyczny							
	Wszechstronny		Ukierunkowany		Specjalny		Aerobowy		Aerobowo- -anaerobowy		Anaerobowy- -kwasomlekowy		Anaerobowy- -niekwasomlekowy	
	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
1	300	58,8	150	29,4	60	11,8	331,5	65	102	20	51	10	25,5	5
2	300	57,1	150	28,6	75	14,3	367,5	70	78,75	15	52,5	10	26,25	5
3	350	50,7	240	34,8	100	14,5	483	70	103,5	15	69	10	34,5	5
4	350	50,7	240	34,8	100	14,5	414	60	158,7	23	69	10	48,3	7
5	360	46,2	300	38,5	120	15,4	468	60	179,4	23	78	10	54,6	7
6	360	45,6	300	38,0	130	16,5	474	60	118,5	15	118,5	15	79	10
7	350	43,2	310	38,3	150	18,5	486	60	121,5	15	121,5	15	81	10
8	350	42,2	300	36,1	180	21,7	498	60	166	20	83	10	83	10
9	250	27,5	350	38,5	310	34,1	409,5	45	273	30	136,5	15	91	10
10	210	23,1	375	41,2	325	35,7	364	40	273	30	182	20	91	10
11	180	21,4	330	39,3	330	39,3	268,8	32	168	20	252	30	151,2	18
12	180	21,4	350	41,7	310	36,9	252	30	193,2	23	226,8	27	168	20
13	90	16,8	195	36,4	250	46,7	160,5	30	214	40	107	20	53,5	10
14	45	12,3	120	32,9	200	54,8	146	40	91,25	25	73	20	54,75	15
SUMA	3675		3710		2640		5122,8		2240,8		1619,8		1041,6	

P2. Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch W. Muscle and intestinal damage in triathletes. Ploze One 2019; 14, (1): 1–14.

WYNIKI

Istotne statystycznie zmiany między początkiem a końcem okresu przygotowawczego zaobserwowano w poziomie tkanki tłuszczowej wyrażonej w % i kg. Na uwagę zasługuje

również istotne obniżenie masy ciała zaraz po ukończeniu zawodów w stosunku do pomiarów wykonanych przed startem. Szczegółową analizę wskaźników somatycznych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zmiany wybranych wskaźników somatycznych u badanych zawodników

	BM [kg]	BH [cm]	LBM [kg]	FM [kg]	%F [%]
SERIA A	83.3 ± 3.1	181.7 ± 4.1	68.8 ± 3.1	14.5 ± 2.5	17.3 ± 3.1
SERIA B	81.1 ± 3.0		70.0 ± 2.9	11.1 ± 3.0	13.7 ± 2.6
SERIA C	78.6 ± 2.5		67.8 ± 2.5	10.8 ± 3.1	13.8 ± 2.8
P	A-C; p=0.001 B-C; p=0.01		B-C; p=0.02	A-B; p=0.009 A-C; p=0.001	A-B; p=0.002 A-C; p=0.001

Seria A – ocena na początku okresu przygotowawczego, Seria B – pomiary na koniec okresu przygotowawczego – oznaczenia dzień przed zawodami, Seria C – pomiary wykonane bezpośrednio po zakończonych zawodach, BM – masa ciała, BH – wysokość ciała, LBM – beztłuszczowa masa ciała, FM – masa tkanki tłuszczowej, F% – procentowa zawartość tkanki tłuszczowej *p < 0.05

W tabeli 2 przedstawiono wartości wskaźników fizjologicznych charakteryzujących maksymalny (max) i progowy (VT2) poziom wysiłkowy u badanych zawodników.

Tabela 2. Poziom wybranych wskaźników fizjologicznych u badanych zawodników

wskaźniki	poziom wysiłkowy	SERIA A	
		MAX	VT2
t [min]		20,0 ± 1,8	13,2 ± 0,9
v [km·h⁻¹]		16,9+1° ± 0,4	13,1 ± 1,1
HR [sk·min⁻¹]		181,4 ± 7,3	161,8 ± 3,1
VO₂ max [l·min⁻¹]		4,9 ± 0,4	3,8 ± 0,3
VO₂ max [mL·kg⁻¹·min⁻¹]		58,8 ± 4,5	47,6 ± 4,0
Ve [l·min⁻¹]		167,6 ± 15,6	97,0 ± 10,2
%VO₂ max		81,0 ± 2,5	
%HRmax		89,2 ± 4,9	
Dystans [m]		3974,8 ± 290,1	

Seria A – ocena na początku okresu przygotowawczego, MAX – maksymalny poziom wskaźnika, VT2 – drugi próg wentylacyjny, t – czas pracy w teście stopniowanym, HR – częstość skurczów serca; VO₂ – minutowy pobór tlenu w ujęciu globalnym (L·min⁻¹) oraz relatywnym do masy ciała (mL·min⁻¹·kg⁻¹), Ve – wentylacja minutowa płuc [L·min⁻¹],

Średnia maksymalna prędkość biegu uzyskana przez badanych podczas testu wyniosła $16,9 \pm 1^{\circ} \pm 0,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, średni poziom maksymalnego poboru tlenu wyniósł $4,9 \pm 0,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ($58,8 \pm 4,5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Na poziomie drugiego progu wentylacyjnego VO_2 wyniosło $3,8 \pm 0,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, ($47,6 \pm 4,0 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$).

W tabeli 3 przedstawiono szczegółowe zmiany stężenia wskaźników biochemicznym u zawodników w całym okresie obserwacji.

Tabela 3. Zmiany stężenia wskaźników biochemicznych u zawodników w okresie obserwacji

seria badań wskaźniki	Seria A	Seria B	Seria C	Seria D	Seria E	p
Kortyzol [ng/mL]	152 ± 39,4	169,03 ± 45,7	467,49 ± 112,1	262,83 ± 61,7	182,88 ± 49,7	B-C; p = 0,001 C-D; p = 0,001
Testosteron [ng/mL]	4,11 ± 0,9	4,78 ± 1,2	2,51 ± 0,71	3,12 ± 0,81	4,55 ± 1,6	B-C; p = 0,001
Wskaźnik T/C	2,70 ± 0,6	2,98 ± 0,9	0,55 ± 0,1	1,45 ± 0,4	2,44 ± 0,5	B-C; p = 0,001
CRP [µg/ml]	0,1 ± 0,1	0,55 ± 0,3	3,38 ± 1,4	12,06 ± 4,6	8,69 ± 2,9	B-C; p = 0,001 C-D; p = 0,001
TNa [pg/mL]	4,71 ± 0,82	4,93 ± 1,2	7,11 ± 3,4	5,48 ± 1,7	5,19 ± 1,9	NS
Mioglobina [ng/mL]	18,12 ± 13,4	26,36 ± 14,1	381,54 ± 112	158,92 ± 77,6	42,34 ± 21,3	B-C; p = 0,001 C-D; p = 0,001
Białko całkowite [g/L]	69,11 ± 5,9	70,56 ± 8,1	80,95 ± 10,1	69,65 ± 9,3	70,27 ± 9,0	B-C; p = 0,001 B-D; p = 0,008 B-E; p = 0,001
Zonulina [ng/mL]	25,42 ± 9,1	31,69 ± 10,3	89,48 ± 25,6	63,89 ± 17,8	49,78 ± 16,9	B-C; p = 0,001 B-D; p = 0,002

Seria A – ocena na początku okresu przygotowawczego, Seria B – oznaczenia 24h przed zawodami, Seria C – oznaczenia po ukończeniu zawodów, Seria D – oznaczenia 12 h po ukończeniu zawodów, Seria E – oznaczenia 48 h po ukończeniu zawodów, wskaźnik T/C – wskaźnik równowagi anaboliczno katabolicznej, p < 0.05, NS – nie istotne statystycznie

Na początku okresu przygotowawczego jak również przed przystąpieniem do zawodów wszystkie analizowane wskaźniki mieściły się w wartościach referencyjnych. Godzinę po ukończeniu zawodów stężenie kortyzolu wzrosło średnio do wartości $467,49 \pm 112,1 \text{ ng} \cdot \text{mL}$ (pre-post 1h, p=0,001), stężenie mioglobiny wyniosło $381,54 \pm 112 \text{ ng} \cdot \text{mL}$ (pre-post 1h, p=0,001), a stężenie zonuliny $89,48 \pm 25,6 \text{ ng} \cdot \text{mL}$ (pre-post 1h, p=0,001).

W 12 godzinie po ukończonym starcie stężenie kortyzolu spadło do wartości $262,83 \pm 61,7 \text{ ng} \cdot \text{mL}$ (post 1÷12h, p=0,001), stężenie CRP osiągnęło swój maksymalny poziom $12,06 \pm 4,6 \text{ µg} \cdot \text{mL}$ (post 1÷12h, p=0,001), a stężenie zonuliny wyniosło

63,89±17,8 ng·mL (pre-post 12h p=0,001). Nie zaobserwowano istotnych zmian TNα w całym okresie obserwacji.

W tabeli 4 przedstawiono zmiany objętości osocza w okresie obserwacji u badanych zawodników.

Zmiany objętości osocza oznaczane przed i po ukończeniu zawodów (pre – post 1h,) wyniosły -12,8±3,5%, %ΔPV oznaczana przed przystąpieniem do startu oraz w 12 godzinie po ukończeniu zawodów kształtowała się na poziomie 1,3±0,4%.

Tabela 4. Zmiana objętości osocza %ΔPV w kolejnych etapach badań

Seria	A i B	A i D	A i E	B i C	B i D	B i E
%ΔPV	-2,1±0,9	-0,8±0,3	-1,7±0,6	-12,8±3,5	1,3±0,4	0,4±0,2
p	A i B – B i C p=0,001; B i C – B i D p=0,001; B i C – B i E p=0,001					

Seria A – ocena na początku okresu przygotowawczego, Seria B – oznaczenia przed zawodami, Seria C – oznaczenia bezpośrednio po ukończeniu zawodów, Seria D – oznaczenia 12 h po ukończeniu zawodów, Seria E – oznaczenia 48 h po ukończeniu zawodów, p < 0.05

W tabeli 5 umieszczono wyniki korelacji w kolejnych etapach badań pomiędzy stężeniami markerów opisujących stopień uszkodzeń komórek mięśni a stężeniem zonuliny.

Tabela 5. Korelacje w poszczególnych etapach badań między wskaźnikami obrazującymi stopień uszkodzeń komórek mięśniowych a stężeniem zonuliny

	Seria C		Seria D	
	r	p	r	p
Testosteron – Zonulina		p = 0,616		p = 0,916
Kortyzol – Zonulina	r = 0,88	p = 0,007	r = 0,75	p = 0,01
CRP – Zonulina	r = 0,79	p = 0,001	r = 0,71	p = 0,011
TNα – Zonulina		p = 0,810		p = 0,730
Mioglobina – Zonulina	r = 0,78	p = 0,001	r = 0,83	p = 0,02

Seria C – oznaczenia po ukończeniu zawodów, Seria D – oznaczenia 12 h po ukończeniu zawodów, Seria E – oznaczenia 48 h po ukończeniu zawodów, p < 0.05

P3. Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T. and Malecki M.T. Changes in oxidative and nitrosative stress indicators and vascular endothelial

growth factor after maximum-intensity exercise assessing aerobic capacity in males with type 1 diabetes mellitus. *Frontiers in Physiology*, 2021; 12:672403.

WYNIKI

Ocena wybranych wskaźników somatycznych oraz charakterystyka kliniczna T1DM

Wykazano istotne statystyczne różnice dla wieku ($p=0,0441$) (choć dla wartości bezwzględnych te różnice były niewielkie) oraz procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (F%) badanych ($p=0,0268$). Nie zaobserwowano różnic istotnych dla pozostałych wskaźników somatycznych (tab. 1).

Tabela 1. Wskaźniki somatyczne badanych grup

Wskaźniki	Badani	T1DM	Grupa kontrolna	p
Wiek [lata]		23,4 ± 5,1	24,7 ± 2,9	0,0441
BH [cm]		179,0 ± 8,0	180,5 ± 6,4	0,4774
BM [kg]		78,3 ± 13,7	74,7 ± 8,6	0,2481
BMI [kg/m ²]		24,3 ± 3,1	22,9 ± 2,1	0,0702
LBM [kg]		64,2 ± 7,8	64,3 ± 6,9	0,9848
FM [kg]		14,1 ± 7,5	10,5 ± 3,9	0,0898
F% [%]		17,1 ± 6,2	13,9 ± 4,2	0,0268
TBW [L]		47,0 ± 5,9	47,0 ± 5,2	0,9871
TBW [%]		60,7 ± 4,1	61,0 ± 10,1	0,2290
ECW [L]		19,7 ± 2,7	20,4 ± 5,4	0,8575

T1DM – cukrzyca typu 1, BH – wysokość ciała, BM – masa ciała, LBM – beztłuszczowa masa ciała, FM – masa tkanki tłuszczowej, F% – procentowa zawartość tkanki tłuszczowej, BMI – wskaźnik Quateleta, TBW – Total Body Water – woda całkowita [L; %] ECW – Extra Cellular Water – woda pozakomórkowa, $p < 0,05$.

Charakterystykę kliniczną grupy T1DM przedstawiono w tabeli 2. Średni czas trwania cukrzycy w grupie eksperymentalnej wyniósł $11,4 \pm 6,0$ lata. Dobowa dawka insuliny w przeliczeniu na kg masy ciała była na poziomie $0,72 \pm 0,19$ IU, a badani charakteryzowali się dobrym wyrównaniem metabolicznym (HbA1c 7,2%, przy średniej glikemii $155 \pm 34,9$ mg·dL⁻¹).

Tabela 2. Charakterystyka kliniczna oraz wybrane parametry ciągłego monitorowania glikemii pacjentów z T1DM

WSKAŹNIKI				
	Czas trwania cukrzycy [lata]	Czas CSII [years]	HbA1c [%]	Średnia glikemia z CGM [mg/dL]
x ± SD	11,4 ± 6,0	7,0 ± 4,1	7,2 ± 0,9	155 ± 34,9
	Mediana glikemii z CGM [mg/dL]	Dobowa dawka insuliny [IU]	DDI/kg [IU/kg]	CV z CGM [mg/dL]
x ± SD	145,3 ± 36,6	56,0 ± 15,8	0,72 ± 0,19	44,0 ± 6,1
	Czas poniżej 70 mg/dL	Czas poniżej 54 mg/dL	Glikemia przed wysiłkiem [mg/dL]	Glikemia po teście [mg/dL]
x ± SD	10,8 ± 8,0	4,3 ± 4,3	170,9 ± 69	202,8 ± 62
	Glikemia przed testem [mg/dL]	Glikemia 1h po teście [mg/dL]	Glikemia 2h po teście [mg/dL]	Glikemia 4h po teście [mg/dL]
x ± SD	218,8 ± 76	161,75 ± 62,5	173,4 ± 90	158 ± 76,8
	Glikemia o północy [mg/dL]	Glikemia o 6 rano dnia następnego [mg/dL]	Liczba kroków na dobę [N]	
x ± SD	146,9 ± 68,7	160,9 ± 71,3	8771,9 ± 2695	

CSII – leczenie za pomocą osobistej pompy insulinowej – Continuous Subcutaneous Insulin Infusion, CGM – system do monitorowania glikemii – continuous glucose monitoring, DDI/kg – Daily Dose of Insulin, dawka insuliny w preliczeniu na kg masy ciała, CV – zmienność glikemii – coefficient of variation.

ANALIZA ŻYWIENIA

W grupie T1DM podaż energii z pożywienia wyniosła 2314±668 kcal/dzień, w tym udział energii z węglowodanów stanowił 44,9±9,1% z tłuszczu 39,4±7,3% a z białka 15,7±4,4%. W grupie kontrolnej było to odpowiednio 2522±712 kcal/dzień, 47,1±8,3%, 37,1±8,8% i 15,8±5,2%.

Podaż witamin o działaniu antyoksydacyjnym z dietą osób chorych na cukrzyce jak i grupy kontrolnej była zbliżona i wyniosła odpowiednio dla witaminy C 88,4±82,8 mg vs 91,7±89,9 mg, witaminy E 11,3±7,7 mg vs 12,5±9,8 mg, witaminy A 1001,3±990,5 µg vs 1001,4±712,0 µg, β karotenu 2760,1±5475,2 µg vs 2831,4±3983,0 µg.

