

**Gdański Uniwersytet Medyczny**

**Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej**



**Marta Stachowicz**

**Ocena wpływu jakości żywienia i suplementacji diety na regulację homeostazy hormonalnej badanych sportowców i osób aktywnych fizycznie**

Praca doktorska wykonana  
w Katedrze i Zakładzie Bromatologii  
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
Kierownik Katedry i Zakładu:  
prof. dr hab. Piotr Szefer

Promotor pracy:  
prof. dr hab. Anna Lebedzińska

**Gdańsk, 2018**

*Serdecznie dziękuję Pani Profesor  
Annie Lebedzińskiej za owocną  
współpracę, cenne rady i okazaną  
życzliwość.*

*Dziękuję Panu Profesorowi  
Piotrowi Szeferowi za  
przychylność i umożliwienie  
realizacji pracy.*

*Serdecznie dziękuję Pani Profesor dr hab. Renacie Ochockiej i dr hab. Rafałowi Bartoszewskiemu za umożliwienie wykonania badań oznaczania hormonów steroidowych w ślinie sportowców w Katedrze i Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej.*

Praca współfinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego Rzeczypospolitej Polskiej, w ramach programu Krajowych Naukowych Ośrodków Wiodących (KNOW) na lata 2012 – 2017.



## SPIS TREŚCI

WYKAZ UŻYWANYCH SKRÓTÓW.....	3
DOROBEK NAUKOWY.....	4
1. WSTĘP.....	6
2. WPŁYW AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ NA ORGANIZM CZŁOWIEKA.....	8
2.1. Rekomendacje dotyczące aktywności fizycznej.....	9
2.2. Aktywność fizyczna od prehistorii do dziś.....	11
2.3. Moda na aktywność fizyczną sposobem na zdrowe społeczeństwo?.....	13
3. PRZETRENOWANIE – ZABURZENIA HOMEOSTAZY W ORGANIZMIE SPORTOWCA .....	15
3.1. Rola żywienia w procesie regeneracji.....	17
3.1.1. Napoje.....	18
3.1.2. Witamina D .....	19
3.1.3. Witaminy grupy B – ryboflawina i niacyna .....	20
3.1.4. Bakterie probiotyczne .....	22
3.2. Hormony steroidowe w organizmie sportowca .....	22
3.2.1. Testosteron.....	24
3.2.2. Kortyzol .....	25
3.2.3. DHEA .....	29
4. ROLA SUPLEMENTACJI DIETY W ŻYWIENIU SPORTOWCA.....	30
4.1. Prawna i rynkowa pozycja suplementów diety.....	30
4.2. Suplementy diety dedykowane sportowcom.....	30
4.3. Suplementy diety a doping.....	31
5. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY.....	32
6. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ.....	33
6.1. Grupy badanych.....	33
6.2. Ocena zwyczajów żywieniowych osób aktywnych fizycznie .....	34
6.3. Ocena soków owocowych, wód pitnych i mleka spożywczego w aspekcie napojów izotonicznych stosowanych w sportach wytrzymałościowych.....	36
6.4. Oznaczanie wybranych witamin grupy B.....	36
6.5. Ocena częstości spożycia produktów wzbogacanych bakteriami probiotycznymi .....	39
6.6. Wpływ suplementacji DHEA na homeostazę hormonów steroidowych zawodników CrossFit .....	40

6.6.1. Grupa badanych .....	40
6.6.2. Schemat badania .....	41
6.6.3. Oznaczanie stężeń hormonów steroidowych w ślinie.....	41
6.6.4. Analiza statystyczna .....	44
7. OBLICZENIA MATEMATYCZNO-STATYSTYCZNE.....	45
8. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA .....	46
8.1. Charakterystyka osób objętych badaniami .....	46
8.2. Ocena zwyczajów żywieniowych badanych osób aktywnych fizycznie i sportowców .....	47
8.3. Ocena wartości energetycznej i odżywczej badanych sportowców i studentów .....	56
8.4. Ocena soków owocowych, wód pitnych i mleka spożywczego w aspekcie napojów izotonicznych stosowanych w sportach wytrzymałościowych .....	63
8.5. Ocena zawartości ryboflawiny w wybranych produktach kokosowych i mlekach krowich .....	65
8.6. Ocena zawartości niacyny w wybranych produktach kokosowych .....	68
8.7. Ocena zawartości bakterii probiotycznych w jogurtach i innych produktach fermentowanych .....	69
8.8. Oznaczenie zawartości hormonów steroidowych w ślinie zawodników CrossFit .....	71
9. WNIOSKI .....	81
10. STRESZCZENIE .....	82
11. SUMMARY .....	85
12. TABELLE .....	88
13. SPIS RYCIN I TABEL .....	101
14. PIŚMIENNICTWO .....	106
15. ZAŁĄCZNIKI .....	123

## WYKAZ UŻYWANYCH SKRÓTÓW

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia

IPAQ – (ang. International Physical Activity Questionnaire) – Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej

IBS – Instytut Badań Strukturalnych

DHEA – dehydroepiandrosteron

WADA – (ang. World Anti-Doping Agency) – Światowa Komisja Antydopingowa

ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)

c.c. – correlation coefficient

FODMAP foods – (ang. high fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides and polyols) – mocno fermentujące oligosacharydy, disacharydy, monosacharydy i poliole

GFD – gluten-free diet

DHT – dihydrotestosteron

Leki OTC – (ang. over the counter drugs) – leki wydawane bez recepty

FMN – mononukleotydu flawinowego

FAD – dinukleotyduflawinoadeninowego

EAR – (ang. Estimated Average Requirement) – średnie zapotrzebowanie

RDA – (ang. Recommended Dietary Allowances) – zalecane dzienne spożycie

AI – (ang. Adequate Intake) – odpowiednie spożycie

NAD – dinukleotyd nikotynoamidoadenyłowego

NADP – ufosforylowany dinukleotyd nikotynoamidoadenyłowego

## **DOROBEK NAUKOWY**

### **Krytyczne prace przeglądowe:**

1. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. (2016) The effect of diet components on the level of cortisol. *Eur. Food Res. Technol.*, 242 (12): 2001 – 2009.
2. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. (2016) The role of vitamin D in health preservation and exertional capacity of athletes. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 70: 637 – 643.
3. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. (2015) Diet and testosterone in the athlete's body. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 48 (1): 88 – 96.

### **Oryginalne opublikowane naukowe prace twórcze:**

1. Stachowicz M., Brzezicha-Cirocka J., Bochenek M., Grabowska M., Lebedzińska A. (2018) Ocena zawartości witaminy B3 w napojach kokosowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 51 (1): 47 – 51.
2. Czaja, J., Stachowicz, M., Lebedzińska, A. (2018) The effects of high-carbohydrate products on postprandial glycemias among runners. *Health Prob. Civil.*, 12 (1): 57 – 63.
3. Stachowicz, M., Grabowska, M., Lebedzińska, A. (2017) Napoje kokosowe versus mleko krowie. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 50 (4): 300 – 304.
4. Piróg M., Stachowicz, M., Lebedzińska, A. (2017) Zawartość bakterii probiotycznych w jogurtach innych produktach spożywczych. *Bromat Chem Toksykol*, 50 (4): 274 – 279.

### **Pozostałe publikacje:**

1. Formela, A., Stachowicz, M., Lebedzińska, A. (2017) Właściwości i perspektywa zastosowania kannabinoidów jako substancji leczniczych : szanse i zagrożenia. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 50(2): 184 – 189.

### **Prezentowane prace, opublikowane streszczenia zjazdowe:**

1. Stachowicz, M., Bartoszewski, R., Lebedzińska A. (2017) The effect of popular dietary supplements on the DHEA and cortisol levels in saliva of surveyed athletes. *J Food Process Technol*, 8 (9suppl): 84. Proceedings of 19th International Conference on Food Processing & Technology, Paris, France, October 23-25, 2017.
2. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. Ocena wpływu powszechnie stosowanych suplementów diety na gospodarkę hormonalną zawodników CrossFit. IV Krajowa



Konferencja Naukowa "Żywność-aktywność fizyczna-promocja zdrowia w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym", Janów Podlaski, 15-16 września 2017 r.: 17 .

3. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. Ocena sposobu żywienia osób aktywnych fizycznie i sportowców uprawiających popularne sporty siłowo-wytrzymałościowe. XXIV Konferencja Naukowa Wydziału Farmaceutycznego z OML Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Gdańsk, 9-10 grudnia 2016 : 26.

4. Stachowicz M., Lebedzińska A. Rola diety w zachowaniu odpowiedniego poziomu testosteronu w organizmie sportowca. XXXI Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Medycyny Sportowej: od profilaktyki do sukcesu sportowego, Zielona Góra, 17-19.09.2015: 75.

5. Stachowicz M., Lebedzińska A. Rola witaminy D w zachowaniu zdrowia i optymalizacji wydolności sportowca. Ogólnopolska Konferencja Naukowa : Aktywność fizyczna, sprawność i żywienie - w trosce o zdrowie, jakość życia i perspektywy naukowej integracji, Poznań, 21 maja 2015 r.: 49.

## 1. WSTĘP

W 1946 roku, Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), określiła zdrowie jako „pełen dobrostan fizyczny, psychiczny i społeczny, a nie wyłącznie brak choroby bądź niedomagania”. Definicja ta po ponad 70 latach jest nadal aktualna, a aktywność fizyczna stanowi powszechnie doceniany czynnik wpływający na zachowanie zdrowia człowieka [1]. Narodowy Program Zdrowia na lata 2016-2020 stawia zwiększenie aktywności fizycznej, jako jeden z głównych celów, będących narzędziami do poprawy zdrowia, a tym samym radości z życia rodzinnego, społecznego i zawodowego Polaków [2].

Optymalna dawka aktywności fizycznej jest uzależniona od wielu czynników, między innymi od wieku, sprawności fizycznej, predyspozycji, przebytych chorób czy warunków środowiska, w którym przebywa dana osoba [5]. Niedostateczny wysiłek nie doprowadza do wystąpienia pożądaných efektów fizjologicznych, natomiast nadmierny może przyczynić się do przeciążenia organizmu [5].

Trening sportowy prowadzi do zaburzenia homeostazy organizmu, a w konsekwencji wystąpienia zmian adaptacyjnych, umożliwiających regenerację organizmu. Jednym z niezwykle istotnych w tym procesie czynników jest właściwy sposób żywienia, uwzględniający indywidualne potrzeby zawodnika. Wraz z rosnącą ilością, intensywnością i rodzajem treningów, wzrasta zapotrzebowanie osoby aktywnej fizycznie na składniki odżywcze i mineralne [1, 3, 4].

Aktualnie możemy zaobserwować rosnącą modę na aktywność fizyczną, a także rosnącą świadomość społeczeństwa na temat wpływu aktywności fizycznej, połączonej z właściwym sposobem żywienia na zachowanie zdrowia. Zwraca uwagę również zwiększenie chęci do poznawania zasad zdrowego żywienia [obserwacje własne]. Równocześnie w odpowiedzi na rosnące zainteresowanie, w mediach pojawia się coraz więcej nie zawsze rzetelnych informacji dotyczących żywienia osób aktywnych fizycznie. Niewłaściwy sposób żywienia utrudnia regenerację organizmu, a tym samym do zmniejszenia osiągnięć sportowych, a także mogą przyczyniać się do wystąpienia kontuzji [4].

Regularne monitorowanie sposobu żywienia sportowców może stanowić podstawę do korygowania ich błędów dietetycznych, wpływając tym samym na poprawę zdrowia i samopoczucia, a także wyników sportowych.

Zasadniczym celem w cyklu badań przedstawionych w rozprawie doktorskiej była ocena wpływu czynników żywieniowych na równowagę hormonalną w organizmach badanych sportowców i osób aktywnych fizycznie.

## 2. WPLYW AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ NA ORGANIZM CZŁWIEKA

Regularna aktywność fizyczna przyczynia się do polepszenia funkcjonowania układów ruchu, sercowo-naczyniowego, oddechowego, pokarmowego i nerwowego. Prowadzi do zwiększenia masy, siły, napięcia i sprężystości mięśni, ich przyczepów oraz ścięgien, zwiększenia obrotu kostnego oraz wzmocnienia oraz zwiększenia stabilizacji i ruchomości stawów [3]. Systematyczny wysiłek poprawia wydolność układu sercowo-naczyniowego, poprzez zwiększenie sprężystości naczyń krwionośnych, a także optymalizację pracy serca [2, 4, 5]. Regularna aktywność fizyczna zwiększa również wydolność oddechową, powiększając głębokość oddechu i pojemność płuc, oraz stymulując prawidłowy rozwój klatki piersiowej, a tym samym postawy ciała [2, 6]. Korzystne zmiany odnotowano także w funkcjonowaniu układu nerwowego osób systematycznie włączających w swój rozkład dnia odpowiednią ilość ruchu. Zwiększa się u nich sprawność intelektualna, a zmniejsza napięcie nerwowe i prawdopodobieństwo wystąpienia stanów depresyjnych [3, 7]. Aktywność fizyczna wspomaga również budowę i czynność przysadki, wpływając tym samym na całą gospodarkę hormonalną [3].

Oceniono, że regularna aktywność fizyczna prowadzi do zmniejszenia ryzyka zachorowania na co najmniej 20 chorób cywilizacyjnych, w tym na:

- chorobę niedokrwienną serca,
- cukrzycę,
- choroby nowotworowe układu pokarmowego,
- osteoporozę,
- a także przyczynia się do poprawy jakości życia [3].

Jednak nadmierna aktywność fizyczna może przyczynić się do wystąpienia niekorzystnych zaburzeń homeostazy organizmu. W 2015 Armstrong i współautorzy opublikowali wyniki badań trwających od 1998, w których udział wzięło 1,1 miliona brytyjskich kobiet [8]. W opisanych badaniach wykazano, że umiarkowana aktywność fizyczna, jako element stylu życia, jest związana ze zmniejszeniem ryzyka rozwoju choroby wieńcowej, żyłnej choroby zakrzepowo-zatorowej oraz chorób naczyń mózgowych, w stosunku do jej braku. Równocześnie kobiety będące wysoce aktywne fizycznie w ciągu tygodnia, takich korzyści nie doświadczyły. Co więcej, były bardziej

narażone na wystąpienie chorób układu sercowo-naczyniowego niż kobiety ćwiczące umiarkowanie [8]. W badaniach wykonanych w Instytucie Sportu Państwowego Instytutu Badawczego wykazano, że częstość występowania zaburzeń wskaźników układu hemostazy jest wśród sportowców duża w stosunku do populacji ogólnej i są oni objęci wysokim ryzykiem występowania chorób układu krążenia [9]. Podobne obserwacje poczynił zespół F. Ghilotti w temacie narażenia sportowców na występowanie chorób górnych dróg oddechowych i związanych z nimi zaburzeniami snu [10]. Przedstawione dane pokazują, jak istotny jest odpowiedni dobór ilości i intensywności treningów, aby organizm sportowca mógł nadążyć z regeneracją, a tym samym utrzymać zdrowie.

## **2.1. Rekomendacje dotyczące aktywności fizycznej**

Światowa Organizacja Zdrowia zaleca, aby zdrowe, dorosłe (w wieku 18 – 64 lat) osoby podejmowały wysiłek fizyczny o określonym przedziale czasu, zależnie od jego intensywności:

- Umiarkowane, minimum 150 minut tygodniowo, lub
- Intensywne, minimum 75 minut tygodniowo, lub
- Ekwiwalent kombinacji tych wysiłków.

Jednorazowa aktywność powinna trwać przynajmniej 10 minut. Uwzględnia się aktywność fizyczną podejmowaną w pracy, w czasie transportu oraz rekreacyjną. Również Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie umieszcza aktywność fizyczną jako podstawę piramidy zdrowego żywienia i aktywności fizycznej (Ryc. 1.).

## CO TO JEST PIRAMIDA ZDROWEGO ŻYWIENIA I AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ?

Jest to jak najprostsze i jak najkrótsze ogólne przedstawienie kompleksowej idei żywienia, której realizacja daje szansę na zdrowe długie życie oraz zachowanie sprawności intelektualnej i fizycznej do późnych lat życia.

## JAK ROZUMIEĆ / CZYTAĆ PIRAMIDĘ?

Piramida to graficzny opis odpowiednich proporcji różnych, niezbędnych w codziennej diecie, grup produktów spożywczych. Im wyższe piętro piramidy, tym mniejsza ilość i częstota spożywanych produktów z danej grupy żywności.



## DO KOGO KIEROWANA JEST PIRAMIDA?

Piramida kierowana jest do osób zdrowych w celu zachowania dobrego stanu zdrowia.

Należy pamiętać, że w przypadku współistnienia chorób cywilizacyjnych (typu otyłość, cukrzyca, choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie, osteoporoza) konieczna może być modyfikacja proponowanych zaleceń w porozumieniu z lekarzem i dietetykiem.

SPOŻYWANIE ZALECANYCH W PIRAMIDZIE PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH W ODPOWIEDNIH ILOŚCIACH I PROPORCJACH ORAZ CODZIENNA AKTYWNOŚĆ SĄ KLUCZEM DO ZDROWIA I DOBREGO SAMOPOCZUCIA.

Rycina 1. Piramida zdrowego żywienia i aktywności fizycznej Instytutu Żywności i Żywienia [11].

Kolejną instytucją, której zadaniem jest ocena aktywności Polaków jest Instytut Badań Strukturalnych w Warszawie. W 2016 na zlecenie Ministerstwa Turystyki i Sportu w Warszawie wykonano w nim ocenę korzyści społecznych inwestycji w sport w odniesieniu do ponoszonych kosztów [13]. Oszacowano, że tylko 39% Polaków jest aktywnych w czasie wolnym w stopniu zalecanym przez WHO. Stwierdzono, że bardziej aktywne w czasie wolnym fizycznie są osoby młode i osoby z wykształceniem wyższym. Płeć nie wpływa znacząco na ilość ćwiczeń podejmowanych w wolnych chwilach. IBS

zwrócił uwagę, że jeśli co druga nieaktywna fizycznie osoba zaczęłaby ćwiczyć, to mogłaby znacznie spaść:

- liczba zawałów,
- przypadków raka jelita grubego,
- raka piersi,
- raka trzonu macicy,
- liczba zgonów o 25 tysięcy,
- a koszty opieki zdrowotnej zmniejszyłyby się o 440 mln złotych [13].

IBS oszacował, że ilość nieobecności w pracy zmniejszyłaby się o 6%, co wiąże się z oszczędnością około 3mln złotych. Obliczono, że koszty niedostatecznej aktywności fizycznej w Polsce to około 7 mld złotych rocznie [13].

## **2.2. Aktywność fizyczna od prehistorii do dziś**

Sport jest obecny w życiu społecznym od niepamiętnych czasów. Wychowanie fizyczne było pierwszą, stosowaną już w prehistorii, formą edukacji. Znane było wtedy współzawodnictwo sportowe w formie gier i zabaw. Najstarsze odkryte rysunki przedstawiające sport pochodzą z okresu młodszego paleolitu i przedstawiają polujących łuczników, oszczepników oraz tańczące postacie. Odkryto również sceny przedstawiające osoby biegnące, bez jasno określonego celu. Ten moment profesor Lipiński uznaje za pierwsze świadectwo sportu [14]. W prehistorii pielęgnacja kultury fizycznej była niezwykle istotna ze względu na konieczność polowań, znajdowania schronienia, częstych wędrówek i toczenia licznych wojen [14].

Kolejnych dowodów na rolę sportu w życiu społecznym możemy szukać w starożytnym Bliskim Wschodzie, gdzie w krótkich okresach pokoju, bardzo dbano o sprawność fizyczną. Nowo wybierani władcy musieli przechodzić testy sprawnościowe. Z tego regionu pochodzi również pierwszy znany sportowiec, wódz i zapaśnik, Gilgamesz (Ryc.2.) [14].



Rycina 2. Posąg przedstawiający Gilgamesza walczącego z lwem.

Zarówno w starożytnej Persji, jak i w Grecji zwracano uwagę na równowagę ciała i ducha człowieka. Powszechnie znana jest historia licznych igrzysk, odbywających się w greckich miastach. Starożytność to dynamiczny rozwój sportów walki (zapasy, pięściarstwo, szermierka, walki gladiatorów), łucznictwa, wyścigów (rydwanów, konnych, biegów), gier zręcznościowych, gier z piłką, czy skoku wzwyż [14].

Średniowiecze z kolei, to rozkwit zabaw mieszczańskich i ludowych, a także turniejów rycerskich, podczas których narodziła się zasada *fair play*. Jest to również czas rozwoju tańca, gier z piłką oraz początek turystyki (liczne pielgrzymki).

Kolejne epoki historyczne, to rozwój wspomnianych dyscyplin, doskonalenie zasad oraz wprowadzanie coraz to nowych form rywalizacji. W czasach nowożytnych nastąpił bujny rozwój sportu, który trwa do dziś. Wprowadzono udoskonalenia techniczne, narodziły się sporty motorowe.

W Polsce rozwój kultury fizycznej był szczególnie intensywny w czasach saskich i stanisławowskich, a także w okresie zaborów, kiedy uważano, że zachowanie tężyzny fizycznej jest zadaniem patriotycznym narodu [14].



### 2.3. Moda na aktywność fizyczną sposobem na zdrowe społeczeństwo?

Obecnie możemy obserwować powstawanie zupełnie innych niż do tej pory sportów, a mianowicie – sportów elektronicznych – e-sportów (Ryc.3.). E-sport, to dyscyplina, w której zawodnicy rywalizują ze sobą w różnorodnych grach komputerowych. Dyskusje na temat tego, czy e-sport faktycznie jest sportem będą trwały z pewnością jeszcze długo, jednak start w takich zawodach wymaga treningu manualnego, koncentracji, koordynacji, kondycji, a także rozwijania wiedzy z zakresu strategii [15].



Rycina 3. Zawody e-sportowe [16].

W dzisiejszych czasach kultura rywalizacji sportowej rozwija się bardzo dynamicznie. Zmagania sportowców są wspomagane przez licznych sponsorów, stadiony wypełniają się tysiącami kibiców, a kolejne tysiące oglądają relacje na żywo w telewizji lub internecie. W naszych czasach Aby uatrakcyjnić widowiska sportowe, zawodnicy, są otaczani sztabem specjalistów z zakresu m.in. fizjologii sportu, fizjoterapii, mechaniki ruchu, żywienia, psychologii. Najlepsi specjaliści popierają swoje działania nie tylko wieloletnim doświadczeniem, ale też wiedzą naukową. Stąd możemy zaobserwować dynamiczny rozwój badań naukowych dotyczących sportowców w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat. Jednak nie zawsze wymagania stawiane przez sponsorów, organizatorów i kibiców idą w parze ze zdrowiem sportowca, prowadząc do wyczerpania psychicznego i fizycznego [obserwacje własne].

Za coraz większym „show” idącym za sportową rywalizacją idzie też moda na aktywność fizyczną i muskularną, zadbaną sylwetkę. Sport staje się modny w coraz

szerszych kręgach i coraz więcej osób uprawia go amatorsko. Możemy zaobserwować wzrost popularności różnorodnych dyscyplin sportowych, takich jak: bieganie, jazda na rowerze, a nawet podnoszenie ciężarów, wśród osób chcących zachować zdrowie i ukształtować estetyczną sylwetkę (Ryc.4.).



Rycina 4. Sekcja trójboju siłowego w CrossFit Avantage w Gdyni, prowadzona przez Brabell Brothers [17].

Należy również zwrócić uwagę na mnogość zawodów dla sportowców – amatorów, a także na rosnącą popularność i poziom takiej rywalizacji. Osoby amatorsko uprawiające daną dyscyplinę zwykle nie są otoczone sztabem specjalistów, a przez to narażone są na popełnianie dużej ilości błędów treningowych prowadzących do wyniszczenia organizmu. Również w świecie sportów zawodowych zjawisko to jest powszechne. Tylko bardzo popularne sporty otrzymują pomoc sponsorów, pozwalającą, na zapewnienie sportowcowi całościowej opieki [obserwacje własne].

### 3. PRZETRENOWANIE – ZABURZENIA HOMEOSTAZY W ORGANIZMIE SPORTOWCA

Wśród sportowców nadmierne ilości i objętości treningów mogą doprowadzić wystąpienia dwóch niekorzystnych zjawisk. Są to przemęczenie (ang. *overreaching*) oraz przetrenowanie (ang. *overtraining*). Oba są spowodowane nadmiernym zwiększeniem ilości, objętości lub intensywności treningów, prowadzącym do zmniejszenia wydajności [18 – 20].

Przemęczenie określane jako „*overreaching*”, możemy podzielić na czynnościowe (ang. *functional*) i nieczynnościowe (ang. *non-functional*). Aby pozbyć się pierwszego wystarczy kilkudniowy odpoczynek, w przypadku drugiego przerwa w treningach może wynieść od kilku tygodni do kilku miesięcy. Niektóre plany treningowe uwzględniają etap zwiększenia intensywności treningów, prowadzącego do wystąpienia przemęczenia, aby dostarczyć organizmowi nowych bodźców do rozwoju. Jeśli po okresie nadmiernego wysiłku nastąpi odpowiednia ilość regeneracji, następuje tzw. superkompensacja, która objawia się zwiększeniem możliwości sportowca [18 – 20].

Z syndromem przetrenowania powiązано 84 objawy. Są to między innymi:

- zmniejszona wydolność,
- zwiększone subiektywne odczuwanie wysiłku,
- nierównomierna częstość akcji serca,
- zmniejszenie tętna submaksymalnego, ale równocześnie szybszy spadek tętna po zaprzestaniu wysiłku,
- wahania ciśnienia krwi,
- zaburzenia koordynacji,
- zwiększenie podstawowej przemiany materii,
- obniżenie masy ciała i zawartości tkanki tłuszczowej,
- chroniczne zmęczenie,
- zaburzenia snu, niepokój, zmiany nastroju, depresja,
- zwiększone pragnienie,
- bóle głowy,
- nudności,
- podwyższone CRP,
- zmiany hormonalne,

- nadmierną produkcją cytokin,
- zwiększone ryzyko przeziębień,
- zwiększone odczuwanie bólu,
- bóle mięśni [18 – 21].

Obecnie pracuje się nad stworzeniem protokołów diagnozujących wczesne objawy przetrenowania, a także nad określeniem zróżnicowania cech przetrenowania ze względu na płeć i rodzaj uprawianej dyscypliny [18].

Fry oraz Kraemer podkreślają różnice w odpowiedzi neuroendokrynnej organizmu na wysiłek oporowy i wytrzymałościowy, a tym samym na zróżnicowanie markerów przetrenowania u osób uprawiających różne dyscypliny sportowe [19].

Kajaia i współ. zwrócili uwagę na częstsze występowanie przetrenowania u zapaśników (18,3%) oraz zawodników water-polo (10,3%) i trójboju siłowego (10,0%), niż u uprawiających piłkę nożną (7,9%), boks (6,7%), rugby (5,3%) czy koszykówkę (6,3%) [20]. Autorzy zaobserwowali także zróżnicowanie reakcji centralnego układu nerwowego na różnych etapach przetrenowania. We wczesnych stadiach odnotowano pobudzenie współczulnego układu nerwowego. W późniejszych natomiast, jego uśpienie, a tym samym dominację układu przywspółczulnego. Autorzy podkreślają również rolę stresu psychicznego, w tym zbyt częstych startów w zawodach, w występowaniu przetrenowania [20].

W Polsce badania nad markerami przeciążenia wysiłkiem fizycznym u sportowców prowadzi się w Instytucie Sportu Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. W sprawozdaniu z 2015 roku oceniono, że stężenie glutaminy oraz glutaminianu, a także wyznaczenie ich stosunku, stanowią czułe markery zmniejszonej adaptacji do wysiłku. W ten sposób można szybciej wykryć syndrom przetrenowania niż określając stosunek testosteronu do kortyzolu [22].

Przetrenowanie jest stanem, który zagraża zdrowiu zawodnika oraz obniża jakość jego życia, w tym relacje z otoczeniem. Stanowi też jeden z czynników sprzyjających wystąpieniu depresji i zaburzeń funkcjonowania w społeczeństwie, a także zmniejszeniu sprawności psychicznej [20].

Przetrenowanie następuje, gdy organizm nie nadąża z adaptacją do zaburzeń homeostazy wywołanych wysiłkiem fizycznym. Proces ten zachodzi na wielu płaszczyznach. Regeneracji ulegają nie tylko mięśnie, stawy i kości, ale również układ

nerwowy i psychika zawodnika. Aby ten złożony, wielopłaszczyznowy proces zachodził sprawnie niezbędnych jest wiele czynników, takich jak: odpoczynek oraz właściwa ilość i jakość snu oraz odpowiednie żywienie.

W związku z rozwijającą się modą na „bycie fit”, „bycie lepszą wersją samego siebie” i „ciągłego przekraczania własnych granic”, również sportowcy – amatorzy są narażeni na wystąpienie przetrenowania, szczególnie jeśli trenują samodzielnie i nie otaczają się opieką specjalistów z zakresu periodyzacji treningu, fizjoterapii czy żywienia w sporcie.

### **3.1. Rola żywienia w procesie regeneracji**

Żywienie sportowców i osób aktywnych fizycznie to dziedzina, która uwzględniając różnorodne aspekty fizjologiczne i biochemiczne, ma umożliwić jak największą i najszybszą adaptację organizmu w odpowiedzi na bodziec treningowy. Już w starożytności zauważono, że określone zachowania dietetyczne mają wpływ na wydolność sportowca. Miały one charakter obrzędowy. Spożywanie magicznych składników, np. określonych części ciała zwierząt, było elementem rytuałów starożytnych sportowców i wojowników, mającym nadać im siłę, szybkość czy zwinność [23]. Kolejnych wzmianek o żywieniu sportowców jako dziedziny nauki możemy doszukiwać się dopiero na początku XX wieku. Znamienny jest przykład Thomasa Hicksa, który w 1904 roku zdobył złoty medal w maratonie na Olimpiadzie. Po 30 kilometrze, gdy poprosił o wodę, otrzymał mokrą gąbkę do ssania oraz białko jaja kurzego. Gdy zbliżał się do upadku, maratończyk dostał 2 białka, łyk brandy i niewielką dawkę strychniny. Na ostatnich dwóch kilometrach podano mu kolejne 2 białka i 2 kieliszki brandy. Zwycięzca nie mógł odebrać nagrody na podium ze względu na fatalny stan [24].

Badania dotyczące żywienia sportowców są nierozdzielnie związane z fizjologią człowieka i w takich laboratoriach miały miejsce pierwsze eksperymenty dotyczące metabolizmu węglowodanów i tłuszczów w Szwecji w latach 30-tych XX wieku. W późnych latach 60-tych skandynawscy naukowcy zajęli się tematem glikogenu mięśniowego. W roku 1965 na Uniwersytecie Floryda zespół pod kierownictwem dr Roberta Cade'a opracował napój dla uniwersyteckiej drużyny football'u, nazwany od imienia ich maskotki – Gatorade [24].

W latach 70-tych kontynuowano badania nad węglowodanami szczególnie wśród biegaczy i kolarzy. Zaczęły pojawiać się pierwsze doniesienia dotyczące, trudniejszego do zbadania, metabolizmu białek. Temat szczególnie interesował kulturystów, którzy ze względu na brak danych naukowych, sami zaczęli eksperymentować. Do dziś optymalna ilość białka w diecie sportowca jest sprawą dyskusyjną [24].

W latach 80-tych zaczęła nawiązywać się coraz szersza współpraca między fizjologami sportowymi i dietetykami, dając początek nowej dziedzinie nauki: żywieniu sportowców. Badania dotyczyły głównie sportowców wytrzymałościowych, dopiero w latach 90-tych, gdy trening siłowy stał się elementem przygotowania do każdej dyscypliny, zaczęto zwracać większą uwagę na żywienie osób wykonujących trening oporowy. Odpowiednio skomponowana dieta stawała się coraz bardziej istotnym elementem przygotowania sportowca do zawodów [24].

Obecnie doceniamy to, co Hipokrates i jego uczniowie mówili już w starożytności. Słowem „dieta” określali nie tylko sposób żywienia, ale też styl życia, podkreślając, że w zachowaniu zdrowia istotna jest zarówno aktywność fizyczna, jak i prawidłowe żywienie [25]. Współcześni zawodnicy i trenerzy wiedzą, jak istotne jest odpowiednie żywienie w procesie regeneracji organizmu zawodnika i jak znacząco wpływa na jego wydolność w trakcie zawodów. Rozwój technik badawczych sprzyja doskonaleniu żywienia zawodników [26].

W dzisiejszych czasach, dzięki rozwojowi technologii sportowcy mogą trenować coraz bardziej optymalnie, a rekordy świata są cały czas pobijane. Pokrycie dużego zapotrzebowania na składniki odżywcze zawodników stanowi duże wyzwanie dla dietetyki sportowej. Jest ono utrudniane przez nie zawsze wystarczającą jakość produktów spożywczych (wysoki stopień przetworzenia), długie jednostki treningowe i krótkie przerwy między nimi (konieczność dostarczenia szybko dostępnych źródeł składników), a także częste wyjazdy atletów. Czynniki te wpływają na to, że suplementacja diety coraz częściej stanowi integralną część żywienia sportowców [23, 24].

### **3.1.1. Napoje**

Ludzki organizm pod wpływem obciążenia, jakim jest trening sportowy ulega szeregowi zmian adaptacyjnych tj. podniesienie tętna, zwiększenie napływu krwi do mięśni, a ograniczenie do przewodu pokarmowego, a także uruchomienie mechanizmów termoregulacji.

Wysiłek fizyczny powoduje zwiększenie zapotrzebowania na glukozę stanowiącą źródło energii, składniki mineralne i witaminy oraz na wodę, stanowiącą środowisko zachodzących reakcji i będącą niezbędnym czynnikiem w procesie termoregulacji. Organizm człowieka nie może magazynować większej ilości wody, dlatego powinna być systematycznie dostarczana w celu prawidłowego funkcjonowania. Jedną z konsekwencji zdrowotnych odwodnienia mogą być zaburzenia elektrolitowe [27].

Obecnie na rynku możemy spotkać szeroki wybór wód mineralnych, napojów energetyzujących i napojów izotonicznych, dedykowanych sportowcom i osobom aktywnym fizycznie [28 – 30]. Osoby aktywne fizycznie coraz częściej próbują zastępować przemysłowo wytworzone „izotoniki”, napojami przygotowywanymi w domu lub sokami.