Na podstawie analizy częstości spożycia wykazano, że w obu badanych grupach najczęściej spożywane były pomidory, cebula, sałata, papryka czerwona, marchew, masło i pieprz czarny (średnia częstość spożycia 3,9÷4,4 co wskazywało na spożycie tych produktów

przeciętnie 2÷3 razy w tygodniu). Inne produkty bogate w antyoksydanty spożywane były sporadycznie lub kilka razy w miesiącu.

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW FIZJOLOGICZNYCH I BIOCHEMICZNYCH

W tabeli 3 przedstawiono charakterystykę wskaźników fizjologicznych na poziomie VT2 oraz maksymalnym dla obu grup, a także średnie wartości stężenia mleczanu. Wykazano różnice istotne dla większości wskaźników.

Średni poziom maksymalnego i progowego minutowego poboru tlenu w grupie osób chorych na cukrzycę był istotnie niższy ($p=0,000$) w porównaniu do grupy kontrolnej. Podobną tendencję zaobserwowano dla wentylacji minutowej, a także średnich prędkości i dystansu. Z kolei, istotnie wyższe wartości w grupie T1DM wykazano dla częstości skurczów serca na poziomie maksymalnym ($p=0,001$). W grupie kontrolnej zaobserwowano również istotnie niższe poziomy mleczanu w 3 i 20 minucie po zakończonym wysiłku (tab. 3).

Tabela 3. Wskaźniki fizjologiczne i biochemiczne

Indices	T1DM group (mean \pm SD)		Control group (mean \pm SD)		<i>p</i>	
	Max	VT2	Max	VT2	Max	VT2
t [min]	16,8 \pm 3,1	9,0 \pm 2,5	18,1 \pm 3,2	11,7 \pm 3,3	0,132	0,001*
v [km \cdot h ⁻¹]	12,4 \pm 1,5	8,5 \pm 1,2	15,9 \pm 2,2	12,4 \pm 2,1	\leq 0,001*	\leq 0,001*
HR [beats \cdot min ⁻¹]	197,4 \pm 7,5	168,9 \pm 9,7	188,7 \pm 12,3	168,8 \pm 9,6	0,001*	0,988
VO ₂ peak [L \cdot min ⁻¹]	3,4 \pm 0,5	2,6 \pm 0,5	4,2 \pm 0,5	3,3 \pm 0,4	\leq 0,001*	\leq 0,001*
VO ₂ peak [mL \cdot kg ⁻¹ \cdot min ⁻¹]	44,7 \pm 5,7	33,0 \pm 6,1	56,0 \pm 7,3	45,2 \pm 6,1	\leq 0,001*	\leq 0,001*
Ve [L \cdot min ⁻¹]	128,8 \pm 19,6	67,7 \pm 12,6	149,2 \pm 24,0	95,6 \pm 23,7	0,001*	\leq 0,001*
%VO ₂ peak [%]	73,6 \pm 7,8		80,8 \pm 5,7		\leq 0,001*	
%HRpeak [%]	85,6 \pm 3,9		88,4 \pm 3,70		0,01*	
Distance [m]	2464 \pm 692		3742 \pm 951		\leq 0,001*	
La ₀	1,6 \pm 0,2		1,6 \pm 0,2		0,5911	
La ₃	13,7 \pm 3,1		11,4 \pm 2,6		0,007*	
La ₂₀	8,1 \pm 2,6		5,3 \pm 1,6		\leq 0,001*	

MAX – maksymalny poziom wskaźnika, VT2 – drugi próg wentylacyjny, t – czas pracy w teście stopniowanym, HR – częstość skurczów serca; VO₂ – minutowy pobór tlenu w ujęciu globalnym (L \cdot min⁻¹) oraz relatywnym do masy ciała (mL \cdot min⁻¹ \cdot kg⁻¹), Ve – wentylacja minutowa płuc [L \cdot min⁻¹], La₀ – wyjściowy poziom mleczanu, La₃ – poziom mleczanu w 3 minucie po zakończeniu testu stopniowanego, La₂₀ – poziom mleczanu w 20 minucie od zakończenia testu stopniowanego, T1DM – cukrzyca typu 1.

OCENA WSKAŹNIKÓW RÓWNOWAGI
PROOKSYDACYJNO-ANTYOKSYDACYJNEJ

Średnie stężenie TOS/TOC (przed i po teście wysiłkowym) w grupie T1DM było istotnie wyższe w stosunku do grupy kontrolnej ($p=0,000$), a przyrost TOS/TOC 60 minut po jego zakończeniu nie różnił się istotnie w obu badanych grupach.

Wskaźnik stresu oksydacyjnego był istotnie wyższy zarówno przed jak i po wysiłku w grupie T1DM (tab. 4).

Tabela 4. Wskaźniki równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej przed i po wysiłku o maksymalnej intensywności

Indices	T1DM group (mean \pm SD)			Control group (mean \pm SD)			<i>p</i> T1DM vs. control [^]	
	Before	After	<i>p</i>	Before	After	<i>p</i>	Before	After
TOS/TOC [$\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$]	321,5 \pm 151	380,1 \pm 153,5	$\leq 0,0001^*$	164,1 \pm 57	216,6 \pm 74,9	0,0000	$\leq 0,0001^*$	$\leq 0,0001^*$
Δ TOS/TOC [%]	24,2 \pm 31,7			34,9 \pm 31,1			0,0311	
TAS/TAC [$\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$]	361,0 \pm 22,2	327,0 \pm 31,1	$\leq 0,0001^*$	351,5 \pm 26,4	360,7 \pm 24,5	0,04	NS	$\leq 0,0001^*$
Δ TAS/TAC [%]	9,4 \pm 7,1			-2,8 \pm 5,9			$\leq 0,0001^*$	
OSI	0,9 \pm 0,1	1,18 \pm 0,5	$\leq 0,0001^*$	0,47 \pm 0,169	0,60 \pm 0,20	0,000	$\leq 0,0001^*$	$\leq 0,0001^*$
eNOS3 [ng/ml]	15,2 \pm 16,6	18,1 \pm 20,0	$\leq 0,0001^*$	4,4 \pm 2,2	5,4 \pm 2,2	$\leq 0,0001^*$	$\leq 0,0001^*$	$\leq 0,0001^*$
Δ eNOS3 [ng/ml]	2,9 \pm 5,3			0,9 \pm 0,8			0,0833	
VEGF [ng/L]	422,4 \pm 260,1	506,2 \pm 344,1	$\leq 0,0001^*$	308,4 \pm 184,2	359,8 \pm 187,5	$\leq 0,0001^*$	0,1087	0,068
Δ VEGF [ng/L]	83,8 \pm 141,7			51,5 \pm 34,2			0,3775	
3NT [nM/L]	281,4 \pm 205,2	347,2 \pm 268,4	$\leq 0,0001^*$	125,3 \pm 71,2	169,8 \pm 91,1	$\leq 0,0001^*$	0,001	0,010
Δ 3NT [nM/L]	65,8 \pm 88,5				44,5 \pm 50,8			0,2569

T1DM – cukrzyca typu 1, TOS/TOC – całkowity status oksydacyjny, Δ – zmiana, TAS/TAC – całkowity status antyoksydacyjny, OSI – indeks stresu oksydacyjnego, eNOS3 – śródbłonkowa syntaza tlenu azotu 3, VEGF – czynnik wzrostu śródbłonka naczyniowego, 3NT – 3-nitrotyrozyna, NS – nieistotne, * moc testu dla każdego istotnego porównania między grupami wynosiła $> 98\%$ (0,98)

Zaobserwowano dodatnią korelację między przyrostem TOS/TOC po wysiłku o maksymalnej intensywności a medianą glikemii z systemu do ciągłego monitorowania z okresu 10 dni przed wykonaniem testu ($p=0,06$; $r=0,34$). Ujemną korelację między przyrostem TOS/TOC po wysiłku a czasem spędzonym z CGM < 54 mg/dL ($p=0,046$; $r=-0,36$) oraz dodatnią

korelację, która jest na granicy istotności ($p=0,059$; $r=0,36$) między delta TOS/TOC a czasem spędzonym z $CGM > 140$ mg/dL (tab. 5).

Tabela 5. Wyniki dla korelacji Pearsona

	p	r
Delta TOS/TOC – Median z CGM	0,06	0,34
Delta TOS/TOC – Time spend < 54 mg-dL ⁻¹ z CGM	0,046	- 0,36
Delta TOS/TOC – Time spend < 70 mg-dL ⁻¹ z CGM	0,054	
Delta TOS/TOC – Time spend > 140 mg-dL ⁻¹ z CGM	0,059	0,36
Δ 3NT : time spent < 54 mg-dL ⁻¹ z CGM	0,010*	0,46
Δ 3NT : time spent < 70 mg-dL ⁻¹ z CGM	0,025*	0,41

Δ – zmiana, TOS/TOC – całkowity stan oksydantów, CGM – ciągle monitorowanie glikemii, * $p < 0,05$, 3NT – 3-nitrotyrozyna

P4. Tota Ł., Wiecha Sz. Biochemical profile in maxed martial arts athletes. PeerJ 2022; 10: e12708.

W okresie obserwacji pomiędzy seriami I i III odnotowano istotne ($p \leq 0,01$) zmniejszenie masy ciała ($3,0 \pm 1,0$ kg: $1,1 \pm 1,3$ kg beztłuszczowej masy ciała i $1,9 \pm 0,8$ kg masy tkanki tłuszczowej) (tab. 1).

Tabela 1. Zmiany wybranych wskaźników somatycznych badanych zawodników

	BM [kg]	BH [cm]	LBM [kg]	FM [kg]	%F [%]
Series I	$79,5 \pm 9,0$	$178,3 \pm 7,3$	$69,2 \pm 8,1$	$10,3 \pm 1,4$	$13,0 \pm 1,4$
Series III	$76,5 \pm 9,0$		$68,1 \pm 8,6$	$8,4 \pm 1,2$	$11,0 \pm 1,5$
p	$\leq 0,01^*$		0,17	$\leq 0,01^*$	$\leq 0,01^*$

BM – masa ciała; BH – wysokość ciała; LBM – chuda masa ciała; FM – masa tkanki tłuszczowej; %F – procentowa zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie; Seria I – Ocena przed okresem przygotowawczym; Seria III – Ocena przed symulacją walki sportowej, * Istotne statystycznie $p \leq 0,05$.

Tabela 2. Wartości wybranych wskaźników biochemicznych u zawodników MMA w okresie obserwacji

	Series I	Series II	Series III	Series IV	Series V	Effect size: omega ² CI
Cortisol [ng/ml]	168,71 ± 41,66	250,86 ± 45,98	179,77 ± 40,17	278,49 ± 34,42	208,43 ± 47,12	0,48 [0,26; 0,61]
p	0,103					
Testosterone [ng/ml]	4,97 ± 0,60	5,50 ± 0,70	5,74 ± 0,65	5,23 ± 0,46	5,83 ± 0,81	0,14 [0,00, 0,28]
p	0,548					
Testosterone/cortisol index	3,11 ± 0,82	2,26 ± 0,45	3,36 ± 0,90	1,93 ± 0,28	2,18 ± 0,55	0,36 [0,13, 0,51]
p	0,379					
Uric acid [μmol/l]	300,69 ± 43,48	337,53 ± 44,30	297,86 ± 35,10	363,51 ± 53,22	302,99 ± 38,59	0,22 [0,02, 0,38]
p	0,501					
Creatine kinase [U/l]	106,51 ± 27,44	490,36 ± 133,60	123,12 ± 23,21	607,97 ± 90,96	893,83 ± 139,31	0,90 [0,86, 0,93]
p	Series I–II: $p \leq 0,01^*$; series II–III: $p \leq 0,01^*$; series III–IV: $p \leq 0,01^*$; series IV–V: $p \leq 0,01^*$					
Myoglobin [ng/ml]	16,03 ± 3,57	42,43 ± 18,78	18,38 ± 3,01	122,23 ± 57,11	33,43 ± 10,50	0,66 [0,50, 0,76]
p	Series I–II: $p \leq 0,01^*$; series II–III: $p \leq 0,01^*$; series III–IV: $p \leq 0,01^*$; series IV–V: $p \leq 0,01^*$					
Interleukin 6 [pg/ml]	1,57 ± 0,52	3,94 ± 1,34	1,73 ± 0,60	6,58 ± 1,43	3,01 ± 1,02	0,75 [0,62, 0,82]
p	Series I–II: $p \leq 0,01^*$; series II–III: $p \leq 0,01^*$; series III–IV: $p \leq 0,01^*$; series IV–V: $p \leq 0,01^*$					
Tumor necrosis factor α [pg/ml]	2,45 ± 0,45	2,64 ± 0,42	2,18 ± 0,35	2,84 ± 0,52	3,93 ± 0,71	0,57 [0,28, 0,69]
p	Series I–II: $p = 0,03^*$; series II–III: $p = 0,04^*$; series III–IV: $p = 0,03^*$; series IV–V: $p = 0,02^*$					
Total protein [g/l]	69,43 ± 3,66	70,56 ± 5,19	73,17 ± 4,12	83,14 ± 5,32	69,33 ± 3,68	0,56 [0,37, 0,68]
p	Series I–II: $p = 1,00$; series II–III: $p = 0,29$; series III–IV: $p \leq 0,01^*$; series IV–V: $p \leq 0,01^*$					

Seria I: Ocena przed okresem przygotowawczym; Seria II: Ocena po 12-tygodniowym okresie przygotowawczym; Seria III: Ocena po dwutygodniowym okresie regeneracji, stan przed walką; Seria IV: Ocena 1 godzinę po walce; Seria V: Ocena 24 godziny po walce. * Istotne statystycznie $p \leq 0,05$. Wielkość efektu: omega² CI – omega² kwadrat (ω^2) wielkości efektu do wyników ANOVA dla każdego badanego parametru.

Tabela 3. Zmiana objętości osocza % Δ PV w kolejnych etapach badań

Series	I–II	II–III	III–IV	III–V
% Δ PV	-1,29 \pm 6,31	-14,97 \pm 6,35	-11,81 \pm 5,00	5,63 \pm 4,83
<i>p</i>	I–II and II–III: $p \leq 0,01^*$; II–III and III–IV: $p \leq 0,01^*$; III–IV and IV–V: $p \leq 0,01^*$			

Seria I: Ocena przed okresem przygotowawczym; Seria II: Ocena po 12-tygodniowym okresie przygotowawczym; Seria III: Ocena po dwutygodniowym okresie regeneracji, stan przed walką; Seria IV: Ocena 1 godzinę po walce; Seria V: Ocena 24 godziny po walce. * Istotne statystycznie $p \leq 0,05$.

4.3.5. Podsumowanie wyników i wnioski aplikacyjne zaprezentowanego cyklu publikacji

P1. Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Maciejczyk M. The effects of conditioning training on body build, aerobic and anaerobic performance in elite mixed martial arts athletes. *Journal of Human Kinetics*, 2019; 70: 223–231.

P4. Tota Ł., Wiecha Sz. Biochemical profile in mixed martial arts athletes. *PeerJ*, 2022; 10: e12708.

Mieszane Sztuki Walki są wszechstronnym sportem wymagającym indywidualnych planów treningowych przygotowywanych w oparciu na wynikach testów fizjologicznych. Tak jak w każdej dyscyplinie sportowej, tak też w MMA nie ma uniwersalnego planu treningowego, który realizowany przez wszystkich doprowadziłby w równym stopniu do poprawy wydolności aerobowej jak i anaerobowej (kwaso- i niekwasomlekowej). Dlatego też na podstawie własnych doświadczeń jak i innych autorów zaleca się stwarzanie własnych protokołów szkoleniowych, które w optymalny sposób będą kształtować omawiane wskaźniki fizjologiczne i w pełni pozwolą rozwinąć potencjał zawodników. Wdrażanie nowych metod szkoleniowych i udoskonalanie starych pozwolą na optymalizację procesu szkolenia. Zaproponowany i zrealizowany 14-tygodniowy trening skutkowało korzystnymi zmianami w strukturze ciała oraz. Po okresie treningu odnotowano poprawę mocy maksymalnej kończyn górnych oraz wzrost poziomu wydolności aerobowej badanych zawodników.

Zmiany analizowanych w pracy biomarkerów (mioglobiny, czynnika martwicy nowotworów, kinazy kreatynowej i interleukiny 6) w periodyzacji treningu pozwalają postawić

hipotezę, że obserwacja kierunku tych zmian może okazać się kluczowa w monitorowaniu kompensacji, regeneracji i superkompensacji. W kontekście uszkodzeń mięśni obserwacje te mogą umożliwić bardziej precyzyjną kontrolę procesu treningowego. Niemniej jednak, konieczne są dalsze badania w celu oceny wpływu różnych form stosowanych zabiegów regeneracyjnych na przyspieszenie procesu regeneracji organizmu (Lindsay A., i wsp., 2017). Zatem obserwowane zmiany wynikały raczej z realizacji obciążeń treningowych niż ostrego cięcia masy ciała. Ponadto nie analizowano działań technicznych czy taktycznych podczas symulacji, w przeciwieństwie do niektórych innych badań (Coswig V.S., 2016). W literaturze można jednak znaleźć liczne tego typu opisy, w przeciwieństwie do omówienia zmian wskaźników biochemicznych w okresach przygotowania, regeneracji i zawodów. Celem niniejszej pracy było zbadanie profilu biochemicznego zawodników MMA w okresie przygotowawczym i zawodniczym. Obserwacja zmian wybranych biomarkerów pozwala zdiagnozować obciążenia treningowe w poszczególnych okresach cyklu treningowego. Przedstawione dane potwierdzają, że MMA jest sportem walki o wysokiej intensywności, a stężenia biomarkerów odzwierciedlających stopień uszkodzenia komórek mięśniowych (mioglobiny, czynnika martwicy nowotworów, kinazy kreatynowej i interleukiny 6) utrzymuje się na wysokim poziomie. interleukiny 6) utrzymują się na wysokim poziomie nawet 24 h po zawodach.

P2. Tota Ł., Piotrowska A., Pałka T., Morawska M., Mikulakova W., Mucha D., Żmuda-Pałka M., Pilch W. Muscle and intestinal damage in triathletes. *Ploze One*, 2019; 14, (1): 1–14.

Wyniki naszych badań pokazały, że do monitorowania stanów przeciążeniowych w treningu triathlonisty przydatnymi markerami obrazującymi stopień uszkodzeń komórek mięśni oraz jelit są: kortyzol, testosteron, wskaźnik równowagi anaboliczno-katabolicznej, białko ostrej fazy, mioglobina oraz zonulina. Nie zaobserwowaliśmy istotnych zmian w okresie obserwacji czynnika martwicy nowotworowej.

Chcieliśmy podkreślić, że zaobserwowaliśmy istotną zmianę integralności bariery jelitowej i wzrost przepuszczalności, co sugeruje wzrost stężenia zonuliny u uczestników badania po ukończeniu zawodów. Ponadto zanotowaliśmy istotne korelacje w których niskie stężenie zonuliny przed zawodami korelowało istotnie z niższymi stężeniami markerów uszkodzeń komórek mięśniowych (kortyzol, CRP, mioglobina) u badanych po zawodach. Natomiast u zawodników z wysokim stężeniem zonuliny przed zawodami zanotowaliśmy istotnie wyższe wartości stężeń biomarkerów uszkodzeń komórek mięśniowych. Stąd można przypuszczać, że wielkość markerów obrazujących stopień uszkodzeń komórek mięśniowych

po intensywnym i długotrwałym wysiłku w istotny sposób będzie wpływać na poziom bariery jelitowej. Nasza hipoteza wymaga jednak dalszych badań na liczniejszej grupie badanych, jednak należy zaznaczyć, że jak wynika z badań według wielu Autorów poprawa stanu bariery jelitowej poprzez stosowanie probiotyków wieloszczepowych może istotnie poprawić stan bariery jelitowej i korzystnie modulować odpowiedź zapalną u sportowców (Lamprecht M., i wsp., 2012). Stąd też stosowanie probiotyków w profilaktyce sportowej powinno stać się podstawą suplementacji diety mającą charakter leczenia przyczynowego modulującego mikroflorę przewodu pokarmowego. Na podstawie tych informacji, można przypuszczać, że zmniejszenie wielu niekorzystnych następstw związanych z długotrwałym i intensywnym wysiłkiem fizycznym poprzez modulację mikroflory jelitowej może przyczynić się do optymalizacji procesu treningowego w konkurencjach wytrzymałościowych. Zmiany markerów uszkodzeń komórek mięśniowych silnie korelowały w poszczególnych etapach badań ze zmianami stężenia zonuliny. Stąd można przypuszczać, że wielkość markerów obrazujących stopień uszkodzeń komórek mięśniowych po intensywnym i długotrwałym wysiłku w istotny sposób będzie wpływać na poziom bariery jelitowej.

P3. Tota Ł., Matejko B., Morawska-Tota M., Pilch W., Mrozinska S., Pałka T., Klupa T., Malecki MT. Changes in oxidative and nitrosative stress indicators and vascular endothelial growth factor after maximum-intensity exercise assessing aerobic capacity in males with type 1 diabetes mellitus. *Frontiers in Physiology*, 2021; 12:672403.

Wyniki przeprowadzonych badań mogą być wprowadzeniem do pełniejszej optymalizacji aktywności fizycznej w bardzo złożonej periodyzacji treningu osób chorych na cukrzycę typu 1. Istnieje realna potrzeba badania wpływu aktywności fizycznej o różnej intensywności na równowagę prooksydacyjno-antyoksydacyjną w grupie T1DM, gdyż stres oksydacyjny i nitrozacyjny jest jednym z mechanizmów wpływających na jej patogenezę i powikłania. Za kierunek przyszłych badań można uznać wykorzystanie uzyskanych podczas testu stopniowanego wskaźników fizjologicznych do przygotowania indywidualnych planów treningowych, a także oceny kierunku oraz wielkości przesunięć równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej oraz azotowej. Indywidualne dobranie intensywności pracy może przyczynić się do poprawy wyników, a biomarkery poziomu stresu oksydacyjnego i azotowego stosowane równolegle z programami aktywności fizycznej ułatwić leczenie T1DM.

Test na bieżni ruchomej wykonany do wyczerpania wykazał, że wydolność tlenowa była istotnie niższa u młodych chorych na T1DM z kontrolą glikemii niż u młodych zdrowych

osób. Test na bieżni wykazał znaczny stres oksydacyjny i nitrozacyjny wśród chorych na cukrzycę, co mogło być przyczyną nasilenia stanu zapalnego w tej grupie w porównaniu z odpowiedzią zdrowych uczestników na taki wysiłek. Duży wzrost stężenia VEGF u chorych na cukrzycę po wysiłku fizycznym aż do wyczerpania może stanowić dla nich zagrożenie z powodu aktywacji siatkówki oraz ryzyka retinopatii. Trening fizyczny, w którym realizowane są powtarzalne wysiłki fizyczne o określonej intensywności VO_2max jest formą hormezy, wobec której organizm mobilizuje i aktywuje wiele układów i reakcji metabolicznych wywierających pozytywny wpływ na organizm. Nasze badania mogą być pomocne w informowaniu trenerów i lekarzy sportowych opiekujących się sportowcami z T1DM, że w tych przypadkach nadmierne obciążenie podczas ćwiczeń może stanowić zagrożenie dla zdrowia. Konieczne wydają się być dalsze badania zarówno w zakresie oceny różnych rodzajów wysiłków, w tym z przewagą skurczów ekscentrycznych, jak i oceny systematycznego treningu realizowanego w różnych formach.

4.3.6. Piśmiennictwo

1. Absil H., Baudet L., Robert A., Lysy P.A. Benefits of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019;156:107810.
2. Adlercreutz H., Härkönen M., Kuoppasalmi K., Näveri H., Huhtaniemi I., Tikkanen H. I wsp. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int J Sports Med.* 1986;7(Supl. 1):27–28.
3. Alm P., Yu J.-G. Physiological characters in mixed martial arts. *Am J Sports Sci.* 2013;1(2):12–17.
4. Amtmann J., Berry S. Strength and conditioning for reality fighting. *Strength Cond J.* 2003;25(2):67–72.
5. Amtmann J.A. Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event. *J Strength Cond Res.* 2004;18(1):194–196.
6. Amtmann J.A., Amtmann K.A., Spath W.K. Lactate and rate of perceived exertion responses of athletes training for and competing in a mixed martial arts event. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):645–647.
7. Attia M.S., Al-Radadi N.S. Nano optical sensor binuclear Pt-2-pyrazinecarboxylic acid-bipyridine for enhancement of the efficiency of 3-nitrotyrosine biomarker for early

- diagnosis of liver cirrhosis with minimal hepatic encephalopathy. *Biosens Bioelectron.* 2016;86:406–412.
8. Barbas I., Fatouros I.G., Douroudos I.I., Chatzinikolaou A., Michailidis Y., Draganidis D. i wsp. Physiological and performance adaptations of elite Greco-Roman wrestlers during a one-day tournament. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(7):1421–1436.
 9. Bhambhani Y., Singh M. Ventilatory thresholds during a graded exercise test. *Respiration.* 1985;47(2):120–128.
 10. Binder R.K., Wonisch M., Corra U., Cohen-Solal A., Vanhees L., Saner H. i wsp. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008;15(6):726–734.
 11. Cheng X., Pang C.C.Y. Increased vasoconstriction to noradrenaline by 1400W, inhibitor of iNOS, in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Eur J Pharmacol.* 2004;484(2–3): 263–268.
 12. Ciulla T.A., Bracha P., Pollack J., Williams D.F. Real-world outcomes of anti-vascular endothelial growth factor therapy in diabetic macular edema in the United States. *Ophthalmol Retina.* 2018;2(12):1179–1187.
 13. Coswig V.S., de P Ramos S., Del Vecchio F.B. Time-motion and biological responses in simulated mixed martial arts sparring matches. *J Strength Cond Res.* 2016a;30(8): 2156–2163.
 14. Coswig V.S., Fukuda D.H., Del Vecchio F.B. Rapid weight loss elicits harmful biochemical and hormonal responses in mixed martial arts athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(5):480–486.
 15. Coswig V.S., Fukuda D.H., Ramos S.P., Del Vecchio F.B. Biochemical differences between official and simulated mixed martial arts (MMA) matches. *Asian J Sports Med.* 2016b;7(2):e30950.
 16. Demikran E., Koz M., Kutlu M., Favre M. Comparison of physical and physiological profiles in elite and amateur young wrestlers. *J Strength Cond Res.* 2015;29(7):1876–1883.
 17. Díaz V., Zapico A.G., Peinado A.B., Álvarez M., Benito P.J., Calderón F.J. Physiological profile of elite triathletes: a comparison between young and professional competitors. *J Hum Sport Exerc.* 2009;4(3):237–245.
 18. Drenowatz C., Eisenmann J.C., Carlson J.J., Pfeiffer K.A., Pivarnik J.M. Energy expenditure and dietary intake during high-volume and low-volume training periods among male endurance athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37(2):199–205.

19. Dubert F., Kozik R., Krawczyk S. Układ hormonalny. W: *Biologia na czasie 2*. Warszawa: Nowa Era; 2014; 324–325.
20. Erel O. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem*. 2005;38(12):1103–1111.
21. Fasano A. Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiol Rev*. 2011;91(1):151–175.
22. Febbraio M.A., Steensberg A., Keller C., Starkie R.L., Nielsen H.B., Krstrup P. i wsp. Glucose ingestion attenuates interleukin-6 release from contracting skeletal muscle in humans. *J Physiol*. 2003;549(Pt 2):607–612.
23. Fox C.S., Coady S., Sorlie P.D., D'Agostino Sr. R.B., Pencina M.J., Vasan R.S. i wsp. Increasing cardiovascular disease burden due to diabetes mellitus: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007;115(12):1544–1550.
24. Ghouli N., Tabben M., Miarka B., Tourny C., Chamari K., Coquart J. Mixed martial arts induces significant fatigue and muscle damage up to 24 hours post-combat. *J Strength Cond Res*. 2019;33(6):1570–1579.
25. González-Parra G., Mora R., Hoeger B. Maximal oxygen consumption in national elite triathletes that train in high altitude. *J Hum Sport Exerc*. 2013;8(2):342–349.
26. Guidetti L., Musulin A., Baldari C. Physiological factors in middleweight boxing performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002;42(3):309–314.
27. Guzik T.J., West N.E., Black E., McDonald D., Ratnatunga C., Pillai R. i wsp. Vascular superoxide production by NAD(P)H oxidase: association with endothelial dysfunction and clinical risk factors. *Circ Res*. 2000;86(9):E85–E90.
28. Hawley J.A. Specificity of training adaptation: time for a rethink? *J Physiol*. 2008; 586(1):1–2.
29. Ishimoto Y., Tanaka T., Yoshida Y., Inagi R. Physiological and pathophysiological role of reactive oxygen species and reactive nitrogen species in the kidney. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2018;45(11):1097–1105.
30. James L.P., Kelly V.G., Beckman E.M. Periodization for mixed martial arts. *Strength Cond J*. 2013;35(6):34–45.
31. Jeukendrup A.E., Jentjens R.L.P.G., Moseley L. Nutritional considerations in triathlon. *Sports Med*. 2005;35(2):163–181.
32. Johansen L.B., Videbaek R., Hammerum M., Norsk P. Underestimation of plasma volume changes in humans by hematocrit/hemoglobin method. *Am J Physiol*. 1998; 274(1):R126–R130.

33. Khodadadi S., Zabihi N.A., Niazmand S., Abbasnezhad A., Mahmoudabady M., Rezaee S.A. Teucrium polium improves endothelial dysfunction by regulating eNOS and VCAM-1 genes expression and vasoreactivity in diabetic rat aorta. *Biomed Pharmacother.* 2018;103:1526–1530.
34. Kirk C., Hurst H.T., Atkins S. Measuring the workload of mixed martial arts using accelerometry, time motion analysis and lactate. *Int J Perform Anal Sport.* 2015; 15(1):359–370.
35. Kirk C., Langan-Evans C., Clark D.R., Morton J.P. Quantification of training load distribution in mixed martial arts athletes: a lack of periodisation and load management. *PLoS One.* 2021;16(5):e0251266.
36. Kirk C., Langan-Evans C., Morton J.P. Worth the weight? Post weigh-in rapid weight gain is not related to winning or losing in professional mixed martial arts. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2020;30(5):357–361.
37. Kraemer R.R., Brown B.S. Alterations in plasma-volume-corrected blood components of marathon runners and concomitant relationship to performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;55(6):579–584.
38. Lamprecht M., Bogner S., Schippinger G., Steinbauer K., Fankhauser F., Hallstroem S. I wsp. Probiotic supplementation affects markers of intestinal barrier, oxidation, and inflammation in trained men; a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9(1):45.
39. Lindsay A., Carr S., Cross S., Petersen C., Lewis J.G., Gieseg S.P. The physiological response to cold-water immersion following a mixed martial arts training session. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017;42(5):529–536.
40. Marlicz W. Wysilek fizyczny a mikroflora przewodu pokarmowego – znaczenie probiotyków w diecie sportowców. *Forum Zaburzeń Metabolicznych.* 2014;5(3):129–140.
41. Munteanu A.M., Manuc D., Caramoci A., Vasilescu M., Ionescu A. Nutrition timing in top athletes. *Med Sport.* 2014;10(3):2357–2363.
42. Ogawa K., Sanada K., Machida S., Okutsu M., Suzuki K. Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. *Mediators Inflamm.* 2010;2010:171023.
43. Pals K.L., Chang R.T., Ryan A.J., Gisolfi C.V. Effect of running intensity on intestinal permeability. *J Appl Physiol.* 1997;82(2):571–576.
44. Pedersen B.K., Toft A.D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports Med.* 2000;34(4):246–251.