Napoje izotoniczne należą do grupy napojów funkcjonalnych, które mają na celu nawodnienie organizmu i wyrównania ubytków elektrolitów [30, 31]. W skład tych napojów wchodzi cukry, jony sodu, potasu, chlorków oraz witaminy z grupy B. Obserwujemy, że Polacy posiadają coraz większą wiedzę na temat żywienia i chcą zaspokajać kilka potrzeb jednocześnie (np. nawodnienie oraz dostarczenie witamin i związków mineralnych). Od kilkunastu lat można zauważyć wzrost tendencji do spożywania napojów energetyzujących i izotonicznych [32 – 34].

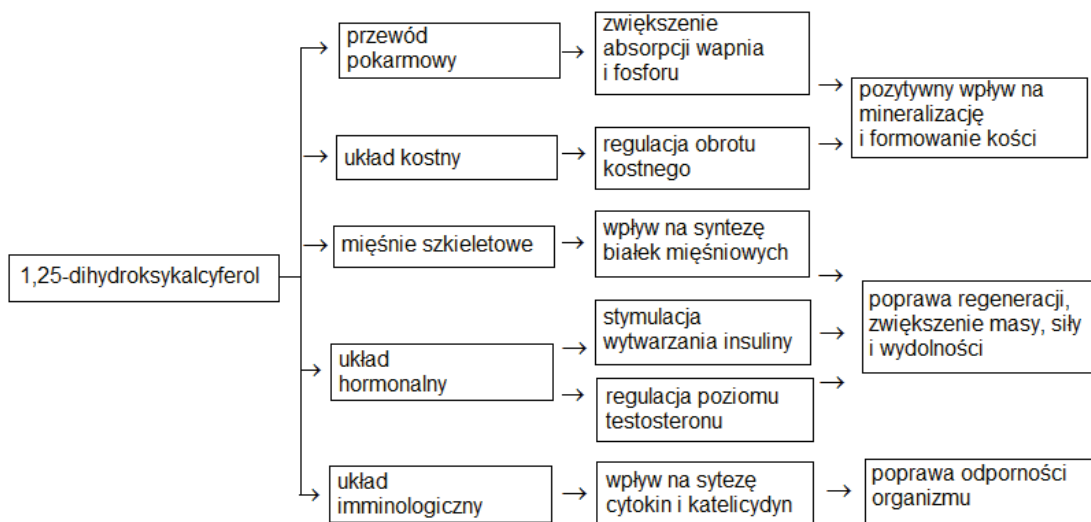
### **3.1.2. Witamina D**

Witamina D, nazywana też kalcyferolem, może być wytwarzana w organizmie z cholesterolu z udziałem promieniowania UVB lub dostarczana egzogennie wraz z dietą. Naturalnymi produktami bogatymi w witaminę D są wątroby ryb oraz tłuste ryby morskie, takie jak szprotka i śledź, czy też łosoś. Pozostałe ryby, zawierają mniejsze ilości kalcyferolu. Zawartość witaminy D w mleku i produktach mlecznych rośnie wraz z zawartością tłuszczu, są to produkty stanowiące jedno z podstawowych jej źródeł dla organizmu człowieka. Wykazano, że w związku z uwarunkowaniami środowiskowymi narażenie na niedobór witaminy D populacji polskiej jest duże, szczególnie w miesiącach jesiennych, zimowych i wiosennych. Sportowcy, ćwiczący najczęściej w zamkniętych salach treningowych powinni zwrócić szczególną uwagę na dostarczenie witaminy D wraz z dietą, rozważając ewentualną suplementację diety [35 – 40].

Witamina D przyczynia się do zachowania wydolności układu ruchu, poprzez oddziaływanie na mineralizację kości oraz stymulację zwiększenia masy, siły i wytrzymałości mięśni [35, 39, 41].

Wykazano, że witamina D cechuje się podobną budową i mechanizmem działania do hormonów steroidowych. Istnieje ścisły związek między ilością witaminy D oraz hormonów anabolicznych takich jak insulina i testosteron. Zwrócono uwagę, że kalcyferol przyczynia się do zwiększenia ilości globuliny wiążącej hormony steroidowe (SHBG) we krwi, podwyższenia syntezy testosteronu i estrogenu oraz ograniczenia produkcji aromatazy. Witamina D pozytywnie wpływa na zmniejszenie ilości tkanki tłuszczowej i poprawę kompozycji ciała [35, 38, 39, 41 – 44].

Prawidłowe stężenie kalcyferolu jest również niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania układu nerwowego, w tym zachowania równowagi i szybkiego czasu reakcji. Ponadto chroni przed wystąpieniem chorób neurodegeneracyjnych i autoimmunologicznych. Witamina D bierze też udział w mobilizowaniu układu odpornościowego. Na rycinie 5 przedstawiono rolę witaminy D w utrzymaniu sprawności sportowca [35, 39, 45].



Rycina 5. Rola witaminy D w zachowaniu wydolności i sprawności sportowca [35].

### 3.1.3. Witaminy grupy B – ryboflawina i niacyna

Witaminy grupy B są mikroskładnikami wpływającymi na regenerację i prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego. Biorą również udział w procesach krwiotwórczych, a także warunkują prawidłowe przyswajanie węglowodanów. Stanowią



kofaktory przemian prowadzących do powstawania hormonów steroidowych. Wymienione czynniki wpływają na zwiększenia zapotrzebowania na witaminy z grupy B u sportowców [46].

Ryboflawina jest stabilną termicznie, jednak rozkładającą się pod wpływem światła witaminą rozpuszczalną w wodzie. W organizmie człowieka może występować pod postacią dwóch koenzymów: FMN i FAD, stanowiących niebiałkową część enzymów oddechowych [46, 47]. Witamina B<sub>2</sub> bierze udział w kluczowych dla funkcjonowania organizmu reakcjach metabolizmu tłuszczów, węglowodanów i białek, a także innych witamin z grupy B i witaminy K [46, 47]. Stanowi również czynnik niezbędny do produkcji hormonów steroidowych i erytrocytów, a także wraz z innymi witaminami z grupy B, wpływa na prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego. Ryboflawina stanowi czynnik niezbędny do prawidłowego rozwoju błon śluzowych, skóry i układu odpornościowego [46 – 50].

Głównym źródłem witaminy B<sub>2</sub> dla człowieka są produkty mleczarskie, jaja, mięso i gruboziarniste produkty zbożowe. Może być również syntezowana w niewielkich ilościach przez bakterie zasiedlające jelito grube człowieka [46, 48, 51]. IŻŻ podaje normy na spożycie ryboflawiny na poziomie EAR i RDA ze zróżnicowaniem na płeć oraz wiek (Tab. 16.). Maksymalne wchłanianie ryboflawiny wynosi 27mg na dobę i jest kontrolowane przez hormony tarczycy. Również metabolizm tej witaminy podlega kontroli hormonów gruczołu tarczowego [49, 50, 52].

Mleko stanowi jedno z głównych źródeł ryboflawiny dla człowieka. Obecnie coraz częściej można spotkać osoby unikające mleka i produktów mlecznych, a zastępujących je napojami roślinnymi: kokosowymi, ryżowymi, sojowymi etc. [49, 50].

Niacyna, nazywana również witaminą PP i witaminą B<sub>3</sub>, w organizmie człowieka występuje w postaci dwóch związków: kwasu nikotynowego i amidu kwasu nikotynowego, stanowiących substraty reakcji syntezy NAD<sup>+</sup> i NADP<sup>+</sup> [46]. Witamina PP bierze udział w procesach metabolizmu białek, tłuszczów i węglowodanów oraz w reakcjach syntezy cholesterolu i hormonów takich jak: kortyzol, hormony płciowe, insulina, tyroksyna. Wpływa również na prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego i regenerację błon śluzowych [49, 50, 53, 54].

Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie opracował normy na spożycie niacyny na poziomach EAR, RDA i AI w zależności od wieku i płci (Tab. 17.). Organizm człowieka nie posiada zdolności magazynowania witaminy PP, a jej nadmiar wydalany jest z moczem. Regularne przyjmowanie zbyt wysokich dawek niacyny (powyżej

2g/dobę), może doprowadzić do wystąpienia insulinooporności i cukrzycy insulinozależnej [49 – 51].

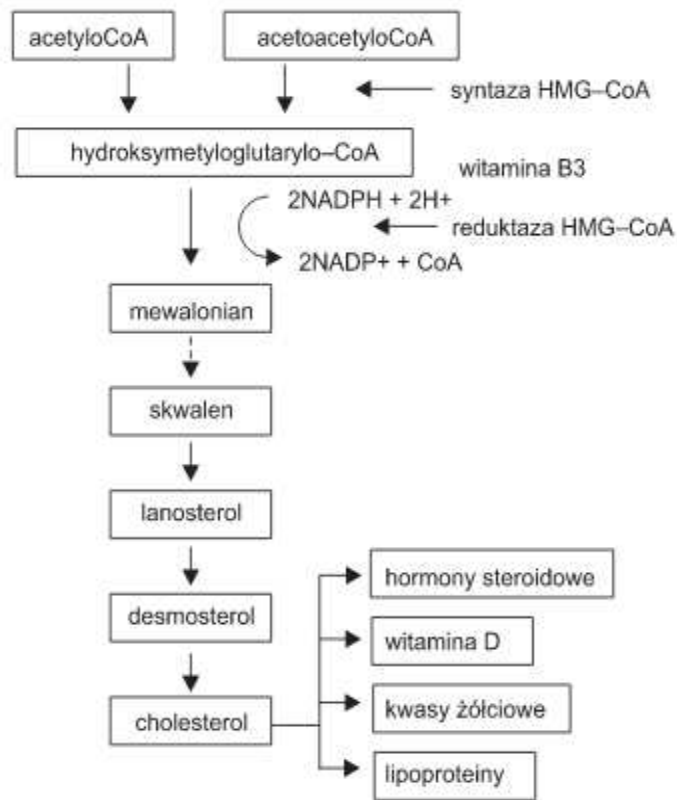
#### **3.1.4. Bakterie probiotyczne**

Probiotyk to nazwa określająca produkt spożywczy, zawierający żywe szczepy bakterii, które mają udokumentowany pozytywny wpływ na stan zdrowia ludzi i zwierząt. Określenie pochodzi od greckiego „*pro bios*”, co oznacza „dla życia”. Szczepy bakterii, aby uzyskać miano probiotycznych muszą wykazać szereg udokumentowanych klinicznie korzyści zdrowotnych. Według wymagań WHO i Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej, żywność probiotyczna powinna zawierać przynajmniej 10<sup>6</sup> jtk w 1ml lub 1 g produktu [55]. Przykładami szczepów probiotycznych są bakterie z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, niektóre gatunki *Bacillus* oraz *Escherichia*, a także drożdże *Sascharomyces cerevisiae ssp boulardii* [55 – 57]. Właściwości probiotyczne odnoszą się do wybranego szczepu, niekoniecznie do całego gatunku, czy rodzaju. Na żywotność i właściwości probiotyczne szczepu wpływa również nośnik, w którym jest umieszczony [58]. Najpopularniejszymi źródłami naturalnych probiotyków w diecie człowieka są mleczne produkty fermentowane, takie jak jogurty, kefiry, czy maślanki oraz produkty kiszone, takie jak ogórki czy kapusta [55, 59, 60]. Obecnie wiele produktów spożywczych jest wzbogacanych szczepami probiotycznymi, a także prebiotykami, stanowiącymi składniki odżywcze dla pożądanых szczepów. Wzbogacane są produkty mleczarskie (mleka, jogurty, kefiry, sery, lody), soki owocowe i warzywne (z ogórków, kapusty, buraków, marchwi, pomidorów, pomarańczy), a także pieczywo, płatki śniadaniowe, lody sojowe, puddingi, suszone owoce oraz produkty mięsne [55, 61].

### **3.2. Hormony steroidowe w organizmie sportowca**

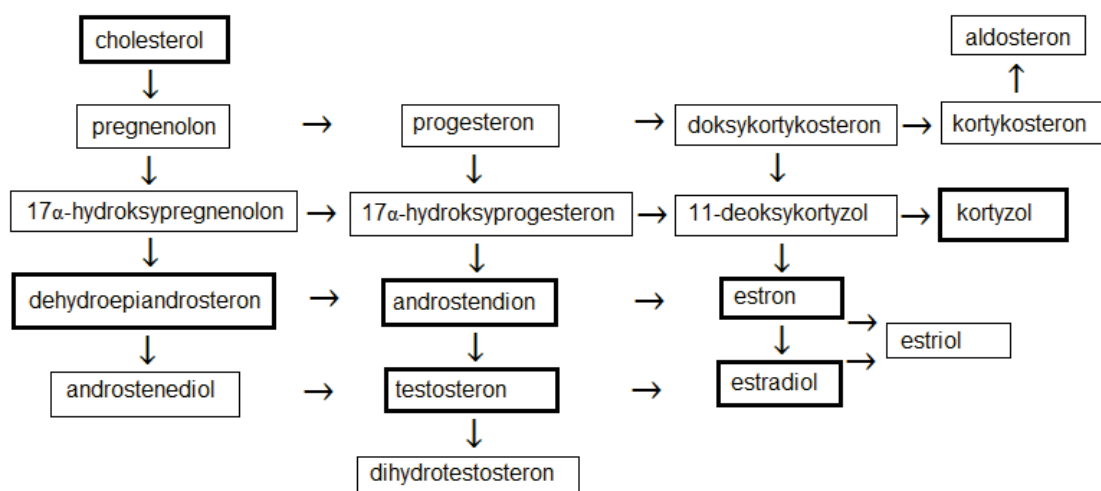
Trening sportowy jest intensywną aktywnością fizyczną, skutkującą zachwianiem równowagi organizmu. Wywołuje tym samym szereg zmian adaptacyjnych, w obrębie układów oddechowego, krwionośnego, ruchu, nerwowego oraz hormonalnego. Odpowiednia równowaga hormonalna ustroju umożliwia dostosowanie się mięśni, kości, ścięgien, więzadeł, naczyń krwionośnych, płuc, połączeń nerwowych i wielu innych struktur organizmu do coraz większego obciążenia treningowego [62]. Szczególnie istotną rolę pełnią w tym wypadku hormony steroidowe. Są one wytwarzane w gonadach, nadnerczach, jak również w strukturach układu nerwowego. Powstają z cholesterolu,

który może być dostarczany z pożywieniem lub syntezowany *de novo* z acetylo CoA (Ryc.6.) [63, 64].



Rycina 6. Powstawanie cholesterolu z Acetylo CoA [62].

Następnie w wyniku szeregu przemian, cholesterol jest przekształcany do kolejnych hormonów steroidowych o różnych funkcjach i aktywności (Ryc.7.) [63].

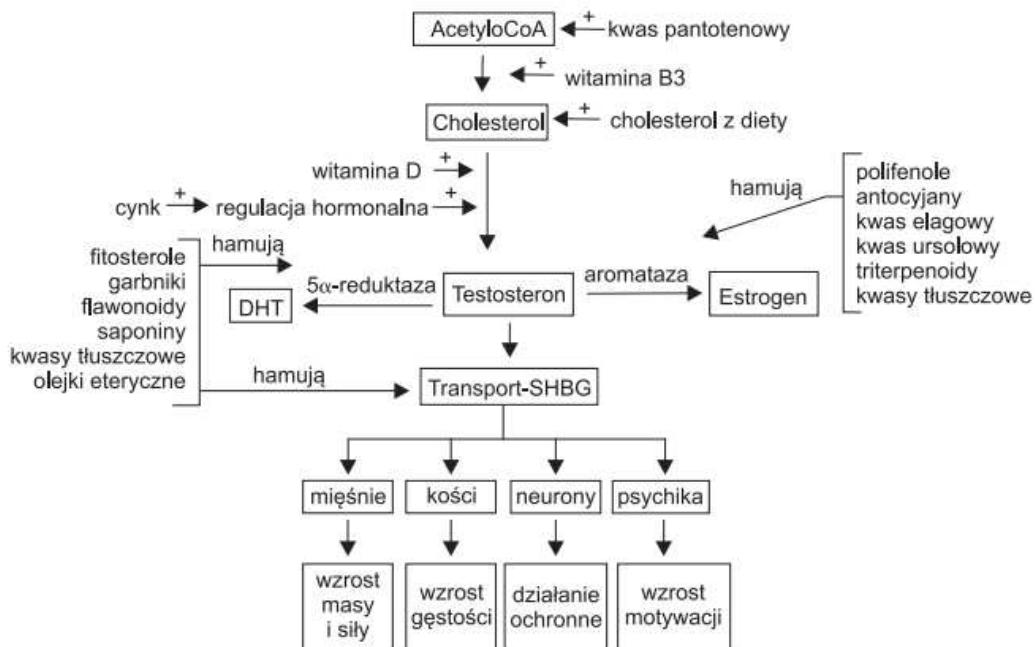


Rycina 7. Przemiany hormonów steroidowych [65].

### 3.2.1. Testosteron

Testosteron jest głównym androgenym hormonem steroidowym. Wpływa na rozwój cech płciowych oraz na identyfikację psychoseksualną, a także stymuluje przemiany anaboliczne w organizmie. Przyczynia się do poprawy adaptacji mięśni i kości do wysiłku, poprzez zwiększenie ich masy, gęstości i objętości. Działa również ochronnie na układ krążenia oraz nerwowy, a także istotnie wpływa na motywację zawodnika [66, 67].

Testosteron jest syntezowany w organizmie z cholesterolu, dostarczanego z dietą lub produkowanego endogennie z acetyloCoA (Ryc.8.). Może być metabolizowany do estradiolu przy udziale enzymu, aromatazy lub do dihydrotestosteronu (DHT) z uczestnictwem  $5\alpha$ -reduktazy (Ryc.8.). Niebiałkowe części enzymów niezbędnych, aby hormony mogły powstawać oraz ulegać przemianom, to kofaktory. Najczęściej są to witaminy lub składniki mineralne. Stąd niezwykle istotne dla zachowania prawidłowego balansu hormonalnego jest dostarczenie odpowiednich mikroelementów wraz z dietą. Do wytworzenia testosteronu (Ryc.8.) szczególnie ważne są kwas pantotenowy, witamina B<sub>3</sub>, witamina D oraz cynk [62, 63, 67 – 69].



Rycina 8. Wpływ składników odżywczych diety na poziom testosteronu [62].

Wiele składników aktywnych, zawartych w pożywieniu, wpływa na metabolizm testosteronu. Przykładami związków hamujących działanie aromatazy są: niektóre polifenole, antocyjany, barwniki, kwasy elagowy i ursolowy, triterpeny oraz kwasy tłuszczowe. Wyżej wymienione składniki są obecne w rybach i owocach morza, oliwie z oliwek, soku z granatu, winogronach, winie, rodzynekach, warzywach kapustnych, selerze, pietruszce, papryce, cykorii, lukrecji, jemiele i kocim pazurze oraz w herbatach, kawie i kakao [70 – 74].

Wśród suplementów dedykowanych sportowcom możemy znaleźć preparaty mające hamować aktywność 5 $\alpha$ -reduktazy, a tym samym hamujące przemianę testosteronu do DHT. Zawierają one wyciągi z palmy sabałowej (*Sereno arepens*), pokrzywy (*Urtica dioica*, *U.urens*) oraz śliwy afrykańskiej (*Pygeum africanum*) [70 – 75].

Innymi oferowanymi preparatami, mającymi przyczynić się do podniesienia poziomu testosteronu, są suplementy diety zawierające prohormony, takie jak dehydroepiandrosteron (DHEA), 4-androstediol, 5-androstediol, 19-norandrostenedion i inne, których stosowanie jest zabronione przez WADA [76].

Gospodarkę hormonów anabolicznych można modulować poprzez dobór odpowiedniego rodzaju, objętości i czasu trwania wysiłku fizycznego. Wykazano, że trening siłowy istotnie wpływa na zwiększenie poziomu testosteronu. Natomiast trening wytrzymałościowy obniża powysiłkową zawartość we krwi tego androgeny, a podwyższa ilość hormonu katabolicznego – kortyzolu [77].

Narażenie na substancje takie jak: alkohol, fito estrogeny, estrogeny środowiskowe, ftalany, fenole, herbicydy, pestycydy bezpośrednio lub pośrednio wpływa na ograniczenie produkcji i na zmniejszenie ilości wolnego testosteronu [75, 78, 79].

Odpowiednia dieta i aktywność fizyczna to ważne determinanty zachowania zdrowia oraz sprawności fizycznej i umysłowej sportowca. Optymalizacja żywienia może przyczynić się do zachowania równowagi w obrębie gospodarki hormonów steroidowych osób aktywnych fizycznie [62].

### **3.2.2. Kortyzol**

Kolejnym niezwykle istotnym dla każdego człowieka, również sportowca, hormonem jest kortyzol, zwany hormonem walki ze stresem. Jego zadaniem jest przygotowanie organizmu do odpowiedzi na stres fizyczny i psychiczny. Kortyzol wpływa na metabolizm węglowodanów, białek i tłuszczów, a także na równowagę

wodno-elektrolitową i ciśnienie krwi. Oddziałuje również na układ immunologiczny oraz moduluje nastrój, zachowanie, apetyt i odczuwanie bólu [65, 80 – 82].

Kortyzol mobilizuje zapasy glukozy spichrzane w organizmie w postaci glikogenu mięśniowego i wątrobowego oraz tkanki tłuszczowej, aby mogły zostać wykorzystane do walki z czynnikiem stresogennym. Dodatkowo stymuluje apetyt na żywność o wysokim indeksie glikemicznym. Stąd utrzymujące się wysokie stężenie tego hormonu może prowadzić do wystąpienia insulinooporności, nadciśnienia, dyslipdemii i otyłości [65, 81, 83 – 87].

Kortyzol, w optymalnych ilościach promuje wytwarzanie kolagenu, jednak przewlekle utrzymujący się nadmiar prowadzi do syntezy kolagenu o nieprawidłowej, słabszej strukturze. Zaburza również remineralizację kości i przyczyna się do zwiększenia wydalania wapnia z moczem [65, 88].

Kortyzol zwiększa wrażliwość tkanek na noradrenalinę, wazopresynę i angiotensynę II, prowadząc do podniesienia ciśnienia krwi. Zjawisko takie jest korzystne w trakcie stresu (egzaminu, zawodów itp.), jednak nie powinno być utrzymywane długotrwale. Opisany hormon zabezpiecza organizm przed przegrzaniem, a także wykazuje działanie przeciwzapalne i immunosupresyjne. Wykazuje również wpływ na plastyczność układu nerwowego oraz na nastrój zawodnika [65, 82, 83, 85].

Kortyzol może być metabolizowany do dużo mniej aktywnego kortyzonu przez dehydrogenazę 11 $\beta$ -hydroksysteroidową. Uwalnianie kortyzolu podlega dobowym zmianom: rano jego poziom jest wyższy, a w ciągu dnia i wieczorem stopniowo spada [65].

Wykazano, że długi trening wytrzymałościowy może przyczynić się do podwyższenia poziomu kortyzolu. Nadmiar tego hormonu w stosunku do testosteronu i DHEA wpływa na pogorszenie nastroju zawodnika, na spotęgowanie lęku przed startem, na spadek motywacji i szybsze wystąpienie przetrenowania. Jest też markerem przetrenowania. Wiele czynników środowiskowych, w tym składniki aktywne żywności mogą wpływać na uwalnianie kortyzolu [65, 89 – 97].

Wielokrotnie badano wpływ dostarczania poszczególnych makroskładników na poziom kortyzolu, jednak wyniki nie są jednoznaczne [65, 98 – 101]. Wykazano, że wystąpienie hipoglikemii może przyczyniać się do zwiększenia syntezy i uwalniania tego hormonu, dlatego podczas długotrwałego wysiłku fizycznego należy zadbać o utrzymanie poziomu glukozy we krwi na stałym poziomie, poprzez dostarczenie węglowodanów prostych z diety. Najlepiej przyswajaną formą są napoje. Stwierdzono, że stosowanie 7%

roztworów węglowodanów wpływa na obniżenie powysiłkowego stężenia kortyzolu, natomiast 1,5% i 8% roztwory maltodekstryny takiego działania nie wykazały [102 – 104].

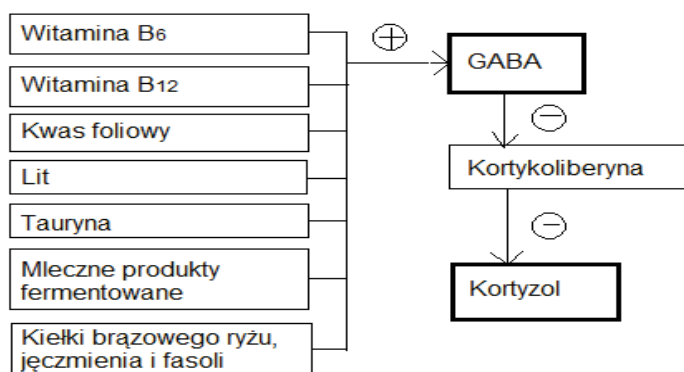
Oprócz wpływu węglowodanów na gospodarkę kortyzolu, badano również wpływ suplementacji diety zawodników aminokwasami oraz białkami. Nie wykazano wpływu glutaminy i argininy na powysiłkowe stężenia kortyzolu. Wpływ BCAA i białek pozostaje niejasny ze względu na złożony metabolizm tych składników odżywczych [65, 104 – 112 ].

Wykazano, że suplementacja diety fosfatydyloseryną i kwasem fosfatydowym może korzystnie wpłynąć na redukcję poziomu kortyzolu w organizmie człowieka. Występują one naturalnie w jajach oraz produktach bogatych w białko zwierzęce [65, 113 – 115].

Kwas  $\gamma$ -aminomasłowy (GABA) jest substancją, która hamuje uwalnianie kortykoliberyny, hormonu stymulującego wytwarzanie i wydzielanie kortyzolu w korze nadnerczy. GABA jest wytwarzany w organizmie człowieka z glutaminy przy udziale witaminy B<sub>6</sub>. Dlatego, chcąc zadbać o prawidłową równowagę w obrębie gospodarki hormonów steroidowych, ważne jest aby ilość pirydoksyny w diecie, była odpowiednia. Wykazano, że na syntezę i wydzielanie GABA wpływają również: lit, witamina B<sub>12</sub>, kwas foliowy, fermentowane produkty mleczne oraz tauryna (Ryc.9.) [65, 116 – 123].

Kwas  $\gamma$ -aminomasłowy może być również dostarczony wraz z dietą. Naturalnymi źródłami GABA są ryż, jęczmień oraz fasola [65].

Mimo możliwości endogennej syntezy oraz dostarczenia GABA wraz z naturalnie występującymi produktami spożywczymi, rynek suplementów diety oferuje mnóstwo preparatów dedykowanych sportowcom, zawierających omawianą substancję [65].



Rycina 9. Wpływ składników żywności na stężenie GABA i powiązaniem z nim stężeniem kortyzolu w organizmie człowieka [28].

Wpływ poszczególnych witamin na poziom kortyzolu nie jest jednoznaczny. Wykazano, że stosowanie dużych dawek witaminy C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacyny i magnezu w okresie poprzedzającym start w zawodach, przyczynia się do mniejszego wzrostu poziomu kortyzolu [65, 124 – 129].

Naghii i współpracownicy wykazali, że stosowanie boronu w dawce 11,6mg dziennie przez tydzień może skutkować zwiększeniem stężeń kortyzolu, wolnego testosteronu, DHT i witaminy D oraz zmniejszeniem stężenia estradiolu [65, 130].

Na obniżenie poziomu kortyzolu może również wpływać stosowanie oleju rybiego, epigallokatechiny, betainy, ornityny, zielonej, czarnej i oolong herbaty oraz zielonej kawy. W przeciwieństwie do zielonej, czarna kawa przyczynia się do podniesienia poziomu kortyzolu. Wykazano, że spożycie kofeiny i węglowodanów przed treningiem sprzyja zwiększeniu wysiłkowego wyrzutu kortyzolu. W przypadku zastosowania roztworu samej kofeiny, zjawisko jest znacznie silniej widoczne. Zaobserwowano, że używanie wyciągów z korzenia *Rhodiola rose* oraz *Eurycoma longifolia* (żeń szenia malezyjskiego) wpływa korzystnie na obniżenie poziomu kortyzolu [65, 131 – 135].

Stwierdzono, że występowanie przewlekłych stanów zapalnych w organizmie przyczynia się do zwiększenia wydzielania przeciwzapalnego kortyzolu. Sportowcy są grupą szczególnie narażoną na występowanie urazów skórnych, mięśniowych, stawowych i kostnych oraz na infekcje górnych dróg oddechowych. Złagodzenie stanów zapalnych przy pomocy odpowiednio dobranej diety, bogatej w składniki aktywne o działaniu przeciwutleniającym i przeciwzapalnym, może korzystnie wpłynąć na optymalizację ilości kortyzolu w organizmie sportowca [65].

Ilość i intensywność treningów osób uprawiających sport zawodowo, ale też amatorsko, sprawia, że organizm jest ustawicznie poddawany cały czas znacznym przeciążeniom i narażony na stres fizyczny i psychiczny. Może to skutkować przewlekłe utrzymującym się zbyt wysokim poziomem kortyzolu, co zwiększa narażenie na rozwój insulinooporności, zatrzymywanie wody i sodu w organizmie, występowanie obrzęków, spadku nastroju i utratę motywacji. Prawidłowo zbilansowana dieta może przyczynić się w sposób bezpośredni i pośredni do optymalizacji poziomu kortyzolu w organizmie człowieka. W przypadku znacznego narażenia na stres fizyczny i psychiczny można rozważyć zastosowanie suplementów diety, które przyczyniają się do obniżenia poziomu tego hormonu [65].



### 3.2.3. Dehydroepiandrosteron (DHEA)

DHEA jest hormonem steroidowym naturalnie występującym w ludzkim organizmie, syntezowanym głównie w nadnerczach. Występuje w postaci wolnej (DHEA) oraz w postaci estru siarkowego (DHEAS). Jest neurosteroidem i produktem końcowym zarówno osi podwzgórze–przysadka–nadnercza, jak i podwzgórze–przysadka–gonady. Wpływa na funkcjonowanie mózgu poprzez receptory GABA<sub>A</sub>, zmniejszając tendencję do podejmowania ryzykownych decyzji, a także poprawia funkcje kognitywne [136, 137]. Co więcej, DHEA może być również wydzielany w stresujących sytuacjach, razem z kortyzolem, łagodząc negatywne skutki jego długotrwałe utrzymującego się wysokiego poziomu [138, 139].

Mimo iż DHEA został zaliczony przez Międzynarodową Komisję Antydopingową WADA do endogennych środków anabolicznych, sterydów anaboliczno-androgenicznych, jeśli zostały podane egzogennie (grupa S1B) i uznany za środek zabroniony zarówno podczas zawodów, jak i podczas przygotowań, jest dostępny w postaci leków OTC (wydawanych bez recepty), np. DHEA Eljot oraz Stymen oraz w postaci suplementów diety. Preparaty, zawierające DHEA są przeznaczone dla osób starszych i mają pomóc w podniesieniu potencji oraz łagodzić objawy starzenia. Pojawiają się doniesienia naukowe, wskazujące że osoby aktywne fizycznie mogą stosować tego typu preparaty, jako źródło prohormonów do syntezy testosteronu [140].

## **4. ROLA SUPLEMENTACJI DIETY W ŻYWIENIU SPORTOWCA**

### **4.1. Prawna i rynkowa pozycja suplementów diety**

Suplement diety to według ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia, środek spożywczy, którego celem powinno być uzupełnienie normalnej diety. Obecnie rynek suplementów diety rozwija się w zawrotnym tempie. Według raportów Najwyższej Izby Kontroli w 2011 roku był wart 2,93 mld złotych, a w 2016 roku – 3,73 mld. NIK szacuje, że w latach 2017 – 2020 będzie się rozwijał w tempie 8% rocznie, osiągając w 2020 roku wartość 5,04 mld złotych [141].

NIK podkreśla, że suplementy, mimo że występują w postaciach, jak leki (tabletki, kapsułki), nie są lekami i nie mają właściwości leczniczych, mogą wyrównywać niedobory, wykazane w badaniach biochemicznych [141]. Oceniono, że w latach 1997 – 2005 polski rynek suplementów diety rozwijał się najbardziej dynamicznie wśród wszystkich krajów Unii Europejskiej. Według badań Krajowej Rady Radiofonii i Telewizji, od 1997 do 2015 roku liczba reklam z działu produktów prozdrowotnych (w tym suplementów diety) i leków OTC wzrosła 20-krotnie, podczas gdy ogólna ilość reklam tylko 3 razy [141].

Wprowadzenie suplementu diety na rynek wymaga jedynie powiadomienia o tym Głównego Inspektora Sanitarnego, a podjęcie ewentualnego postępowania wyjaśniającego nie blokuje dystrybucji produktów. Rozpoczęcie weryfikacji powiadomienia trwa średnio 8 miesięcy, a sama weryfikacja prawie 1,5 roku). Niejednokrotnie liczby te są wyższe. NIK podkreśla, że taki stan wprowadza zagrożenie dla zdrowia i życia konsumenta [141].

W kontrolach prowadzonych przez NIK niejednokrotnie wykazano niezgodności w deklarowanych i faktycznych składach suplementów diety, m.in. inny skład kultur bakterii w probiotykach, obecność bakterii chorobotwórczych w tych preparatach, obecność nielegalnych stymulantów w tzw. spalaczach tłuszczu [141].

### **4.2. Suplementy diety dedykowane sportowcom**

Preparaty dedykowane sportowcom stanowią znaczną część rynku suplementów diety. Australijska Komisja Sportu (Australian Sports Commission), podlegająca Australijskiemu Rządowi stale opracowuje strategie pozwalające na rozwój australijskich sportowców. Koncentruje się między innymi na zaleceniach żywieniowych dla atletów. Przygotowała podział suplementów diety na 4 grupy, w oparciu o naukowe dowody

skuteczności oraz o stopień przydatności dla sportowca, o bezpieczeństwo stosowania, a także o zgodność stosowania z prawem i zaleceniami WADA [142]. Klasyfikację przedstawiono w tabeli 1.

Również polskie Ministerstwo Sportu coraz częściej zleca Instytutowi Sportu Państwowego Instytutowi Badawczemu w Warszawie badania nad skutecznością suplementacji diety poszczególnymi składnikami odżywczymi. W ostatnich takich przeprowadzonych badaniach możemy znaleźć między innymi ocenę wpływu suplementacji kwasem alfa-liponowym czy witaminą D na organizm sportowca [13, 22].