45. Pérez-Torres I., Manzano-Pech L., Rubio-Ruiz M.E., Soto M.E., Guarner-Lans V. Nitrosative stress and its association with cardiometabolic disorders. *Molecules*. 2020; 25(11):2555.
46. Picu A., Petcu L., Ștefan S., Mitu M., Lixandru D., Ionescu-Tîrgoviște C. i wsp. Markers of oxidative stress and antioxidant defense in Romanian patients with type 2 diabetes mellitus and obesity. *Molecules*. 2017;22(5):714.
47. Polskie Towarzystwo Diabetologiczne. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę. *Diabetologia Kliniczna*. 2013;2(Supl. A):3–52.
48. Pop-Busui R., Oral E., Raffel D., Byun J., Bajirovic V., Vivekanandan-Giri A. i wsp. Impact of rosiglitazone and glyburide on nitrosative stress and myocardial blood flow regulation in type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2009;58(7):989–994.
49. Ratjen I., Weber K.S., Roden M., Herrmann M.-E., Müssig K. Type 1 diabetes mellitus and exercise in competitive athletes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2015;123(7):419–422.
50. Réus G.Z., Carlessi A.S., Silva R.H., Ceretta L.B., Quevedo J. Relationship of oxidative stress as a link between diabetes mellitus and major depressive disorder. *Oxid Med Cell Longev*. 2019;2019:8637970.
51. Rooney M. *Training for warriors. The ultimate mixed martial arts workout*. New York: Collins; 2008.
52. Rose-John S., Scheller J., Elson G., Jones S.A. Interleukin-6 biology is coordinated by membrane-bound and soluble receptors: role in inflammation and cancer. *J Leukoc Biol*. 2006;80(2):227–236.
53. Ruiz J.R., Joyner M., Lucia A. CrossTalk opposing view: prolonged intense exercise does not lead to cardiac damage. *J Physiol*. 2013;591(Pt 20):4943–4945.
54. Sadarangani K.P., Hamer M., Mindell J.S., Coombs N.A., Stamatakis E. Physical activity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in diabetic adults from Great Britain: pooled analysis of 10 population-based cohorts. *Diabetes Care*. 2014;37(4):1016–1023.
55. Schalkwijk C.G., Stehouwer C.D.A. Vascular complications in diabetes mellitus: the role of endothelial dysfunction. *Clin Sci*. 2005;109(2):143–159.
56. Sena C.M., Pereira A.M., Seica R. Endothelial dysfunction – a major mediator of diabetic vascular disease. *Biochim Biophys Acta*. 2013;1832(12):2216–2231.
57. Shye M., Hanna R.M., Patel S.S., Tram-Tran N., Hou J., Mccannel C. i wsp. Worsening proteinuria and renal function after intravitreal vascular endothelial growth factor blockade for diabetic proliferative retinopathy. *Clin Kidney J*. 2020;13(6):969–980.

58. Sonier B., Patrick C., Ajikuttira P., Scott F.W. Intestinal immune regulation as a potential diet-modifiable feature of gut inflammation and autoimmunity. *Int Rev Immunol.* 2009;28(6):414–445.
59. Steensberg A., Keller C., Starkie R.L., Osada T., Febbraio M.A., Pedersen B.K. IL-6 and TNF- α expression in, and release from, contracting human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;283(6):E1272–E1278.
60. Thorpe R., Sunderland C. Muscle damage, endocrine, and immune marker response to a soccer match. *J Strength Cond Res.* 2012;26(10):2783–2790.
61. Tota Ł., Drwal T., Maciejczyk M., Szyguła Z., Pilch W., Pałka T. i wsp. Effects of original physical training program on changes in body composition, upper limb peak power and aerobic performance of a mixed martial arts fighter. *Med Sport.* 2014; 18(2):78–83.
62. Umeda T., Yamai K., Takahashi I., Kojima A., Yamamoto Y., Tanabe M. i wsp. The effects of a two-hour judo training session on the neutrophil immune functions in university judoists. *Luminescence.* 2008;23(1):49–53.
63. Van de Weert-van Leeuwen P.B., Arets H.G.M., van der Ent C.K., Beekman J.M. Infection, inflammation and exercise in cystic fibrosis. *Respir Res.* 2013;14(1):32.
64. Walker S., Häkkinen K., Haff G.G., Blazevich A.J., Newton R.U. Acute elevations in serum hormones are attenuated after chronic training with traditional isoinertial but not accentuated eccentric loads in strength-trained men. *Physiol Rep.* 2017;5(7):e13241.
65. Wiechmann G.J., Saygili E., Zilkens C., Krauspe R., Behringer M. Evaluation of muscle damage marker after mixed martial arts matches. *Orthop Rev.* 2016;8(1):6209.
66. Wilcox C.S., Gutterman D. Focus on oxidative stress in the cardiovascular and renal systems. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2005;288(1):H3–H6.
67. Xu Y., Wang L., He J., Bi Y., Li M., Wang T. i wsp. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults. *JAMA.* 2013;310(9):948–959.
68. Zhao Y., Singh R.P. The role of anti-vascular endothelial growth factor (anti-VEGF) in the management of proliferative diabetic retinopathy. *Drugs Context.* 2018;7:212532.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1. Osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora

(załącznik 6)

Pierwszy etap mojej pracy naukowej był związany z prowadzonymi badaniami w studenckim kole naukowym działającym przy Zakładzie Fizjologii i Biochemii, którego opiekunem był prof. dr hab. Jerzy Cempla. Jako członek koła naukowego miałem możliwość zaprezentowania wyników z badań prowadzonych w Zakładzie na kilku konferencjach:

2003 – XXXVIII Ogólnopolska Konferencja Studenckich Kół Naukowych, AWF Kraków, (III miejsce w sekcji biologiczno-medycznej).

2005 – Konferencja Studenckich Kół Naukowych Wydziału Wychowania Fizycznego i Sportu AWF w Krakowie.

2007 – IV Ogólnopolska Konferencja Studenckich Kół Naukowych Fizjoterapii „Na granicy medycyny i kultury fizycznej”, (II miejsce).

Tota Ł. Zróżnicowanie płciowe w dynamice reakcji fizjologicznych na wysiłek o stopniowo wzrastającym obciążeniu u młodych lekkoatletów o porównywalnym poziomie sportowy.

5.2. Osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Publikacje dotyczące fizjologicznej i biochemicznej diagnostyki poziomu wydolności fizycznej oraz efektów zrealizowanego treningu sportowego (nie uwzględnione w głównym cyklu publikacji stanowiącym podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego) (załącznik 7)

Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałem badania naukowe dotyczące moich głównych zainteresowań, czyli fizjologiczno-biochemicznej odpowiedzi organizmu na obciążenia treningowe. Moją uwagę zwróciła problematyka związana z monitorowaniem poziomu wydolności fizycznej oraz odpowiedzią organizmu na aktywność fizyczną (zmiany

adaptacyjne). Część moich badań ukierunkowałem na ocenę reakcji organizmu na trening wysokogórski (hipoksja).

Tota Ł., Drwal T., Maciejczyk M., Szyguła Z., Pilch W., Pałka T., Lech G. Effects of original physical training program on changes in body composition, upper limb peak power and aerobic performance of a mixed martial arts fighter. *Medicina Sportiva*. 2014; 18(2): 78–83.

Celem pracy było dokonanie oceny wpływu 11-tygodniowego autorskiego programu treningowego na strukturę ciała, moc maksymalną kończyn górnych oraz wydolność aerobową u zawodnika trenującego mieszane sztuki walki (MMA). Badania przeprowadzono u zawodnika trenującego MMA, walczącego w kategorii średniej. U badanego zawodnika, przed i po treningu opracowanym specjalnie pod kątem trenowanej dyscypliny sportu, oceniono metodą bioelektrycznej impedancji, strukturę ciała, moc maksymalną (PP) kończyn górnych (Test Wingate na kończyny górne) oraz wydolność aerobową (test stopniowany na bieżni mechanicznej). W teście stopniowanym wyznaczono poziom maksymalnego minutowego poboru tlenu (VO_2max) oraz drugi próg wentylacyjny (VT2). Zastosowane środki treningowe przeanalizowano ze względu na rodzaj przygotowania fizycznego (ćwiczenia wszechstronne, ukierunkowane i specjalne), ze względu na ich intensywność oraz podłoże energetyczne (aerobowe, anaerobowe, mieszane). Po zrealizowaniu programu treningowego masa tkanki tłuszczowej u zawodnika zmniejszyła się o 1,4 kg, natomiast beztłuszczowa masa ciała zwiększyła się o 1,5 kg. Odnotowano poprawę PP (7,8 vs 8,1 W kg⁻¹) oraz VO_2max (57,1 vs 58,4 ml kg⁻¹). Poprawie uległa szybkość startowa oraz wytrzymałość szybkościowa: czas uzyskania PP skrócił się o 0,91 sekundy, natomiast czas utrzymania PP wydłużył się o 1 sekundę. Opracowany i zrealizowany program treningowy skutkował korzystnymi zmianami w strukturze ciała badanego zawodnika. Po okresie treningowym odnotowano poprawę mocy maksymalnej kończyn górnych, wydolności aerobowej oraz skuteczności restytucji mleczanu. Badania fizjologiczne potwierdziły, zatem skuteczność opracowanej metody treningowej.

Tota Ł., Pilch W., Pałka T., Błach W., Lech G., Szarek M., Gryka D. Effect of physical training and hypoxic conditions for aerobic capacity athletes the trained cross-country skiing. *Polish Journal of Sports Medicine*. 2014; 1(4) vol. 30: 61–70.

Celem pracy była ocena efektów oddziaływania treningu w naturalnych warunkach hipoksji na zdolność wysiłkową i wybrane wskaźniki hematologiczne wysoko wytre-

nowanej zawodniczki uprawiającej biegi narciarskie. Badana zawodniczka w okresie przeprowadzenia badań była reprezentantką Polski w biegach narciarskich. Zawodniczka przebywała na 12-dniowym obozie sportowym w Bormio (Passo Stelvio) na wysokości 3100 m n.p.m. Bezpośrednio po zakończeniu obozu oraz w 3, 6 oraz 9 dniu po powrocie wykonano oznaczenia wybranych wskaźników krwi. Do oceny wydolności tlenowej zastosowano test o stopniowo wzrastającym obciążeniu. Maksymalny minutowy pobór tlenu w ujęciu bezwzględny nie uległ wyraźnej zmianie po 12-dniowym treningu w warunkach wysokogórskich. Stosunek VO_2 do masy ciała na poziomie drugiego progu wentylacyjnego nie uległ poprawie. Zaobserwowano wyższy poziom mleczanu oraz szybsze tempo jego restytucji po przeprowadzeniu treningu hipoksycznego. Najprawdopodobniej czas trwania obozu mógł być zbyt krótki na zaobserwowanie pozytywnych morfologicznych zmian wynikających z realizowanego treningu wysokogórskiego. Wyniki niniejszego badania powinny skłonić trenerów oraz działaczy sportowych do pełniejszej periodyzacji systemu szkolenia dla zawodników trenujących sporty wytrzymałościowe.

Tota Ł, Maciejczyk M., Pokora I., Cempla J., Pilch W., Pałka T. Changes in endurance performance in young athletes during two training seasons. *Journal of Human Kinetics*. 2015; 49: 149–158.

Wyniki prezentowane w tej pracy oparte zostały na własnych badaniach prowadzonych do doktoratu.

Celem pracy była ocena zmian zdolnościach wytrzymałościowych u młodych sportowców w trakcie dwóch sezonów treningowych. W badaniach uczestniczyło 19 zawodników i 16 zawodniczek, specjalizujących się w lekkoatletycznych biegach średnich i długich w wieku 15÷17 lat. U badanych zawodników trzykrotnie w trakcie sezonu treningowego oceniono: maksymalny minutowy pobór tlenu, ekonomię biegu i poziom drugiego progu wentylacyjnego. Analizie poddano objętość i intensywność treningu w trakcie każdego sezonu. Objętość i intensywność treningu na poszczególnych etapach przygotowań w obu sezonach była podobna. W trakcie pierwszego roku obserwacji u zawodniczek i zawodników odnotowano istotną poprawę poziomu relatywnych wielkości maksymalnego minutowego poboru tlenu. W trakcie drugiego sezonu treningowego odnotowano (zarówno u kobiet i mężczyzn) poprawę ekonomii biegu, przy jednoczesnym braku zmian maksymalnego minutowego poboru tlenu. Ten sam (pod względem objętości i intensywności) realizowany u młodych biegaczy w dwóch kolejnych sezonach

treningowych trening wytrzymałościowy może skutkować odmiennymi efektami treningowymi.

Maciejczyk M., Gradek J., Szymura J., Cempla J., Więcek M., **Tota Ł.** The changes in running economy during puberty in overweight and normal weight boys. *Biomedical Human Kinetics*. 2015; 7: 9–16.

Celem pracy było porównanie ekonomiki biegu (RE) u chłopców z nadwagą i o prawidłowej masie ciała podczas biegu ze stałą prędkością oraz ocena zmian RE w okresie dojrzewania. Ekonomię biegu badanych oceniano dwukrotnie: w wieku 11÷12 lat i dwa lata później. 18 chłopców z nadwagą i 17 chłopców z prawidłową masą ciała wykonało test stopniowany, a tydzień później submaksymalny bieg na bieżni mechanicznej. Podczas wysiłku mierzono zmienne fizjologiczne (pobór tlenu, częstość akcji serca, wentylację płuc, objętość oddechową i częstość oddechów). Intensywność pracy w obu próbach (%VO₂max, %HRmax) była istotnie wyższa u chłopców z nadwagą i zmniejszała się wraz z wiekiem (nieistotnie) w obu grupach. Reakcja fizjologiczna podczas biegu u chłopców z nadwagą była istotnie wyższa w porównaniu do chłopców z prawidłową masą ciała. Gdy pobór tlenu wyrażono jako VO₂.BM-0,75, RE był podobny u chłopców z prawidłową masą ciała i z nadwagą. W okresie dojrzewania różnice międzygrupowe w zakresie metabolicznego kosztu pracy utrzymują się na względnie stałym poziomie. Obniżona wydolność wytrzymałościowa chłopców z nadwagą w okresie dojrzewania nie ulega zmianie. Zmiany zmiennych fizjologicznych w okresie pokwitania w obu grupach przebiegały w podobny sposób – skład ciała nie miał wpływu na przebieg tych zmian w okresie pokwitania.

Pilch W., **Tota Ł.**, Sadowska-Krępa E., Piotrowska E., Kępińska M., Pałka T., Maszczyk A. The effect of a 12-week health training program on selected anthropometric and biochemical variables in middle-aged women. *BioMed Research International*, 2017: 1–7.

Celem pracy była ocena zmian w zakresie zmiennych somatycznych, markerów stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego oraz stężenia kalcydiolu we krwi u zdrowych kobiet w średnim wieku po 12 tygodniach zajęć aerobiku (hi – low impact). Trening prowadził do istotnej redukcji masy ciała i odsetka tkanki tłuszczowej, a także indukował wzrost beztłuszczowej masy ciała. Nasze badania potwierdziły, że wzrost statusu antyoksydacyjnego osocza i obniżenie stężenia produktów peroksydacji lipidów spowodowało redukcję stresu oksydacyjnego. Istotny wzrost osoczowej pojemności antyoksydacyjnej związany

z treningiem mógł wpłynąć na obniżenie poziomu prozapalnej interleukiny (IL-1), na co wskazuje dodatnia korelacja między tymi zmiennymi (współczynnik korelacji iloczynu Pearsona $r=0,643$). Można wnioskować, że regularna aktywność fizyczna ma korzystny wpływ na zmienne antropometryczne oraz markery stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego w osoczu krwi.

Pilch W., Tota Ł., Pokora I., Głowa M., Piotrowska A., Chlipalska O., Zuziak R., Czerwińska O. Energy expenditure and lactate concentration in sports dancers in a simulated final round of the standard style competition. *Human Movement*. 2017; 18(2): 62–67.

Celem pracy było określenie wydatku energetycznego tancerzy oraz charakteru przemian energetycznych, zachodzących podczas symulowanej rundy zawodów tańca sportowego w stylu standard. W badaniach wzięło udział 6 sportowych par tanecznych, najwyższych klas tanecznych wg. WDSF (World Dance Sport Federation). Badania przeprowadzono w dwóch etapach. Pierwszy etap badań polegał na określeniu wskaźników antropometrycznych, drugi – na przeprowadzeniu symulacji rundy turniejowej stylu standard. Podczas rundy mierzono, częstości skurczów serca (HR), stężenie mleczanu (La^-), rejestrowano również wskaźniki oddechowe (VO_2 , VCO_2 , RER), ponadto wyliczono wielkość wydatku energetycznego i charakter przemian energetycznych. Oceniane podczas rundy wartości VO_2 różniły się istotnie statystycznie między grupą kobiet i mężczyzn ($34,59 \pm 3,82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $44,18 \pm 4,34 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$; $F=41,07$ $p=0,00$). Średnio współczynnik oddechowy wynosił odpowiednio w grupie mężczyzn i kobiet $1,08 \pm 0,07$ i $1,06 \pm 0,07$. Podczas rundy stężenie mleczanu wzrastało i na koniec rundy, po zakończeniu ostatniego tańca osiągnęło wartość $12,9 \pm 2,1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ u kobiet i $13,3 \pm 2,7 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ u mężczyzn. Średnia wartość wydatku energetycznego podczas rundy w grupie mężczyzn wynosiła $15,68 \pm 1,38 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ i była wyższa niż w grupie kobiet, $9,61 \pm 1,80 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ ($F=3,67$; $p=0,00$). Najwyższy koszt energetyczny z spośród wszystkich kolejno wykonywanych tańców zanotowano w obu grupach podczas Quickstepa. Wyniki obecnych badań uzupełniają stan wiedzy na temat intensywności wysiłku tanecznego i potwierdzają, że wysiłek taneczny podczas zawodów sportowych zliczany jest do bardzo ciężkiej formy pracy fizycznej opartej na tlenowych i beztlenowych procesach energetycznych. Periodyzacja procesu szkolenia par tanecznych powinna zatem w dużym stopniu uwzględniać realizację obciążeń treningowych wpływających na kształtowanie poziomu wydolności aerobowej i anaerobowej.

Piotrowska A., **Tota Ł.**, Pałka T., Totko-Borkusiewicz N., Wyrostek J., Pilch W. The effects of a 12-week fitness training programme on change in body composition and level of carbohydrate metabolism in middle-age women. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. 2017; 77 (27): 45–51.

Celem pracy była analiza zmian wskaźników somatycznych i glikemicznych u kobiet w średnim wieku z subkliniczną glikemią po 12 tygodniach treningu zdrowotnego w formie ćwiczeń aerobowych. Badaniami objęto 15 kobiet ($42,7 \pm 4,2$ roku) z udokumentowanymi epizodami hiperglikemii na czczo i małą aktywnością fizyczną. Program treningu zdrowotnego (aerobik Hi/Low) trwał 12 tygodni, a zajęcia odbywały się trzy razy w tygodniu po 45 minut. Uczestnicy wyposażeni byli w kardiomonitoring i utrzymywali indywidualnie ustalony zakres tętna (± 4 BPM). Przez pierwsze 6 tygodni ćwiczyli na poziomie $70,0 \pm 1,8\%$, przez kolejne 6 tygodni $80 \pm 2,9\%$ HRmax. Dzień przed i dzień po zakończeniu programu treningowego dokonano pomiaru składu ciała oraz pobrano krew do analiz biochemicznych. Wyniki badań poziomu glukozy i insuliny posłużyły do obliczenia wskaźników HOMA%B (aktywność komórek beta), HOMA%S (insulinowrażliwość) i HOMA-IR (insulinooporność). Zmiany powysiłkowe obejmowały poprawę wskaźników somatycznych: masa ciała zmniejszyła się istotnie z $65,0 \pm 3,7$ kg do $62,6 \pm 3,9$ kg, a beztłuszczowa masa ciała zwiększyła się z $45,0 \pm 1,1$ kg do $46,7 \pm 1,9$ kg. Nastąpił znaczący spadek masy tkanki tłuszczowej: z $20,0 \pm 2,7$ kg do $15,9 \pm 3,3$ kg. Każda z badanych osób poprawiła swój wskaźnik BMI średnio o jedną jednostkę. W zakresie zmian wskaźników kontroli glikemii, stwierdzono istotną poprawę poziomu glukozy na czczo oraz wskaźnika HOMA-IR (średnio o $0,00 \pm 2$ kg) oraz stężenia insuliny. Poziomy HOMA%B i HOMA%S nie wykazały istotnej poprawy. Zaprezentowany przez nas program treningowy może być skuteczną formą prewencji zaburzeń glikemii u kobiet po 50. roku życia.

Tota Ł., Pilch W., Piotrowska A., Pałka T., Pilch P. The effect of 12-week-long nordic walking exercise on body composition, changes in lipid and carbohydrate metabolism indices, concentration of selected adipokines and calcidiol in healthy middle-aged women from a rural environment. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2017; 20(4): 5–16.

Celem pracy była analiza zmian poziomu wskaźników somatycznych, profilu wydzielania wybranych adipokin, wskaźników metabolizmu węglowodanów i lipidów oraz kalcydiolu po 12-tygodniowego treningu nordic walking (NW) u kobiet w średnim wieku. W badaniach brało udział 13 kobiet z okolic Wiśniowej (województwo małopolskie)

w wieku $45,5 \pm 4,2$ lat, które uczestniczyły w 12-tygodniowym treningu NW, 3 razy w tygodniu po 90 minut trwającym od marca do maja. Każda z kobiet miała indywidualnie wyznaczone strefy intensywności, które monitorowane były na podstawie częstości skurczów serca. Przed przystąpieniem do programu treningowego oraz po jego zakończeniu poddano ocenie cechy somatyczne oraz pobrano krew w celu wykonania analiz biochemicznych. U kobiet po zrealizowaniu 36 jednostek treningowych zaobserwowano obniżenie średniej masy ciała o 2,5 kg oraz redukcję masy tłuszczu (FM) średnio o 3,8 kg tj. (4,6%) z jednoczesnym wzrostem beztłuszczowej masy ciała (LBM) o 1,3 kg. Po treningu wystąpiło istotne obniżenie stężenia TC, LDL-C i TG oraz brak zmian w stężeniu HDL-C, co przyczyniło się do obniżenia indeksu aterogenności lipoprotein osocza-API oraz wskaźnika ryzyka miażdżycy-WRM. Zaobserwowano także obniżenie średniego stężenia glukozy oraz insuliny, co skutkowało obniżeniem wskaźnika HOMAIR. Po treningu NW wystąpiły także pozytywne istotne zmiany stężenia adiponektyny, greliny, kalcydiolu oraz leptyny. Zindywidualizowana i systematyczna aktywność fizyczna w postaci NW wpłynęła protekcyjnie na organizm, czego efektem jest poprawa składu ciała, profilu wydzielania adipokin, metabolizmu lipidów i węglowodanów oraz stężenia kalcydiolu u kobiet w średnim wieku.

Pilch W., Tota Ł., Piotrowska A., Śliwicka E., Czerwińska-Ledwig O., Zuziak R., Pilaczyńska-Szcześniak Ł. Effects of nordic walking on oxidant and antioxidant status: levels of calcidiol and proinflammatory cytokines in middle-aged women. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018: 1–6.

Celem pracy była analiza zmian wskaźników somatycznych, statusu oksydacyjnego i antyoksydacyjnego, poziomu interleukin i kalcydiolu u kobiet w średnim wieku po 12-tygodniowym programie treningowym NW. Grupa badana składała się z 13 kobiet ($46 \pm 4,2$ lat), które uczestniczyły w treningach NW prowadzonych przez wykwalifikowanego instruktora. Przed i po programie treningowym oznaczono wskaźniki antropometryczne oraz wybrane wskaźniki biochemiczne krwi. Trening NW spowodował istotne zmniejszenie całkowitej masy ciała i masy tkanki tłuszczowej oraz do wzrostu beztłuszczowej masy ciała ($p < 0,05$). Przyczynił się również do istotnego wzrostu całkowitego statusu antyoksydacyjnego (TAS). Przed treningiem stwierdzono odwrotną korelację pomiędzy IL-6 a całkowitą pojemnością oksydacyjną (TOC) ($p < 0,05$), natomiast po treningu między IL-6 a stężeniem kalcydiolu ($p \leq 0,001$). 12-tygodniowy

trening NW u kobiet w wieku przedmenopauzalnym wpływa korzystnie nie tylko na skład ciała, ale również na pojemność antyoksydacyjną osocza

Pilch, W., Kita, B., Piotrowska, A. **Tota Ł.**, Maciejczyk M., Czerwińska-Ledwig O., Sadowska-Krepa E., Kita S., Pałka T. The effect of vitamin D supplementation on the muscle damage after eccentric exercise in young men: a randomized, control trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020; 17, 53.

Praca w której jestem współautorem jest efektem mojej długoletniej współpracy z prof. W. Pilch i opublikowaniem wyników badań doktoratu dr. B. Kity, gdzie pełniłem funkcję promotora pomocniczego.

Celem pracy było określenie modulującego wpływu suplementacji witaminą D na stopień uszkodzenia komórek mięśniowych spowodowany ćwiczeniami ekscentrycznymi u młodych mężczyzn. W badaniach brało udział 60 ochotników (20÷24 lata), których podzielono na dwie grupy – z suboptymalnym (S) i optymalnym (O;) poziomem 25(OH)D w osoczu. Grupy te zostały losowo podzielone na grupy z suplementacją witaminą D (eksperymentalne: SE i OE) oraz kontrolne (SC i OC). Przed suplementacją (Test I) i po 3 miesiącach (Test II) uczestnicy zostali poddani dwóm rundom ekscentrycznych testów wysiłkowych na bieżni ruchomej (prędkość biegu odpowiadała 60% VO_2 peak wyznaczonemu u każdego uczestnika w inkrementalnym teście wysiłkowym). Podczas każdego testu pobierano próbki krwi, w których oznaczano stężenie 25(OH)D, Il-1 β , mioglobiny (Mb) oraz aktywność CK, LDH w trzech punktach czasowych: przed rozpoczęciem testu, 1 h i 24 h po jego zakończeniu. We wszystkich grupach po 3 miesiącach wykazano wyższe stężenia 25(OH)D (SE p = 0,005; SC p = 0,018; OE p = 0,018; OC p = 0,028). W grupach SE i SC stwierdzono wyższe wyjściowe stężenia Il-1 β oraz istotnie wyższe stężenia tej interleukiny po 1 h w porównaniu z grupami o optymalnym poziomie 25(OH)D. Po suplementacji grupa SE zareagowała podobnym skokiem stężenia Il-1 β jak grupy OC i OE. Zmiana po 1 h po wysiłku w teście II była istotnie różna od zmiany z testu I (p=0,047) w grupie SE. Wskazano na niższe stężenia Mb oznaczone 1 h po wysiłku w teście II dla grup SC i SE. Aktywność CK nie różnicowała badanych grup. Nie wykazano również zaburzeń gospodarki wapniowo-fosforanowej w osoczu. Przeprowadzone badania wykazały, że dawki witaminy D ustalone na podstawie stężenia 25(OH)D w osoczu krwi poszczególnych osób, odpowiadające ich specyficznym potrzebom, mogą istotnie zmniejszyć uszkodzenie komórek mięśniowych wywołane wysiłkiem ekscentrycznym.

Teległów A., Borowiec R., Marchewka J., **Tota Ł.**, Mucha D. Impact of vigorous effort on blood morphological indicators in triathletes participating in the XTERRA Poland 2017 competition. *Medical Rehabilitation*. 2020; 24 (2): 20–26.

Celem pracy była ocena zmian wskaźników morfologii krwi u triathlonistów po ukończeniu zawodów XTERRA. Badanie przeprowadzono w grupie 10 triathlonistów w wieku 30÷40 lat. Krew pobrano 24 godziny przed zawodami, bezpośrednio po zawodach oraz 16 godzin po ich ukończeniu. Analizując wyniki pomiędzy pierwszym pomiarem (24 godzin przed zawodami) a pomiarem drugim (bezpośrednio po zawodach) i trzecim pomiarem (16 godzin po) zaobserwowano zmiany istotne statystycznie dla: WBC [10⁹/L], RBC [10¹²/L], HGB [g/L], HCT [L/L], MCV [fL], PLT [10⁹/L]. Stopień zaawansowania wysiłku u zawodników startujących w triathlonie XTERRA POLAND 2017 został potwierdzony w wynikach morfologii krwi. Wskaźniki morfologii krwi u osób uprawiających triathlon dobrze charakteryzują faktyczny zakres i kierunek zmian wysiłkowych oraz pozwalają na diagnostykę przejściowych skutków adaptacyjnych. Wyniki badań potwierdziły, iż intensywny wysiłek fizyczny podczas triathlonu wpłynął na zwiększenie leukocytów i płytek krwi, jednak 16 godzin po zakończeniu zawodów ich wartość była zbliżona do stanu wyjściowego. Analizując układ czerwonokrwinkowy wykazano tendencję do zmniejszania się liczby krwinek czerwonych, HGB i HCT zarówno po zawodach jak i 16 godzin po zakończeniu zawodów co wynika z nasilonej hemolizy powysiłkowej czy zagrożeniem wystąpienia anemii.

Teległów A., Marchewka J., **Tota Ł.**, Ptaszek B., Pilch W., Pałka T., Mucha D., Kubica J., Aleksander-Szymanowicz P., Marchewka A. 2020. Changes in the morphological, rheological, and biochemical blood indicators in triathletes. *Folia Biologica*. 68:107–120.

Celem pracy była ocena, zmian wskaźników morfologicznych, reologicznych oraz biochemicznych u triathlonistów po ukończeniu DiablakBeskid Extreme Triathlon 2016. Badaniem objęto 10 triathlonistów w wieku 30÷45 lat. Krew żylną od uczestników badania pobierano dwukrotnie, przed i po zakończeniu zawodów. Zaobserwowano istotne statystycznie zmiany w grupie badanej w morfologicznych wskaźnikach krwi, w stężeniach elektrolitów, kreatyniny (mmol/l), parametrów białkowych surowicy krwi i wysoko-czułej tetrahydroksyny oraz troponiny o wysokiej czułości (ng/l). Wskaźniki hematologiczne i biochemiczne krwi u osób uprawiających triathlonie dobrze charakteryzują rzeczywisty zakres i kierunek zmian związanych z wysiłkiem oraz pozwalają na rozpoznanie przejściowych efektów adaptacyjnych. pozwalają na rozpoznanie przemijają-

cych efektów adaptacyjnych. Parametry reologiczne polegające na ocenie odkształcalności i agregacji erytrocytów, są przydatne do monitorowania szczególnie niepożądanych krótko- i długoterminowych skutków uprawiania sportów ekstremalnych, takich jak triathlon.

Matejko B., **Tota Ł.**, Mrozinska S., Morawska M., Pałka T., Kiec-Wilk B., Klupa T., Malecki MT. Predictors of the maximal oxygen consumption in adult patients with type 1 diabetes treated with personal insulin pumps. *Journal of Diabetes Investigation* 2021. 12(8): 1377–1385.

Celem pracy była ocena klinicznych i biochemicznych cech, które mogą być związane z wydolnością krążeniowo-oddechową (CF) w jednorodnej grupie dorosłych chorych na cukrzycę typu 1, leczonych osobistą pompą insulinową (ciągły podskórny wlew insuliny). Ocenie poddaliśmy wydolność krążeniowo-oddechową u 62 pacjentów (74,2% z nich stanowili mężczyźni), którzy spełnili kryteria kwalifikacji. W celu określenia maksymalnego zużycia tlenu przeprowadzono test marszowo-biegowy na bieżni ruchomej. Wlew insuliny bazalnej zmniejszono o 50% na godzinę przed wykonaniem testu wysiłkowego. Dodatkowo do pomiaru percepcji stresu zastosowano kwestionariusz Perceived Stress Scale-10. W trakcie badania ani po jego zakończeniu nie wystąpił żaden epizod ciężkiej hipoglikemii. Niezależnymi predyktorami maksymalnego zużycia tlenu były: płeć, zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie, stężenie mleczanów w 20 minucie. Co ciekawe, ani krótkoterminowe (ciągłe monitorowanie stężenia glukozy), ani długoterminowe (hemoglobina glikozylowana) parametry kontroli metabolicznej nie były predyktorami CF. W wybranej przez nas jednorodnej grupie pacjentów z cukrzycą typu 1 leczonych osobistymi pompami insulinowymi, wyższy CF wiązał się z niższym odsetkiem tkanki tłuszczowej, płcią męską, wyższym poziomem mleczanów po teście CF oraz wynikiem w skali Perceived Stress Scale-10. Zaproponowany w naszej kohorcie protokół okazał się bezpieczny pod względem kontroli glikemii.

Tota Ł., Morawska-Tota M., Pałka T. Changes in anaerobic capacity and blood morphological and biochemical indicators after hypoxic training in an international master class female hurdling athlete. *Journal of Physical Education and Sport*. 2022, 22: 187–195.