### **4.3. Suplementy diety a doping**

Zachowanie balansu w obrębie gospodarki hormonalnej sportowców jest jednym z kluczowych czynników, zapewniających prawidłową odpowiedź organizmu na trening, a tym samym osiągnięcie oczekiwanych wyników sportowych. Sportowcy, aby sprostać rosnącym oczekiwaniom, sięgają po różne rodzaje dopingu, w tym w postaci leków OTC i suplementów diety, które mogą zawierać egzogenne środki hormonalne. Camporesi et al. wskazują, że tylko nieliczne obszary sportu zawodowego nie są skażone dopingiem, a jego stosowanie ma często charakter zorganizowany i obejmuje całe drużyny sportowe [143]. W innych badaniach wykazano, że stosowanie dopingu można rozpatrywać w charakterze uzależnienia [144].

Należy również zwrócić uwagę na obecność w wieloskładnikowych suplementów diety tzw. stacków, o składzie zastrzeżonym przez producenta. Niepokojąca jest tendencja do pojawienia się prohormonów również w suplementach diety i lekach OTC.

## 5. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY

Badania fizjologów wysiłku i żywieniowców prowadzone w ostatnich latach wskazują, że istnieją istotne zależności między sposobem żywienia i stanem odżywienia sportowca, a jego wydolnością, siłą, szybkością i motywacją do działania.

Niewłaściwy styl życia, w tym niebilansowana dieta mogą przyczynić się do ograniczenia regeneracji sportowca, a tym samym do wystąpienia kontuzji i przetrenowania. Regularne monitorowanie sposobu żywienia sportowców stanowi podstawę do korygowania błędów dietetycznych, a tym samym do zachowania dobrego stanu zdrowia i samopoczucia.

Zasadniczym celem w cyklu badań przedstawionych w rozprawie doktorskiej była ocena wpływu czynników żywieniowych na równowagę hormonalną w organizmach badanych sportowców i osób aktywnych fizycznie.

Do realizacji celu zasadniczego wykorzystano następujące cele pomocnicze:

1. Ocena zwyczajów żywieniowych i wartości odżywczej diety osób o różnym poziomie aktywności fizycznej.
2. Analiza częstości i rodzaju spożywanych suplementów diety wśród uczestników badań.
3. Ocena jakości powszechnie dostępnych soków owocowych, różnych rodzajów mleka spożywczego, wody pitnej i przykładowych izotoników za pomocą wybranych wskaźników elektrochemicznych
4. Ocena zawartości witamin grupy B w produktach kokosowych, popularnych wśród ankietowanych osób aktywnych fizycznie.
5. Oznaczenie zawartości bakterii probiotycznych w produktach mlecznych, spożywanych przez badane osoby aktywne fizycznie.
6. Oznaczenie stężenia hormonów steroidowych w organizmie zawodników CrossFit.

## 6. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

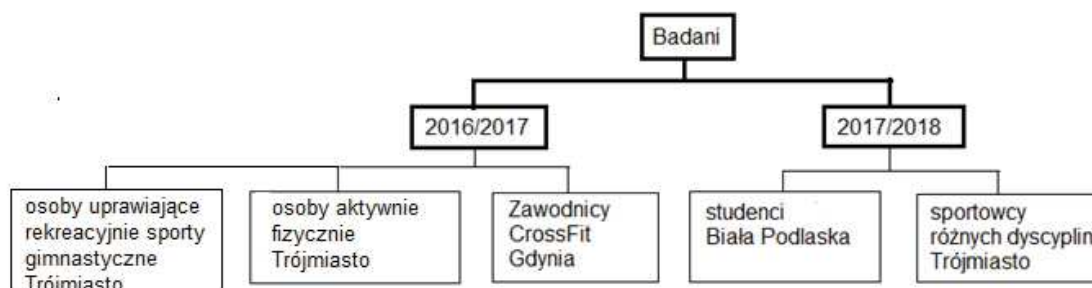
### 6.1. Zakres badań i grupy badane

Spośród ponad 400 osób, które rozpoczęły badania ankietowe w 2016 r., tylko 225 kwestionariuszy ankiet było wypełnionych prawidłowo. Badanych podzielono na 3 grupy, uwzględniając poziom i rodzaj uprawianej aktywności fizycznej:

- osoby aktywne fizycznie, wykonujące trening siłowy na terenie Trójmiasta [145]
- zawodnicy gdyńskiej drużyny CrossFit
- osoby rekreacyjnie uprawiające sporty gimnastyczne na terenie Trójmiasta..

Dwie ostatnie grupy brały również udział w badaniu zawartości hormonów steroidowych w ich organizmach, z wykorzystaniem śliny, przed, w trakcie i po treningu.

W latach 2017 – 2018 kontynuowano badania oceny spożycia i wartości odżywczej diet osób aktywnych fizycznie i sportowców na terenie Trójmiasta (n=50) oraz studentów Akademii Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej i Państwowej Szkoły Wyższej imienia Jana Pawła II w Białej Podlaskiej (n=121) (Ryc. 10.).



Rycina 10. Schemat podziału osób biorących udział w badaniu ankietowym.

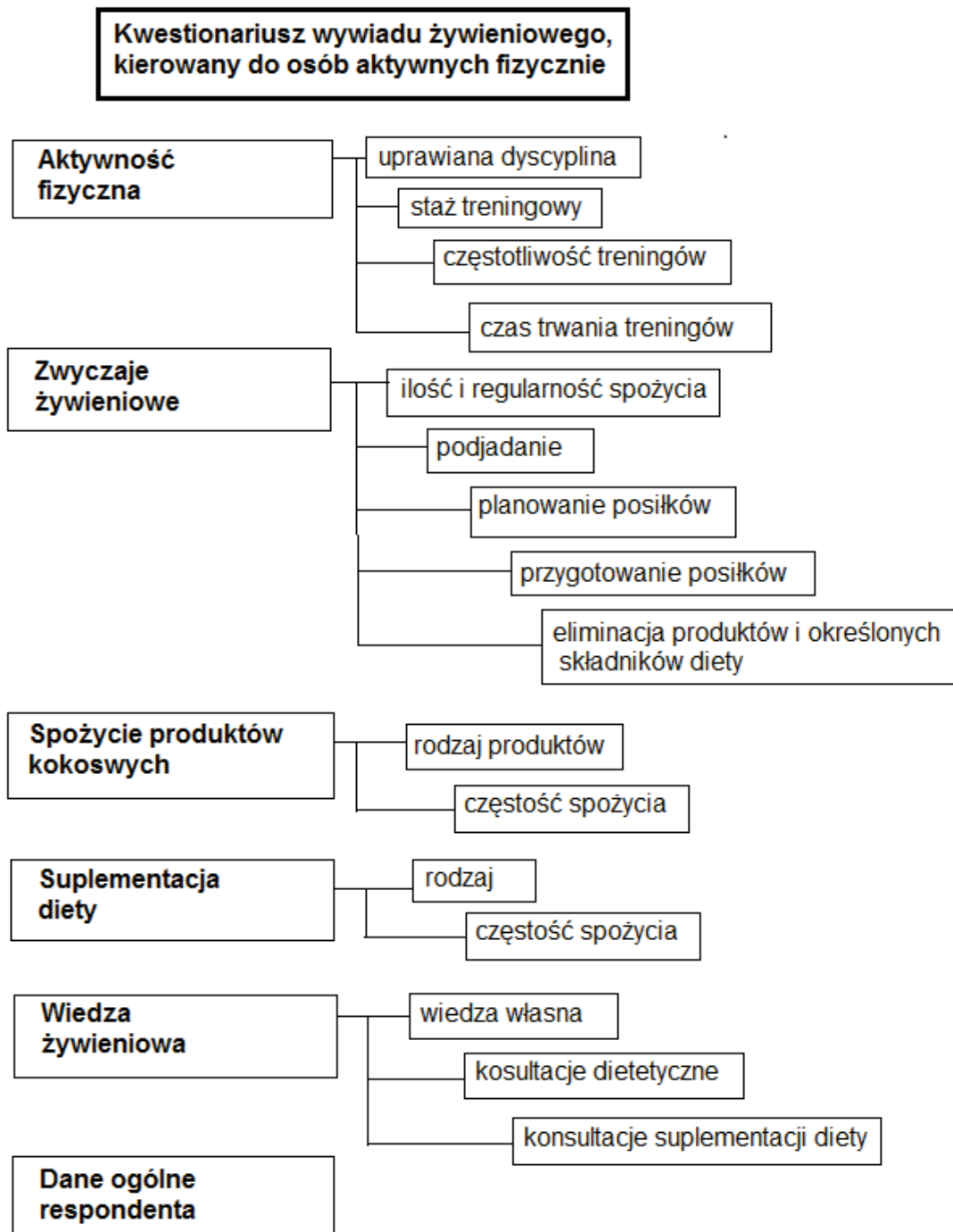
Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Niezależnej Komisji Bioetycznej do spraw Badań Naukowych Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego nr NKBBN/63/2015 z dnia 17 lutego 2015 roku (Załącznik 1). Osoby biorące udział w badaniu, zostały poinformowane o ich celu i metodyce oraz wyraziły pisemną zgodę na ich wykonanie.

## **6.2. Ocena zwyczajów żywieniowych osób aktywnych fizycznie**

Zwyczaje żywieniowe badanych zostały ocenione w oparciu o dane zawarte w kwestionariuszu wywiadu żywieniowego, wypełnianego przez badanych. Autorski kwestionariusz ankiety został przygotowany w Katedrze i Zakładzie Bromatologii GUMed (Załącznik 1). Uczestnicy badania odpowiadali na pytania związane z ich stylem życia, w tym z zwyczajami żywieniowymi. Ponadto pytano o eliminację produktów spożywczych z diety, o suplementację diety oraz o aktywność fizyczną (rodzaj, czas trwania i intensywność treningów). Na rycinie 11 przedstawiono schemat kwestionariusza wywiadu żywieniowego, uzupełnianego przez ankietowanych. Badani wypełnili również dobowy kwestionariusz żywienia, w którym notowali rodzaj i ilość produktów, spożywanych w ciągu doby poprzedzającej badanie. Ilość poszczególnych składników diety była oceniana z zastosowaniem ważenia lub na podstawie ilustracji, przedstawiających porcje produktów spożywczych, zawartych w „Albumie fotografii produktów i potraw”, wydanym przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie [146].

Oceny wartości energetycznej i odżywczej diet badanych osób dokonano wykorzystując program „Dieta 5”, wydany przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie.

Zwyczaje żywieniowe badanych zostały ocenione na podstawie „Przewodnika metodycznego badań sposobu żywienia” pod redakcją prof. dr hab. Anny Gronowskiej-Senger [147].



Rycina 11. Schemat kwestionariusza wywiadu żywieniowego, kierowanego do osób aktywnych fizycznie.

### **6.3. Ocena soków owocowych, wód pitnych i mleka spożywczego w aspekcie napojów izotonicznych stosowanych w sportach wytrzymałościowych**

Na potrzeby zaplanowanego eksperymentu zakupiono 9 rodzajów soków owocowych, 7 rodzajów wód pitnych, 8 rodzajów mleka oraz 2 rodzaje napojów izotonicznych. Badane napoje zakupiono w 2016 roku w sieci gdańskich sklepów spożywczych. Ponadto w badaniach oceniono 4 rodzaje napojów izotonicznych, które wykonano w warunkach domowych.

Badanie osmolarności wykonywano przy pomocy Osmometru os 3000 (producent Marcel). Zakres pomiarowy aparatu wynosi 0 – 2000 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, dokładność osmolarności: ±2mOsm/kg H<sub>2</sub>O dla <1000 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, a dokładność temperatury: 0,002 °C. Pomiar powtarzano 6-krotnie. Na podstawie danych deklarowanych przez producenta, oceniono wartość energetyczną oraz zawartość sodu i cukrów w badanych napojach. Dla izotoników domowych wartości te obliczono przy pomocy programu Dieta 5, aprobowanego przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie.

### **6.4. Oznaczanie wybranych witamin grupy B**

W latach 2017/2018 przeprowadzono badania oznaczania niacyny i ryboflawiny w spożywczych produktach kokosowych i w różnych rodzajach mleka spożywczego. Przebadano:

- 4 rodzaje wody kokosowej,
- 4 rodzaje mleka kokosowego,
- 2 rodzaje mleczka kokosowego,
- 1 mleczny napój kokosowy,
- 1 napój kokosowo-ryżowy,
- 4 rodzaje cukru kokosowego,
- 4 rodzaje mąki kokosowej,
- 6 rodzajów mleka spożywczego [49, 50].



### **Oznaczenie zawartości ryboflawiny metodą mikrobiologiczną**

W badaniach, które obejmuje niniejsza praca, do oznaczenia ilości witaminy B<sub>2</sub> w napojach kokosowych i mlekach krowich, a także mąkach i cukrze kokosowym, użyto metody mikrobiologicznej. Wykorzystuje ona cechę szczepu *Lactobacillus casei*, który może namnażać się wyłącznie w obecności ryboflawiny, a jego wzrost jest proporcjonalny do ilości witaminy B<sub>2</sub> w środowisku (badanej próbie). W wyniku wzrostu, wykorzystywany szczep wytwarza kwas mlekowy. Wyprodukowany przez bakterie metabolit miareczkuje się wodorotlenkiem sodu i na podstawie krzywej wzorcowej, oblicza się zawartość witaminy w badanym produkcie spożywczym [49, 50].

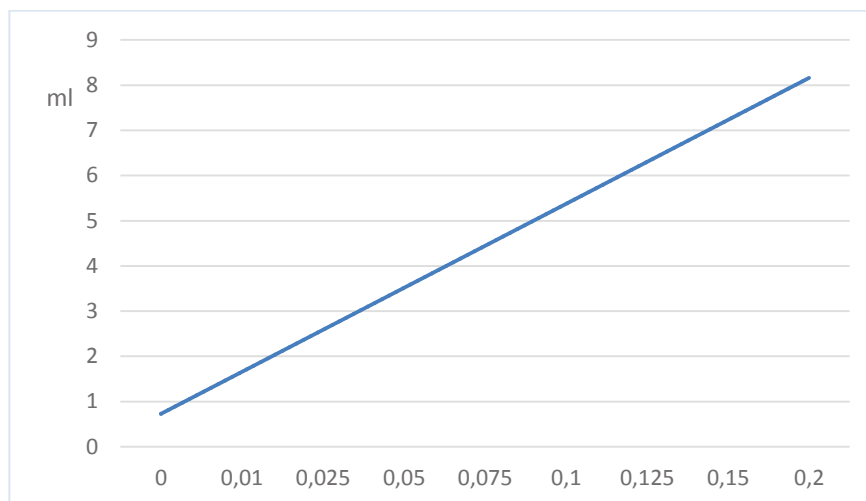
Wykorzystana metoda jest precyzyjna i czuła. Inne witaminy nie zaburzają wyniku pomiaru oraz można nią oznaczyć śladowe ilości ryboflawiny [148, 149].

Materiał badawczy umieszczano w kolbach i doprowadzano do hydrolizy kwaśnej i enzymatycznej. Następnie doprowadzono próby do pH 6,8, przesączano i uzupełniano wodą destylowaną do objętości 100 cm<sup>3</sup>. Po czym wyjałowione próby rozcieńczano zgodnie z tabelą 2 [49, 50].

Po kolejnym wyjałowieniu, do prób dodano inoculum *L. casei* i inkubowano. Następnie przeniesiono materiał ilościowo do kolb i miareczkowano roztworem wodorowęglanu sodu wobec błękitu metylotymolowego. Ten etap oznaczania prowadzono w zaciemnionym pomieszczeniu ze względu na możliwość rozkładu ryboflawiny [49, 50].

Do obliczenia ilość witaminy B<sub>2</sub> w próbach wykorzystano krzywą wzorcową, wyznaczoną na podstawie rozcieńczeń przedstawionych w tabeli 3. Roztwór standardowy przygotowano poprzez rozpuszczenie 10 mg ryboflawiny w 100 ml gorącej wody destylowanej (10µg/ml), a następnie pobranie 0,1ml stężonego roztworu i rozcieńczenie wodą destylowaną do objętości 100ml [49, 50].

Do odpowiednich rozcieńczeń standardu (Tab. 3.), dodano po 2 krople inoculum *L. casei* i inkubowano razem z próbami produktów spożywczych. Następnie miareczkowano identycznie jak materiał badawczy. Na podstawie ilości zużytego wodorotlenku sodu wyznaczono krzywą kalibracyjną (Ryc. 12.), przy pomocy której wyznaczano stężenia ryboflawiny w produktach spożywczych [49, 50].



Rycina 12. Krzywa kalibracyjna do odczytywania ilości ryboflawiny w próbkach, oznaczanych metodą mikrobiologiczną.

### Oznaczenie zawartości niacyny metodą mikrobiologiczną

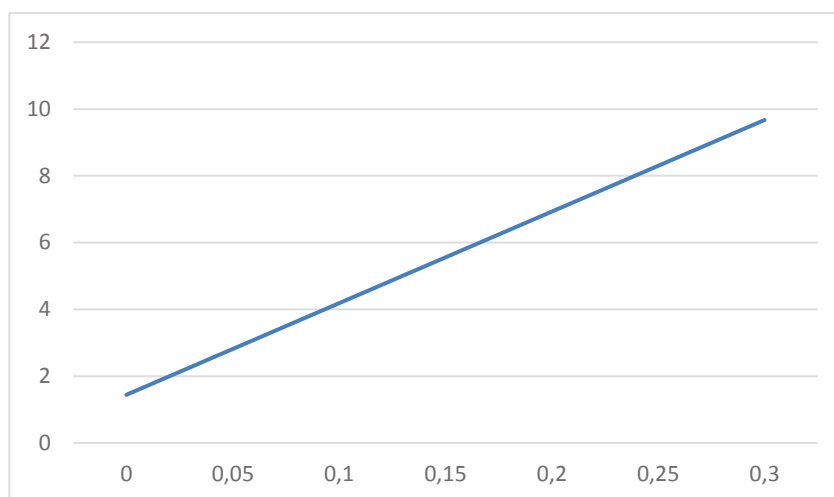
Do oznaczenia ilości niacyny w napojach kokosowych i mleczarskich posłużono się metodą mikrobiologiczną Snella i Wrighta. Wykorzystuje on proporcjonalną zależność między stężeniem witaminy PP w próbce oraz ilością wytworzonego w wyniku rozkładu glukozy, kwasu mlekowego przez bakterie ze szczepu *Lactobacillus plantarum*. Sposób ten pozwala na oznaczenie śladowych ilości witaminy PP [49, 50, 148].

Umieszczono po 2g badanych napojów oraz 50 ml 1M roztworu kwasu solnego w kolbach stożkowych w celu przeprowadzenia hydrolizy kwaśnej. Próby autoklawowano 30 minut (120°C, 1atm.). Następnie ostudzono i doprowadzono do pH 4,5 z pomocą buforu octanowego. Kolejnym etapem było dodanie roztworów enzymów, inkubacja w cieplarni (37°C, 24h) i zakończenie procesu hydrolizy poprzez umieszczenie w aparacie Kocha (100°C, 30min) [49, 50].

Następnie otrzymane roztwory doprowadzono do pH 6,8, używając w tym celu roztworu wodorotlenku sodu, po czym przesączono i uzupełniono wodą destylowaną do objętości 100ml. Tak uzyskane próby odpowiednio rozcieńczono (Tab. 4.), wyjąłowiono w aparacie Kocha, ostudzono oraz dodano do nich po 2 krople inoculum odpowiedniego szczepu bakterii, po czym inkubowano w temperaturze 37°C przez 72 godziny [49, 50].

Po ilościowym przeniesieniu próbek do kolb i rozcieńczeniu do objętości 100 ml przy pomocy wody destylowanej, miareczkowano je roztworem wodorotlenku sodu wobec błękitu bromotymolowego [49, 50].

Zawartość niacyny w próbach obliczono przy pomocy krzywej wzorcowej (Ryc. 13.), wyznaczonej na podstawie wyników miareczkowania odpowiednich rozcieńczeń standardu (Tab. 5.). Standard przygotowano rozpuszczając 10mg kwasu nikotynowego w 100ml wody destylowanej i rozcieńczenie 1ml otrzymanego roztworu do 100ml wodą destylowaną. Postępowanie doprowadzające do miareczkowania i proces miareczkowania były identyczne z przyjętymi dla badanych próbek [49, 50].



Rycina 13. Krzywa kalibracyjna do oznaczenia zawartości niacyny w badanych produktach metodą mikrobiologiczną.

## 6.5. Ocena częstości spożycia produktów wzbogacanych bakteriami probiotycznymi

W latach 2016/2017 przeprowadzono oznaczenia zawartości bakterii probiotycznych w produktach mleczarskich metodą płytkową. Przebadano 21 produktów mleczarskich oraz produkty kiszone:

- 10 jogurtów naturalnych,
- 3 jogurty owocowe,
- napój jogurtowy,
- 2 kefiry, maślankę,
- zsiadłe mleko,
- mleko acidofilne,
- napój probiotyczny ,
- serek naturalny,
- sok ze świeżo wyciśniętej kapusty kiszzonej,

- sok z kiszzonej kapusty (dostępny handlowo w butelkach),
- zalewa od samodzielnie ukiszonych ogórków.

Produkty zakupiono w sklepach na terenie Gdańska. Zawartość bakterii probiotycznych była określana w okresie terminu przydatności do spożycia, deklarowanego przez producenta na etykiecie produktu.

Do określenia zawartości bakterii probiotycznych w wybranych produktach wykorzystano metodę posiewów płytkowych w oparciu o obowiązujące normy (PN-ISO 15214:2002). Użyto wybiórczego dla bakterii kwasu mlekowego i innych bakterii probiotycznych podłoża Difco™ Lactobacillus MRS. Badania przeprowadzono w warunkach aseptycznych, odpowiednio rozcieńczając kolejne próby [150].

## **6.6. Wpływ suplementacji DHEA na homeostazę hormonów steroidowych zawodników CrossFit**

### **6.6.1. Grupa badanych**

Badania ankietowe przeprowadzone w latach 2016 – 2018 wśród 224 osób, pozwoliły wyłonić grupę zawodników, o takim samym stopniu wytrenowania, trenujących wspólnie CrossFit. Wszyscy wyselekcjonowani sportowcy charakteryzowali się prawidłową masą ciała i zawartością tkanki tłuszczowej. Dodatkowo cechowali się podobnym stylem życia, nawykami żywieniowymi i treningowymi oraz nie stosowali środków hormonalnych w ciągu 6 miesięcy poprzedzających badania ankietowe. Do zaprojektowanych badań zgłosiło się i rozpoczęło badania 37 osób (25 kobiet, 12 mężczyzn). Wszyscy uczestnicy prezentowali wysoki stopień wytrenowania, startując w zawodach ogólnopolskich. Z tej grupy 13 zawodników CrossFit (4 kobiety, 9 mężczyzn) deklarowało rozpoczęcie suplementacji diety preparatami zawierającymi DHEA oraz współpracę przy oznaczeniu hormonów steroidowych w ich ślinie.

Średnia wieku grupy zawodników wyniosła 26 lat (21 – 39 lat). Wzrost oscylował między 162 i 187 cm (mediana: 177 cm), a waga między 58 a 88 kg (mediana: 75kg). Mediana BMI wyniosła 24,95 (od 21 do 26,5).

W czasie trwania badań, zawodnicy wykonywali 4 razy w tygodniu składający się z dwóch części trening CrossFit. Pierwsza była skoncentrowana na budowaniu siły oraz doskonaleniu techniki ćwiczeń z wolnymi ciężarami i elementów gimnastycznych. Druga

część polegała na wykonaniu serii ćwiczeń w jak najkrótszym czasie, lub zrobieniu jak największej ilości powtórzeń zadanych ćwiczeń w zadanym przedziale czasowym.

Przed rozpoczęciem badań, ochotnicy otrzymali precyzyjne informacje i instrukcje badań w formie pisemnej. W razie pytań, mogli w każdej chwili skontaktować się z prowadzącym badania.

Badania zostały przeprowadzone za zgodą Komisji Bioetycznej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego nr NKBBN/63/2015 a dnia 17 lutego 2015 roku.

### **6.6.2. Schemat badania**

Badania nad gospodarką hormonalną zawodników CrossFit trwały 6 tygodni. Uczestniczący w nich zawodnicy, odbywali trening CrossFit 4 razy w tygodniu: w poniedziałki, wtorki, czwartki i piątki o godzinie 20. W soboty o godzinie 10 pobierali próbki śliny. Od drugiego tygodnia wykonywali dodatkowo trening hipertroficzny w soboty o godzinie 10, tuż po pobraniu materiału badawczego. Próbki śliny były również pobierane w trakcie oraz po treningu.

Pod koniec drugiego tygodnia badań, zawodnicy deklarowali, że rozpoczęli zażywanie preparatu, zawierającego DHEA, o nazwie handlowej DHEA Eljot w dawce 50mg mężczyźni i 25 mg kobiety codziennie rano przez kolejne 4 tygodnie. W tabeli 7 przedstawiono schemat badania.

Próbki śliny były niezwłocznie zamrażane do temperatury  $-80^{\circ}\text{C}$  lub przechowywane maksymalnie 1 dzień w lodówce, a następnie zamrażane.

### **6.6.3. Oznaczanie stężeń hormonów steroidowych w ślinie**

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat wielu badaczy (m.in. Cadore et al. 2008, Behr et al. 2017, VanBruggen et al. 2011, Rajeswari et al. 2014, Gatti and De Palo 2011) potwierdziło, że istnieje silna korelacja między stężeniem hormonów steroidowych, w tym DHEA i kortyzolu, w ślinie oraz ich niezwiązanych form we krwi człowieka [151 – 155]. W badaniach opublikowanych w 2017 roku, Behr i współautorzy pokazali wyraźną korelację między stężeniem kortyzolu i progesteronu w ślinie i krwi, takiej zależności nie zaobserwowali w przypadku estradiolu, testosteronu i oksytocyny [152]. Carodre i współautorzy, badając stężenie hormonów steroidowych w ślinie młodych mężczyzn przed i po treningu oporowym, również potwierdzili korelację stężeń kortyzolu i DHEA we krwi i w ślinie, nie notując jej dla testosteronu [151]. Zespół VanBruggena zajmował się pomiarem kortyzolu u mężczyzn wykonujących trening wydolnościowy. Stwierdził

istotność korelacji stężeń kortykosteroidu w ślinie i w osoczu krwi. Zauważył również, że jest silniejsza w przypadku wyższych stężeń kortyzolu oraz że zmiany stężenia hormonu, wywołane treningiem, w ślinie uwidaczniają się około 30 minut później niż we krwi [152].

Pobieranie próbek krwi w trakcie treningu jest uciążliwe oraz stanowi wyzwanie dla zachowania zasad higieny i wymaga zatrudnienia wykwalifikowanej kadry. Z tych względów, biorąc pod uwagę znaczną korelację stężeń oznaczanych hormonów w ślinie i we krwi, zdecydowano się użyć do badań próbek śliny zawodników.

Przed wykonaniem oznaczeń hormonów, próbki śliny były doprowadzane do temperatury pokojowej i wirowane 3 i pół minuty przy 16 369 RCF (Ryc. 14.). W przypadku, gdy próbka nie mieściła się w zakresie oznaczalności, była rozcieńczana wodą demineralizowaną. Łącznie pobrano 390 próbek materiału biologicznego.



Rycina 14. Rozmrożone próbki śliny, przygotowane do wirowania (zdjęcie zrobione podczas wykonywania oznaczeń w Katedrze i Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej GUMed).

Oznaczenia stężeń hormonów (DHEA, kortyzol, androstenedion, estradiol, estron) były wykonywane przy użyciu metody ELISA, zgodnie z procedurą wyznaczoną przez producenta użytych zestawów, firmy DEMEDITEC. Wykorzystano następujące pakiety:

- DHEA free in saliva ELISA DES6666  
zakres oznaczalności testu: 0–2560 pg/mL,
- Cortisol free in saliva ELISA DES6611

zakres oznaczalności testu: 0–30 ng/mL,

- Androstenedione free in saliva ELISA DESLV4780

zakres oznaczalności testu: 0–1000 pg/mL,

- Estradiol free in saliva ELISA DESLV4188

zakres oznaczalności testu: 0–100 pg/mL,

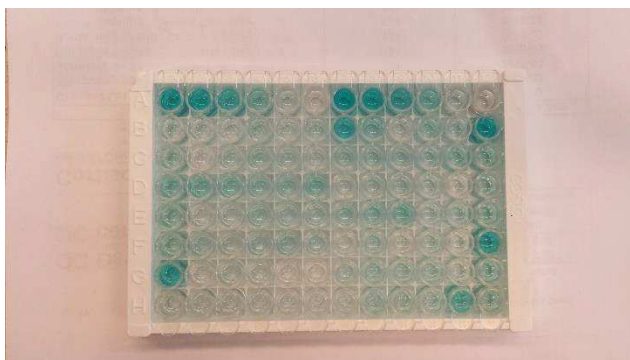
- Estrone free in saliva ELISA DESLV5228

zakres oznaczalności testu: 0–300 pg/mL.

Roztwory standardów, kontroli oraz próbek śliny zawodników zostały rozpipetowane do dołków na mikroplątce, pokrytych przeciwciałami danego hormonu. Następnie dodawano roztworu enzymu (roztwór peroksydazy chrzanowej) i inkubowano mikroplątkę w temperaturze pokojowej stale mieszając.

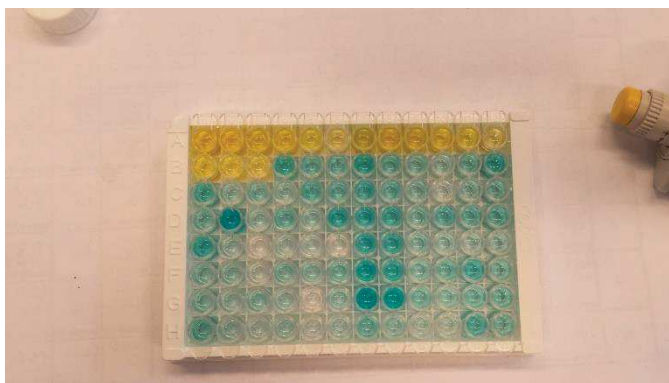
Kolejnym etapem było odsysanie roztworów z dołków i sześciokrotnie płukanie przy użyciu roztworu wymywającego (wash solution), zawierającego: BND (5-bromo-5-nitro-1,3-dioksan) oraz MIT (2-metylo-2H-izotiazolo-3-on). Do wykonania procedury użyto myjki do mikroplątek.

Następnie doprowadzono do reakcji barwnej (Ryc. 15.), poprzez dodanie substratu i inkubowanie w ciemności w temperaturze pokojowej.



Rycina 15. Reakcja barwna widoczna na mikroplątce (zdjęcie zrobione podczas wykonywania oznaczeń w Katedrze i Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej GUMed).

Kolejny etapem było doprowadzenie do zatrzymania reakcji (Ryc. 16.) przy pomocy roztworu TMB (tetrametylobenzydyna, stop solution), po czym natychmiast dokonywano pomiaru absorbancji .



Rycina 16. Zmiana barwy z niebieskiego na żółty po dodaniu roztworu zatrzymującego reakcję (zdjęcie zrobione podczas wykonywania oznaczeń w Katedrze i Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej GUMed).

Absorbancja próbek była mierzona przy pomocy spektrofotometru mikroplątek Epoch przy długości fali  $450 \pm 10$  nm. Łącznie wykonano 2304 pomiarów. Stężenia hormonów były wyznaczone przy pomocy czteroparametrycznej krzywej wzorcowej. Do obliczeń użyto programu online: [mycurvefit.com](http://mycurvefit.com).

W tabeli 8 zestawiono wartości normalne poszczególnych hormonów w ślinie, wykonane przez producenta testów.

#### **6.6.4. Analiza statystyczna**

Analizy statystycznej dokonano przy użyciu programu Sigma Plot 13. Użyto testu jednoczynnikowej analizy wariancji rang Kruskala-Wallisa, aby określić czy istnieje statystycznie istotna różnica między stężeniami hormonów w ciągu sześciu kolejnych tygodni.



## **7. OBLICZENIA MATEMATYCZNO-STATYSTYCZNE**

Proces walidacji pozwala na określenie przydatności metody do wykonania danego oznaczenia. Uzyskane wyniki opracowano przy pomocy arkusza kalkulacyjnego Excel 2013. Do wykonania analizy statystycznej użyto programu Sigma Plot 13 (Systat Software Inc.). Posłużono się klasycznymi miarami położenia jak mediana i średnia arytmetyczna oraz miarami zmienności, jak zakres i odchylenie standardowe. W tabeli 6 przedstawiono dokładność i precyzję mikrobiologicznych metod oznaczania ryboflawiny i niacyny w analizowanych produktach spożywczych.

Przy ocenie zawartości hormonów steroidowych w ślinie badanych zawodników użyto testu jednoczynnikowej analizy wariancji rang Kruskala-Wallisa, aby określić czy istnieje statystycznie istotna różnica między stężeniami hormonów w ciągu sześciu kolejnych tygodni badania. Za poziom statystycznej istotności przyjęto  $p < 0,05$ .