W periodyzacji obciążeń treningowych sportowców wciąż poszukuje się skutecznych bodźców mających na celu wywołać poprawę poziomu wydolności fizycznej. Zastosowanie hipoksji wydaje się być wciąż popularne, ale wyniki przeprowadzonych badań nie są jednoznaczne. Celem pracy była ocena wpływu 21 dniowego treningu

hipoksycznego, na poziom wydolności anaerobowej oraz wybrane wskaźniki morfologiczne i biochemiczne krwi, u zawodniczki klasy mistrzowskiej międzynarodowej trenującej 60 i 100 m p.pł. Badaniu poddano zawodniczkę w wieku 21,5 lat, halową rekordzistkę świata juniorów w biegu 60 m przez płotki (Toruń 2017). Przeprowadzono analizę wskaźników somatycznych, fizjologicznych, a także morfologicznych i biochemicznych krwi. Poziom wydolności anaerobowej oceniono testem Wingate, a poziom wydolności aerobowej testem stopniowanym. Zawodniczka w okresie przygotowawczym trenowała na wysokości około 223 m n.p.m. i dodatkowo przebywała przez okres 3 tygodni w namiocie tlenowym symulującym warunki wysokościowe. Średni czas przebywania w namiocie w okresie trwania badań wyniósł $12,1 \pm 0,3$ h. Test stopniowany wykonano w początkowym okresie obserwacji. Natomiast test Wingate, który poprzedzony był pobraniem krwi do oceny wskaźników morfologicznych i biochemicznych krwi, wykonano 2-krotnie: przed włączeniem hipoksji do planu treningowego oraz 2 tygodnie po jej zakończeniu. Badana zawodniczka w momencie rozpoczęcia badań miała 180,0 cm wysokości i 64,0 kg masy ciała, a beztłuszczowa masa ciała była na poziomie 55,3 kg. Maksymalny pobór tlenu wyniósł $2,79 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, ($43,6 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$). Po 14 dniach od zakończenia stosowania namiotu hipoksycznego stężenie krwinek czerwonych kształtowało się na poziomie $4,96 \text{ mln}\cdot\mu\text{l}$, hemoglobiny $14,9 \text{ g}\cdot\text{dl}$, a retikulocytów $18,7\%$. Zaobserwowano wzrost mocy średniej w wartościach relatywnych do masy ciała o $9,8\%$, a mocy maksymalnej o $7,01\%$ oraz maksymalnego poziomu mleczanu do wartości $16,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Zastosowanie 3-tygodniowego modelu treningu live high and train low wpłynęło na poprawę wydolności anaerobowej jak również wskaźników morfologicznych i biochemicznych krwi.

Wiecha Sz., Price S., Cieśliński I., Kasiak P.S., **Tota Ł.**, Ambroży T., Śliż D. Transferability of Cardiopulmonary Parameters between Treadmill and Cycle Ergometer Testing in Male Triathletes–Prediction Formulae. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(19):1830.

Celem tego badania było stworzenie modeli matematycznych wykorzystujących wyniki testu wysiłkowego (CPET) przeprowadzanego na bieżni ruchomej (TE) do przewidywania wyników dla testów przeprowadzanych na ergometrze rowerowym (CE). Test wysiłkowy na bieżni ruchomej lub ergometrze rowerowym jest powszechnie stosowaną metodą w diagnostyce sportowej do oceny poziomu wydolności aerobowej sportowców, a uzyskane wyniki wykorzystywane są w periodyzacji procesu szkoleniowego. W triath-

lonie, złotym standardem jest wykonywanie zarówno CE jak i TE CPET. Łącznie 152 triathlonistów płci męskiej (wiek = $38,20 \pm 9,53$ roku; BMI = $23,97 \pm 2,10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) poddano CPET w TE i CE, poprzedzonym analizą składu ciała (BC). Mierzono prędkość, moc, częstość akcji serca (HR), pobór tlenu (VO_2), wskaźnik wymiany oddechowej (RER), wentylację (VE), częstość oddechów (fR), stężenie mleczanów we krwi (LA) (na progu beztlenowym (AT)), punkt kompensacji oddechowej (RCP). Na podstawie doboru zmiennych R2 i RF utworzono równania MLR w postaci pełnej, uproszczonej i najbardziej uproszczonej dla VO_2AT , HRAT, VO_2RCP , HRRCP, VO_2max i HRmax dla CE ($R^2 = 0,4 \div 0,78$) i TE ($R^2 = 0,59 \div 0,80$). Wprowadzając do RF tylko HR i moc/prędkość, stworzono modele MLR dla praktycznych obliczeń HR w TE i CE (oba $R^2 = 0,41 \div 0,75$). BC miała istotny wpływ na większość parametrów CPET. Wskaźniki CPET mogą być dokładnie przewidywane pomiędzy testami CE i TE. Wskaźniki maksymalne są bardziej przewidywalne niż submaksymalne. Stworzone równania, w połączeniu z analizą BC mogą być stosowane jako metoda z wyboru w kompleksowej diagnostyce sportowej.

Teległów A., Marchewka J., **Tota, Ł.**, Mucha D., Ptaszek B., Makuch R., Mucha D. Changes in blood rheological properties and biochemical markers after participation in the XTERRA Poland triathlon competition. *Scientific Reports*. 2022; 12: 3349.

Triathlon jest dyscypliną o charakterze wytrzymałościowym. Długotrwały i intensywny wysiłek fizyczny powoduje zmiany właściwości reologicznych krwi i markerów biochemicznych. Aby zrozumieć zjawiska zachodzące w organizmie podczas tak ekstremalnych wysiłków, postanowiliśmy opisać zmiany biomarkerów u zawodników po zawodach triathlonowych XTERRA Poland 2017. W badaniu wzięło udział 10 triathlonistów. Próbkę krwi pobierano 2 dni przed zawodami, bezpośrednio po nich oraz 16 h po ich zakończeniu. Bezpośrednio po wyścigu liczba białych krwinek, płytek krwi i stężenie kwasu moczowego były istotnie ($p < 0,001$) zwiększone; hematokryt, Na^+ , Cl^- i IgA były istotnie obniżone. Następnego dnia poziom Na^+ , Cl^- i białka C-reaktywnego był istotnie ($p < 0,001$) podwyższony; liczba białych krwinek, liczba czerwonych krwinek, hemoglobina, hematokryt, średnia objętość ciała, płytki krwi, IgG i IgA były istotnie obniżone. Ocena wskaźników reologicznych, takich jak odkształcalność i agregacja erytrocytów, jest przydatna w monitorowaniu niekorzystnych skutków intensywnego i wyczerpującego wysiłku fizycznego. Badanie ilustruje zmiany właściwości reologicznych krwi i markerów biochemicznych po intensywnym wysiłku fizycznym.

5.3. Prace dotyczące innej problematyki niż stanowiąca podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego (załącznik 8)

W obszarze moich zainteresowań naukowych znajduje się również ocena reakcji organizmu na wysoką temperaturę (kąpiele w saunie). Dużą część swojego czasu poświęciłem regeneracji powysiłkowej organizmu. Badania naukowe jakie prowadziłem dotyczyły także oddziaływania wibroterapii na organizm człowieka.

Pilch W., Lech G., Pałka T., Błach W., **Tota, Ł.**, Cisoń T. The knowledge about using Finnish sauna in post-event recovery among judokas. *Journal of combat sports and martial arts*. 2014; 5, 43–47.

Kąpiel w saunie jest dobrą metodą na stosunkowo szybkie usunięcie zmęczenia psychicznego i fizycznego, gdyż korzystnie wpływa na cały organizm człowieka. Sauna zalecana jest nie tylko dla relaksu i odpoczynku po pracy fizycznej, ale również po urazach układu mięśniowo-szkieletowego, dlatego często sugerowana jest sportowcom jako jedna z form odnowy biologicznej. Celem pracy była ocena wiedzy i świadomości osób uprawiających judo na temat fizjologicznego działania sauny. W badaniu wzięło udział 40 mężczyzn uprawiających judo oraz 40 mężczyzn nie trenujących. W obu grupach średnia wieku wynosiła 22 ± 4 lata. Do badań wykorzystano kwestionariusz zawierający pytania opracowane na podstawie dostępnej literatury. Pytania dotyczyły fizjologicznego wpływu sauny na wszystkie funkcje organizmu, sposobów korzystania z sauny oraz czasu trwania seansów. Uzyskane wyniki wskazują, że badani sportowcy starają się poszerzać swoją wiedzę na temat kąpiele w saunie jako formy odnowy biologicznej. Ich wiedza na ten temat jest lepsza niż ich nie trenujących rówieśników. Istnieje również konieczność upowszechniania wiedzy i edukacji osób nietrenujących w zakresie korzystania z sauny i poznawania o reakcjach organizmu na bodźce ciepłe i zimne.

Piotrowska A., **Tota Ł.**, Czerwińska-Ledwig O., Bigosińska M., Potok H., Cisoń-Apanasewicz U., Zuziak R., Wrześniewski K., Tyka A., Żmuda-Pałka M., Pałka T., Pilch W. Effect of vibration therapy on fasting glucose, insulin level and HOMA2 score in women with pre-diabetes history. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences* 2018; 28 (81): 11–19.

Wibracje o niskiej częstotliwości oddziałują na całe ciało. Postuluje się, że mogą być one skutecznym narzędziem do poprawy glikemii poprzez aktywację dużej liczby włókien

mięśniowych. Skuteczność terapii zależy od zastosowania bodźca charakteryzującego się odpowiednimi parametrami (częstotliwość, amplituda, czas) oraz właściwą propagacją. Celem pracy była ocena wpływu serii 21 zabiegów z wykorzystaniem drgań oscylacyjno-cykloidalnych na gospodarkę węglowodanową u kobiet powyżej 55 roku życia z wywiadem hiperglikemii na czczo. Badaniem objęto 50 kobiet (wiek: $67,0 \pm 5,9$) losowo przydzielonych do grup. Grupa badana została poddana 21 zabiegom terapii wibracyjnej, grupa kontrolna uczestniczyła w zabiegach z użyciem specjalnie zmodyfikowanych urządzeń placebo. Przed rozpoczęciem terapii oraz w dniach 10 i 21 mierzono stężenie glukozy i insuliny, a następnie obliczano HOMA2IR, HOMA% B i HOMA% S. Po 21 dniach wibracji odnotowano istotny spadek stężenia insuliny w grupie eksperymentalnej (z $21,9 \pm 11,2$ $\mu\text{IU/ml}$ do $12,8 \pm 2,7$ $\mu\text{IU/ml}$). Efekt ten został potwierdzony zmianą wskaźnika HOMA2IR. Zastosowana stymulacja w postaci 21 zabiegów wibracyjnych wydaje się być obiecującą formą terapii w badanej grupie. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę dalszych badań z dodatkiem kontroli żywienia.

Piotrowska A., Bigosińska M., Potok H., Cisoń-Apanasewicz U., Czerwińska-Ledwig O., **Tota Ł.**, Zuziak R., Pałka T., Pilch W. Impact of oscillatory-cycloid vibration interventions on body composition, waist and hip circumference, and blood lipid profile in women aged over 65 years with hypercholesterolaemia. *Przegląd Menopauzalny*, 2018; 17(4): 161–167.

Grupę ochotniczek z hipercholesterolemią (LDL powyżej 3 mmol/l) w wieku powyżej 65 lat randomizowano do 2 podgrup: grupy badanej (uczestniczącej w zabiegach na materacach generujących drgania oscylacyjno-cykloidalne) i grupy kontrolnej (otrzymującej zabiegi na materacach placebo). Wszyscy badani byli poddawani dwóm 30-minutowym interwencjom 5 razy w tygodniu przez okres 21 dni w pozycji leżącej. Przed interwencją oraz po zakończeniu serii sesji oceniano skład ciała oraz obwody talii i bioder. Krew żylną do badań biochemicznych pobierano przed interwencją, dzień po jej zakończeniu oraz tydzień po zakończeniu serii sesji wibracyjnych. Na podstawie wyników profilu lipidowego obliczono wskaźniki aterogenności.

Po 21 dniach zaobserwowano istotne statystycznie obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego i cholesterolu LDL u osób poddanych terapii wibracyjnej oscylacyjno-cykloidalnej. Nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian w stężeniu cholesterolu HDL i triglicerydów. Efektem 21-dniowej interwencji terapeutycznej było również obniżenie AIP w badanej grupie, a także zmniejszenie obwodu bioder. Wibracja oscylacyjno-cyrkulacyjna stosowana regularnie przez dłuższy czas może korzystnie

wpływać na obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego i cholesterolu LDL u osób z hipercholesterolemią, choć nie wpływa na skład ciała u kobiet w wieku 65 lat i więcej.

Pilch W., Czerwińska-Ledwig O., Chitryniowicz-Rostek J., Nastalek M., Kręzałek P., Jędrychowska D., Totko-Borkusewicz N., Uher I., Kaško D., **Tota Ł.**, Tyka, A., Tyka A., Piotrowska A. The Impact of Vibration Therapy Interventions on Skin Condition and Skin Temperature Changes in Young Women with Lipodystrophy: A Pilot Study. *Hindawi. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2019; 29; :8436325.

Cellulit występuje u 85÷98% kobiet w wieku powyżej 20 lat. W tym kontekście wibracje mechaniczne nie były dotychczas stosowane w terapii lipodystrofii gynoidalnej (GL). Celem tego pilotażowego badania była ocena stanu i temperatury skóry objętej cellulitem po zabiegach terapii wibracyjnej u młodych kobiet z GL. W badaniu wzięło udział 10 zdrowych kobiet ($21,5 \pm 1,5$ roku) z GL w 1. lub 2. stopniu zaawansowania w skali Nürnbergera-Müllera. Badane zostały poddane 20 zabiegom wibracyjnym z wykorzystaniem urządzenia do masażu rehabilitacyjnego Vitberg+. Terapię wibracyjną stosowano 5 razy w tygodniu po 60 minut w okresie 4 tygodni. Przed i po pierwszym i ostatnim zabiegu oceniano stopień lipodystrofii oraz wykonywano zdjęcia termograficzne. Analiza wizualna i palpacyjna przeprowadzona przed i po serii zabiegów wykazała całkowitą remisję cellulitu po interwencji wśród 40% badanych (od stadium 1 do stadium 0). U pozostałych 60% z cellulitem w stopniu 2. zaobserwowano poprawę stanu skóry, a stopień zaawansowania cellulitu określono jako stopień 1. Średnia temperatura skóry w bocznej części uda oraz na tylnej powierzchni uda i pośladków wzrosła istotnie ($p < 0,00001$) zarówno po pierwszym (odpowiednio: $4,0^{\circ}\text{C} \pm 0,9^{\circ}\text{C}$, $3,9^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), jak i ostatnim zabiegu wibroterapii (odpowiednio: $3,1^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$, $2,8^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$). Po serii zabiegów zaobserwowano istotny statystycznie ($p = 0,00705$) wzrost średniej temperatury skóry w okolicy bocznej uda – przed pierwszym zabiegiem $27,9^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$; przed dwudziestym zabiegiem $29,0^{\circ}\text{C} \pm 1,2^{\circ}\text{C}$. Seria interwencji wibracyjnych przyczyniła się do zmniejszenia GL wśród uczestników badania. Analiza termograficzna wykazała wpływ zarówno pojedynczych, jak i seryjnych zabiegów wibracyjnych.

Piotrowska A, Pilch W, **Tota Ł**, Maciejczyk M, Mucha D, Bigosińska M, Bujas P, Wiecha S, Sadowska-Krępa E, Pałka T. Local Vibration Reduces Muscle Damage after Prolonged Exercise in Men. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10(22): 5461.

Długotrwałe ćwiczenia mogą prowadzić do uszkodzenia mięśni, a w konsekwencji do ich obolałości, obrzęków i spadku siły. Wykazano, że wibracja całego ciała (whole-body vibration – WBV) poprawia regenerację poprzez obniżenie poziomu hormonów stresu oraz aktywności kinazy kreatynowej (CK) i dehydrogenazy mleczanowej (LDH). Celem pracy było wykazanie wpływu miejscowej terapii wibracyjnej zastosowanej po wysiłku na poziom wybranych markerów uszkodzenia włókien mięśniowych. Badaniami objęto 12 niewytrenowanych mężczyzn w wieku $21,7 \pm 1,05$ lat, z $VO_2\text{peak}$ wynoszącym $46,12 \pm 3,67 \text{ mL}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Przeprowadzono test stopniowany w celu określenia $VO_2\text{peak}$ i indywidualnych obciążeń wysiłkowych dla długotrwałego wysiłku. Badani mieli za zadanie wykonać 180 min wysiłku fizycznego o intensywności $50 \pm 2\%$ $VO_2\text{peak}$. Po zakończeniu wysiłku poddawano ich 60-minutowej terapii wibracyjnej lub placebo z wykorzystaniem materaca. Próbkę krwi pobierano przed, bezpośrednio po zabiegu regeneracyjnym oraz 24 h po zakończeniu testu wysiłkowego. Oznaczano poziom mioglobiny (Mb) oraz aktywność CK i LDH. Bezpośrednio po godzinnej procedurze regeneracyjnej (wibracja lub placebo) średnie stężenia oznaczanych wskaźników różniły się istotnie od wartości wyjściowych. W grupie wibracyjnej obserwowano istotnie niższe wartości Mb ($p=0,005$), CK ($p=0,030$) i LDH ($p=0,005$). Różnice występowały również po 24 h od zakończenia testu wysiłkowego. Wyniki grupy poddanej wibracji w porównaniu z grupą kontrolną różniły się w zakresie Mb ($p=0,002$), CK ($p=0,029$) i LDH ($p=0,014$). Po długotrwałym wysiłku fizycznym wibracja miejscowa poprawiała regenerację powysiłkową przejawiającą się niższą aktywnością CK i LDH oraz niższym stężeniem Mb w porównaniu z grupą kontrolną.