## 8. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

### 8.1. Charakterystyka osób objętych badaniami

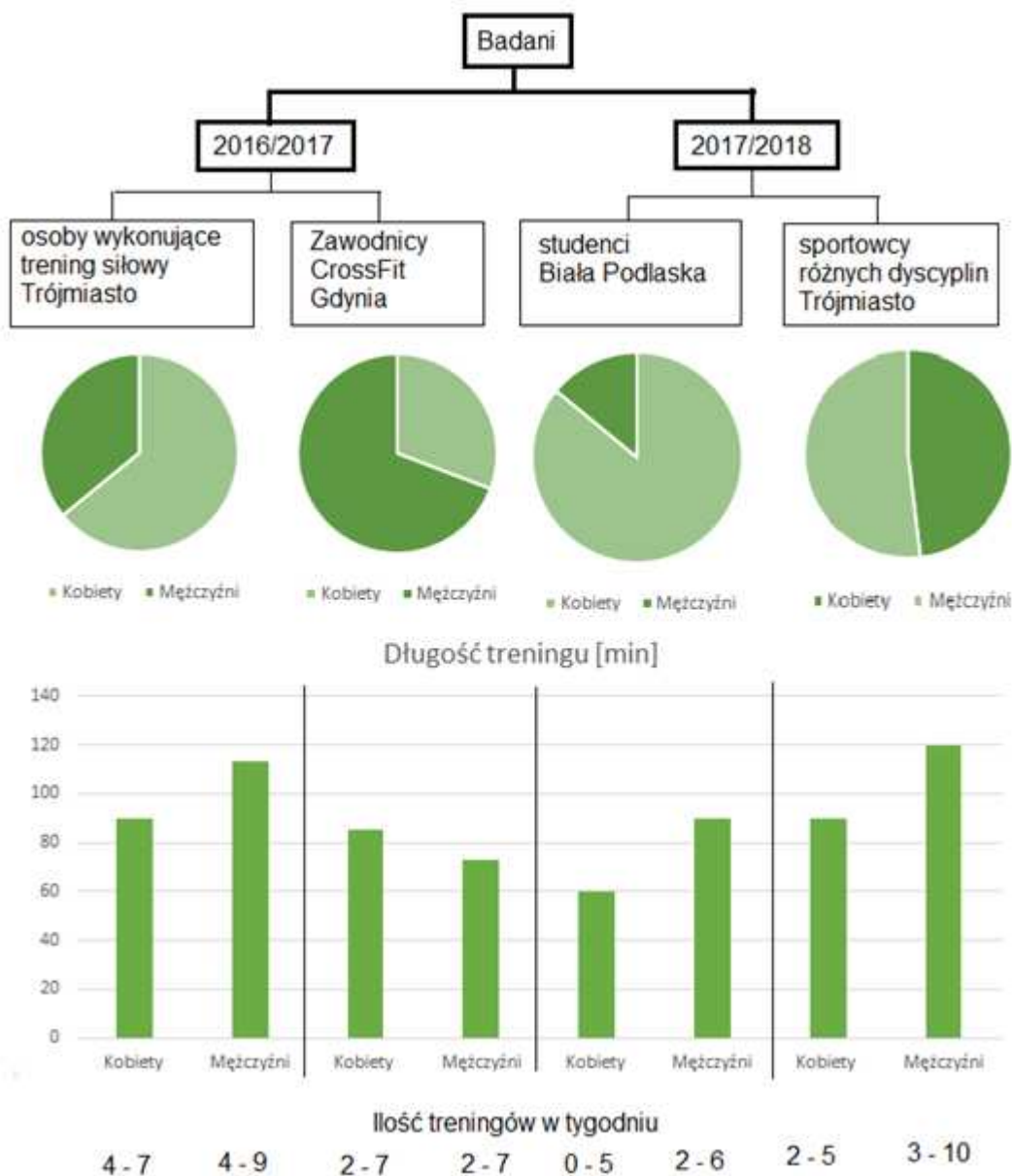
W latach 2016 i 2017 przeprowadzono metodą sondażu diagnostycznego badania ankietowe pośród 53 osób (Ryc. 17.) aktywnych fizycznie w klubie sportowym na terenie Trójmiasta (68% kobiety, 32% mężczyźni). Wśród nich wyłoniono 2 grupy: wysoce wytrenowanych zawodników CrossFit (n=13, 4 kobiety, 9 mężczyzn) oraz osoby wykonujące na siłowni trening oporowy (n=39, 25 kobiet, 14 mężczyzn) [145].

Średnia wieku zawodników wyniosła 26 lat (od 21 do 39, mediana 25 lat). Wszyscy trenowali razem od co najmniej pół roku w jednym klubie w Gdyni. Osoby ćwiczące na siłowni, to głównie studenci i osoby z wykształceniem wyższym, zamieszkujące teren Trójmiasta. Średnia ich wieku to 24 lata (od 21 do 56, mediana 24 lata) [145].

Grupa sportowców (wysoce wytrenowanych zawodników CrossFit) wykonywała 4 do 9 treningów tygodniowo (4 – 7 kobiety, 4 – 9 mężczyzn), każdy z nich trwał średnio 105 minut (średnio 90 minut grupa kobiet, 113 minut grupa mężczyzn). Osoby aktywne fizycznie wykonywały 2 do 7 treningów (trening oporowy) w tygodniu o średniej długości 78 minut (mężczyźni średnio 85 minut, kobiety – 73 minuty). Dane dotyczące charakterystyki badanych grup zostały zaprezentowane na rycinie 17 [145].

W latach 2017 i 2018 badaniami ankietowymi objęto 121 studentów z Białej Podlaskiej (104 kobiety, 17 mężczyzn) w wieku od 19 do 32 lat. Trzydzieści procent studentek posiadało już wykształcenie wyższe. Większość badanych (67% kobiet i 71% mężczyzn) deklarowała jako miejsce zamieszkania miasto, a pozostali to mieszkańcy wsi. Ankietowani, zaznaczali, że trenują od 0 do 6 razy w tygodniu (0 – 5 kobiety, 2 – 6 mężczyzn), a ich trening trwa zwykle godzinę u kobiet, a półtorej u mężczyzn (Ryc. 17.).

Drugą grupą ankietowaną w latach 2017/2018 byli sportowcy (24 kobiety, 26 mężczyzn) różnych dyscyplin z Trójmiasta, w wieku od 19 do 35 lat. Zdecydowana większość (92% kobiet i 100% mężczyzn) zamieszkiwała w mieście. Wykształcenie wyższe zdobyło 38% kobiet i 50% mężczyzn, studiowało 54% sportswomenek i 23% sportowców, a średnie wykształcenie posiadało odpowiednio 8% i 27%. Badani deklarowali, że wykonują treningi od 2 do 10 razy w tygodniu (2 – 5 kobiety, 3 – 10 mężczyzn). Średnia długość jednostki treningowej to 90 minut u sportswomenek i 120 minut u sportowców (Ryc. 17.) [145].



Rycina 17. Podział badanych na poszczególne grupy w zależności od stopnia wytrenowania, z uwzględnieniem zwyczajów treningowych.

## 8.2. Ocena zwyczajów żywieniowych badanych osób aktywnych fizycznie i sportowców

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat możemy zaobserwować wzrost popularności aktywności fizycznej i sportu, a także rosnącą świadomość roli żywienia w procesach regeneracji organizmu. Coraz więcej osób chce dbać o swoje zdrowie wielopłaszczyznowo. Na rynku usług możemy zaobserwować duży popyt na pomoc dietetyków, a w mediach zwraca uwagę wzrost zainteresowania magazynami i blogami

prezentującymi wiedzę na temat właściwego żywienia. W związku z rosnącym popytem, widoczny jest wzrost ilości osób i instytucji oferujących tego typu usługi. Obrazem może być ilość rekordów otrzymanych po wpisaniu w popularną wyszukiwarkę internetową przykładowych haseł:

- Dietetyk Gdańsk – 1,5 mln wyników,
- Dietetyk sportowy Gdańsk – 0,4 mln wyników,
- Blog dietetyczny – 2,3 mln wyników,
- Blog dietetyczny dla sportowców – 0,2 mln wyników
- Catering sportowy – 6 mln wyników.

Odnalezienie wśród takiej ilości informacji rzetelnego specjalisty i źródła wiedzy stanowi prawdziwe wzywanie, a wielu konsumentów może być narażonych na uleganie „modom” dietetycznym, propagowanym przez samozwańczych specjalistów, nie posiadających odpowiedniego wykształcenia.

W Polsce, w związku z brakiem otoczenia zawodników większości dyscyplin sportowych opieką specjalistów, wielu z nich indywidualnie szuka rozwiązań w mediach. Wśród sportowców, zarówno amatorów, jak i profesjonalistów możemy często obserwować pewną nadwrażliwość i tendencję do autodiagnostyki. Wiele osób sądzi, że cierpi z powodu nietolerancji laktozy lub glutenu albo na zespół jelita drażliwego, bez żadnego medycznego potwierdzenia [156].

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że 58% badanych unikało określonych składników żywności, a 91% – pewnych produktów spożywczych. Jest to zgodne z doniesieniami Pelly’ego i Burkhardta, którzy zauważyli, że 62% badanych przez nich zawodników stosuje przynajmniej jeden reżim dietetyczny [157].

Na pytanie zadane ankietowanym o to, czy unikają określonych składników odżywczych, 92% badanych zawodników CrossFit odpowiedziało twierdząco. Wśród osób ćwiczących na siłowni odsetek ten wyniósł 52%. W obu grupach kobiety miały większą skłonność do stosowania tego rodzaju schematów żywieniowych niż mężczyźni (Tab. 9.) [145].

Najczęściej unikany składnikami odżywczymi żywności były: glukoza i fruktoza, w formie syropu glukozowo-fruktozowego (31%), laktoza (27%), cukier stołowy (25%), gluten (16%) oraz tłuszcze „trans” (7%) (Ryc. 18.)



Rycina 18. Unikanie spożycia wybranych składników żywności przez badanych respondentów przez badanych.

Uzyskane wyniki badań, potwierdzają doniesienia wielu zespołów naukowych, m.in. Lisa, Fella oraz Pelly’ego i Burkhardta, na temat dużej popularności eliminacji laktozy z diety sportowców [157 – 159]. Zastanawiające jest, że w przeprowadzonych badaniach dwa razy więcej badanych deklaroowało eliminację laktozy niż mleka z diety. Na podstawie wypełnionych ankiet, stwierdzono, że badani chcąc wyeliminować z diety laktozę, unikali wszystkich produktów mleczarskich, również tych fermentowanych [145].

Deklarowanymi przyczynami unikania laktozy były:

- Samodzielnie stwierdzona nietolerancja
- Zaburzenia w obrębie przewodu pokarmowego po spożyciu
- Z powodu tego, że jest cukrem
- „Powoduje retencję wody”
- „Po 12 roku życia przestajemy ją trawić”.

Fermentowane produkty mleczne dostarczają bakterii probiotycznych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania układu trawiennego. Zostało udowodnione, że utrzymanie prawidłowego składu flory bakteryjnej jelit niesie za sobą wiele korzyści dla każdego człowieka, w tym dla sportowców, między innymi:

- Pozytywnie wpływa na odpowiedź układu immunologicznego [160],

- Zmniejsza częstość występowania zapaleń górnych dróg oddechowych [161],
- Zmniejsza wywołaną ćwiczeniami degradację tryptofanu [161],
- Wpływa na zwiększenie ilości antyoksydantów we krwi [162].

W badaniach West i wsp. wykazano, że stosowanie probiotycznych suplementów diety, spowodowało 7,7-krotny wzrost ilości *Lactobacillus* u zawodników, a tylko 2,2-krotny u zawodniczek. Również pozytywny wpływ probiotyków na choroby górnych dróg oddechowych był słabiej zaznaczony u kobiet niż u mężczyzn [163]. Te wyniki pokazują, jak ważną rolę w diecie zawodniczek mogą pełnić produkty mleczne.

Produkty mleczne stanowią również cenne źródło witaminy D i wapnia. Te dwa składniki są odpowiedzialne za remodeling kości [164]. Udowodniono związek między zawartością kalcyferolu i stężeniami hormonów anabolicznych w organizmie, takich jak insulina i testosteron. Witamina D wpływa również na zachowanie wydajności układu mięśniowo-szkieletowego, nerwowego, a także mobilizuje układ immunologiczny [35].

W swoich badaniach, Lis i współautorzy, zaobserwowali, że ponad połowa badanych sportowców unika żywności z grupy FODMAP [158]. W przeprowadzonych badaniach ten trend nie został odnotowany.

Zwrócono uwagę na występującą wśród osób ćwiczących na siłowni tendencję do unikania tłuszczu, podczas gdy u zawodników CrossFit takiego zjawiska nie zaobserwowano. Żaden z badanych nie potrafił podać przyczyny ograniczania ilości tłuszczu w diecie. Pelly i Burkhart zaobserwowali, że unikanie tłustych pokarmów jest bardziej popularne wśród zawodników sportów z kategoriami wagowymi oraz sportów estetycznych [157]. Fakt ten potwierdzają nasze obserwacje, ponieważ motywacją osób przychodzących na siłownię jest często kształtowanie atrakcyjnej sylwetki, natomiast dla większości zawodników CrossFit ważniejsza jest wydolność i siła [145].

Kolejną „modą dietetyczną” zaobserwowaną przez nas wśród ankietowanych zawodników jest unikanie glutenu (GFD). Stwierdzono, że glutenu unika 69% zawodników i 3% osób aktywnych fizycznie. Jako przyczyny ograniczania tego składnika w diecie podawano, że:

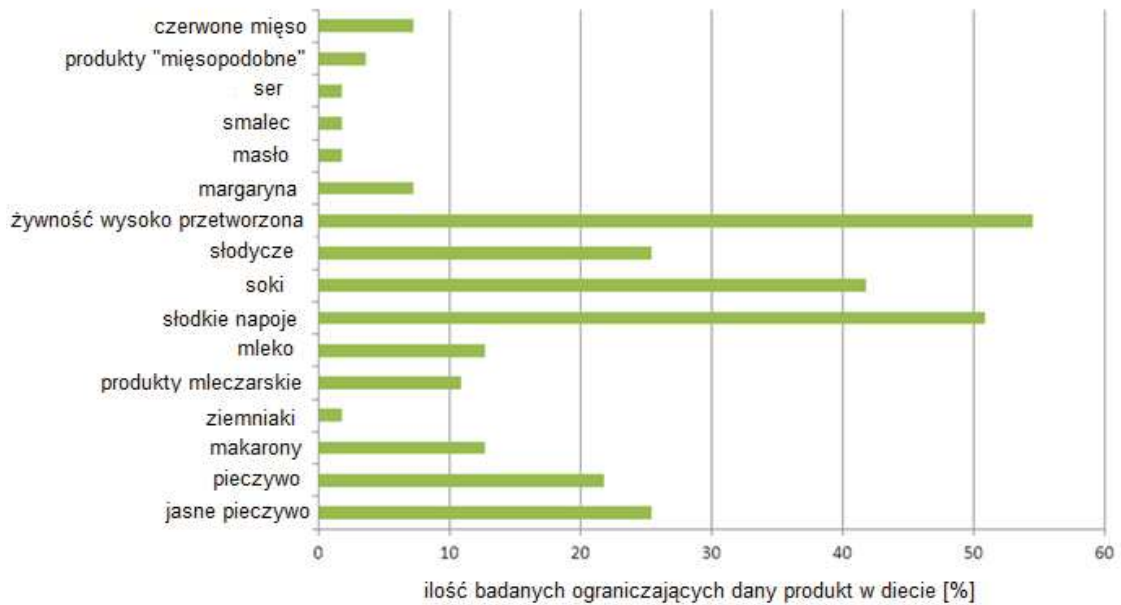
- „Niszczy jelita.”
- „Jest niezdrowy.”
- „Powoduje zwiększenie gromadzenia wody.”
- „Powoduje pryszcze na twarzy.”

Bernard podaje, że tylko 1% populacji choruje na celiakię, a 6 7 % cierpi z powodu nadwrażliwości. Tylko tym grupom dieta ograniczająca gluten może przynieść wymierne korzyści [165]. W przeprowadzonym przez nas badaniu ankietowym, żadna osoba nie deklarowała celiakii, ale 16% eliminuje z diety gluten. Czterdzieści jeden procent zawodników, będących respondentami w badaniu zespołu Lisa, stosowało dietę bezglutenową. Stanowi to ilość 4 razy większą niż w ogóle populacji [166, 167] i jest zgodne wynikami uzyskanymi przez nas: 69% zawodników i tylko 3% osób aktywnych stosowało GFD. Dolegliwości po spożyciu produktów zawierających gluten deklaroowało 21% badanych przez nas osób. Objawiało się wzdęciami, złym samopoczuciem i wysypkami. Lis i współautorzy stwierdzili, że 57% zawodników cierpi z powodu autodiagnozowanej nadwrażliwości na gluten, objawiającej się zaburzeniami ze strony przewodu pokarmowego, a u niektórych osób towarzyszyły im objawy dodatkowe [167].

Lis i współautorzy zwracają uwagę na zależność między wydolnością treningową i tzw. przepuszczalnością jelit [166]. W sytuacji zaburzeń czynności kosmków jelitowych, spowodowanych intensywnymi regularnymi treningami, stosowanie GFD może przynieść korzyści, co może wyjaśniać różnice w uzyskanych przez nas wynikach między grupami zawodników i osób aktywnych.

Nieuzasadnione stosowanie diety bezglutenowej może prowadzić do niekomfortowych i niepotrzebnych restrykcji, strat finansowych i psychosocjologicznych implikacji [166]. Unikanie produktów zbożowych może również prowadzić do niedoborów witamin z grupy B oraz błonnika. Witaminy z grupy B są kofaktorami enzymów uczestniczących w wielu przemianach w organizmie. Są niezbędne do wytwarzania energii, a także do syntezy i metabolizmu hormonów. Ich niedobór zaburza prawidłowe funkcjonowanie ciała, przyczyniając się do powstawania chorób dietozależnych [168]. Natomiast małe ilości błonnika w diecie, mogą prowadzić do częstych zaparć, których konsekwencją są często uszkodzenia jelita grubego oraz hemoroidy [169].

Wszyscy ankietowani zawodnicy CrossFit eliminowali pewne produkty z diety, podczas gdy wśród osób ćwiczących na siłowniach, odsetek ten wyniósł 85% (84% kobiety, 86% mężczyźni). Stwierdzono, że najczęściej deklarowane jako produkty eliminowane były: żywność wysoko przetworzona (55%), słodkie napoje (51%) i soki (42%), chleb i biały chleb (22% i 25%), słodczyce (26%) (Ryc. 19.) [145].



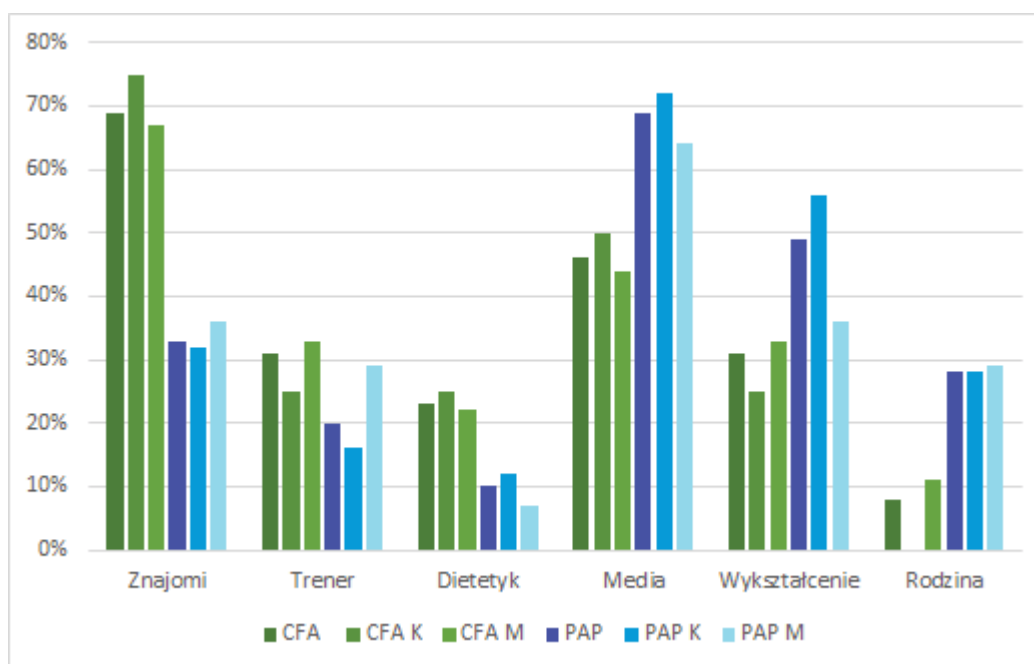
Rycina 19. Najczęściej eliminowane z diety produkty spożywcze.

Najczęściej podawanymi przez ankietowanych powodami unikania wysoko przetworzonej żywności były wysoka wartość energetyczna diety oraz obecność w niej cukru, niezdrowych tłuszczów, konserwantów i składników chemicznych.

Unikania spożywania słodkich napojów, soków i słodyczy deklarowano ze względu na wysoką wartość kaloryczną, a niską odżywczą. Białe pieczywo (25%) było eliminowane przez ankietowanych ze względu na zawartość węglowodanów prostych, a pozostałe pieczywo (22%) i makarony (13%) ze względu na obecność glutenu. Zaobserwowano, że spożycie mleka (13%) i produktów mlecznych (11%) było przez badanych ograniczane z powodu przekonania ankietowanych o zawartości laktozy w tych produktach [145].

Stwierdzono, że dla zawodników CrossFit najważniejszymi źródłami wiedzy dietetycznej byli przyjaciele (69%), media (46%), trener (31%) i wykształcenie (31%). Mniej popularnymi źródłami wiedzy dla atletów była rodzina (23%) i dietetyk (13%). Z analizy zebranych wśród bywalców siłowni ankiet wynika, że najczęściej korzystają oni z wiedzy podawanej w mediach (69%), zdobytej podczas odbierania wykształcenia (49%) oraz z porad przyjaciół (33%) i rodziny (28%). Trenerzy (20%) i dietetycy (10%) nie zdobyli dużego zaufania ankietowanych jako źródła wiedzy o żywieniu (Ryc. 20.) [145].

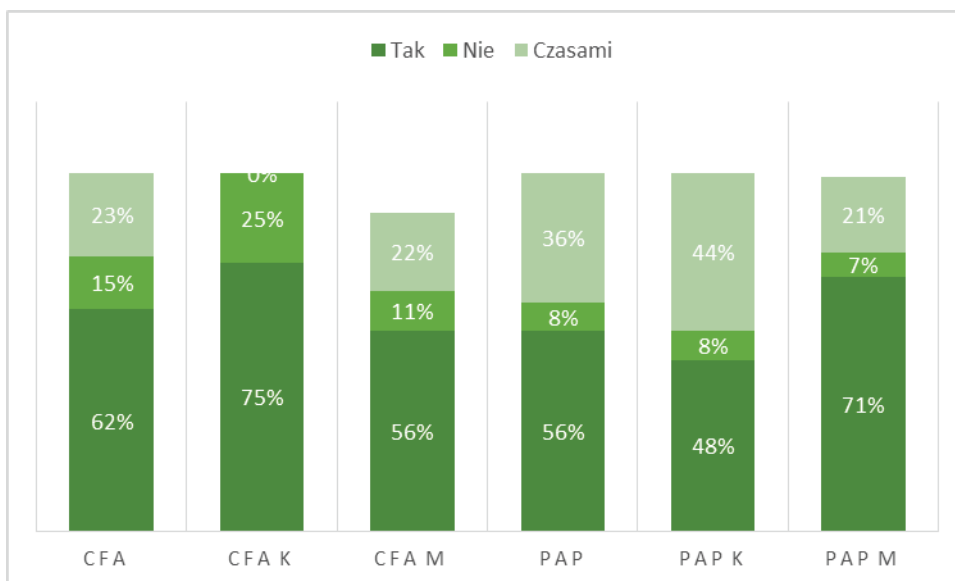




Rycina 20. Czynniki kształtujące wiedzę o żywieniu badanych zawodników i osób aktywnych fizycznie. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

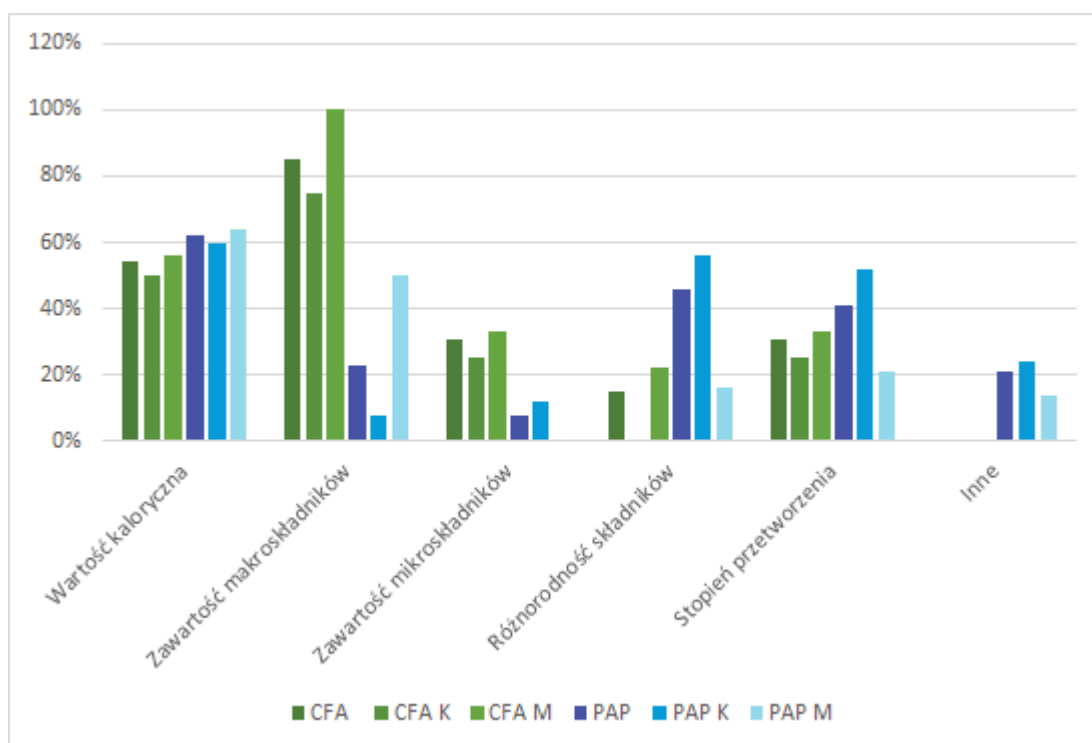
W badaniach Lisa i współautorów wiodącymi źródłami wiedzy dietetycznej dla badanych atletów są internet (29%), trener (26%), inni zawodnicy (17%), co jest zgodne z naszymi obserwacjami [167]. Zauważyliśmy, że media grają bardziej istotną rolę u osób wykonujących trening siłowy niż u zawodników, u których z kolei ważnym źródłem informacji są koledzy z drużyny [145].

Z analizy zebranych ankiet wynika, że dla wszystkich zawodników CrossFit i większości (77%) osób ćwiczących w trójmiejskich siłowniach, skład spożywanych posiłków jest istotny. Sześćdziesiąt dwa procent zawodników i 56% bywalców siłowni deklaruje, że planuje swoje posiłki. Wśród osób aktywnych większą uwagę na usystematyzowanie spożywanych posiłków zwracają mężczyźni, natomiast wśród wyczynowców – kobiety (Ryc. 21.) [145].



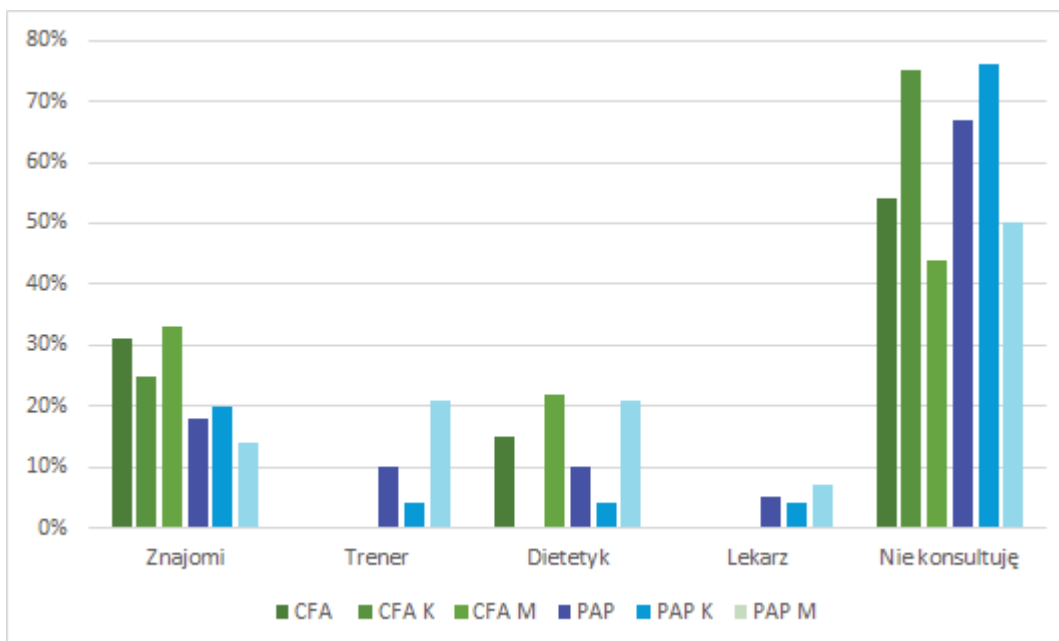
Rycina 21. Planowanie posiłków przez badanych zawodników CrossFit i osoby ćwiczące w trójmiejskich siłowniach. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

Badani deklarowali, że planując swoje posiłki, zwracali uwagę na wartość kaloryczną produktów oraz różnorodność i stopień przetworzenia składników (Ryc. 22.). Zaobserwowano, że mniej ankietowanych zwraca uwagę na zawartość makro- i mikroskładników w spożywanych racjach pokarmowych. Stwierdzono, że badane kobiety częściej niż mężczyźni zwracają uwagę na stopień przetworzenia spożywanych przez nie produktów i zawartość mikroskładników, natomiast mężczyźni planując posiłki częściej kierują się ilością makroskładników. Kobiety podczas planowania posiłków uwzględniają większą ilość wyżej wymienionych czynników. Obie grupy badanych deklarowały podobny stopień zwracania uwagi na wartość kaloryczną spożywanych posiłków (Ryc.22.) [145].



Rycina 22. Czynniki uwzględniane przez badanych podczas planowania posiłków.  
 Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

Analizując zebrane wśród zawodników i osób aktywnych ankiety, stwierdzono, że mniej niż połowa badanych (46% atletów i 33% ćwiczących siłowo) konsultuje swoją dietę. Stwierdzono, że wśród badanych z trójmiejskich siłowni kobiety najchętniej konsultują swój sposób żywienia z przyjaciółmi, natomiast mężczyźni, z trenerem. Ankietowani zawodnicy z gdyńskiego klubu CrossFit, deklarują, że zasięgają głównie porad kolegów (Ryc. 23.). Zaobserwowano, że w obu badanych grupach prawie 2 razy więcej mężczyzn niż kobiet zasięga porad w sprawie ułożenia planu swojego żywienia [145].



Rycina 23. Osoby, z którymi badani konsultują swoją codzienną dietę. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

W przeprowadzonych badaniach wywiadu żywieniowego wszyscy zawodnicy i 76% osób aktywnych deklarowało, że zwraca uwagę na skład swoich posiłków. Odpowiednio 62% i 56% planuje swoje posiłki, a 46% i 33% konsultuje ich skład. W obu, podzielonych ze względu na stopień wytrenowania i wielkość obciążenia treningowego grupach, mężczyźni częściej udzielali informacji twierdzącej w pytaniu, czy szukają porad w kwestii składu swoich posiłków. Kobiety najczęściej odpowiadały, że korzystają z rad znajomych, podczas gdy mężczyźni – z rad trenera [145].

### 8.3. Ocena wartości energetycznej i odżywczej diety badanych studentów i sportowców

Wartość energetyczną i odżywczą diet badanych studentów PSW i AWF Biała Podlaska (n=121) oraz trójmiejskich sportowców (n=50) oszacowano na podstawie badań ankietowych przy pomocy programu „Dieta 5”, opracowanego przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie.

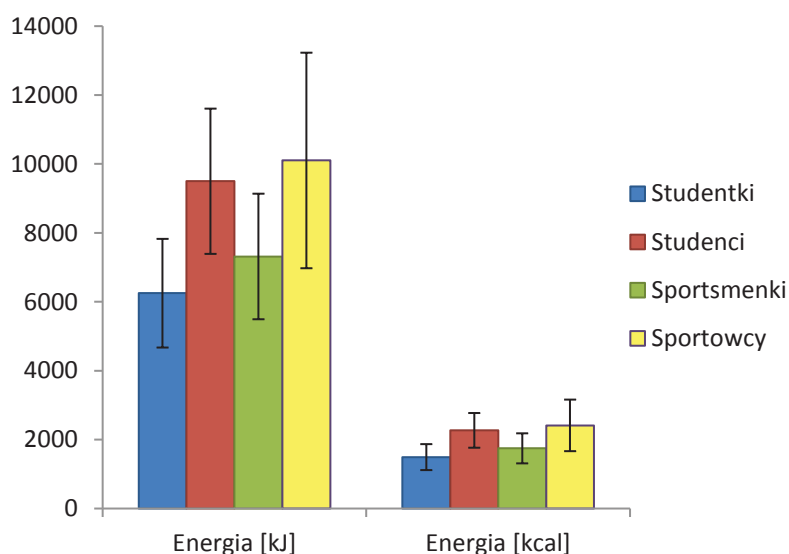
## Wartość energetyczna diet

Zapotrzebowanie organizmu na energię jest zróżnicowane w zależności między innymi od wieku, płci i aktywności fizycznej. Dostarczenie odpowiedniej ilości energii jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Głównymi źródłami energii w diecie są węglowodany, białka oraz tłuszcze [50, 170].

Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie zaleca, aby mężczyźni w wieku 19-30 lat, o masie ciała 55-80kg i umiarkowanej aktywności fizycznej spożywali 2650-3450 kcal na dobę, a o bardzo wysokiej aktywności fizycznej – 3350-4350 kcal na dobę [27].

Dla kobiet w wieku 19-30 lat, o masie ciała 45 – 75 kg i umiarkowanej aktywności fizycznej normy wynoszą 2000-2800 kcal na dobę, a o bardzo wysokiej aktywności – 2550-3500 kcal na dobę [27].

Na rycinie 24 przedstawiono wartość energetyczną diet badanych, obliczoną na podstawie zebranych kwestionariuszy dobowego spożycia (Tab. 10.).