Ważnym elementem mojego rozwoju naukowego była realizacja projektu badawczego, który rozpoczął się w 2015 – Projektowanie innowacyjnych przetworów z karpia typu „snack food” o charakterze prozdrowotnym przeznaczonych dla sportowców (0003/L-7/2015, NCBiR LIDER). Byłem w tym projekcie członkiem zespołu, a prace dotyczące fizjologicznych i biochemicznych aspektów jakie zaobserwowaliśmy po suplementacji prozdrowotnych przekąsek są na etapie recenzji w czasopiśmie naukowych. Jedną z publikacji w której jestem współautorem ukazała się w 2021 roku.

Tkaczewska J, Kulawik P, Morawska-Tota M, Zając M, Guzik P, **Tota Ł**, Pająk P, Duliński R, Florkiewicz A, Migdał W. Protocol for Designing New Functional Food with the Addition of Food Industry By-Products, Using Design Thinking Techniques—A Case Study of a Snack with Antioxidant Properties for Physically Active People. *Foods*. 2021; 10(4): 694.

Celem pracy było opracowanie łatwego do zastosowania protokołu projektowania nowych produktów funkcjonalnych z dodatkiem produktów ubocznych przemysłu spożywczego z wykorzystaniem technik design thinking. W rezultacie opracowano i zaprezentowano 12-stopniowy protokół. Protokół składa się z kroków od początkowego utworzenia zespołu projektowego, poprzez wszystkie etapy produkcji i prototypowania, aż do ustalenia ostatecznych warunków przechowywania i stworzenia końcowej dokumentacji. Protokół został zwalidowany i wyjaśniony na podstawie studium przypadku, w którym hydrolizat produktu ubocznego przemysłu rybnego o właściwościach bioaktywnych został wykorzystany do opracowania nowego funkcjonalnego produktu spożywczego dla osób aktywnych fizycznie: batona daktylowego z hydrolizatem żelatyny z mięsa karpia i skóry karpia. W wyniku realizacji 12 kroków przedstawionych w protokole otrzymano produkt spożywczy o wysokiej wartości odżywczej i mocy antyoksydacyjnej, który zachowuje stabilność podczas przechowywania w obniżonej temperaturze. Ponadto, produkt charakteryzuje się dobrymi walorami sensorycznymi i może być łatwo wdrożony do produkcji na pełną skalę. Nowo opracowany protokół jest łatwą do zastosowania metodą, która może być wykorzystana w prawie każdym sektorze przemysłu spożywczego do opracowania funkcjonalnych produktów żywnościowych z dodatkiem produktów ubocznych.

Matejko B., Morawska-Tota M., **Tota Ł.**, Flakus M., Cyranka K., Kieć-Wilk B., Lushchik M., Małecki M.T., Klupa T. Association of short- and long-term metabolic control parameters with personality traits in adult type 1 diabetes treated with personal insulin pumps. *Psychiatria Polska*. 2022; 267; 1–12.

Celem badań była ocena związku między cechami osobowości a wynikami metabolicznymi u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 (T1DM). Celem tego obserwacyjnego, jednorazowego badania było sprawdzenie, czy określone cechy osobowości były związane ze stopniem wyrównania metabolicznego/czasem trwania cukrzycy u dorosłych pacjentów z T1DM. Zebrano dane od 56 dorosłych (40 mężczyzn) z T1DM leczonych w ośrodku opieki zdrowotnej o wyższym poziomie referencyjności. Cechy osobowości „Wielkiej Piątki” oceniano za pomocą kwestionariusza Inwentarza NEO-Five Factor Inventory.

Szereg zmiennych uzyskano z pomp insulinowych, glukometrów i systemu ślepego ciągłego monitorowania glikemii. Wszystkie cechy osobowości z wyjątkiem neurotyczności (niski poziom cechy) wykazywały przeciętne nasilenie. Ugodowość była związana z większością zmiennych pochodzących z danych CGMS. Większa świadomość ność wiązała się z dłuższym czasem trwania cukrzycy. Wyższy poziom neurotyczności był skorelowany z większą zmiennością glikemii (GV), podczas gdy wysoka Ekstrawersja wiązała się z mniejszą GV. Niższa Otwartość wiązała się z dłuższym czasem trwania klinicznie istotnej hipoglikemii. Wnioski. Nasze badania sugerują, że cechy osobowości manifestują się w indywidualnym podejściu do radzenia sobie z cukrzycą i regulacji emocji, co przekłada się również na postawę wobec leczenia. Z drugiej strony, ogólne wyniki cech osobowości pacjentów z T1DM były zgodne z normami zdrowych niepsychiatrycznymi normami, co obala mity i stereotypy sugerujące, że choroba przewlekła jest zwykle związana z psychopatologią.

5.4. Wystąpienie podczas krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych (załącznik 9)

Wyniki prowadzonych przeze mnie badań były prezentowane w czasie konferencji krajowych oraz międzynarodowych:

2013 – II Krajowa Konferencja Naukowa. Żywność – Aktywność Fizyczna – Promocja Zdrowia w Zapobieganiu Chorobom Cywilizacyjnym.

Pilch W., **Tota Ł.**, Szarek M., Gryka D., Wiecha Sz. Zmiany wybranych wskaźników fizjologicznych oraz stresu cieplnego pod wpływem kąpieli w saunie suchej i mokrej u młodych kobiet.

Szarek M., Gryka D., Pilch W., **Tota Ł.** Wpływ zabiegów w saunie fińskiej na obraz białokrwinkowy we krwi młodych aktywnych fizycznie mężczyzn.

Tota Ł., Pilch W., Szarek M., Gryka D. Wpływ treningu hipoksycznego na wydolność aerobową zawodniczki trenującej biegi narciarskie.

2015 – Conference on Public Health. Health for public, public for health. Lublin.

Pilch W., **Tota Ł.**, Piotrowska A., Zuziak R. Changes of oxidative status markers, interleukins levels and somatic parameters after 12-week program of healthy training of middle-aged women.

- 2016** – Kongres Naukowy Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej. Nowoczesne Technologie w Medycynie Sportowej. Zdrowie Sportowca i Aktywność Fizyczna Społeczeństwa Największą Wartością. Łódź.
- Tota Ł.**, Zuziak R., Piotrowska A., Pilch W., Wyrostek J. Ocena wydolności aerobowej zawodników trenujących mieszane sztuki walki.
- Tota Ł.**, Wyrostek J., Pilch W., Piotrowska A., Zuziak R. Ocena wydolności anaerobowej zawodników trenujących mieszane sztuki walki.
- Tota Ł.**, Piotrowska A., Pilch W., Szyguła Z., Zuziak R., Wyrostek J. Wpływ 12-tygodniowego treningu nordic walking na skład ciała, poziom adipokin i kalcydiolu oraz wskaźników metabolizmu lipidów i węglowodanów u zdrowych kobiet w średnim wieku.
- 2017** – II International Scientific Conference. Motor Abilites in Sports. Kraków.
- Zuziak R., **Tota Ł.**, Pilch W., Piotrowska A., Pałka T., Pławewski Ł. The effect of original training programme on changes in body structure, peak power of the upper limbs and aerobic capacity in a K-1 World Champion.
- Wyrostek J., Pilch W., **Tota Ł.**, Pałka T., Piotrowska A., Zuziak R. Physical effort at elevated ambient temperature among athletes and non-athletes.
- Pałka T., Tyka A., Pilch W., Wiecha Sz., **Tota Ł.**, Mucha D., Tyka A., Ambroży T., Spieszny M., Bujas P., Stabrawa R. The influence of physical in 21°C and 31°C on thermal stress indices in men.
- 2017** – Ogólnopolska Konferencja Studenckich Kół Naukowych „Zagadnienia kultury fizycznej i zdrowia w badaniach młodych naukowców. Warszawa. Pracę prezentowali członkowie Koła Naukowego przy Zakładzie Fizjologii i Biochemii.
- Zuziak R., Wyrostek R., Dudek G. Ocena sposobu żywienia i stanu odżywiania studentów i studentek kierunków z dziedziny nauk o zdrowiu.
- Wyrostek J., Zuziak R., Piotrowska A., Foremniak P. Nawyki żywieniowe młodzieży trenującej i nietrenującej w aspekcie podejmowanego wysiłku fizycznego.

- 2017** – Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa z okazji 15-lecia Wydziału Rehabilitacji Ruchowej AWF w Krakowie. „Nowe Wyzwania w Fizjoterapii, Terapii Zajęciowej i Kosmetologii”
Zuziak R., **Tota Ł.**, Wyrostek J., Totko-Borkusiewicz N., Czech N., Piotrowska A., Pilch W. Wpływ zabiegów w saunie fińskiej oraz IR na zmiany masy ciała oraz wybranych wskaźników fizjologicznych u młodych mężczyzn.
Piotrowska A., Mętel S., Adamiak S., Gattner H., **Tota Ł.**, Pilch W., Zuziak R. Trening wibracyjny całego ciała w leczeniu i profilaktyce otyłości.
- 2019** – International Diabetes Federation Congress. Korea.
Matejko B., Flakus M., Mrozińska S., **Tota Ł.**, Morawska M., Kieć-Wilk B., Malecki M., Klupa T. Association of personality traits with glucose parameters in type 1 diabetes adults treated with personal insulin pumps.
- 2019** – 55th Annual Meeting European Association for the Study of Diabetes (EASD). Barcelona.
Klupa T., Matejko B., Flakus M., Mrozińska S., **Tota Ł.**, Morawska., Kieć-Wilk B., Malecki M. Association of personality traits with continuous glucose measurement parameters in type 1 diabetes adults treated with personal insulin pomps.
- 2019** – Diagnostics in Sports. Presov.
Tota Ł., Pałka T., Maciejczyk M., Morawska M., Bawelski M., Bujas P., Mucha D., Pilch W., Pławecki Ł. Spieszny M. Physical fitness of elite kickboxer
- 2021** – International Conference on Sports and Exercise Nutrition. Paris.
Morawska – Tota M., **Tota Ł.**, Tkaczewska J., Bagińska M. The effects of 5-week snack supplementation with the addition of hydrolysate from carp (*Carpinus Carpio*) skin gelation on the level of TOS/TAS among a group of athletes.
- 2021** – IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa – Wymiary Chorób Cywilizacyjnych i Społecznych XXI wieku. Lublin.
Bagińska M., **Tota Ł.**, Morawska-Tota M., Matejko B., Kluba B. Uszkodzenia komórek mięśniowych i jelit po wysiłku o przewodze skurczów ekscentrycznych u mężczyzn zdrowych i z rozpozną cukrzycą typu 1 leczonych za pomocą osobistej pompy insulinowej.

- 2021** – 14th Annual European Rheology Conference. Hiszpania.
Teległów A., Marchewka J., **Tota Ł.**, Ptaszek B., Bilski J., Maciejczyk M., Mucha D., Pałka T., Wloch T., Marchewka A. Changes of blood rheological properties and biochemical markers after participation in XTERRA Poland triathlon competition.
- 2021** – 67th International Congress of Meat Science and Technology. Kraków.
Morawska-Tota M., **Tota Ł.**, Tkaczewska J. the level selected indices of oxidative stress after 5-week supplementation with an innovative pro-health snack among a group of athletes.

5.5. Podsumowanie analizy bibliometrycznej (załącznik 10)

Szczegółową analizę bibliometryczną dotyczącą prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk o kulturze fizycznej umieszczono w załączniku 10.

Liczba cytowań w bazie Web of Science Core Collection.

Liczba cytowań w bazie Web of Science (bez autocytowań): 93.

Indeks Hirscha – na podstawie bazy Web of Science (bez autocytowań): 5.

Liczba cytowań w bazie Web of Science (łącznie z autocytowaniami): 116.

Indeks Hirscha – na podstawie bazy Web of Science (łącznie z autocytowaniami): 6.

Sumaryczny Impact Factor (IF) dla prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 56,250, w ocenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) prace uzyskały 1905 punkty.

5.6. Udział w projektach badawczych

- 2013** – Rola podejmowanej aktywności fizycznej w formie Nordic Walking w profilaktyce chorób metabolicznych dotyczących gospodarki węglowodanowej i tłuszczowej organizmu kobiet w średnim wieku. Kierownik, Młodzi naukowcy AWF, 39/MM/INB/2013.
- 2014** – Ocena profilu fizjologicznego i biomechanicznego zawodników trenujących mieszane sztuki walki. Kierownik. Młodzi Naukowcy AWF. NN/602-147/14

- 2015** – Zmiany stężenia 25(OH)D₃ na poziom wskaźników uszkodzenia mięśni po wysiłku ekscentrycznym u młodych mężczyzn. Członek zespołu. Młodzi naukowcy AWF, 74/MN/INB/2015.
- 2015** – Wpływ podejmowanej aktywności fizycznej w formie zajęć fitness na wybrane wskaźniki metaboliczne u kobiet po pięćdziesiątym roku życia. Młodzi Naukowcy AWF, 73/MN/INB/2015.
- 2015** – Projektowanie innowacyjnych przetworów z karpia typu „snack food” o charakterze prozdrowotnym przeznaczonych dla sportowców. Członek zespołu, 0003/L-7/2015, NCBiR LIDER.
- 2015** – Wpływ różnych strategii nawadniania organizmu na kształtowanie się markerów uszkodzenia mięśnia i stres oksydacyjny po długotrwałym wysiłku fizycznych w podwyższonej temperaturze otoczenia. Członek zespołu. Młodzi naukowcy AWF, 81/MN/INB/2015.
- 2015** – Wieloaspektowa diagnostyka zawodników ukierunkowana na optymalizację procesu treningowego w wybranych dyscyplinach sportów akademickich (ze szczególnym uwzględnieniem lekkoatletycznych konkurencji wytrzymałościowych). Wykonawca. Grant w ramach programu ministra Rozwój sportu akademickiego. RSA204952.
- 2017** – Wydolność tlenowa a parametry wyrównania glikemii i skład ciała u dorosłych pacjentów z cukrzycą typu 1 leczonych za pomocą osobistej pompy insulinowej. Wykonawca. Grant Naukowy Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego.
- 2019** – Poziom markerów uszkodzenia mięśni i jelit oraz stresu oksydacyjnego po wysiłku ekscentrycznym u dorosłych pacjentów z cukrzycą typu I leczonych osobistą pompą insulinową. Kierownik, RID, 6/PB/RID.2019.
- 2020** – Zmiany poziomu wydolności beztlenowej oraz wskaźników morfologicznych i biochemicznych krwi po zastosowaniu treningu hipoksycznego u zawodniczki klasy mistrzowskiej międzynarodowej trenującej biegi przez płotki. Kierownik. Badania statutowe AWF, 239/BS/INB/2020.
- 2020** – Poziom stresu oksydacyjnego po wysiłku maksymalnym u dorosłych pacjentów z cukrzycą typu 1 leczonych za pomocą osobistej pompy insulinowej. Kierownik. Badania statutowe AWF.
- 2021** – Zmiany stężenia wybranych neurotrofin pod wpływem wysiłków o różnej intensywności u osób chorych na cukrzycę typu 1 leczonych za pomocą osobistej pompy insulinowej. Kierownik, Badania statutowe, 260/BS/INB/2021

- 2021** – Zmiany markerów obrotu kostnego pod wpływem wysiłku o maksymalnej intensywności. Kierownik, Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje SKN/SP/498248/2021, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
- 2022** – Wpływ treningu fizycznego w warunkach hipoksji na poziom wybranych wskaźników genetycznych i biochemicznych u otyłych kobiet w średnim wieku. Członek zespołu, RID, 45/PB/RID/2022.