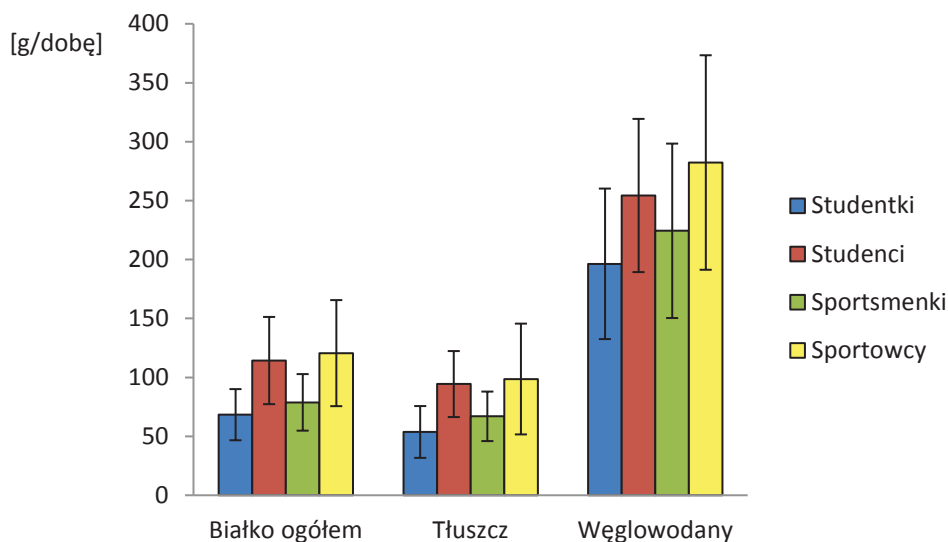


Rycina 24. Ilość energii dostarczanej w pożywieniu przez ankietowanych [średnia ± SD] [145].

Na podstawie wypełnionych ankiet obliczono, że studenci spożywają średnio 2298 kcal, a sportowcy 2414 kcal na dobę, nie dostarczając rekomendowanej przez IŻŻ ilości [27, 145]. Studentki deklarowały, że średnio konsumują średnio 1493 kcal, a sportsmenki 1747 kcal na dobę, spożywając znacznie mniejszą ilość pożywienia, niż rekomenduje IŻŻ [27, 145].

## Składniki odżywcze

Podstawowymi składnikami odżywczymi diety są węglowodany, białka i tłuszcze. Na podstawie wypełnionych kwestionariuszy dobowego spożycia, obliczono ilość tych składników w dietach badanych (Tab. 11, Ryc. 25.).



Rycina 25. Ilość białka, tłuszczu i węglowodanów w diecie ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Stwierdzono, że w grupach studentów i studentek ilość obliczonego na podstawie ankiet spożywanego białka, jest zbyt wysoka w stosunku do norm wyznaczonych przez IŻŻ dla danej grupy wiekowej o danej aktywności fizycznej i płci. Sportowcy deklarują spożycie białka plasujące się w górnych widełkach norm, a sportsmenki mieszczą się w środku norm wyznaczonych przez IŻŻ:

- Studenci: 114,29 vs. 50,0 – 77,0 g/os/dobę
- Sportowcy: 120,60 vs. 66,0 – 130,9 g/os/dobę
- Studentki: 68,37 vs. 41,0 – 68,0 g/osobę/dobę
- Sportsmenki: 78,81 vs. 54,0 – 127,5 g/os/dobę [27, 145].

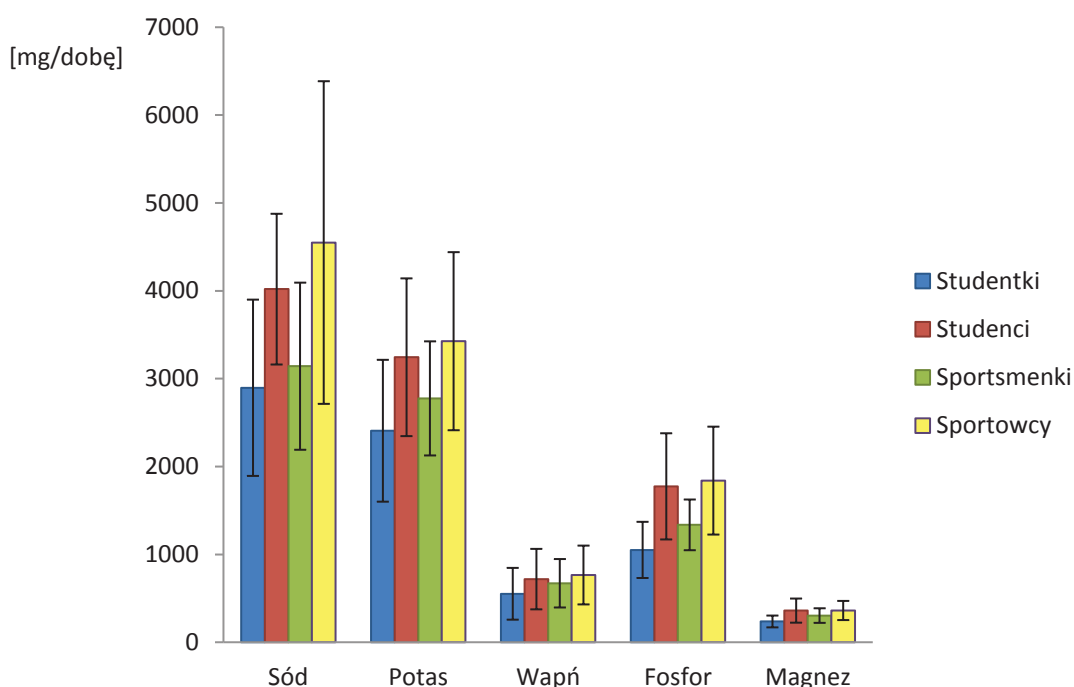
Według norm żywienia opracowanych przez IŻŻ, 30% energii powinno pochodzić z tłuszczu. Wykazano, że sportowcy i sportsmenki spożywają tłuszcz w zbyt małych ilościach, podczas gdy studenci spełniają zalecane normy [27, 145].

Wykazano, że osoby aktywne fizycznie deklarują większe dobowe spożycie węglowodanów niż osoby uczące się o umiarkowanej aktywności fizycznej.

## Makroelementy

Makroelementy to występujące w dużych ilościach w organizmie człowieka składniki mineralne, pełniące szereg istotnych funkcji, takich jak: budowania kości, determinowanie ciśnienia osmotycznego krwi, udział w przewodzenie impulsów nerwowych. Zapotrzebowanie na składniki mineralne u osób aktywnych fizycznie wzrasta proporcjonalnie do ilości i czasu trwania treningów i jest zależne między innymi od wykonywanej dyscypliny [145].

W tabeli 12 przedstawiono obliczone na podstawie dobowego wywiadu żywieniowego ilości makroskładników dla poszczególnych grup badanych. Uzyskane wyniki obrazuje rycina 45.



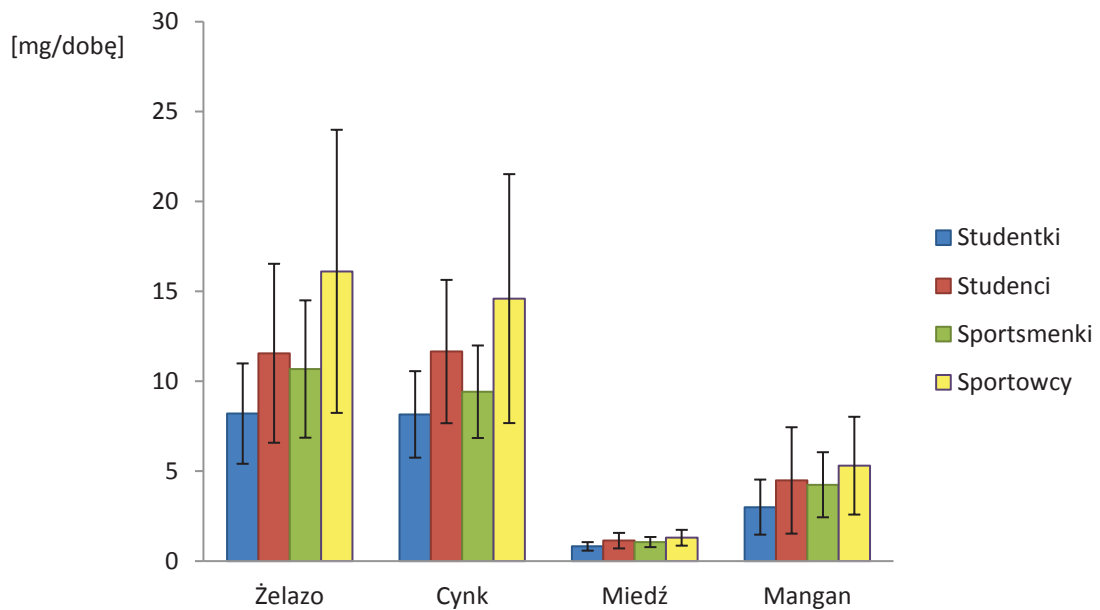
Rycina 26. Ilość sodu, potasu, wapnia, fosforu i magnezu w diecie ankietowanych osób [średnia  $\pm$  SD] [145].

Na podstawie zebranych kwestionariuszy dobowego wywiadu żywieniowego obliczono, że osoby aktywne fizycznie dostarczają większe ilości makroskładników z dietą, niż studenci. W obu grupach ilość dostarczanego sodu i fosforu, przekracza normy zalecane przez IŻŻ dla danej społeczności. Największą ilość sodu spożywają sportowcy. W żadnej z grup nie pokryto dobowego zapotrzebowania na potas, wapń i magnez, dostarczane wraz z dietą [27, 145].

## Mikroelementy

Są to pierwiastki występujące w organizmie człowieka w małych lub śladowych ilościach, jednak pełniące niezwykle istotne funkcje, poprzez stanowanie kofaktorów enzymów i uczestnictwo w wielu reakcjach zachodzących w ciele [145].

Na rycinie 26 przedstawiono obliczone ilości żelaza, cynku, miedzi i manganu, dostarczanego z dietą przez poszczególne grupy. Wyniki zestawiono również w tabeli 13 [145].



Rycina 26. Ilość spożywanego żelaza, cynku, miedzi i manganu w diecie ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Zgodnie z normami opracowanymi przez IŻŻ dla poszczególnych grup, stwierdzono, że badani mężczyźni niezależnie od poziomu aktywności fizycznej, spożywają żelazo w nadmiarze, w przeciwieństwie do kobiet, które przyjmują prawie dwukrotnie mniej żelaza wraz z dietą, niż wynika to z zaleceń. Żelazo pełni istotną rolę w procesach transportu tlenu, jest więc niezwykle istotne dla sportowców, szczególnie trenujących sporty wytrzymałościowe [145].

Pozostałe mikroskładniki są według danych obliczonych na podstawie ankiet, dostarczane w wystarczającej ilości wraz z dietą.

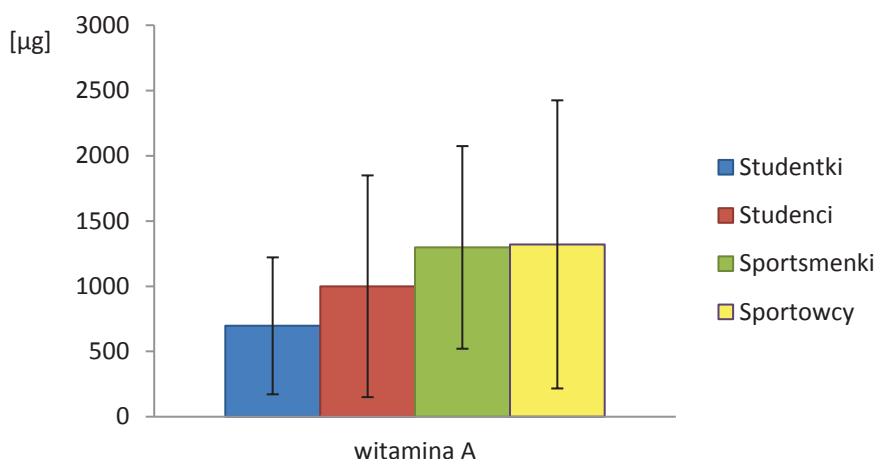


## Witaminy

Witaminy stanowią grupę egzogennie dostarczanych do organizmu związków o zróżnicowanej budowie chemicznej, jednak pełniących niezwykle istotne funkcje w każdym aspekcie jego funkcjonowania. Polski Instytut Żywności i Żywienia opracował normy na dobowe spożycie poszczególnych witamin w zależności od wieku, płci i aktywności fizycznej [27].

Na podstawie zebranych kwestionariuszy dobowego wywiadu spożycia, obliczono ilość spożywaną witamin przez badane osoby aktywne fizycznie oraz studiujące w Białej Podlaskiej. Otrzymane wyniki zaprezentowano w tabeli 14 [145].

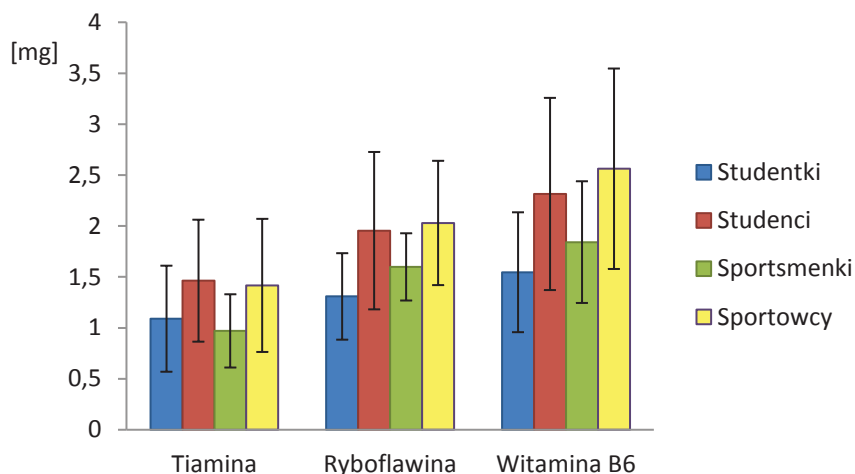
Na rycinie 27 przedstawiono obliczone ilości spożywanej witaminy A.



Rycina 27. Zawartość witaminy A w diecie ankietowanych osób [średnia  $\pm$  SD] [145].

Stwierdzono, że osoby aktywne fizycznie dostarczają więcej witaminy A z pożywieniem niż osoby uczące się i przekraczają zalecane przez IŻŻ normy [27, 145].

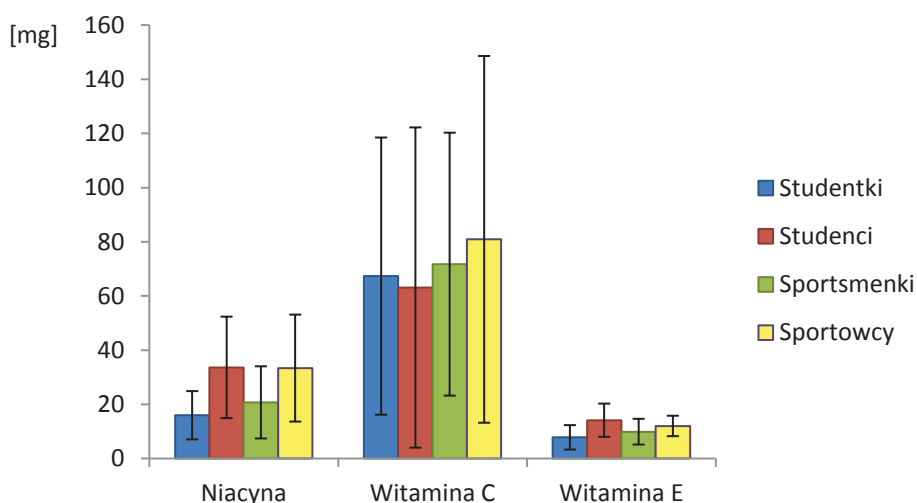
Na rycinie 28 przedstawiono ilości witaminy z grupy B dostarczanych z dietą.



Rycina 28. Zawartość tiaminy, ryboflawiny i witaminy B<sub>6</sub> w diecie ankietowanych osób [średnia ± SD] [145].

Stwierdzono, że zawodniczki nie dostarczają wraz z dietą wystarczającej dla nich ilości, podczas gdy studentki mieszczą się w normach. Badani mężczyźni przekraczają zalecane dobowe spożycie tej witaminy. Oprócz studentek wszystkie pozostałe grupy dostarczają rekomendowaną przez IŻŻ ilość ryboflawiny wraz z dietą. Witamina B<sub>6</sub> jest dostarczana przez wszystkich ankietowanych w ilościach przekraczających wyznaczone normy [27, 145].

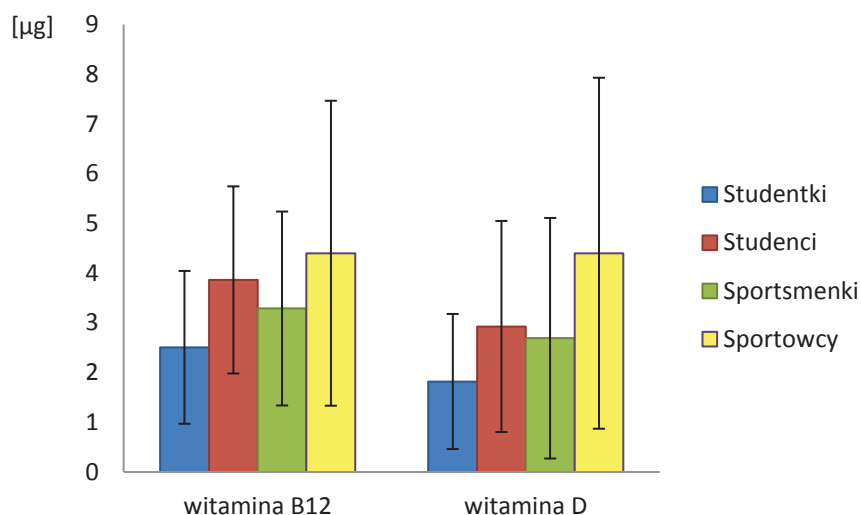
Rycina 29 przedstawia obliczoną na podstawie ankiet ilość niacyny, witaminy C i witaminy E i witaminy E [145].



Rycina 29. Zawartość niacyny, witaminy C i witaminy E w diecie ankietowanych osób z uwzględnieniem odchylenia standardowego [średnia ± SD] [145].

Stwierdzono, że wszyscy ankietowani spożywają niacynę w ilościach przekraczających zalecenia IŻŻ, natomiast witaminę C dostarczają w niedomiarze. Wykazano, że studentki deklarują mniejsze, a pozostałe grupy większe niż zalecane przez IŻŻ spożycie witaminy E [27, 145].

Na rycinie 30 przedstawiono obliczoną zawartość witaminy B<sub>12</sub> i witaminy D w dietach badanych osób.



Rycina 30. Zawartość witaminy B<sub>12</sub> i witaminy D w diecie ankietowanych osób [średnia ± SD] [145].

Stwierdzono, że wszystkie badane grupy spożywają witaminę w ilości znacznie mniejszej niż zalecana przez IŻŻ. Może to przyczynić się do powstawania niebezpiecznych dla zdrowia niedoborów, ograniczających wydolność sportowców oraz zdolności kognitywne [27, 145]. Witamina B<sub>12</sub> jest spożywana przez wszystkie badane grupy w ilości pokrywającej dzienne zapotrzebowanie.

#### 8.4. Ocena soków owocowych, wód pitnych i mleka spożywczego w aspekcie napojów izotonicznych

Wartości pomiarów osmolarności oraz ocenę zawartości sodu i wartości energetycznej wybranych rodzajów soków owocowych i przykładowych przemysłowych napojów izotonicznych w odniesieniu do norm ustalonych przez Komisję Europejską przedstawiono w tabeli 15. Osmolarność soków wahała się od 503,2 mOsm/kg do 728,7mOsm/kg. Badane rodzaje soków owocowych charakteryzuje zbyt wysoka

osmolarność oraz wartość kaloryczna, aby mogły pełnić funkcję napoju izotonicznego. Wprowadzenie do organizmu tego typu płynu będzie prowadziło do wypływu wody z komórek, a w konsekwencji do odwodnienia organizmu. Soki pomidorowy i wielowarzywny zawierają zbyt dużą ilość sodu w 1000 ml. Zbadane soki owocowe w niewystarczającym stopniu mogą uzupełnić straty elektrolitów powstałe w wyniku intensywnego wysiłku fizycznego. Z tych względów soki nie powinny być stosowane podczas wysiłku fizycznego jako napoje izotoniczne [31].

Wg wydanych 28 lutego 2011 roku przez Europejską Komisję ds. Zdrowia i Ochrony Konsumentów wytycznych, napój izotoniczny powinien posiadać osmolarność w przedziale 270 – 330 mOsm/kg, zawartość kalorii między 80 a 350 w 1000 ml, minimum 75% energii powinno być dostarczone z cukrów o wysokim indeksie glikemicznym oraz powinien zawierać od 460 do 1150 mg sodu w jednym litrze [31].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w grupie czterech badanych domowych izotoników dwa nie spełniają warunków zakresu osmolarności, ustanowionych przez Komisję Europejską. Tylko domowy izotonik 1 dostarcza wystarczającą ilość jonów sodu, aby uzupełnić straty powstałe w wyniku intensywnej aktywności fizycznej. Jednak w przeciwieństwie do pozostałych domowych izotoników nie posiada akceptowalnej wartości energetycznej. W pozostałych 3 domowych napojach niemal 100% energii pochodzi z cukrów prostych. Z izotoników przygotowanych w domowych warunkach, tylko trzeci spełniał wymagania smakowe, niezbędne aby nadawał się do spożycia w warunkach intensywnego wysiłku fizycznego w wysokiej temperaturze. Napój izotoniczny powinien również uzupełniać straty składników mineralnych oraz dostarczać glukozę niezbędną do pracy mięśni i wywierającą wpływ na ciśnienie osmotyczne, pozwalające utrzymać wodę w ustroju [171, 172].

Wśród wód mineralnych (Tab. 16.) najmniejszą wartością osmolarności cechowały się wody nr 1 (3,7 mOsm/kg) i nr 2 (6,0 mOsm/kg), a największą nr 4. (89,3 mOsm/kg) i hipertoniczna woda nr 5 (373,2 mOsm/kg). Wszystkie hipotoniczne wody nie dostarczają odpowiedniej ilości sodu, aby pokryć straty powstałe w wyniku treningu sportowego, a hipertoniczna woda nr 5 zawiera jego nadmierną ilość równą 439 mg w 100 ml. Żadna z wód nie zawiera cukrów prostych, co dyskwalifikuje je jako napoje izotoniczne. W warunkach fizjologicznych stężenie glukozy we krwi wynosi 4 – 6 mmol/l, a po posiłku bogatym w węglowodany 8 – 10 mmol/l. Glukoza zużywana jest podczas wysiłku fizycznego przez mięśnie oraz centralny układ nerwowy. Hipoglikemię definiujemy jak spadek stężenia tego składnika we krwi poniżej 2,5 mmol/l. Objawia się

osłabieniem, rozkojarzeniem, niepokojem, zaburzeniami koordynacji, drżeniem mięśni oraz zaburzeniami krążenia i oddechu. Nieodpowiednia ilość glukozy we krwi prowadzi również do wystąpienia zaburzeń termoregulacji. Wykazano, że dostarczenie nawet niewielkich dawek węglowodanów podczas długotrwałych ćwiczeń zabezpiecza przed wyczerpaniem. Odpowiednia podaż glukozy wpływa również na proces resyntezy glikogenu mięśniowego po wysiłku [173].

W tabeli 17 przedstawiono wyniki badań dotyczące osmolarności, zawartości sodu i wartości energetycznej ośmiu rodzajów mleka spożywczego. Wartości osmolarności oscyływały wokół dolnego zakresu izosmolarności określonej przez Komisję Europejską. Natomiast ilość energii pochodzącej z cukrów prostych była zbyt mała, jak na napój mający pełnić funkcje izotonicznego.

W przypadku sportów wytrzymałościowych istotna jest jakość napojów spożywanych podczas wysiłku fizycznego. W ostatnich latach rynek napojów izotonicznych staje się coraz bardziej dojrzały i konkurencyjny. O rozwoju segmentu napojów izotonicznych świadczy dostosowywanie produktów do konkretnych grup docelowych (np. dla rowerzystów, biegaczy) oraz regularne wprowadzanie produktów charakteryzujących się nowym składem, smakiem i opakowaniem [171 – 173].

## **8.5. Ocena zawartości ryboflawiny w wybranych produktach kokosowych i mlekach krowich**

Ryboflawina bierze udział w kluczowych dla funkcjonowania organizmu reakcjach metabolizmu tłuszczów, węglowodanów i białek, a także innych witamin z grupy B i witaminy K [46, 47]. Stanowi również czynnik niezbędny do produkcji hormonów steroidowych i erytrocytów, a także wraz z innymi witaminami z grupy B, wpływa na prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego [46 – 48].

Głównym źródłem witaminy B<sub>2</sub> dla człowieka są produkty mleczarskie, jaja, mięso i gruboziarniste produkty zbożowe. Może być również syntezowana w niewielkich ilościach przez bakterie zasiedlające jelito grube człowieka [46 – 49]. Mleko stanowi jedno z głównych źródeł ryboflawiny dla człowieka.

Zawartość witaminy B<sub>2</sub> w badanych produktach jest zróżnicowana (Ryc. 31, Tab. 18.) i waha się od  $0,0069 \pm 0,001$  mg/100g (0,006-0,008) w napoju kokosowo-ryżowym do  $0,240 \pm 0,01$  mg/100g (0,227-0,253) w krowim mleku pełnotłustym. Średnia zawartość

ryboflawiny w badanych próbach mleka kokosowego wyniosła od  $0,047 \pm 0,008$  do  $0,057 \pm 0,001$  mg/100 g, natomiast w mleku krowim  $0,163 \pm 0,01$  do  $0,240 \pm 0,01$  mg/100 g.

Zawartość witaminy w mleczkach kokosowych była podobna do ilości oznaczonej w mlekach kokosowych i wyniosła od  $0,0338 \pm 0,001$  do  $0,057 \pm 0,001$  mg/100g produktu. W wodach kokosowych zawartość była nieco mniejsza (od  $0,00952 \pm 0,001$  do  $0,033 \pm 0,001$  mg/100g).

Również cukier i mąka kokosowa nie są cennymi źródłami ryboflawiny. Zawierały odpowiednio  $0,0120 \pm 0,001$  oraz  $0,0131 \pm 0,001$  mg/100g witaminy B<sub>2</sub> (Ryc. 31.). Na żadnej z etykiet badanych produktów nie było zawartej informacji dotyczącej ilości ryboflawiny.

Obecnie coraz częściej można spotkać osoby unikające mleka i produktów mlecznych, a zastępujących je napojami roślinnymi: kokosowymi, ryżowymi, sojowymi etc. Jak wykazano w badaniach, ilość ryboflawiny w mlekach i mleczkach kokosowych jest znacznie mniejsza niż w mleku krowim (Tab. 18.).

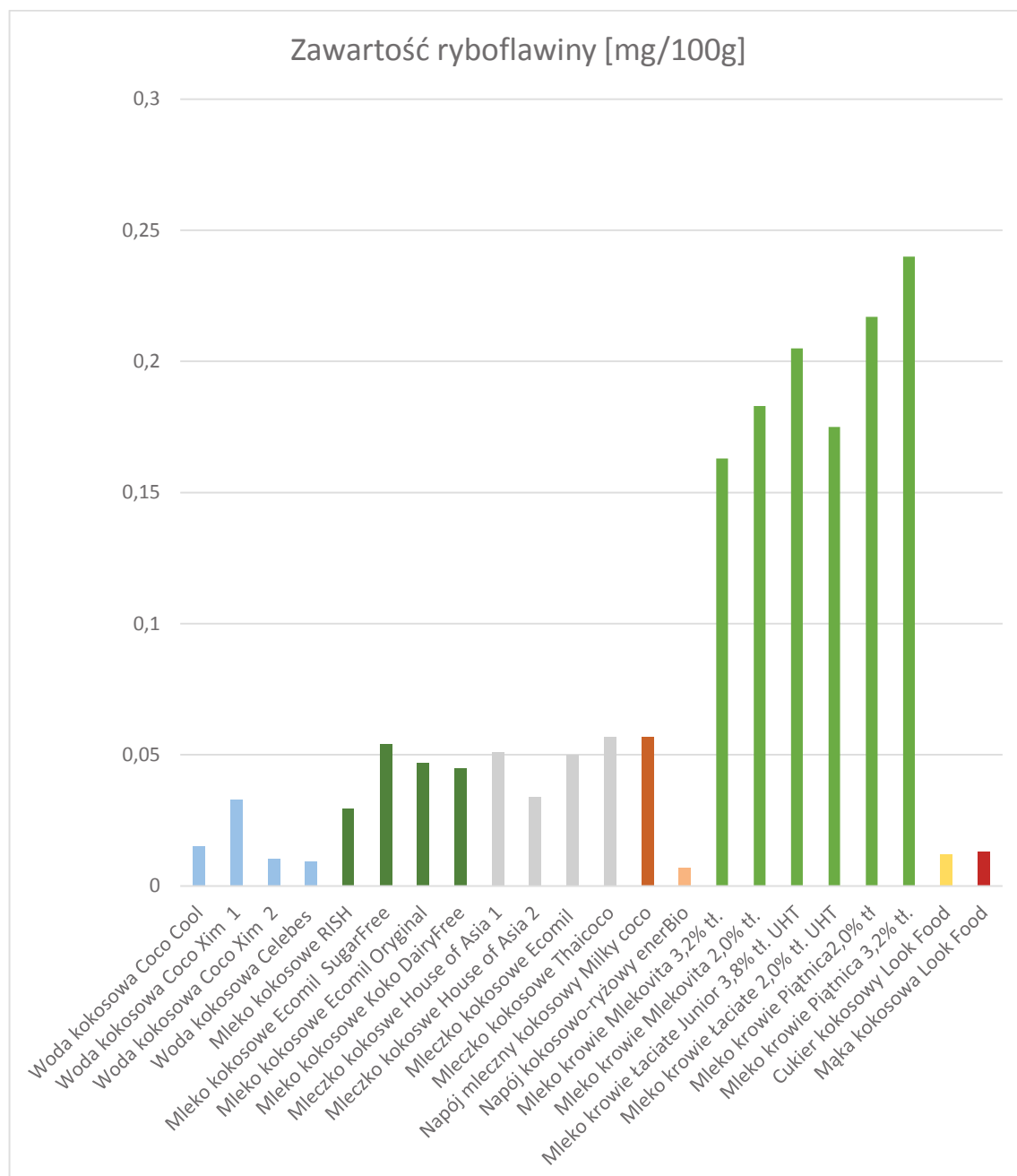
W ocenianych produktach kokosowych zawartość ryboflawiny była stosunkowo wysoka w porównaniu do wyników badań innych autorów [174, 175]. Wykazano, że skład mlecznych napojów kokosowych jest zróżnicowany i zależy między innymi od wody użytej do ekstrakcji mleczka z miąższu kokosa [48]. Producenci mlecznych napojów kokosowych często umieszczają na etykietach hasła sugerujące, że to doskonały zamiennik mleka krowiego. Jednak zgodnie z uzyskanymi wynikami, zawartość ryboflawiny jest w nim znacznie niższa. Osoby stosujące mleko kokosowe zamiast mleka krowiego powinny rozważyć suplementację diety witaminą B<sub>2</sub> lub uzupełnić dietę o inne produkty bogate w tę witaminę [48]. Jest to szczególnie istotne u osób aktywnych fizycznie, ponieważ zapotrzebowanie na ryboflawinę w tej grupie jest zwielokrotnione ze względu na nasilone procesy energetyczne i zwiększone obciążenie układu nerwowego [51].

Wykazano, że również mąka kokosowa nie jest doskonałym zamiennikiem klasycznej mąki pełnoziarnistej ze względu na małą zawartość witaminy B<sub>2</sub> ( $0,0131 \pm 0,001$  mg/100g produktu).

Woda kokosowa, uzyskiwana z zielonych, niedojrzałych kokosów, ze względu na zawartość składników mineralnych (potas, magnez, wapń, żelazo, mangan, cynk) stanowi napój elektrolitowy, doskonały do stosowania podczas długotrwałego wysiłku fizycznego [176]. Oceniono, że zawartość ryboflawiny w badanych wodach kokosowych wahała się

między 0,00952 a 0,033 mg/100g produktu i nie stanowią one bogatego źródła tej witaminy.

Prawidłowe żywienie powinno dostarczyć organizmowi niezbędnych do funkcjonowania składników odżywczych. Konsument wybierając produkty spożywcze powinien mieć prawo do pełnej informacji na temat składników zawartych w danym produkcie spożywczym [48].



Rycina 31. Zawartość ryboflawiny [mg/100g] oznaczona w wybranych produktach kokosowych i mlekach krowich [49,50].

## 8.6. Ocena zawartości niacyny w wybranych produktach kokosowych

Niacyna bierze udział w procesach metabolizmu białek, tłuszczów i węglowodanów oraz reakcjach syntezy cholesterolu i hormonów takich jak: kortyzol, hormony płciowe, insulina, tyroksyna. Wpływa również na prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego i regenerację błon śluzowych [53, 54].