5.7. Odbyte staże naukowe (załącznik 11)

- 2018** – Erasmus+ na Uniwersytecie w Preszowie, Słowacja, Wydział: Sport.
- 2019** – staż naukowy w Akademii Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach.
- 2019** – Erasmus+ na Uniwersytecie w Preszowie, Słowacja, Wydział: Sport.
- 2020** – Erasmus+ na Uniwersytecie w Preszowie, Słowacja, Wydział: Zdrowie.
- 2021** – Erasmus+ na Uniwersytecie w Preszowie, Słowacja, Wydział: Zdrowie.

5.8. Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych (załącznik 12)

- BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation
- Journal of Clinical Exercise Physiology
- Journal of Trainology
- Journal of Men's Health
- Folia Medica Cracoviensia

5.9. Udział w komitetach naukowych i redakcjach czasopism (załącznik 13)

- Konsultant naukowy czasopisma popularno-naukowego „Nordic Style”. (2013).
- Członek Komisji Medycznej przy Polskim Związku Narciarskim. (2021–2022).

5.10. Wyróżnienia i nagrody naukowe (załącznik 14)

- 2009** – Małopolskie Stypendium Doktoranckie finansowane ze Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego 2004–2006, za podjęcie pracy naukowo-badawczej wpisującej się w strategiczne obszary rozwoju określone w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2008–2013.
- 2010** – stypendium dla szczególnie uzdolnionych studentów oraz uczestników studiów doktoranckich krakowskich uczelni wyższych, których działalność naukowa i artystyczna może przyczynić się do rozwoju Krakowa lub wnieść znaczny wkład w rozwój nauki.
- 2010** – stypendium doktoranckie przyznane przez Rektora AWF Kraków.

6. Osiągnięcia dydaktyczne oraz popularyzacja nauki (załącznik 15)

Prowadzę zajęcia dydaktyczne z przedmiotów:

- Fizjologia sportu, wykłady i ćwiczenia na kierunku Sport.
- Fizjologia wysiłku fizycznego, wykłady na kierunku Zarządzanie Rekreacją i Rozrywką.
- Fizjologiczne podstawy treningu personalnego, ćwiczenia na kierunku Wychowanie Fizyczne.
- Nowoczesne formy wspomagania treningu sportowego, ćwiczenia na kierunku Wychowanie Fizyczne.
- Nowoczesne technologie monitorowania treningu sportowego, ćwiczenia na kierunku Kultura Fizyczna w Służbach Mundurowych.
- Fizjologia, ćwiczenia na kierunku Turystyka i Rekreacja.

Opracowałem następujące karty przedmiotów:

- Fizjologiczne podstawy treningu personalnego, ćwiczenia na kierunku Wychowanie Fizyczne, studia stacjonarne I stopnia.
- Nowoczesne formy wspomagania treningu sportowego, ćwiczenia na kierunku Wychowanie Fizyczne, studia stacjonarne II stopnia.
- Nowoczesne technologie monitorowania treningu sportowego, ćwiczenia na kierunku Kultura Fizyczna w Służbach Mundurowych, studia II stopnia, stacjonarne i niestacjonarne.

Promotor pomocniczy prac doktorskich:

- Wpływ różnych strategii nawadniania organizmu na kształtowanie się markerów uszkodzenia mięśni i stres oksydacyjny po długotrwałym wysiłku fizycznym w podwyższonej temperaturze otoczenia (2015r). mgr Piotr Koteja, promotor: dr hab. Tomasz Pałka, prof. AWF.
- Zmiany stężenia 25(OH) a poziom wskaźników uszkodzenia mięśni po wysiłku ekscentrycznym u młodych mężczyzn (2015r). mgr Bartłomiej Kita, promotor: dr hab. Wanda Pilch, prof. AWF.

- Wpływ treningu plyometrycznego na ekonomię biegu triathlonistów po intensywnej jeździe na rowerze (2021 r). mgr Małgorzata Lipowska, promotor: prof. dr hab. Andrzej Klimek.

Od 2013 roku wypromowałem na Akademii Wychowania Fizycznego 51 magistrantów i 40 licencjatów oraz wykonałem 114 recenzji.

W działalności dydaktyczno-organizacyjnej uczelni pełnię/pełniłem następujące funkcje:

od 2021 – członek Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej.

od 2020 – Prodziekan na Wydziale Wychowania Fizycznego i Sportu.

od 2020 – członek Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia.

od 2020 – członek Rady Wydziału.

2019 – Przewodniczący Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej ds. egzaminów wstępnych na studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunki: Wychowanie Fizyczne, Kultura Fizyczna Osób Starszych, Sport, Wychowanie Fizyczne w Służbach Mundurowych.

2018 – Przewodniczący Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej ds. egzaminów wstępnych na studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunki: Wychowanie Fizyczne, Kultura Fizyczna Osób Starszych, Sport, Wychowanie Fizyczne w Służbach Mundurowych.

2017 – Przewodniczący Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej ds. egzaminów wstępnych na studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunki: Wychowanie Fizyczne, Kultura Fizyczna Osób Starszych, Sport, Wychowanie Fizyczne w Służbach Mundurowych.

od 2017 – opiekun Koła Naukowego przy Zakładzie Fizjologii i Biochemii.

2022 – opieka naukowa nad pracownikami Instytutu Nauk o Kulturze Fizycznej z Uniwersytetu Rzeszowskiego odbywającymi staż naukowy w Pracowni Fizjologicznych Podstaw Adaptacji Człowieka.

Wykłady na zamówienie:

2013–2015 – Seminaria szkoleniowe dotyczące fizjologicznych i biochemicznych aspektów treningu sportowego w MMA dla Szkoły Walki Drwala.

2017 – Konferencja Only Futbol dla trenerów piłki nożnej, Kompleksowy Rozwój Dzieci i Młodzieży. Wykład nt. „Fizjologiczne aspekty rozwoju dzieci i młodzieży”. Nowy Sącz.

- 2017** – IV Forum dla Biegaczy. Wykład nt. „Fizjologia biegania”. Wieliczka.
- 2017** – Konferencja metodyczno-szkoleniowa organizowana przez Małopolski Związek Lekkiej Atletyki. Wykład nt. „Fizjologia sportu oraz działalność Polskiej Agencji Antydopingowej”. Osieczany.
- 2017** – Konferencja sportowa. Wykład nt. „Fizjologiczne podłoże wysiłku fizycznego”. Rymanów.
- 2020** – Kursokonferencja metodyczno-szkoleniowa dla Polskiego Związku Koszykówki. Wykład nt. „Doping w sporcie”.
- 2021** – Kursokonferencja metodyczno-szkoleniowa Polskiego Związku Łyżwiarstwa Szybkiego. Wykład online nt. „Ocena poziomu wydolności fizycznej”.

Aktywność w zakresie popularyzacji nauki:

- Festiwal Nauki w Krakowie, przygotowanie i prezentacja, (2004)
- Dzień Otwarty AWF, przygotowanie i prezentacja wydziału, (2007)
- Festiwal Nauki w Krakowie, przygotowanie i prezentacja, (2010)
- Dzień Otwarty AWF, przygotowanie i prezentacja wydziału, (2012)
- Akcja Antynikotynowa w wychowankami Zespołu Placówek Opiekuńczo Wychowawczych nr 1 w Krakowie, (2012).
- Realizacja działań profilaktycznych i promocji zdrowia z wychowankami Młodzieżowego Ośrodka Socjoterapii nr 2 i Młodzieżowego Ośrodka Wychowawczego dla Chłopców w Krakowie, (2012 i 2013).
- XVII Festiwal Nauki i Sztuki w Krakowie, przygotowanie i realizacja prezentacji (2018).

6.1. Artykuły o charakterze popularno-naukowym (załącznik 16)

Artykuły o charakterze popularno-naukowym, opinie i wywiady na temat fizjologicznych aspektów treningu sportowego ukazują się w Gazecie Wyborczej, Runner’s World, Perfect Body oraz w formie elektronicznej na portalach Triathlon.sport.pl, Junior.sport.pl, Polskabiega.pl, Polskanarowery.pl, Fitness.sport.pl.

Tota Ł. Fizjologiczne następstwa beczynności ruchowej. Perfect Body, 2011, 10: 99–10.

Tota Ł. Zmęczenie w sporcie. Perfect Body. 2011, 11: 43–45.

Tota Ł. Superkompensacja w treningu siłowym i kulturystycznym. Perfect Body. 2012, 15: 38–40.

- Tota Ł. Wydolność aerobowa – tlenowa w treningu sportowym. *Perfect Body*, 2012, 14: 56–59.
- Tota Ł. Wydolność beztlenowa – anaerobowa w treningu sportowym. *Perfect Body*. 2012, 13: 49–51.
- Tota Ł. Trening hipoksyczny w MMA. *Perfect Body*. 2012, 16: 42–44.
- Tota Ł. Fizjologiczne aspekty treningu wytrzymałości. *Perfect Body*. 2012, 18: 35–37.
- Tota Ł. Fizjologiczne aspekty treningu szybkości. *Perfect Body*. 2012, 17: 40–42.
- Tota Ł. Reakcja organizmu na wysiłek w gorącym i wilgotnym otoczeniu. *Perfect Body*. 2013, 21: 52–54.
- Tota Ł. Biochemiczna diagnostyka efektów obciążeń treningowych. *Perfect Body*. 2013, 24: 39–41.
- Tota Ł. Fizjologiczne aspekty treningu siły i mocy. *Perfect Body*. 2013, 20: 47–49.
- Tota Ł. Zaburzenia rytmów dobowych w sporcie – jet-lag syndrom. *Perfect Body*. 2013, 22: 42–44.
- Tota Ł. Sauna infrared w odnowie biologicznej sportowca. *Perfect Body*. 2013, 23: 44–46.
- Tota Ł. Fizjologiczne aspekty wytrzymałości beztlenowej – anaerobowej. *Perfect Body*. 2013, 19: 46–48.
- Tota Ł. Wydolność fizyczna osób w starszym wieku. *Nordic Style*. 2013, 4: 26–30.
- Tota Ł. Pozytywne aspekty regularnej aktywności fizycznej. *Nordic Style*. 2013, 1: 14–15.
- Tota Ł. Fizjologiczne podłoże zmęczenia. *Nordic Style*. 2013, 2: 6–9.
- Tota Ł. Sauna fińska: element treningu i odnowy biologicznej sportowca. *Nordic Style*. 2013, 3: 8–12.
- Tota Ł., Szybciej, wyżej i mądrzej. *Junior Sport*. 2013.
- Tota Ł. Ekspert radzi. *Runners World*. 2014, 10: 72.
- Tota Ł. Misja: szybka regeneracja. *Runners World*. 2014, 8: 61.
- Tota Ł. Hiponatremia. Czy można zatruć się wodą? *Perfect Body*. 2014, 26: 40–42.
- Tota Ł. Wydolność aerobowa w treningu siłowym i kulturystycznym. *Perfect Body*. 2014, 25: 39–41.
- Tota Ł. Idealny biegacz. *Runners World*. 2015, 3: 70–73.
- Tota Ł. Jak nowo narodzony. *Runners World*. 2016, 4: 46.
- Tota Ł. Na chłodno. *Runners World*. 2016, 7: 80.
- Tota Ł. Mniej lekarstw, więcej ruchu. *Angora*. 2017, 10: 64.
- Berezowski O., Pałka T., Tota Ł. Lepsze bieganie przez wibrowanie. *Bieganie*. 2018, 8: 65–67.

- Tota Ł. Nie ma złej pory na trening. *Runners World*. 2018, 47: 60.
- Tota Ł., Pawlaczek M. Valerjan Romanovski. *Wibroterapia*. 2 (2018/2019): 3–5.
- Tota Ł., Pawlaczek M. Rozsądne. *Szosa : magazyn pasjonatów kolarstwa*. 2019, 1: 73–74.
- Tota Ł. Fizjologiczna adaptacja organizmu do niskich temperatur. *Morsowanie: jak świadomie obcować z zimnem*. Wydawnictwo Pascal, 2021: 07–127.

6.2 Komercjalizacja nauki

Od początku pracy na Akademii Wychowania Fizycznego brałem czynny udział w prowadzonych badaniach komercyjnych w Zakładzie Fizjologii i Biochemii, oceniających poziom wydolności fizycznej zawodników różnych dyscyplin sportowych. Efektem tego jest opracowanie około 46 raportów z badań wydolnościowych a tym samym przeprowadzonych konsultacji naukowych.

Wśród badanych osób znaleźli się między innymi: Izabela Marcisz – uzyskanie minimum sportowego na start w XXIV Zimowych Igrzyskach Olimpijskich w Pekinie (2022), złoty medal mistrzostw świata juniorów na 10 km stylem łyżwowym w Vuokatti, Monika Skinder – uzyskanie minimum sportowego i start w XXIV Zimowych Igrzyskach Olimpijskich w Pekinie (2022), mistrzyni świata junierek w sprincie; Klaudia Siciarz – start w XXXII Igrzyskach Olimpijskich w Tokio (2020), halowa rekordzistka świata juniorów w biegu 60 m przez płotki; Łukasz Pławecki – posiadacz czterech pasów zawodowego Mistrza Świata w kickboxingu; Tomasz Drwal – pierwszy polski zawodnik walczący na największej organizacji MMA – UFC. Valerian Romanowski – posiadacz 5 Rekordów Guinnessa, 2020. Drużyny piłkarskie: TS Wisła Kraków, Garbarnia Kraków oraz zawodnicy Akademii Badmintonu Kraków.

7. Współpraca z środowiskiem sportowym (załącznik 17)

Współpraca z zawodnikami oraz z sztabami szkoleniowymi kadr narodowych

- Szkoła Walki Drwała, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodnikami: Drwał T., Odzimek A., Kotwica S., (2013–2015).
- Polski Związek Narciarski, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodniczkami trenującymi biegi narciarskie: Kadry Narodowej – Jaśkowiec S., Kadry Młodzieżowej – Łętocha U., (2014–2016).
- UKS Orły Zakopane, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodnikami ustanawiającymi Rekord Guinnessa w najdłuższym meczu badmintonowym, (2016).
- HALNY Nowy Sącz, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodnikiem trenującym Kickboxing (K1) oraz boks: Pławeckim Ł., (od 2016).
- Polski Związek Narciarski, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodniczkami Kadry Narodowej i Młodzieżowej MIX w dyscyplinie biegi narciarskie: Jaśkowiec S., Skinder M., Łętocha U., (2017–2018).
- UKS Orły Zakopane, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodnikami ustanawiającymi Rekord Guinnessa w najdłuższym meczu badmintonowym, (2019).
- AZS AWF Kraków, współpraca w charakterze fizjologa sportu z zawodniczką trenującą biegi przez płotki Siciarz K., (od 2019).
- Polski Związek Narciarski, członek sztabu szkoleniowego Kadry Narodowej kobiet w biegach narciarskich (od 2021).
- Oswajamy mróz, członek teamu Valeriana Romanowskiego: pokonanie 400 km na rowerze w -60°C w Jakucji, 2020. Ponadto 23 października Romanowski pobił rekord najdłuższego czasu kontaktu całego ciała z lodem. Romanowskiemu udało się pobić rekord Guinnessa z czasem 3 godz. 1 min. Wyprawa do Laponii i przebywanie 50 dni na zamrzniętej rzece Ounasjoki 2021. Ustanowienie Rekordu Guinnessa w 24 godzinnej jeździe rowerem stacjonarnym z najwyższą różnicą temperatur 240°C , od -170°C do $+75^{\circ}\text{C}$ (Pałac w Kurozwękach, 2020). Rekord Guinnessa „Najdłuższa jazda w temperaturze -100°C ” na PGE Narodowy, (2019), Rekord Guinnessa w przewyższeniu w jeździe Duo przez 12H/Arłamów, Rekord Guinnessa w jeździe przy -150°C (podczas OCR European

Championships w Gdyni), Rekord Guinnessa w najdłuższej jeździe w temperaturze – 100°C. W roku 2018 ustanowiono Rekord Guinnessa „Największe przewyższenie w jeździe na rowerze przez 12 H”.

10.03.2022

A handwritten signature in black ink, consisting of a long diagonal stroke followed by the letters 'ota' in a cursive style.

.....
(data i podpis wnioskodawcy)