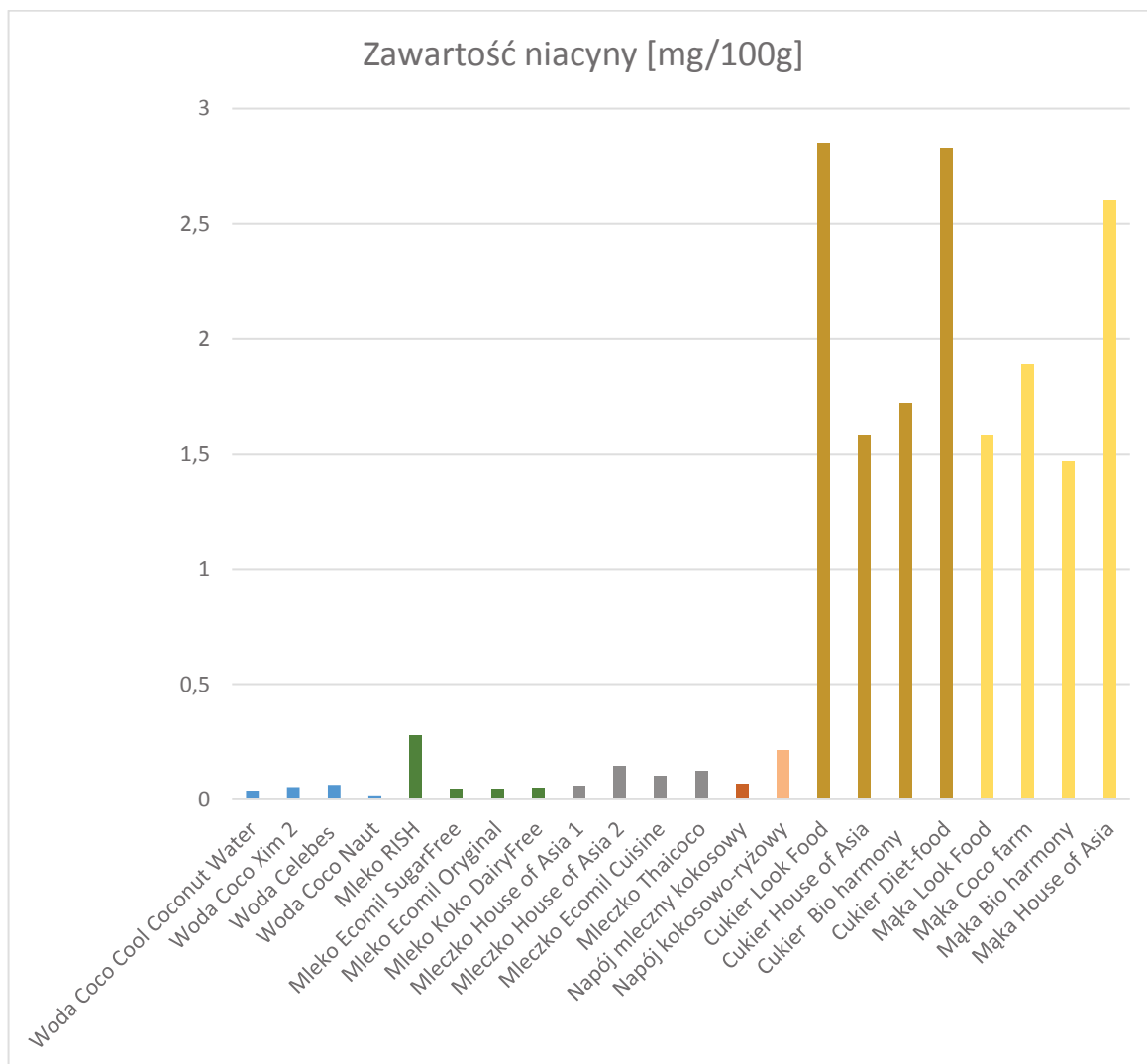
Ze względu na nasilone procesy energetyczne i regeneracyjne, sportowcy stanowią grupę, u której zapotrzebowanie na witaminy z grupy B, w tym niacyny, znacznie wzrasta.

W tabeli 18 przedstawiono uzyskane wyniki oznaczania niacyny w wybranych produktach kokosowych (wody, mleka, mleczka, napoje, cukry, mąki). Wykazano duże zróżnicowanie zawartości witaminy PP w badanych produktach spożywczych (Ryc. 32.): od  $0,0179 \pm 0,001$  mg/100g w jednej z wód kokosowych do  $2,85 \pm 0,086$  mg w 100g cukru kokosowego. Średnia zawartość niacyny w wodach kokosowych waha się od  $0,0179 \pm 0,001$  do  $0,0632 \pm 0,003$  mg/100g produktu, w mlekach kokosowych od  $0,044 \pm 0,001$  do  $0,276 \pm 0,007$  mg/100g, a w mleczkach od  $0,059 \pm 0,003$  do  $0,146 \pm 0,003$  mg/100g produktu. W mlecznym napoju kokosowym oznaczono  $0,0651 \pm 0,001$  mg niacyny w 100g produktu, a w napoju kokosowo-ryżowym –  $0,211 \pm 0,006$  mg/100g. W cukrach i mąkach kokosowych zawartość niacyny była znacznie wyższa niż w napojach pochodzenia kokosowego i wyniosła odpowiednio od  $1,58 \pm 0,073$  do  $2,85 \pm 0,086$  oraz od  $1,47 \pm 0,037$  do  $2,6 \pm 0,061$  mg/100g produktu.

Uzyskane wyniki badań pokazują, że chętnie używane przez atletów napoje kokosowe nie stanowią znaczącego źródła niacyny w codziennej diecie. W porównaniu do mleka krowiego [177], mleka i mleczka kokosowe zawierają podobne ilości niacyny. Stosowanie mlecznych napojów kokosowych jako zamienników mleka krowiego nie wpływa na zmniejszenie podaży niacyny w diecie. Niemniej ważne jest, aby zadbać o dostarczenie odpowiedniej ilości witaminy PP wraz z dietą.

Oznaczana zawartość niacyny w cukrach i mąkach kokosowych była znacząca: od  $1,47 \pm 0,037$  do  $2,85 \pm 0,086$  mg/100g produktu. Innymi produktami zawierającymi powyżej 1mg niacyny w 100g produktu są podroby wieprzowe i drobiowe oraz drożdże [178]. Stąd wniosek, że stosowanie mąki kokosowej jako zamiennika mąki pszennej i cukru kokosowego jako zamiennika cukru stołowego, może korzystnie wpłynąć na ilość niacyny dostarczanej wraz dietą.





Rycina 32. Oznaczona zawartość niacyny [mg/100g produktu] w wybranych kokosowych produktach spożywczych [49, 50].

### 8.7. Ocena zawartości bakterii probiotycznych w jogurtach i innych produktach fermentowanych

W prowadzonych badaniach, analizowano zarówno produkty naturalnie zawierające bakterie probiotyczne, jak i produkty dodatkowo nimi uzupełniane. Nie zanotowano istotnych różnic w ilościach żywych komórek bakterii między tymi produktami (Tab. 19). Nie zaobserwowano również wpływu rodzaju i ilości zawartych w produkcie szczepów, deklarowanych przez producenta produktu. W sokach z żywności kiszanej liczba oznaczonych żywych komórek była podobna do wyznaczonej w produktach mleczarskich (Tab. 19.).

Minimalną, zalecaną przez WHO i Międzynarodową Federację Mleczarską ilością żywych komórek bakterii probiotycznych w 1g lub w 1ml produktu określanego jako probiotyczny, jest  $10^6$  jtk. Tylko jeden z badanych produktów (serek naturalny:  $5,8 \times 10^5$  CFU) nie spełniał tych wymogów [55].

Najwięcej bakterii zanotowano w jednym z jogurtów naturalnych ( $5,5 \times 10^9$  CFU), natomiast najmniejszą w serku naturalnym ( $5,8 \times 10^5$  CFU). Serek naturalny był jednym z badanych produktów, który nie spełniał wymogów Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej oraz WHO.

Nie stwierdzono zależności między oznaczoną ilością żywych komórek bakterii probiotycznych, a rodzajem i ilością szczepów, których zawartość w danym produkcie była deklarowana przez producenta.

Produkty kiszone zawierały podobną ilość bakterii probiotycznych, jak mleczne produkty fermentowane. Najwięcej oznaczono w zalewie z kiszonych ogórków ( $2,4 \times 10^9$  CFU), a najmniej w soku wyciśniętym z kiszonej kapusty ( $1 \times 10^6$  CFU).

Zwrócono uwagę na różnicę w zawartości żywych drobnoustrojów probiotycznych w jogurtach o tej samej nazwie handlowej, różniących się smakiem i numerem serii. W produkcie o smaku wiśniowym oznaczono  $8 \times 10^7$  CFU (nr serii CGF16) a o smaku malinowym –  $1,1 \times 10^8$  CFU (nr serii CNK 03). Na przeżywalność szczepów wpływa szereg czynników, między innymi:

- czas i temperatura przechowywania produktu,
- rodzaj i ilość wprowadzonych szczepów,
- obecność substancji dodatkowych,
- rodzaj użytego mleka,
- warunki fermentacji,
- nawet pora roku, i inne.

Zimą przeżywalność termofilnych bakterii probiotycznych jest mniejsza, ze względu na możliwość wychłodzenia mleka i ryzyko spadku temperatury na późniejszych etapach produkcji. Wykazano, że dodatek białka serwatkowego lub mleka w proszku również wpływa korzystnie na ilość żywych bakterii w produktach probiotycznych [55, 178, 179].

Mnogość czynników wpływających na przeżywalność kultur bakterii probiotycznych w produktach spożywczych może tłumaczyć znaczne zróżnicowanie otrzymanych przez nas wyników.

## **8.8. Ocena zawartości hormonów steroidowych w ślinie zawodników CrossFit**

W licznych badaniach wykazano silną korelację między stężeniem hormonów, takich jak DHEA, kortyzol i progesteron w ślinie i zawartością ich wolnych form we krwi [151 – 155]. W prowadzonych badaniach oceniono wpływ suplementacji diety preparatami zawierającymi egzogenny DHEA na poziom powiązanych hormonów steroidowych. W tabeli 20 przedstawiono poddane analizie statystycznej uzyskane wyniki. W tabeli 21 pokazano wyniki uzyskane dla poszczególnych zawodników.

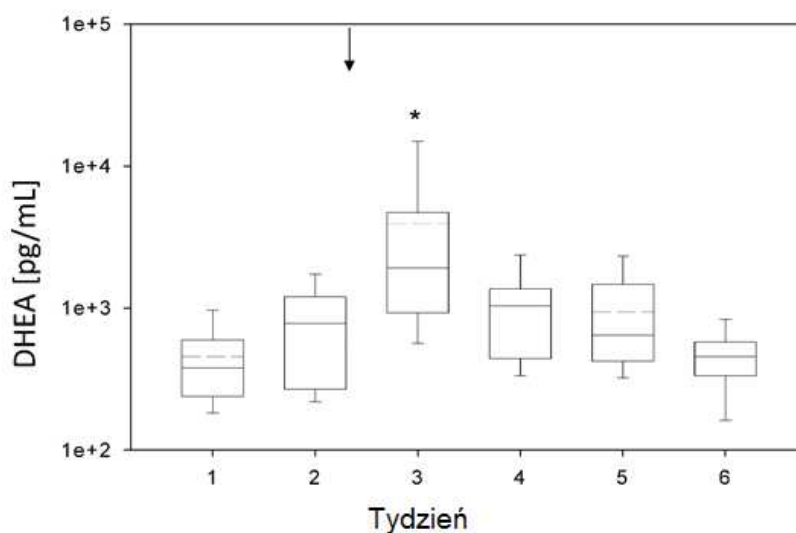
W tej części pracy badawczej skupiono się na wysoko wytrenowanych zawodnikach CrossFit, jako grupie będącej w stałej ekspozycji na stres zarówno fizyczny, jak i psychiczny. Utrzymanie odpowiedniego balansu w obrębie gospodarki hormonalnej jest niezbędne do prawidłowej regeneracji, a tym samym do wykonania postępu w treningach i przygotowaniach do startów. Dysproporcje między stężeniami hormonów skutkują nie tylko zaburzeniami odnowy i rozwoju w obrębie układu ruchu, ale również w obrębie psychiki, np. pojawienie się braku chęci do treningu, stanów depresyjnych, zmęczenia, czy agresji [181, 182].

W odpowiedzi na gwałtowny stres, w organizmie następuje wyrzut kortyzolu, który ma za zadanie zmobilizować organizm do walki z zagrożeniem. Hormon ten pozwala wykorzystać zasoby energetyczne, a także zwiększa funkcje kognitywne i wpływa na podejmowanie ryzykownych decyzji [181, 182].

Jednak stała ekspozycja na stres i utrzymujący się wysoki poziom kortyzolu, skutkują długotrwałym wysokim stężeniem glukozy we krwi, a co za tym idzie ryzykiem wytworzenia insulinooporności, ograniczenia funkcji kognitywnych oraz wystąpienia zaburzeń snu [183, 184]. Wykazano, że DHEA może niwelować negatywne skutki działania kortyzolu [183, 185]. Wartość stosunku stężeń DHEA do kortyzolu może być markerem odpowiedzi organizmu na przedłużający się stres oraz jednym z wyznaczników przetrenowania. Wykazano, że im wyższa jego wartość, tym lepsza fizyczna i psychiczna adaptacja do regularnych obciążeń treningowych [183]. Stąd teza, że suplementacja preparatami zawierającymi DHEA może pomóc sportowcom radzić sobie ze stresem, spowodowanym treningami, a tym samym zapewnić lepszą regenerację, postęp treningowy oraz opóźnić wystąpienie przetrenowania.

W niniejszej pracy oceniono wpływ suplementacji diety preparatem, zawierającym egzogenny DHEA (50mg/dz. mężczyźni, 25mg/dz. kobiety) na poziom

tego hormonu w organizmie badanych zawodników. Jak pokazano na rycinie 33, zaobserwowano znaczący wzrost stężeń DHEA ( $P = 0,000068$ ) pomiędzy pierwszym i trzecim tygodniem badań (Tab. 20.). Jednak mimo deklaracji suplementacji preparatem zawierającym DHEA, stężenie tego hormonu w ślinie badanych spadało w ciągu kolejnych tygodni.



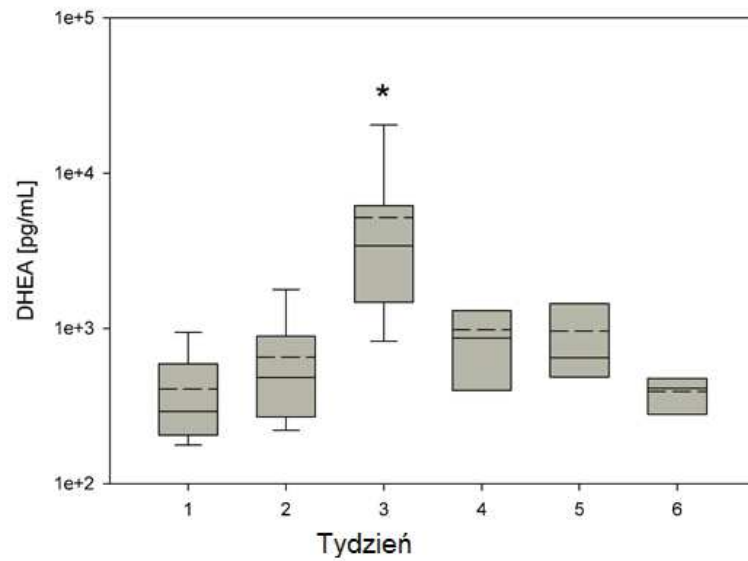
Rycina 33. Zmiany stężeń DHEA w ślinie badanych zawodników CrossFit w ciągu 6 kolejnych tygodni prowadzonych badań.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

W kolejnych tygodniach opisywanych badań zanotowano spadek poziomu DHEA do wartości zbliżonych do tych sprzed rozpoczęcia suplementacji. Wyniki oznaczeń sugerują, że zażywany prohormon mógł aktywnie konwertować do innych związków steroidowych. DHEA może być bezpośrednio metabolizowany w androstendion, czego wynik zaobserwowano w niniejszych badaniach: stwierdzono silną pozytywną korelację między stężeniami tych hormonów (c.c.=0,828;  $P=0.0000002$ ).

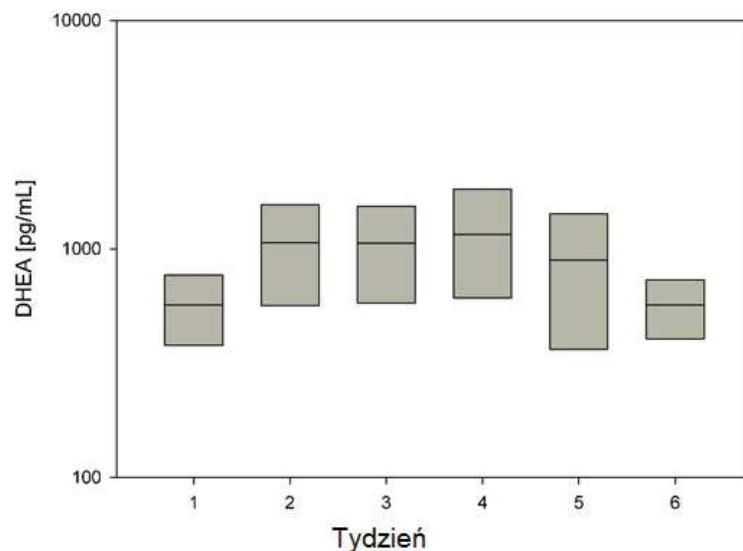
Przedstawioną tendencję do wzrostu stężenia DHEA po tygodniu suplementacji diety preparatami zawierającymi DHEA i spadku w kolejnych tygodniach zaobserwowano u obu płci, jednak tylko w grupie mężczyzn (Ryc. 34.) różnica była istotna statystycznie ( $P=0,000108$ ). Jednak u kobiet była również widoczna (Ryc. 35.). Ze względu na ograniczoną ilość kobiet biorących udział w badaniu ( $n=4$ ) oraz fakt, że ze względu na płeć, stosowały niższą dawkę hormonu, nie można dokonać analizy różnicującej wpływ płci na reakcję organizmu na przyjmowaną substancję. Podniesiony

poziom DHEA u kobiet nie tylko pozwala na rozwój masy mięśniowej, ale również może prowadzić do wystąpienia hirsutyzmu i zaburzeń miesiączkowania [186].



Rycina 34. Zmiany stężenia DHEA w ślinie badanych mężczyzn w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle.



Rycina 35. Zmiany stężenia DHEA w ślinie badanych kobiet w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

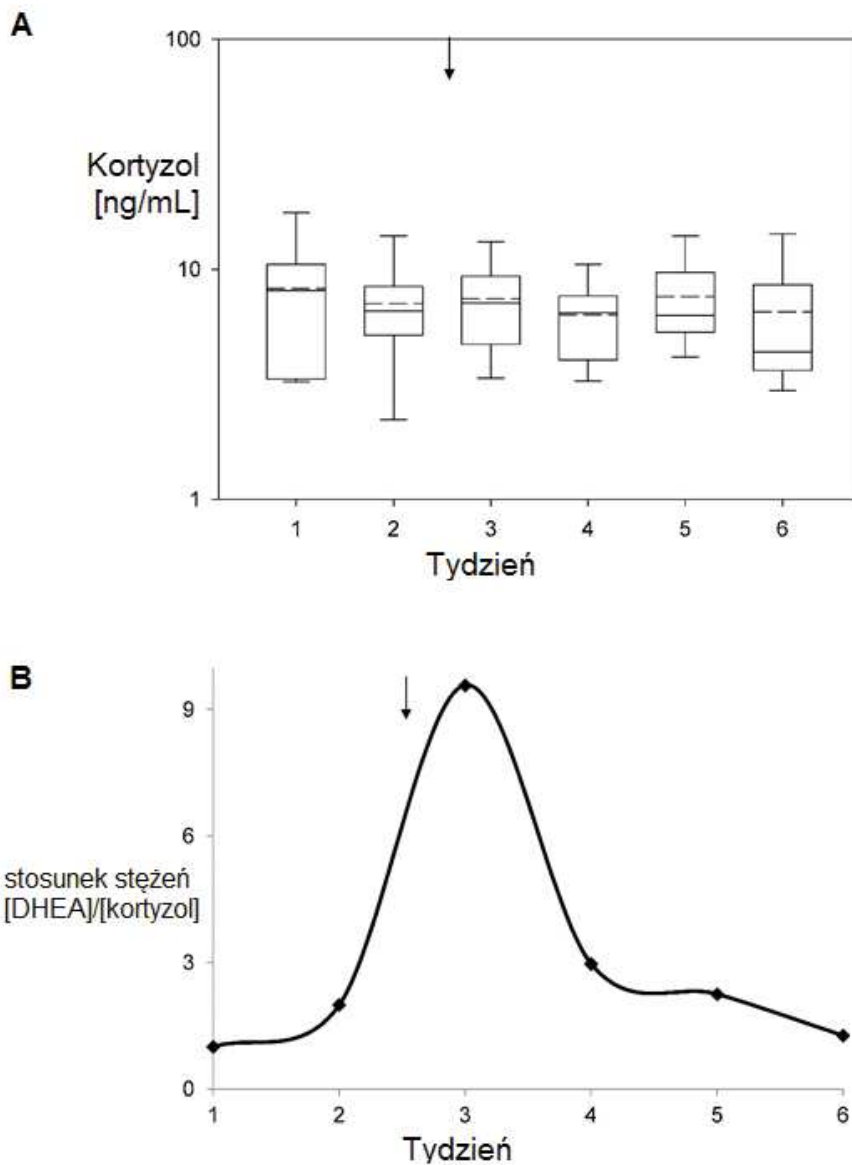
Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle.

W przedstawionych w niniejszej pracy badaniach, wykazano, że poziom DHEA przed rozpoczęciem suplementacji diety tym hormonem (pierwszy tydzień), wahał się u wyselekcjonowanej grupy sportowców między 176 a 973 pg/ml, mediana 364,7 pg/ml (Tab. 20.). Stwierdzono znaczne zróżnicowanie stężeń DHEA u badanych zawodników. U siedmiorga z nich (3 kobiet i 4 mężczyzn) oznaczono ilości mieszczące się w zakresach normy (Tab. 8. i Tab. 21.), podczas gdy u 4 mężczyzn stwierdzono nadmiar tego hormonu, a u 1 mężczyzny i 1 kobiety – stężenie poniżej wyznaczonej normy. Zaobserwowano, że po 3 tygodniach stosowania suplementów diety zawierających DHEA, stężenie tego hormonu u 4 z nich osiągnęła wartość z zakresu charakterystycznego dla większości populacji.

W przeprowadzonych badaniach nie odnotowano bezpośredniego wpływu stosowania preparatów zawierających DHEA na stężenie kortyzolu (Ryc. 36A), ze względu na brak bezpośredniego szlaku przemian łączącego te hormony (Ryc. 7.). Jednak stosunek [DHEA]/[Kortyzol], wzrósł około dziewięciokrotnie między pierwszym a trzecim tygodniem badań (Ryc. 36B.) i odzwierciedlał zmiany stężeń DHEA.

Zarówno u kobiet jak i mężczyzn zaobserwowano tendencję do podwyższonych stężeń DHEA w warunkach tuż przed treningiem stosunku do domowych. Mediana stężenia kortyzolu (Tab. 20.) w pierwszym tygodniu prowadzonych badań wyniosła 8,0 ng/ml (mężczyźni: 7,21 ng/ml, kobiety: 8,7 ng/ml), a w drugim tygodniu, w którym próbki były pobierane tuż przed treningiem: 6,41 ng/ml (mężczyźni: 6,19 ng/ml, kobiety: 8,41 ng/ml). Wyższe stężenie oznaczanego hormonu w tej sytuacji może odzwierciedlać pozytywną mobilizację zawodników przed nadchodzącym treningiem.

W swoim badaniu VanBruggen i współautorzy wyznaczyli średnie stężenie kortyzolu przed treningiem u wysoko wytrenowanych mężczyzn (n=12) na  $0,256 \pm 0,168$  ng/ml [153], co znacznie różni się od wyników uzyskanych w niniejszej pracy. Różnice można wyjaśnić innym czasem wykonywania badań, którego autorzy nie określili dokładnie, gdyż stężenia kortyzolu ulegają wahaniom dobowym, a rano jego ilość może być nawet kilkukrotnie wyższa niż wieczorem [187, 188].



Rycina 36. Zmiany stężeń kortyzolu (A) i stosunku stężeń DHEA do kortyzolu (B) w ciągu 6 kolejnych tygodni badania.

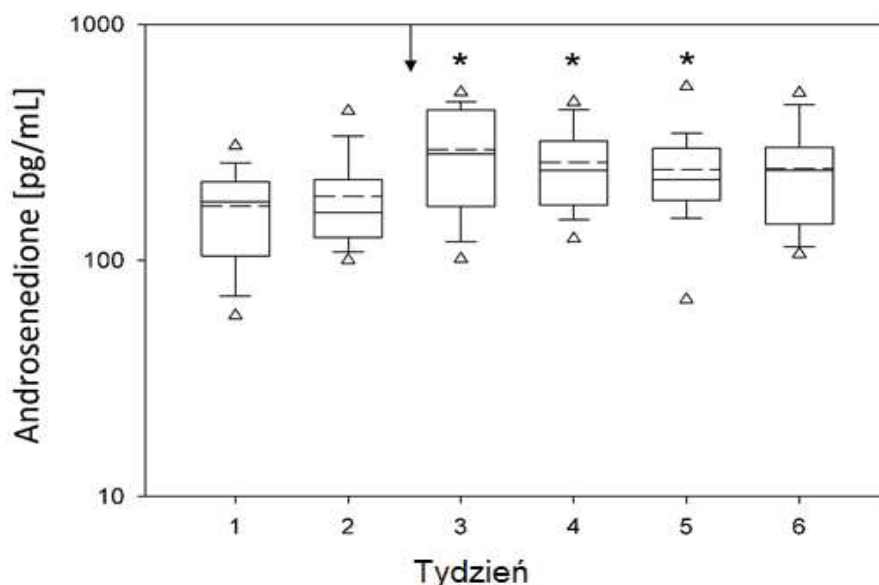
Istotnie statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Podobnie w badaniach, w których Le Panse i współautorzy analizowali stężenia kortyzolu, DHEA i testosteronu w ślinie trójboistów w warunkach odpoczynku, przed ważeniem (przed startem) oraz tuż po zawodach, zaobserwowano wzrost stosunku [DHEA]/[kortyzol], co jest zgodne z obserwacjami przedstawionymi w niniejszej pracy [191]. Le Panse i współpracownicy wykazali również, że w grupie kobiet (n=11) stężenie kortyzolu i DHEA zarówno w warunkach spoczynku jak i ważenia, pozostało na

podobnym poziomie, co również potwierdzają wyniki uzyskane podczas przedstawionych badań. U mężczyzn (n=8), zawartości obu hormonów wzrosły [191], czego w niniejszej pracy nie zaobserwowano.

Andostendion stanowi hormon pośredni w przekształcaniu DHEA do testosteronu lub estronu (Ryc. 7.). Jest słabym androgenem, mającym około 20% aktywności testosteronu.

Zaobserwowano, znaczny wzrost stężenia androstendionu ( $P=0,000291$ ) w trzecim (po 1 tygodniu suplementacji preparatem, zawierającym DHEA), czwartym i piątym tygodniu badania (Ryc. 37.).



Rycina 37. Zmiany stężenia androstendionu w ślinie badanych w ciągu kolejnych 6 tygodni badań.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Dehennin i współpracownicy podawali zawodnikom (n=9) 50 mg DHEA jednorazowo, a następnie dokonywali analizy jakościowej i ilościowej jego metabolitów w moczu, obserwując konwersję tego hormonu do pozostałych pochodnych steranu [192]. Jest to zgodne z obserwacjami zespołu Browna, który odnotował wzrost stężenia androstendionu u młodych zdrowych mężczyzn (n=10), po 8 tygodniach codziennego podawania 50 mg DHEA [193]. Spostrzeżenia poczynione podczas prezentowanych badań, są zgodne z obserwacjami obu zespołów [192, 193].



W badaniach Browna i współpracowników nie wykazano wpływu suplementacji DHEA na stężenie testosteronu oraz poziom adaptacji do treningu oporowego. Co więcej, podawanie młodym mężczyznom (n=10) preparatu zawierającego 150 mg DHEA, 300mg adrostendionu, 750 mg *Tribulus terrestris*, 625 mg chryzyny, 300 mg indolo-3-karbinolu i 540 mg palmy sabałowej, również podniosło poziom androstendionu, jednak nie wpłynęło na poziom testosteronu [194]. Jednak, jak wykazano w przytoczonych powyżej badaniach, poziom testosteronu w ślinie nie zawsze odzwierciedla w stopniu zadowalającym jego ilość w osoczu krwi [151 – 155].

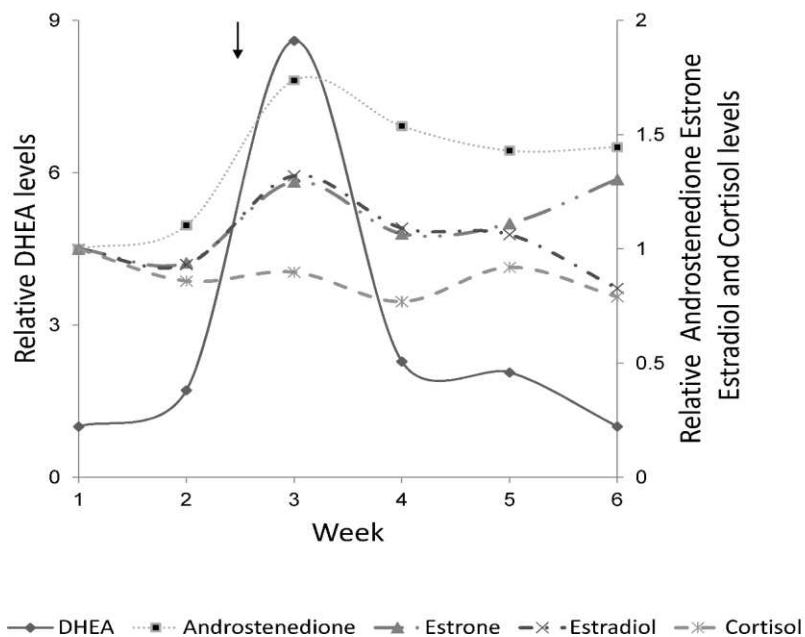
Morales i współautorzy podawali DHEA w dawce 100 mg dziennie przez 6 miesięcy mężczyznom (n=10) i kobietom (n=10) w wieku 50 – 65 lat [195]. U mężczyzn stężenia testosteronu i androstendionu osiągnęły wartości charakterystyczne dla młodych osób, podczas gdy u kobiet wartości te przekroczyły wartości spotykane u młodych kobiet. Nie zanotowano wpływu na poziom kortyzolu, co jest zgodne z uzyskanymi wynikami badaniami [195].

Przytoczone powyżej badania i obserwacje poczynione podczas wykonywania oznaczeń przedstawionych w niniejszej pracy, stanowią wsparcie teorii, że zależność stężeń DHEA, androstendionu i kortyzolu jest kontrolowana na wyższych etapach neuronalnych [183, 184].

W prowadzonych badaniach zaobserwowano, że podobnie jak w przypadku DHEA, stężenia androstendionu osiągnęły maksymalne wartości w trzecim tygodniu. Jednak w przeciwieństwie do DHEA, poziom androstendionu pozostał statystycznie istotnie podniesiony przez kolejne 2 tygodnie (Ryc. 37.).

Odnotowano, że przed rozpoczęciem suplementacji diety preparatami, zawierającymi DHEA, 62% badanych cechował poziom androstendionu przekraczający przyjętą normę, natomiast po 4 tygodniach wartość ta wzrosła do 81% (Tab. 21.).

Zaobserwowano korelację między zmianami ich stężeń ze zmianami stężeń DHEA i androstendionu (Ryc. 38.). To sugeruje, że egzogennie dostarczony DHEA konwertował do kolejnych hormonów (Ryc. 38.).

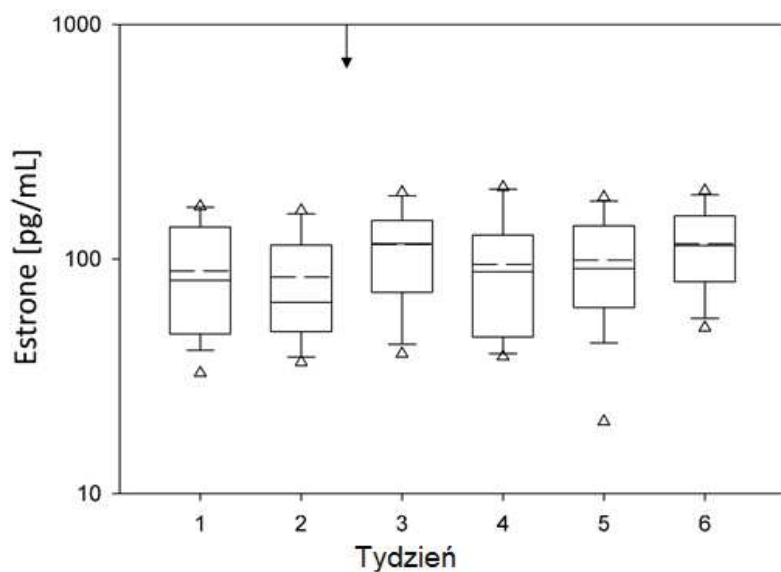


Rycina. 38. Wpływ stosowania preparatów zawierających DHEA na stężenia DHEA, androstendionu, estronu, estradiolu i kortyzolu.

Zmiany zostały znormalizowane i wyrażone jako krotność zmiany.

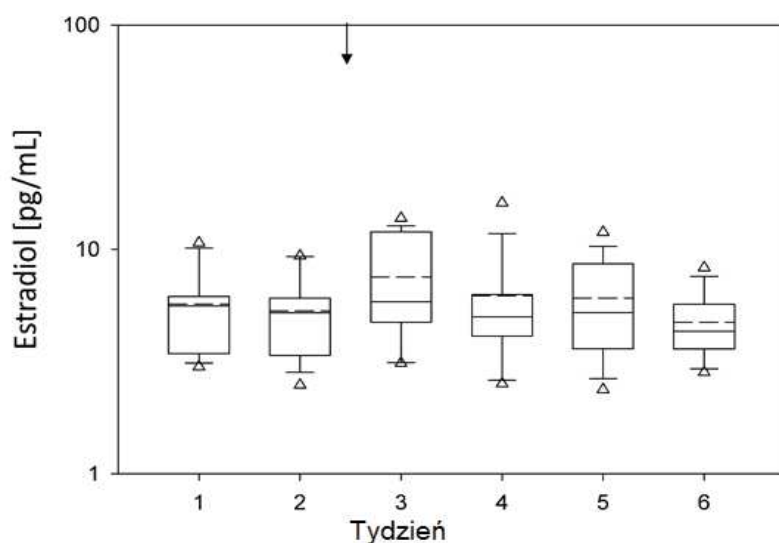
Podczas prowadzonych badań oznaczono również stężenia dwóch estrogenów: estronu ( $E_1$ ) i estradiolu ( $E_2$ ). Hormony te powstają w organizmie jako produkt konwersji androstendionu i testosteronu oraz wytwarzane są w jajnikach, korze nadnerczy, kościach, a także w centralnym układzie nerwowym. Stymulują jego regenerację i zapobiegają zmianom neurodegeneracyjnym (chronią neurony i komórki glejowe przed stresem oksydacyjnym), a także wpływają na przewodnictwo nerwowe w układach dopaminergicznym, serotonergicznym i cholinergicznym [196]. Co więcej zachowanie odpowiedniego stosunku estrogenów i androgenów jest niezbędne, aby uniknąć chorób sercowo-naczyniowych i złamań kości oraz zachować prawidłową spermatogenezę. Odpowiednie ilości obu rodzajów hormonów steroidowych przyczyniają się również do zachowania dobrego samopoczucia i balansu psychicznego [197, 198].

W badaniu nie wykazano istotnego statystycznie wpływu suplementacji DHEA na poziomy estronu i estradiolu (Ryc. 39., Ryc. 40.). Stwierdzono jednakże pozytywną korelację (Ryc. 38.) między stężeniami estradiolu i DHEA ( $c.c.=0,828$ ,  $P=0,0000002$ ) oraz estronu i androstendionu ( $c.c.=0,657$ ,  $P=0,0029$ ).



Rycina 39. Zmiany stężenia estronu w ślinie zawodników CrossFit w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.



Rycina 40. Zmiany stężenia estradiolu w ślinie zawodników CrossFit w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Warto zauważyć, że wszystkie badane kobiety miały poziom estronu przekraczający przyjęte normy zarówno przed, jak i w trakcie stosowania androgeny (Tab. 21.). Uwzględniając fazę cyklu menstruacyjnego, u wszystkich atletek oznaczono

prawidłowe wartości estradiolu w ciągu całego czasu badania. Zaobserwowano, że w przeciwieństwie do kobiet, pięciu mężczyzn cechowało się zbyt dużą zawartością estradiolu w organizmie przed rozpoczęciem suplementacji DHEA. Jednak po 4 tygodniach przyjmowania preparatu z tym hormonem, nadmiar stwierdzono tylko u trzech atletów (Tab. 21.).

Na zmiany w stężeniach estrogenów może również wpływać rodzaj treningu, a także rodzaj i jakość spożywanych produktów. Wiele produktów roślinnych, takich jak soja zawiera fitoestrogeny, a słabej jakości opakowania mogą uwalniać do produktów spożywczych estrogeny środowiskowe, które obecne są również w zanieczyszczeniach powietrza czy środkach czyszczących, np. płynach do mycia naczyń. Plotan i współpracownicy zbadali 50 dostępnych na rynku suplementów diety na obecność estrogenów. W 13 z nich wykazali ilości tego hormonu przekraczające dopuszczalne normy [199].

Wykazano, że regularna aktywność fizyczna o charakterze siłowym może przyczynić się do obniżenia poziomu estrogenów [200, 201]. Przyczyną może być różnica w rodzaju wykonywanego treningu (siłowo-wytrzymałościowy i kulturystyczny, zamiast siłowego), a także rodzaj grupy badanych, którą byli wytrenowani zawodnicy, u których trening nie powoduje już tak widocznych zmian w homeostazie hormonalnej.

Nadmierny spadek poziomu estrogenów powiązano z występowaniem chorób sercowo-naczyniowych, nadciśnienia, cukrzycy, otyłości oraz dyslipidemii [202]. Dodatkowo Li i Graham, a także Antonov i Stockhorst zauważyli, że kobiety o niskim poziomie estrogenów cechują się większym oczekiwaniem zagrożenia, silniejszą odpowiedzią fizjologiczną na strach i są bardziej strachliwe [203, 204]. W świetle przytoczonych badań, stosunkowo wysokie poziomy estrogenów zaobserwowane u badanych sportowców, mogą nieść korzyści.

W ciągu 6 tygodni prowadzonych badań i 4 tygodni stosowania suplementacji prohormonem, wszyscy uczestnicy byli pytani o samopoczucie i subiektywne obserwacje, dotyczące wpływu przyjmowanych preparatów na wydolność i regenerację po treningu. Zawodnicy deklarowali, że czują się bardziej zmotywowaniu do treningu oraz zaobserwowali lepszą regenerację organizmu po wysiłku fizycznym. Nie zgłoszono żadnych działań niepożądanych.

## **9. WNIOSKI**

1. Badane osoby aktywne fizycznie doceniają rolę żywienia, jako niezbędnego elementu rozwoju sportowego, jednak nie zawsze mają wystarczającą wiedzę, aby odżywiać się w sposób prawidłowy.
2. Wykazano, że żadna z badanych grup nie pokrywa zapotrzebowania na energię, a także na witaminę D, witaminę C, potas, wapń i magnez.
3. Badane soki owocowe, mleko i woda oraz napoje izotoniczne wytwarzane tzw. sposobem domowym nie spełniają kryteriów stawianych napojom izotonicznym.
4. Stosowanie produktów kokosowych jako zamienników mleka krowiego może przyczynić się do niedoborów ryboflawiny w diecie, równocześnie są one cennym źródłem niacyny.
5. Suplementacja diety preparatami zawierającymi DHEA powoduje istotny wzrost stężenia androstendionu, estronu i estradiolu, natomiast nie wpływa na poziom kortyzolu.
6. Zmiany w równowadze hormonalnej w organizmie sportowca mogą przyczynić się do poprawy adaptacji psychicznej i fizycznej zawodnika do treningów i startów.
7. Rynek dietetyczny jest przepełniony nieuczciwymi ofertami usług dietetycznych i suplementami diety, zawierającymi prohormony i inne niebezpieczne dla zdrowia substancje.
8. Należy zwrócić uwagę na rolę farmaceutów i dietetyków w edukacji, dotyczącej właściwego sposobu żywienia, osób aktywnych fizycznie i sportowców.

## 10. STRESZCZENIE

W ostatnich latach fizjologowie wysiłku i żywieniowcy podkreślają istotne zależności między właściwym sposobem żywienia i stanem odżywienia sportowca, a jego prawidłową regeneracją, a tym samym wydolnością, szybkością, siłą, a także motywacją do działania. Nieadekwatny styl życia, w tym brak zbilansowanej diety mogą przyczynić się do wystąpienia zaburzeń w obrębie gospodarki hormonalnej sportowca, a tym samym do wystąpienia przetrenowania i kontuzji. Regularne monitorowanie sposobu żywienia osób aktywnych fizycznie, może stanowić podstawę do korygowania błędów dietetycznych, a tym samym przyczynić się do zachowania zdrowia i poprawy wyników sportowych.

### **Założenia i cel pracy**

Zasadniczym celem w cyklu badań przedstawionych w pracy była ocena wpływu czynników żywieniowych na równowagę hormonalną w organizmach badanych sportowców i osób aktywnych fizycznie. Do jego realizacji wykorzystano ocenę zwyczajów żywieniowych i wartości odżywczej diety osób o różnym stopniu aktywności fizycznej, ocenę częstości i rodzaju spożywanych suplementów diety, dedykowanych sportowcom oraz analizę jakości napojów chętnie stosowanych przez sportowców. Oceniono również zawartość wybranych witamin grupy B w popularnych w dietach sportowców produktach kokosowych. Dokonano oznaczenia zawartości bakterii probiotycznych w fermentowanych produktach mleczarskich. Oznaczono stężenia hormonów steroidowych w ślinie wybranych zawodników CrossFit.

### **Material i metodyka**

W badaniach ankietowych, zawierających kwestionariusz wywiadu żywieniowego oraz spożycia dobowego wzięło udział ponad 400 osób z Trójmiasta i Białej Podlaskiej o różnym stopniu aktywności fizycznej. Badanych podzielono na 4 grupy, uwzględniając poziom i rodzaj uprawianej aktywności fizycznej:

- osoby aktywne fizycznie, wykonujące trening siłowy na terenie Trójmiasta [145]
- zawodnicy gdyńskiej drużyny CrossFit
- osoby rekreacyjnie uprawiające sporty gimnastyczne na terenie Trójmiasta
- studenci z Białej Podlaskiej.

Na podstawie prawidłowo wypełnionych metodą bezpośredniego wywiadu o spożyciu z ostatnich 24 godzin, dokonano oceny wartości energetycznej diety oraz zawartości składników odżywczych i mineralnych, posługując się programem „Dieta 5” opracowanym przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie

Przy pomocy arkusza kalkulacyjnego Excel 2013 dokonano analizy zwyczajów żywieniowych uczestników badań.

W grupie zawodników gdyńskiej drużyny CrossFit i osób trenujących rekreacyjnie sporty zbierano ślinę, w której oznaczono zawartość hormonów steroidowych. Badania wykonano wykorzystując metodę ELISA.

Do oceny przydatności wybranych napojów w nawadnianiu zawodników wykorzystano osmometr oraz dane zawarte na etykietach produktów.

Do oznaczenia ilości witaminy z grupy B w produktach kokosowych wykorzystano metody mikrobiologiczne. Do oceny zawartości bakterii probiotycznych w wybranych produktach mleczarskich i fermentowanych wykorzystano metodę posiewów płytkowych.

### **Podsumowanie uzyskanych wyników**

Wykazano, że treningi zawodników CrossFit są dłuższe i odbywają się częściej niż treningi osób aktywnych fizycznie. Zarówno zawodnicy, jak i osoby aktywne fizycznie doceniają rolę żywienia w procesie regeneracji, a tym samym w zachowaniu zdrowia i poprawie osiągnięć sportowych. Na podstawie analizy badań ankietowych stwierdzono ograniczony dostęp osób aktywnych fizycznie do rzetelnej wiedzy na temat właściwego sposobu żywienia. Wykazano tendencję do nieuzasadnionego eliminowania z diety pewnych produktów i składników odżywczych diety, które mogą prowadzić do powstawania niedoborów i pogroszenia zdrowia.

Na podstawie danych zawartych w zebranych kwestionariuszach dobowego spożycia, obliczono, że żadna z badanych grup nie pokrywała wyznaczonego dla niej zapotrzebowania na energię, a także na witaminę D, witaminę C, potas, wapń i magnez. Wszyscy badani natomiast dostarczają ilości ryboflawiny i niacyny zgodne z zaleceniami opracowanymi przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie. W diecie badanych kobiet zaobserwowano dodatkowo obniżoną podaż tłuszczów, i żelaza w stosunku do zaleceń IŻŻ. Również osoby aktywne fizycznie, wykonujące treningi oporowe na trójmiejskich siłowniach, ograniczały podaż tłuszczu.

Analiza osmolarności, zawartości węglowodanów i sodu wybranych napojów, wykazała, że badane soki owocowe, mleko, woda i „domowe izotoniki” nie spełniają kryteriów stawianych napojom izotonicznym.

Wykazano, że badane napoje kokosowe nie zawierają znaczących ilości ryboflawiny, a co za tym idzie, stosowanie mleka lub mlekka kokosowego jako zamiennika mleka krowiego może przyczynić się do ograniczenia podaży tej witaminy z dietą. Taka zamiana nie wpłynie na ilość niacyny w diecie, gdyż oznaczona ilość witaminy PP w napojach kokosowych i mlekach krowi była na podobnym poziomie.

Stwierdzono, że mąka i cukier kokosowy są cennymi źródłami niacyny, dlatego stosowanie ich jako zamienników mąki pszennej i cukru stołowego, może przyczynić się do wzbogacenia diety o witaminę PP.

Oznaczona ogólna ilość bakterii w badanych produktach mlecznych wynosiła od  $5,8 \times 10^5$  do  $5,5 \times 10^9$  CFU i z wyjątkiem jednego produktu odpowiadała wymaganiom WHO i Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej. Na podstawie pilotażowych badań produktów kiszonych stwierdzono, że są one dobrym źródłem bakterii probiotycznych.

W toku badań prowadzonych w grupie zawodników CrossFit, którzy deklarowali przyjmowanie suplementów diety zawierających prohormon DHEA, zaobserwowano, że stosowanie tego preparatu przyczynia się nie tylko do podnoszenia poziomu tego hormonu u zawodników, ale jednocześnie powoduje istotny wzrost stężenia androstendionu, oraz estronu i estradiolu. Nie wpływa natomiast na poziom kortyzolu, równocześnie wpływając pozytywnie na wartość jego stosunku stężeń z DHEA, co może przyczynić się do poprawy adaptacji psychicznej i fizycznej organizmu zawodnika do treningów i startów.

Na podstawie badań ankietowych wykazano, że prawidłowy sposób żywienia jest docenianym czynnikiem, pozwalającym zachować zdrowie i samopoczucie każdego człowieka. Aktualnie rynek dietetyczny jest przepełniony nieuczciwymi ofertami usług dietetycznych i suplementami diety, zawierającymi substancje hormonalne i składniki nie wykazane na etykietach. Ponadto w aptekach i sklepach tzw. „witaminy i inne suplementy” można kupić cały szereg preparatów zawierających w swoim składzie hormony, które nie są deklarowane przez producentów. Należy zwrócić uwagę na rolę farmaceutów i dietetyków w edukacji żywieniowej osób aktywnych fizycznie i sportowców.

Wyniki uzyskane w pracy, określające czynniki żywieniowe, które mogą wpływać na gospodarkę hormonalną osób aktywnych fizycznie, mogą być wykorzystane do optymalizacji diety sportowców i poprawy osiągnięć sportowych.



## **11. SUMMARY**

In recent years, exercise physiologists and nutritionists emphasize the important relationship between the proper nutrition and nutritional status of the athlete, and its proper regeneration, and thus performance, speed, strength, and motivation to act. Inadequate lifestyle, including the lack of a balanced diet, may contribute to disorders in the athlete's hormonal balance, and thus to overtraining and injuries. Regular monitoring of the physically active people's diet can be the basis for correcting dietary faults, and thus contribute to maintaining health and improving athletic performance.

### **The purpose and aim of work**

The main aim of the cycle of research presented in the study was to assess the impact of dietary factors on hormonal balance in the organisms of athletes and physically active people. Its implementation was based on the assessment of the dietary habits and nutritional value of the diet of people with various levels of physical activity, the assessment of the frequency and type of dedicated to athletes dietary supplements intake, and the analysis of the quality of drinks readily used by athletes. The content of selected B group vitamins in coconut products, popular in athletes' diets was also evaluated. The content of probiotic bacteria in fermented dairy products was either determined. The levels of steroid hormones in the saliva of selected CrossFit players were also determined.

### **Methodology of research**

The inquiry survey containing dietary questionnaire and daily intake survey was attended by over 400 people from the Tri-City and Biała Podlaska. The subjects were divided into 4 groups, taking into account the level and type of physical activity being practiced:

- physically active people performing strength training in the Tri-City [145]
- athletes of the Gdynia CrossFit team
- people recreationally practicing gymnastics sports in the Tri-City
- students from Biała Podlaska.

On the basis of a properly completed questionnaires of dietary intake interview from the last 24 hours, the assessment of the energy value of the diet and the nutrient and

mineral content was made using the "Diet 5" program developed by the Institute of Food and Nutrition in Warsaw.

Using the Excel 2013 spreadsheet, the dietary habits of study participants were analyzed.

In the group of players from the Gdynia CrossFit team and persons practicing recreational gymnastics sports, saliva was collected in which the content of steroid hormones was determined. The tests were performed using the ELISA method.

To assess the suitability of selected drinks in irrigating athletes, the osmometer and data included on the product labels were used.

The microbiological methods were used to determine the amount of B group vitamins in coconut products. The method of plate cultures was used to assess the content of probiotic bacteria in selected dairy and fermented products.

### **The summary of the obtained results**

It has been shown that CrossFit athletes trainings are longer and more frequent than trainings of physically active people. Both, athletes and physically active people appreciate the role of proper nutrition in the regeneration process, and thus in maintaining health and improving sport performance. Based on the analysis of nutritional questionnaires, it was found that there is limited access to reliable knowledge about the proper diet. There was observed a tendency to unjustified elimination of certain dietary products and nutrients from the diet, which may lead to deficiencies and health problems.

Based on the data contained in the collected daily intake questionnaires, it was calculated that none of the examined groups covered their energy, as well as vitamin D, vitamin C, potassium, calcium and magnesium request. All surveyed provided the proper amounts of riboflavin and niacin in accordance with the recommendations developed by the Institute of Food and Nutrition in Warsaw. It was observed an reduced supply of fats and iron in the diet of investigated women in relation to the recommendations of the Polish Food and Drug Organization. Also physically active people doing resistance training at Tri-City gyms limited the supply of fat.

The analysis of osmolarity and carbohydrate and sodium content in selected beverages showed that the tested fruit juices, milk, water and "home isotonic" do not meet the criteria for isotonic beverages.

It has been shown that the tested coconut drinks do not contain significant amounts of riboflavin, and thus, the use of milk or coconut milk as a substitute for cow's milk may

contribute to reducing the supply of this vitamin with diet. This kind of replacement will not affect the amount of niacin in the diet, as the marked in research amount of vitamin PP in coconut drinks and in cow's milk was at a similar level.

The total amount of bacteria in the examined dairy products was determined to be from  $5.8 \times 10^5$  to  $5.5 \times 10^9$  CFU and with the exception of one product, it complied with the requirements of WHO and the International Dairy Federation. Based on a pilot study of pickled products, it was found that they are a good source of probiotic bacteria.

In the course of research conducted in the CrossFit athletes, who declared taking dietary supplements containing prohormone, DHEA, it was observed that the use of this preparation contributes not only to raising this hormone levels in their organisms, but also causes a significant increase in androstenedione, estrone and estradiol levels. It does not affect the level of cortisol, at the same time positively affecting the value of its concentration ratio with DHEA, which may contribute to the improvement of the mental and physical adaptation of the athlete's body for training and competition starts.

Based on questionnaire surveys, it has been shown that the proper nutrition is a valued factor that helps maintain health and well-being of every human being. Currently, the dietary market is filled with unfair offers of dietician and the dietary supplements, containing hormonal substances and ingredients not shown on the labels. In addition, in pharmacies and stores, there can be bought a whole range of preparations so-called "Vitamins and other supplements", that contain in their composition hormones and other dangerous substances that are not declared by the manufacturers. Attention should be paid to the role of pharmacists and dieticians in the nutritional education of physically active people and athletes.

The results obtained in this research, defining the nutritional factors that can affect the hormonal balance of physically active people, can be used to optimize the diet of athletes and improve their sport performance.

## 12. TABELE

Tabela 1. Podział suplementów wg Australia Sports Commission [26].

Grupa	Podgrupa	Przykłady
A Preparaty o naukowo udowodnionym pozytywnym działaniu dla sportowców	Sports food	Sports drink Sports gel Sports confectionery Liquid meal Whey protein Sports bar Electrolyte replacement
	Medical supplements	Iron supplement Calcium supplement Multivitamin/mineral Vitamin D Probiotics
	Performance supplements	Caffeine β-Alanine Bicarbonate Beetroot juice Carnitine
B Preparaty zasługujące na dalsze badania nad przydatnością dla sportowców	Food polyphenoles	Quercetin Tart cherry juice Exotic berries (acai, goji etc.) Curcumin
	Inne	Anti-oxidants C and E Carnitine HMB Glutamine Fish oil Glucosamine
C Preparaty z mniejszą ilością danych naukowych potwierdzających korzystne działanie niż w grupie B	Category A and B products used outside approved protocols.	See list for Category A and B products.
	The rest — if you can't find an ingredient or product in Groups A, B or D, it probably deserves to be here.	Fact sheets and research summaries on some supplements of interest that belong in Group C may be found via on the 'A-Z of Supplements' page in the AIS Sports Nutrition section of the ASC website.
D Substancje zabronione lub preparaty narażone na zanieczyszczenia substancjami zabronionymi lub narkotykami	Stimulants	Ephedrine Strychnine Sibutramine Methylhexamine (DMAA) 1,3-dimethylbutylamine (DMBA) Other herbal stimulants
	Prohormones and hormones boosters	DHEA Androstenedione 19-norandrostenedione/OI Other prohormones Tribulus terrestris and other testosterone boosters Maca root powder
	GH releasers and 'peptides'	
	Beta-2-agonists	Higenamine
	Other	Glycerol used for re/hyperhydration strategies — banned as a plasma expander Colostrum - not recommended by WADA due to the inclusion of growth factors in its composition

Tabela 2. Rozcieńczenia prób stosowane w oznaczeniach ryboflawiny w napojach kokosowych i mleczarskich.

Nr kolbki	1	2	3	4	5
Pożywka (cm <sup>3</sup> )	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Hydrolizat (cm <sup>3</sup> )	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Woda destylowana (cm <sup>3</sup> )	4,0	3,0	2,0	1,0	0,0

Tabela 3. Rozcieńczenia standardów krzywej wzorcowej do oznaczanie ryboflawiny metodą mikrobiologiczną.

Numer kolbki	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Woda destylowana (ml)	5,0	4,9	4,75	4,5	4,25	4,0	3,75	3,5	3,0
Pożywka (ml)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Roztwór standardowy ryboflawiny (ml)	0,0	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0
Ryboflawina (µg)	0,0	0,01	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125	0,15	0,2

Tabela 4. Rozcieńczenia próbek do oznaczenia zawartości niacyny w badanych produktach kokosowych i mleczarskich.

Nr kolbki	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Pożywka (cm <sup>3</sup> )	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Hydrolizat (cm <sup>3</sup> )	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Woda destylowana (cm <sup>3</sup> )	4,0	3,0	2,0	1,0	0,0

Tabela 5. Rozcieńczenia standardów do wyznaczenia krzywej wzorcowej oznaczania niacyny w badanych produktach metodą mikrobiologiczną.

Numer kolbki	1	2	3	4	5	6	7
Woda destylowana (ml)	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
Pożywka (ml)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Roztwór standardowy ryboflawiny (ml)	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Ryboflawina (µg)	0,0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3

Tabela 6. Dokładność i precyzja mikrobiologicznych metod oznaczania ryboflawiny i niacyny.

Nazwa produktu	Oznaczona zawartość [mg/100g]	Wzbogacenie [mg]	Odzysk [%]	SD	Błąd względny [%]	RSD
<b>Ryboflawina</b>						
Mlekovita Mleko Polskie 3,2%	0,159	1,0	87	±0,02	±13	0,13
Mlekovita Mleko Polskie 3,2%	0,172	1,5	94	±0,02	±6	0,12
<b>Niacyna</b>						
Mlekovita Mleko Polskie 3,2%	0,044	1,0	71	±0,03	±29	0,38
Mlekovita Mleko Polskie 3,2%	0,053	1,5	85	±0,02	±15	0,22

Tabela 7. Schemat badania.

Tydzień	Poniedziałek	Wtorek	Środa	Czwartek	Piątek	Sobota	Niedziela
1	CF	CF	CF		CF	C	
2	CF	CF	CF		CF	T. C	S
3	S. CF	S. CF	S. CF	S	S. CF	S. T. C	S
4	S. CF	S. CF	S. CF	S	S. CF	S. T. C	S
5	S. CF	S. CF	S. CF	S	S. CF	S. T. C	S
6	S. CF	S. CF	S. CF	S	S. CF	S. T. C	S

CF – trening CrossFit training

T – Trening hipertroficzny Hypertrophic training with saliva samples collecting

S – suplementacja DHEA supplementation

C – pobrania próbek śliny

Tabela 8. Wartości normalne DHEA, kortyzolu, androstendionu, estronu i estradiolu.

Hormon	DHEA [pg/mL]		Kortyzol [ng/mL]		Androstendion [pg/ mL]		Estron [pg/mL]		Estradiol [pg/mL]	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
<21	27.2 – 564.5	30.4 – 537.7	1 – 11.3		20 – 160	20 – 150	3,16 – 36,28	–	Fol: 1.29 – 7.76	
21 – 30	73.5 – 780.7	291.4 – 826.7							Mid: 3.79 – 16.05	
31 – 40	125.5 – 745.1	306.7 – 892.3							Lut: 1.22 – 8.43	
									2.71 – 4.75	1.01 – 4.15

F – kobiety ; M – mężczyźni; Fol – Faza folikularna; Mid – środek cyklu; Lut – faza lutealna

Tabela 9. Unikanie określonych składników diety wśród badanych.

	Total	Kobiety	Mężczyźni
Total			
Tak	58%	59%	57%
Nie	42%	41%	43%
Zawodnicy CrossFit (CFA)			
Tak	92%	100%	89%
Nie	8%		11%
Osoby trenujące na siłowni (PAP)			
Tak	46%	52%	36%
Nie	54%	48%	64%

Tabela 10. Wartość energetyczna posiłków w diecie ankietowanych [średnia ± SD] [145].

	Studentki	Studenci	Sportsmenki	Sportowcy
Energia [kJ]	6249 ± 1577 (3303 - 11539)	9623 ± 2108 (6610 - 14627)	7315 ± 1822 (4245 - 11010)	10102 ± 3128 (5943 - 16157)
Energia [kcal]	1493 ± 377 (789 - 2757)	2298 ± 503 (1578 - 3494)	1747 ± 436 (1006 - 2629)	2414 ± 748 (1418 - 3860)

Tabela 11. Ocena zawartości białka, tłuszczu i węglowodanów w dietach ankietowanych [średnia ± SD] [145].

	Studentki	Studenci	Sportsmenki	Sportowcy
Białko ogółem [g]	68,37 ± 21,70 (24,24 - 123,38)	114,29 ± 36,94 (54,16 - 196,0)	78,81 ± 24,06 (42,23 - 140,71)	120,60 ± 45,10 (50,88 - 240,90)
Tłuszcze [g]	53,70 ± 21,99 (15,18 - 122,49)	94,35 ± 28,47 (49,60 - 158,47)	66,97 ± 21,14 (25,03 - 102,17)	98,62 ± 47,10 (45,75 - 260,52)
Węglowodany [g]	196,37 ± 63,84 (63,92 - 425,42)	254,34 ± 65,19 (144,23 - 417,25)	224,36 ± 74,23 (139,13 - 488,87)	282,31 ± 91,41 (167,20 - 472,31)

Tabela 12. Zawartość sodu, potasu, wapnia, fosforu i magnezu w dietach ankietowanych [średnia ± SD] [145].

	Studentki	Studenci	Sportsmenki	Sportowcy
Sód [mg]	2896 ± 1003 (1156 - 7367)	4018 ± 858 (2609 - 5767)	3142 ± 951 (1284 - 5550)	4549 ± 1836 (1150 - 9766)
Potas [mg]	2407 ± 807 (804 - 5003)	3243 ± 898 (1817 - 4650)	2775 ± 649 (1087 - 3610)	3427 ± 1014 (1884 - 6159)
Wapń [mg]	552 ± 295 (81 - 2027)	719 ± 344 (241 - 1555)	671 ± 276 (335 - 1539)	765 ± 335 (271 - 1539)
Fosfor [mg]	1051 ± 320 (302 - 2415)	1774 ± 604 (985 - 3184)	1336 ± 289 (881 - 1858)	1840 ± 614 (1029 - 3361)
Magnez [mg]	236 ± 67 (85 - 437)	360 ± 137 (180 - 784)	303 ± 83 (118 - 529)	361 ± 109 (183 - 675)

Tabela 13. Zawartość żelaza, cynku, miedzi i manganu w dietach ankietowanych [średnia ± SD] [145].

	Studentki	Studenci	Sportsmenki	Sportowcy
Żelazo [mg]	8,20 ± 2,79 (2,82 - 22,79)	11,55 ± 4,97 (5,56 - 23,51)	10,68 ± 3,82 (5,83 - 23,65)	16,11 ± 7,87 (8,58 - 38,96)
Cynk [mg]	8,15 ± 2,40 (3,54 - 15,18)	11,65 ± 3,98 (5,88 - 21,06)	9,42 ± 2,57 (5,59 - 15,46)	14,6 ± 6,92 (7,88 - 41,39)
Miedź [mg]	0,81 ± 0,23 (0,28 - 1,88)	1,13 ± 0,43 (0,48 - 2,43)	1,06 ± 0,28 (0,62 - 1,95)	1,30 ± 0,44 (0,73 - 2,58)
Mangan [mg]	3,0 ± 1,53 (0,90 - 9,61)	4,48 ± 2,95 (1,20 - 11,04)	4,24 ± 1,80 (1,31 - 7,81)	5,30 ± 2,71 (1,60 - 14,89)



Tabela 14. Zawartość witamin w diecie ankietowanych [średnia ± SD] [145].

	Studentki	Studenci	Sportsmenki	Sportowcy
Witamina A [μg]	696,35 ± 524,7 (80,95 - 3244,4)	999,67 ± 849,5 (278,4 - 4032,6)	1297,3 ± 776,3 (150,4 - 2938,1)	1320,4 ± 1103,9 (220,9 - 6214)
Tiamina [mg]	1,08 ± 0,52 (0,41 - 2,38)	1,46 ± 0,59 (0,55 - 2,41)	0,97 ± 0,35 (0,53 - 1,89)	1,41 ± 0,65 (0,65 - 3,1)
Ryboflawina [mg]	1,30 ± 0,42 (0,43 - 2,57)	1,95 ± 0,77 (0,95 - 3,92)	1,59 ± 0,33 (1,02 - 2,29)	2,03 ± 0,61 (1,08 - 3,2)
Witamina B <sub>6</sub> [mg]	1,54 ± 0,588 (0,37 - 3,40)	2,31 ± 0,94 (1,04 - 4,70)	1,842 ± 0,59 (0,48 - 2,75)	2,56 ± 0,98 (0,93 - 4,63)
Niacyna [mg]	15,96 ± 8,91 (3,61 - 42,28)	33,63 ± 18,72 (6,30 - 78,65)	20,72 ± 13,31 ( 5,64 - 58,49)	33,37 ± 19,74 (7,10 - 101,92)
Witamina C [mg]	67,32 ± 51,17 (3,54 - 221,73)	63,11 ± 59,11 (10,67 - 204,86)	71,74 ± 48,53 (13,61 - 177,80)	80,89 ± 67,69 (6,51 - 233,98)
Witamina E [mg]	7,81 ± 4,51 (1,37 - 21,54)	14,13 ± 6,13 (5,48 - 32,44)	9,89 ± 4,76 (3,04 - 23,44)	12,01 ± 3,77 (4,25 - 19,17)
Witamina B <sub>12</sub> [μg]	2,50 ± 1,53 (0,234 - 9,73)	3,86 ± 1,88 (2,02 - 8,46)	3,28 ± 1,95 (1,82 - 11,63)	4,40 ± 3,06 (1,75 - 13,25)
Witamina D [μg]	1,81 ± 1,35 (0,28 - 8,45)	2,92 ± 2,12 (0,58 - 7,77)	2,69 ± 2,41 (0,12 - 11,64)	4,40 ± 3,52 (0,42 - 13,6)

Tabela 15. Oznaczona osmolarność i ocena zawartości sodu i wartości energetycznej wybranych rodzajów soków owocowych i napojów izotonicznych.

Badany produkt	Osmolarność mOsm/kg <sup>-1</sup> wody	Zawartość sodu mg/100ml	Energia kcal/100ml	Energia z cukrów [%]
1. Sok pomidorowy	503,2±5,00 <sup>3</sup>	233 <sup>3</sup>	17 <sup>1</sup>	66 <sup>2</sup>
2. Sok wielowarzywny	595,3±41,55 <sup>3</sup>	271 <sup>3</sup>	21 <sup>1</sup>	55 <sup>2</sup>
3. Sok czarnaporzeczka	634,7±4,18 <sup>3</sup>	-	45 <sup>3</sup>	98 <sup>1</sup>
4. Sok jabłkowy	696,3±2,50 <sup>3</sup>	-	43 <sup>3</sup>	100 <sup>1</sup>
5. Sok pomarańczowy	610,0±1,67 <sup>3</sup>	-	43 <sup>3</sup>	90 <sup>1</sup>
6. Sok wiśniowy	707,5±3,78 <sup>3</sup>	-	41 <sup>3</sup>	93 <sup>1</sup>
7. Sok czerwonygrejprut	564,5±7,26 <sup>3</sup>	-	41 <sup>3</sup>	93 <sup>1</sup>
8. Sok jabłkowy	706,2±2,99 <sup>3</sup>	-	43 <sup>3</sup>	100 <sup>1</sup>
9. Sok multiwitamina	728,7±9,33 <sup>3</sup>	4 <sup>2</sup>	51 <sup>3</sup>	94 <sup>1</sup>
<b>10. Izotonik pomarańczowy</b>	<b>289,7±2,50<sup>1</sup></b>	<b>50<sup>1</sup></b>	<b>24<sup>1</sup></b>	<b>100<sup>1</sup></b>
<b>11. Izotonik cytrynowy</b>	<b>289,2±5,19<sup>1</sup></b>	<b>50<sup>1</sup></b>	<b>26<sup>1</sup></b>	<b>100<sup>1</sup></b>
12. Izotonik domowy 1	293,8±1,47 <sup>1</sup>	46,3 <sup>1</sup>	1,2 <sup>1</sup>	53 <sup>2</sup>
13. Izotonik domowy 2	401,5±4,55 <sup>3</sup>	11,6 <sup>2</sup>	28,2 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
14. Izotonik domowy 3	274,8±3,49 <sup>1</sup>	0,13 <sup>2</sup>	23,3 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>
15. Izotonik domowy 4	373,2±2,71 <sup>1</sup>	1,9 <sup>2</sup>	23,4 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Spełnia normy Komisji Europejskiej

<sup>2</sup> Nie osiąga wartości aprobowanej przez Komisję Europejską

<sup>3</sup> Przekracza wartości aprobowane przez Komisję Europejską

Tabela 16. Oznaczona osmolarność i ocena zawartości sodu w badanych wodach pitnych.

Badany produkt	Osmolarność mOsm/kg <sup>-1</sup> wody	Zawartość sodu mg/100 ml
1. Woda	3,7± 0,82 <sup>2</sup>	0,97 <sup>2</sup>
2. Woda	6,0±0,00 <sup>2</sup>	1,4 <sup>2</sup>
3. Woda	12,0±0,00 <sup>2</sup>	1,0 <sup>2</sup>
4. Woda	89,3±2,50 <sup>2</sup>	10,0 <sup>2</sup>
5. Woda	373,2±5,91 <sup>3</sup>	439,0 <sup>3</sup>
6. Woda alkaliczna	21,0±0,00 <sup>2</sup>	25,0 <sup>2</sup>
7. Woda alkaliczna	21,2±0,41 <sup>2</sup>	25,0 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Spełnia normy Komisji Europejskiej

<sup>2</sup> Nie osiąga wartości aprobowanej przez Komisję Europejską

<sup>3</sup> Przekracza wartości aprobowane przez Komisję Europejską

Tabela 17. Oznaczona osmolarność i ocena zawartości sodu i wartości energetycznej wybranych rodzajów mleka spożywczego.

Badany produkt	Osmolarność mOsm/kg <sup>-1</sup> wody	Zawartość sodu mg/100ml	Energia kcal/100ml	Energia z cukrów [%]
1. Mleko 0,0%	276,2±3,13 <sup>1</sup>	66 <sup>1</sup>	33 <sup>1</sup>	61 <sup>2</sup>
2. Mleko 0,5%	270,8±5,56 <sup>1</sup>	66 <sup>1</sup>	38 <sup>3</sup>	53 <sup>2</sup>
3. Mleko 2,0%	269,2±6,71 <sup>2</sup>	66 <sup>1</sup>	50 <sup>3</sup>	38 <sup>2</sup>
4. Mleko 3,2%	272,7±4,18 <sup>1</sup>	66 <sup>1</sup>	60 <sup>3</sup>	31 <sup>2</sup>
5. Mleko 2,0%	268,3±4,59 <sup>2</sup>	66 <sup>1</sup>	50 <sup>3</sup>	38 <sup>2</sup>
6. Mleko 3,2%	272,7±4,18 <sup>1</sup>	66 <sup>1</sup>	60 <sup>3</sup>	31 <sup>2</sup>
7. Mleko 2,0 %	263,2±5,85 <sup>2</sup>	39 <sup>2</sup>	49 <sup>3</sup>	38 <sup>2</sup>
8. Mleko 3,2%	267,2±4,17 <sup>2</sup>	39 <sup>2</sup>	60 <sup>3</sup>	31 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Spełnia normy Komisji Europejskiej

<sup>2</sup> Nie osiąga wartości aprobowanej przez Komisję Europejską

<sup>3</sup> Przekracza wartości aprobowane przez Komisję Europejską

Tabela 18. Oznaczona zawartość ryboflawiny i niacyny w badanych napojach i mąkach kokosowych oraz w mleku krowim [średnia ± SD, zakres]; [49, 50].

Badany produkt	Oznaczona zawartość ryboflawiny [mg/100g]	Oznaczona zawartość niacyny [mg/100g]
<b>Wody kokosowe</b>		
All Natural Coco Cool Coconut Water	0,015 ± 0,001 (0,014-0,016)	0,0379 ± 0,002 (0,033-0,040)
Coco Xim - Naturalna woda kokosowa z wnętrza młodych zielonych kokosów	0,033 ± 0,001 (0,031-0,035)	
Coco Xim - Naturalna woda kokosowa z wnętrza młodych zielonych kokosów (inna seria)	0,0105 ± 0,0008 (0,0095-0,0116)	0,0537 ± 0,001 (0,052-0,055)
Celebes woda kokosowa	0,00952 ± 0,001 (0,008-0,011)	0,0632 ± 0,003 (0,060-0,067)
Coco Naut, GoHigher! - 100% naturalna woda kokosowa		0,0179 ± 0,001 (0,016-0,02)
<b>Mleka kokosowe</b>		
Bio Mleko kokosowe, RISH	0,0296 ± 0,001 (0,026-0,031)	0,276 ± 0,007 (0,265-0,288)
Mleko kokosowe Ecomil Coconutmilk Nature SugarFree	0,054 ± 0,007 (0,049-0,058)	0,044 ± 0,001 (0,043-0,045)
Mleko kokosowe Ecomil Coconutmilk Oryginal	0,047 ± 0,008 (0,041-0,053)	0,045 ± 0,002 (0,043-0,046)
Mleko kokosowe Koko DairyFree	0,045 ± 0,004 (0,042-0,048)	0,051 ± 0,002 (0,050-0,052)
<b>Mleczka kokosowe</b>		
Mleczko kokosowe kremowe BIO, House of Asia	0,051 ± 0,005 (0,047-0,055)	0,059 ± 0,003 (0,057-0,061)
Mleczko kokosowe kremowe BIO, House of Asia (ss)	0,0338 ± 0,001 (0,030-0,036)	0,146 ± 0,003 (0,140-0,150)
Mleczko kokosowe Ecomil CuisineLait de Coco CoconutMilk	0,050 ± 0,001 (0,049-0,051)	0,099 ± 0,05 (0,062-0,137)
Mleczko kokosowe Thaicoco	0,057 ± 0,001 (0,056-0,058)	0,121 ± 0,004 (0,118-0,124)
<b>Inne napoje kokosowe</b>		
Milky coco - Coconut Milk Drink, Oryginalny napój mleczny kokosowy	0,0108 ± 0,002 (0,0087-0,014)	0,0651 ± 0,001 (0,063-0,067)
Kokos Reisdrink Natur, enerBio - Napój kokosowo-ryżowy	0,0069 ± 0,001 (0,006-0,008)	0,211 ± 0,006 (0,204-0,220)

<b>Cukry kokosowe</b>		
Ekologiczny cukier kokosowy 100%, Look Food	0,0120 ± 0,001 (0,010-0,014)	2,85 ± 0,086 (2,80-3,00)
Cukier kokosowy nierafinowany BIO, House of Asia		1,58 ± 0,073 (1,50-1,70)
Cukier kokosowy ekologiczny, Bio harmony		1,72 ± 0,077 (1,63- 1,8)
Organic coconut sugar, Diet-food		2,83 ± 0,089 (2,70-2,92)
<b>Mąki kokosowe</b>		
Ekologiczna mąka kokosowa 100%, Look Food	0,0131 ± 0,001 (0,0125-0,015)	1,58 ± 0,032 (1,53-1,63)
Mąka kokosowa, 100% Organic Virgin, Coco farm		1,89 ± 0,067 (1,81-2,0)
Mąka kokosowa, Bio harmony		1,47 ± 0,037 (1,41-1,52)
Mąka kokosowa bezglutenowa BIO, House of Asia		2,6 ± 0,061 (2,5-2,65)
<b>Mleka krowie</b>		
Mlekovita Mleko Polskie 3,2% tł.	0,163 ± 0,01 (0,149-0,177)	
Mlekovita Mleko Polskie 2,0% tł.	0,183 ± 0,01 (0,169-0,197)	
Mleko pełne Łaciate Junior 3,8% tł. UHT	0,205 ± 0,007 (0,201-0,210)	
Samo mleko Łaciate 2,0% tł. UHT	0,175 ± 0,005 (0,166-0,184)	
Piątnica mleko wiejskie świeże 2,0% tł	0,217 ± 0,01 (0,209-0,225)	
Piątnica mleko wiejskie świeże 3,2% tł.	0,240 ± 0,01 (0,227-0,253)	

Tabela 19. Liczba bakterii probiotycznych, oznaczona w badanych produktach fermentowanych [57].

Produkt fermentowany/ Deklaracja producenta	Liczba próbek	Liczba żywych komórek [jtk/g]
Jogurt naturalny 1	3	$3 \times 10^8$ CFU
Jogurt naturalny 2 – żywe kultury bakterii oraz <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium</i>	3	$1,3 \times 10^9$ CFU
Jogurt naturalny 3 <i>Lactobacillus delbruecki</i>	3	$2,6 \times 10^9$ CFU
Jogurt naturalny 4 wapń + probiotyk <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium</i>	5	$3 \times 10^8$ CFU
Jogurt naturalny 5	3	$4 \times 10^6$ CFU
Jogurt naturalny 6 Żywe kultury bakterii jogurtowych	4	$4 \times 10^9$ CFU
Jogurt naturalny 7 <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium lactis</i>	3	$5,9 \times 10^7$ CFU
Jogurt naturalny 8 <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium</i>	3	$5,5 \times 10^9$ CFU
Kozi jogurt naturalny Żywe kultury bakterii	3	$4,2 \times 10^7$ CFU
Naturalny jogurt 9 probiotyczny <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium</i>	4	$2 \times 10^8$ CFU
Kefir 1 – Aktywne bakterie mlekowe <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium</i>	3	$1,2 \times 10^8$ CFU
Kefir 2 Żywe kultury bakterii i drożdże kefirowe	3	$7 \times 10^7$ CFU
Napój jogurtowy Żywe kultury bakterii	3	$7 \times 10^7$ CFU
Jogurt pitny truskawkowy Żywe kultury bakterii, <i>Lactobacillus casei</i>	3	$1,1 \times 10^8$ CFU
Jogurt o smaku malinowym Żywe kultury bakterii	6	$1,1 \times 10^8$ CFU
Jogurt o smaku wiśniowym Żywe kultury bakterii	6	$8 \times 10^7$ CFU
Zsiadłe mleko Żywe kultury bakterii	3	$3,4 \times 10^8$ CFU
Mleko acidofilne Żywe kultury bakterii i <i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	$1,8 \times 10^7$ CFU
Maślanka naturalna Żywe kultury bakterii	3	$1 \times 10^7$ CFU
Napój probiotyczny Bakterie jogurtowe i <i>Lactobacillus casei</i>	4	$5,2 \times 10^8$ CFU
Naturalny serek	3	$5,8 \times 10^5$ CFU
Świeży sok z kiszanej kapusty i marchwi	3	$4,7 \times 10^7$ CFU
Sok wyciśnięty z kapusty z beczki	3	$1 \times 10^6$ CFU
Zalewa z ogórków kiszonych	3	$2,4 \times 10^9$ CFU

Tabela 20. Mediany i zakresy stężeń [średnia  $\pm$  SD, zakres] oznaczanych w ślinie zawodników CrossFit hormonów steroidowych (DHEA, kortyzolu, androstendionu, estradiolu i estronu oraz stosunek DHEA do kortyzolu w ciągu 6 tygodni badania.

Tydz.	Warunki	DHEA [pg/mL]	Kortyzol [ng/mL]	[DHEA]/[cortisol]	Androstendion [pg/mL]	Estron [pg/mL]	Estradiol [pg/mL]
1		364.7 $\pm$ 277.1 (175.6 – 973.4)	8.00 $\pm$ 5.25 (3.22 – 19.61)	0.05	184.5 $\pm$ (58.4 – 253.8)	77.8 $\pm$ 55.8 (32.7 – 167.8)	5.52 $\pm$ 2.6 (3.0 – 10.7)
2	T	662.0 $\pm$ 584.4 (221.1 – 1781.2)	6.41 $\pm$ 3.73 (1.81 – 14.67)	0.10	156.6 $\pm$ (100.3 – 429.9)	65.1 $\pm$ 44.8 (36.4 – 161.2)	5.0 $\pm$ 2.3 (2.49 – 9.35)
3	T. S	1843.1 $\pm$ 5568.4 (509.2 – 20447.3)	6.89 $\pm$ 3.34 (2.37 – 13.73)	0.27	277.5 $\pm$ (101.5 – 463.0)	117.4 $\pm$ 52.7 (39.5 – 192.3)	5.73 $\pm$ 4.0 (3.13 – 12.61)
4	T. S	893.4 $\pm$ 733.8 (371.5 – 2442.2)	6.57 $\pm$ 2.56 (3.27 – 11.29)	0.14	237.7 $\pm$ (123.7 – 469.2)	81.7 $\pm$ 52.4 (39.7 – 202.6)	4.67 $\pm$ 3.9 (2.52 – 11.23)
5	T. S	636.0 $\pm$ 737.6 (322.7 – 2543.4)	6.18 $\pm$ 3.54 (4.31 – 16.39)	0.10	209.1 $\pm$ (68.2 – 544.6)	83.0 $\pm$ 48.2 (20.3 – 183.4)	4.79 $\pm$ 3.2 (2.38 – 11.93)
6	T. S	442.2 $\pm$ 207.9 (133.3 – 577.4)	4.22 $\pm$ 4.17 (2.96 – 14.78)	0.10	235.9 $\pm$ (106.6 – 513.1)	112.2 $\pm$ 49.5 (51.0 – 169.8)	4.08 $\pm$ 1.7 (2.83 – 8.29)

T – trening CrossFit w dniu pobierania próbek

S – suplementacja DHEA supplementation

Tabela. 21. Stężenia hormonów steroidowych w ślinie badanych zawodników CrossFit na przestrzeni 6 tygodni badania.

Tydzień	Warunki	F1	F2	F3	F4	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
<b>DHEA [pg/mL]</b>														
1		364.7	569.1	963.5	391.4	211.1	175.6	257.8	559.9	325.0	973.4	189.1	248.3	681.5
2	T	1467.6	1654.0	911.6	216.8	255.0	221.1	1781.2	299.1	281.9	482.8	*	841.3	934.7
3	T. S	1768.4	509.2	1312.5	651.1	5550.4	829.2	2742.0	3413.3	20447.3	6742.5	1030.8	1917.9	*
4	T. S	1117.5	*	2040.1	441.7	371.5	*	*	323.3	1096.3	2442.2	475.3	690.6	1373.8
5	T. S	403.3	1827.2	1022.6	324.4	322.7	654.0	2543.4	477.2	1614.9	636.0	512.3	*	*
6	T. S	473.5	889.4	577.4	334.6	133.3	278.4	614.7	*	476.3	366.1	*	410.9	*
<b>Kortyzol [ng/mL]</b>														
1		9.39	3.31	19.61	8.00	3.22	3.29	4.33	15.61	7.21	13.83	8.34	3.34	8.19
2	T	9.59	1.81	14.67	7.24	6.57	2.84	5.11	5.23	7.03	6.25	*	6.14	12.90
3	T. S	10.23	2.37	6.54	6.89	4.75	4.37	4.65	9.02	5.28	8.75	13.73	7.52	12.56
4	T. S	6.57	3.27	3.27	7.15	3.85	6.16	7.00	4.53	11.29	6.65	9.15	4.10	9.79
5	T. S	5.39	4.31	16.39	4.01	6.42	6.18	5.19	5.44	9.34	10.83	6.14	7.83	11.49
6	T. S	8.00	2.96	14.78	4.39	3.02	3.63	3.94	*	8.59	4.06	*	*	*
<b>Androstendion [pg/mL]</b>														
1		215.7	190.1	241.8	102.7	58.4	104.2	184.5	306.0	152.9	184.5	136.6	72.1	253.8
2	T	216.5	100.3	296.9	153.9	121.2	126.1	112.0	161.7	230.2	135.2	*	159.2	429.9
3	T. S	516.0	122.0	433.1	287.2	152.1	101.5	277.5	236.4	463.0	169.4	413.2	198.8	458.2
4	T. S	431.0	220.5	321.0	270.9	151.3	171.4	237.7	123.7	362.7	224.2	243.7	160.3	469.2
5	T. S	298.1	209.1	320.4	190.1	159.8	183.8	268.2	68.2	323.8	174.7	230.6	179.4	544.6
6	T. S	281.4	253.3	403.2	122.0	106.7	135.5	308.9	*	162.5	235.9	*	172.0	513.1
<b>Estron [pg/mL]</b>														
1		48.0	45.3	77.8	137.0	47.9	57.3	41.9	165.5	32.7	84.3	167.8	93.7	159.4
2	T	46.2	65.2	153.6	57.3	50.1	112.9	38.9	64.9	98.1	36.4	*	119.2	161.2
3	T. S	117.4	64.8	192.3	115.6	43.8	106.0	39.5	175.4	72.2	120.5	119.5	146.0	185.5
4	T. S	41.3	150.2	198.0	39.7	46.5	100.9	38.4	106.0	126.7	81.8	54.7	48.4	202.6
5	T. S	138.5	151.9	175.8	62.3	51.9	102.9	46.5	83.0	124.2	20.3	72.0	74.1	183.4
6	T. S	119.5	159.4	179.4	91.7	51.0	76.2	101.5	*	60.8	131.5	*	112.2	195.8
<b>Estradiol [pg/mL]</b>														
1		5.5	3.4	5.7	8.6	3.0	5.1	3.2	10.1	3.1	3.7	6.0	6.2	10.7
2	T	4.7	3.4	9.4	5.2	2.5	5.6	3.1	5.4	9.3	23.0	*	4.8	7.5
3	T. S	12.6	3.7	12.0	10.8	3.1	6.0	3.1	13.8	5.7	4.7	5.1	5.1	12.1
4	T. S	6.3	5.3	16.1	4.6	2.5	4.7	2.6	4.7	9.5	3.1	4.1	6.3	11.3
5	T. S	4.5	8.6	9.8	4.0	3.0	5.6	2.4	7.9	11.9	2.7	4.8	3.6	10.1
6	T. S	4.6	8.3	6.9	5.1	2.8	3.0	3.9	*	3.5	3.9	*	4.1	5.9
		Wartość normalna												
		Wartość zbyt niska												
		Wartość zbyt wysoka												
F1-4		Kolejne badane kobiety												
M1-9		Kolejni badani mężczyźni												



### **13. SPIS RYCIN I TABEL**

Rycina 1. Piramida zdrowego żywienia i aktywności fizycznej Instytutu Żywności i Żywienia [11].

Rycina 2. Posąg przedstawiający Gilgamesza walczącego z lwem.

Rycina 3. Zawody e-sportowe [16].

Rycina 4. Sekcja trójboju siłowego w CrossFit Avaport w Gdyni, prowadzona przez Barbell Brothers [17].

Rycina 5. Rola witaminy D w zachowaniu wydolności i sprawności sportowca [35].

Rycina 6. Powstawanie cholesterolu z Acetylo CoA [62].

Rycina 7. Przemiany hormonów steroidowych [65].

Rycina 8. Wpływ składników odżywczych diety na poziom testosteronu [62].

Rycina 9. Wpływ składników żywności na stężenie GABA i powiązaniem z nim stężeniem kortyzolu w organizmie człowieka [28].

Rycina 10. Schemat podziału osób biorących udział w badaniu ankietowym.

Rycina 11. Schemat kwestionariusza wywiadu żywieniowego, kierowanego do osób aktywnych fizycznie.

Rycina 12. Krzywa kalibracyjna do odczytywania ilości ryboflawiny w próbkach, oznaczanych metodą mikrobiologiczną.

Rycina 13. Krzywa kalibracyjna do oznaczenia zawartości niacyny w badanych produktach metodą mikrobiologiczną.

Rycina 14. Rozmrożone próbki śliny, przygotowane do wirowania (zdjęcie zrobione podczas wykonywania oznaczeń w Katedrze i Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej GUMed).

Rycina 15. Reakcja barwna widoczna na mikropłytkce (zdjęcie zrobione podczas wykonywania oznaczeń w Katedrze i Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej GUMed).

Rycina 16. Zmiana barwy z niebieskiego na żółty po dodaniu roztworu zatrzymującego reakcję (zdjęcie zrobione podczas wykonywania oznaczeń w Katedrze i Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej GUMed).

Rycina 17. Podział badanych na poszczególne grupy w zależności od stopnia wytrenowania, z uwzględnieniem zwyczajów treningowych.

Rycina 18. Unikanie spożycia wybranych składników żywności przez badanych respondentów przez badanych.

Rycina 19. Najczęściej eliminowane diety produkty spożywcze.

Rycina 20. Czynniki kształtujące wiedzę o żywieniu badanych zawodników i osób aktywnych fizycznie. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

Rycina 21. Planowanie posiłków przez badanych zawodników CrossFit i osoby ćwiczące w trójmiejskich siłowniach. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

Rycina 22. Czynniki uwzględniane przez badanych podczas planowania posiłków. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

Rycina 23. Osoby, z którymi badani konsultują swoją codzienną dietę. Legenda: CFA – zawodnicy CrossFit, PAP – osoby ćwiczące siłowo, K – kobiety, M – mężczyźni.

Rycina 24. Ilość energii dostarczanej w pożywieniu przez ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 25. Ilość białka, tłuszczu i węglowodanów w diecie ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 26. Ilość sodu, potasu, wapnia, fosforu i magnezu w diecie ankietowanych osób [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 26. Ilość spożywanego żelaza, cynku, miedzi i manganu w diecie ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 27. Zawartość witaminy A w diecie ankietowanych osób [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 28. Zawartość tiaminy, ryboflawiny i witaminy B<sub>6</sub> w diecie ankietowanych osób [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 29. Zawartość niacyny, witaminy C i witaminy E w diecie ankietowanych osób z uwzględnieniem odchylenia standardowego [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 30. Zawartość witaminy B<sub>12</sub> i witaminy D w diecie ankietowanych osób [średnia  $\pm$  SD] [145].

Rycina 31. Zawartość ryboflawiny [mg/100g] oznaczona w wybranych produktach kokosowych i mlekach krowich.

Rycina 32. Oznaczona zawartość niacyny [mg/100g produktu] w wybranych kokosowych produktach spożywczych.

Rycina 33. Zmiany stężeń DHEA w ślinie badanych zawodników CrossFit w ciągu 6 kolejnych tygodni prowadzonych badań.

Istotnie statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Rycina 34. Zmiany stężenia DHEA w ślinie badanych mężczyzn w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle.

Rycina 35. Zmiany stężenia DHEA w ślinie badanych kobiet w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle.

Rycina 36. Zmiany stężeń kortyzolu (A) i stosunku stężeń DHEA do kortyzolu (B) w ciągu 6 kolejnych tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Rycina 37. Zmiany stężenia androstendionu w ślinie badanych w ciągu kolejnych 6 tygodni badań.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Rycina. 38. Wpływ stosowania preparatów zawierających DHEA na stężenia DHEA, androstendionu, estronu, estradiolu i kortyzolu.

Zmiany zostały znormalizowane i wyrażone jako krotność zmiany.

Rycina 39. Zmiany stężenia estronu w ślinie zawodników CrossFit w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Rycina 40. Zmiany stężenia estradiolu w ślinie zawodników CrossFit w ciągu kolejnych 6 tygodni badania.

Istotne statystycznie zmiany są zaznaczone „\*”, linia ciągła pokazuje średnią, a przerywana medianę, punkty danych poza zakresem są oznaczone trójkątem, a słupki błędów przedstawiają 5/95 percentyle. Początek zażywania DHEA oznaczono strzałką.

Tabela 1. Podział suplementów wg Australia Sports Commission [26].

Tabela 2. Rozcieńczenia prób stosowane w oznaczeniach ryboflawiny w napojach kokosowych i mleczarskich.

Tabela 3. Rozcieńczenia standardów krzywej wzorcowej do oznaczanie ryboflawiny metodą mikrobiologiczną.

Tabela 4. Rozcieńczenia próbek do oznaczenia zawartości niacyny w badanych produktach kokosowych i mleczarskich.

Tabela 5. Rozcieńczenia standardów do wyznaczenia krzywej wzorcowej oznaczania niacyny w badanych produktach metodą mikrobiologiczną.

Tabela 6. Dokładność i precyzja mikrobiologicznych metod oznaczania ryboflawiny i niacyny.

Tabela 7. Schemat badania.

Tabela 8. Wartości normalne DHEA, kortyzolu, androstendionu, estronu i estradiolu.

Tabela 9. Unikanie określonych składników diety wśród badanych.

Tabela 10. Wartość energetyczna posiłków w diecie ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Tabela 11. Ocena zawartości białka, tłuszczu i węglowodanów w dietach ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Tabela 12. Zawartość sodu, potasu, wapnia, fosforu i magnezu w dietach ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Tabela 13. Zawartość żelaza, cynku, miedzi i manganu w dietach ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Tabela 14. Zawartość witamin w diecie ankietowanych [średnia  $\pm$  SD] [145].

Tabela 15. Oznaczona osmolarność i ocena zawartości sodu i wartości energetycznej wybranych rodzajów soków owocowych i napojów izotonicznych.

Tabela 16. Oznaczona osmolarność i ocena zawartości sodu w badanych wodach pitnych.

Tabela 17. Oznaczona osmolarność i ocena zawartości sodu i wartości energetycznej wybranych rodzajów mleka spożywczego.

Tabela 18. Oznaczona zawartość ryboflawiny i niacyny w badanych napojach i mąkach kokosowych oraz w mleku krowim [49, 50].

Tabela 19. Liczba bakterii probiotycznych, oznaczona w badanych produktach fermentowanych [57].

Tabela 20. Mediany i zakresy stężeń oznaczanych w ślinie zawodników CrossFit hormonów steroidowych (DHEA, kortyzolu, androstendionu, estradiolu i estronu oraz stosunek DHEA do kortyzolu w ciągu 6 tygodniu badania.

Tabela. 21. Stężenia hormonów steroidowych w ślinie badanych zawodników CrossFit na przestrzeni 6 tygodni badania.

## 14. PIŚMIENNICTWO

1. WHO: Global strategy on diet, physical activity and health. The world health report. Geneva, 2004. Źródło internetowe: [www.who.int](http://www.who.int) [dostęp: 3.09.2018].
2. Serwis internetowy polskiego rządu: <https://www.gov.pl/zdrowie/npz-2016-2020> [dostęp: 14.05.18].
3. Biernat E. Aktywność fizyczna w życiu współczesnego człowieka. E-wydawnictwo Narodowego Centrum Badania Kondycji Fizycznej, 2014: 1 – 4.
4. Hardman A.E., Stensel D.J. Physical activity and mortality. W: Hardman A.E., Stensel D.J./red. Physical activity and health. The evidence explained. 2nd edition. Routledge 2009, Abington.
5. Siwiński W., Rasińska R. Aktywność fizyczna jako zasadniczy cel stylu życia i zdrowia człowieka. *Piel Pol*, 2015, 2(56): 181 – 188.
6. Schnor P., Lange P., Scharling H., Jensen J.S. Long-term physical activity in leisure time and mortality from coronary heart disease, stroke, respiratory disease and cancer. The Copenhagen City Heart Study, *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2006, 13: 173 – 179.
7. Abu-Omar K., Rütten A., Lehtinen V. Mental health and physical activity in the European Union. *Sozial und Präventivmedizin* 2004, 49(4): 301 – 309.
8. Armstrong M.E., Green J., Reeves G.K., Beral V., Cairns B.J. Excessive physical activity may not be as beneficial as moderate physical activity for vascular disease risk in UK women. *Int J Epidemiol*, 2015, 44(1): 127.
9. Załącznik nr 2 do sprawozdania końcowego z realizacji projektu badawczego pt Ocena ryzyka i częstości występowania zaburzeń układu hemostazy u osób poddanych regularnego treningowi sportowemu. Nr umowy 2016.038/40/BP/DSW.
10. Ghilotti F., Pesonen A.S., Raposo S.E., Winell H., Nyren O., Lagerros Y.T., Plymoth A. Physical activity, sleep and risk of respiratory infections: A Swedish cohort study, *PLoS ONE*, 2018, 13(1).
11. Strona internetowa Instytutu Żywności i Żywienia: <http://www.izz.waw.pl/pl/zasady-prawidowego-ywienia> [dostęp 25.06.2018].
12. Kantar Public listopad 2017 : Poziom aktywności fizycznej Polaków 2017 Na zlecenie Ministerstwa Turystyki i Sportu.
13. Strona internetowa Ministerstwa Sportu i Turystyki: <https://www.msit.gov.pl/pl/sport/badania-i-analazy/aktywnosc-fizyczna-spol/575,Aktywnosc-fizyczna-spoleczenstwa.html> [dostęp: 26.06.2018].

14. Lipoński W. Historia sportu na tle kultury fizycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012.
15. Dąbrowski A. E-sport – przydawka czy coś więcej? W: Społeczne zmagania ze sportem. Red. Staniszewski M, Wydawnictwo Naukowe Nauk Społecznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań, 2011: 118 – 139.
16. Źródło internetowe: <http://weszlo.com/2017/04/21/e-sport-finansowa-machina-katorej-zatrzymaja-sceptycy/> [dostęp: 10.08.2018].
17. Źródło internetowe: <https://partymap.pl/ee45k9obsh7n> [dostęp: 10.08.2018].
18. Thomas S.E. Overtraining syndrome. Magill's Medical Guide [Online Edition], 2013, [dostęp: 19.04.18].
19. Fry A.C., Kraemer W.J. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med.*, 1977, 23(2): 106 – 129.
20. Kajaia T., Maskhulia L., Chelidza K., Akhalkatsi V., Kakhabrishvili Z. The effects of non-functional overreaching and overtraining on autonomic nervous system function in highly trained Georgian athletes, *Georgian Medical News*, 2017, 3(264): 97 – 101.
21. Siegl A., Koesel E.M., Tam, N., Koschnick, S., Lamberts, R.P., Skorski, S., Meyer, T., Langerak, N.G. Submaximal Markers of Fatigue and Overreaching; Implications for Monitoring Athletes, *Int J Sports Med*, 2017, 38(9): 675 – 682.
22. Strona internetowa Ministerstwa Sportu i Turystyki. Załącznik nr 2 do sprawozdania końcowego z realizacji projektu badawczego pt. Nowe wskaźniki służące do wykrywania objawów przeciążenia wysiłkiem fizycznym u sportowców, nr umowy 2015.060/40/BP/DWM, sporządził Konrad Witch 19.11.2015, Zatwierdził Bartosz Krawczyński (Dyrektor Instytutu Sportu) [dostęp: 26.06.2018].
23. E.A. Applegate, L.E. Grivetti Search for the Competitive Edge. A History of Dietary Fads and Supplements, *The Journal of Nutrition*, 1997, 127(5): 869 – 873.
24. Dunford M. Orgins and history of sport nutrition. In: *Fundamentals of Sport and Exercise Nutrition*. Human Kinetics, 2010.
25. Simopoulos A.P. Opening adress. Nutrition and fitness from the first Olympiad in 776 BC to 393 AD and the concept of positive health. *Am J Clin Nutr*, 1989, 49, 921 – 926.
26. Czaja, J., Stachowicz, M., Lebedzińska, A. The effects of high-carbohydrate products on postprandial glycemia among runners. *Health Problems of Civilization*, 2018, 12(1): 57 – 63.

27. Jarosz M. (red). Normy żywienia dla populacji polskiej - nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa, 2017.
28. Wierzejska R., Kundzicz M., Orłowska K. Napoje energetyzujące – ich skład i przeznaczenie. *Przemysł Spożywczy*, 2002, 56(10): 42 – 45.
29. Grembecka M., Lebedzińska A., Mróz M., Szefer P. Ocena zawartości sacharozy i cukrów prostych w wybranych napojach energetyzujących. *Probl Hig Epidemiol*, 2013, 94(2): 339 – 341.
30. Evans GH, Shirreffs SM, Maughan RJ. Post exercisere hydratation in man. The effects of osmolality and carbohydrate content in ingested drinks. *Nutrition*, 2009, 25: 905 – 913.
31. Report of the Scientific Commitete on Food on composition and specification of the food intended to meet the expenditureof intense muscular effort, especially for sportsmen. Źródło internetowe: [http://ec.europa.eu/food/fc/sc/scf/out64\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fc/sc/scf/out64_en.pdf) [dostęp: 07.06.2013].
32. Stasiuk E., Przybyłowski P. Elektrochemiczne wskaźniki jakości w ocenie napojów izotonicznych. *Probl Hig Epidemiol*, 2015, 96(4): 827 – 829.
33. Stasiuk E., Przybyłowski P. Osmolality of isotonic drinks in the aspect of their autenticity. *Pol J Natur Sc*, 2017, 32(1): 161 – 168.
34. Szwedziak K., Polańczyk E., Szwancarz M., Żurawska A. Napoje izotoniczne w diecie sportowców. *Postępy techniki i przetwórstwa spożywczego*, 2015, 1, 58 – 61.
35. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. The role of vitamin D in health preservation and exertional capacity of athletes. *Post Hig Med Dośw*, 2016, 70: 637 – 643.
36. Constantini N.W., Arieli R., Chodick G., Dubnov-Raz G. High prevalence of vitamin D insufficiency in athletes and dancers. *Clin J Sport Med*, 2010; 20: 368 – 371.
37. Darling A.L., Hart K.H., Gibbs M.A., Gossiel F., Kantermann T., Horton K., Johnsen S., Berry J.L., Skene D.I., Eastell R., Vieth R., Lanham-New S.A. Greater seasonal cycling of 25-hydroxyvitamin D associated with increased parathyroid hormone and bone resorption. *Osteoporos Int* , 2014, 25: 933 – 941.
38. Andersson A.M., Carlsen E., Petersen J.H., Skakkebaek N.E.: Variation in levels of serum inhibin B, testosterone, estradiol, lutheinizng hormone, follicle-stimulating hormone, and sex hormone binding globulin in monthly samples from healthy men during a 17-month period: possible effects of seasons. *J Clin Endocrinol Metab*, 2003, 88: 932 – 937.
39. Cannell J.J., Hollis B.W., Sorenson M.B., Taft T.N., Anderson J.J. Athletic performance and vitamin D. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 41: 1102-1110.



40. Biesalski H.K., Grimm P., Nowitzki-Grimm S. Atlas Żywienia I podręcznik. Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2007.
41. Bouillon R., Gielen E., Vanderschueren D. Vitamin D receptor and vitamin D action in muscle. *Endocrinology*, 2014, 155: 3210 – 3213.
42. Blomberg Jensen M. Vitamin D metabolism, sex hormones, and male reproductive function. *Reproduction*, 2012, 144: 135 – 152.
43. Chiu K.C., Chu A., Go V.L., Saad M.F. Hypovitaminosis D is associated with insulin resistance and  $\beta$  cell dysfunction. *Am J Clin Nutr*, 2004, 79: 820 – 825.
44. Foo L.H., Zhang Q., Zhu K., Ma G., Trube A., Greenfield H., Fraser D.R. Relationship between vitamin D status, body composition and physical exercise of adolescent girls in Beijing. *Osteoporos Int*, 2009, 20: 417 – 425.
45. Enjuanes A., Garcia-Giralt N., Supervia A., Nogués X., Ruiz-Gaspa S., Bustamante M., Mellibovsky L., Grinberg D., Balcells S., Diez-Pérez A. Functional analysis of the I.3, I.6, pII and I.4 promoters of CYP19 (aromatase) gene in human osteoblasts and their role in vitamin D and dexamethasone stimulation. *Eur J Endocrinol*, 2005, 153: 981 – 988.
46. Gryszczyńska A. Witaminy z grupy B- naturalne źródła, rola w organizmie, skutki awitaminozy. *Postępy Fitoterapii*, 2009, 4, 229 – 238.
47. Ciborowska H., Rudnicka A. *Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2007.
48. Stachowicz, M., Grabowska, M., Lebedzińska, A. Napoje kokosowe versus mleko krowie. *Bromat Chem Toksykol*, 2017, 50(4): 300 – 304.
49. Grabowska M. Kokos i jego składniki odżywcze w diecie studentów Gdanskiego Uniwersytetu Medycznego. Praca magisterska, Promotor pracy: prof. dr hab. n. farm. Anna Lebedzińska, Opiekun pracy: mgr. farm. Marta Stachowicz, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Gdańsk, 2017.
50. Bochenek M. Ocena zawartości niacyny i ryboflawiny w produktach kokosowych spożywanych przez osoby aktywne fizycznie. Promotor pracy: prof. dr hab. n. farm. Anna Lebedzińska, Opiekun pracy: mgr. farm. Marta Stachowicz, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Gdańsk, 2018.

51. Bułhak-Jachymczyk B. Witaminy, [w:] Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób zakaźnych, [red.] M. Jarosz, B. Bułhak-Jachymczyk, IŻŻ, PZWL, Warszawa, 2008, 172 – 232.
52. Ziemiański Ś, Bułhak-Jachymczyk B, Niedźwiecka-Kącik D. Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Wyd Lek PZWL, Warszawa 2001, 211 – 80.
53. Jacob R.A., Swendseid M.E.: Niacin. W: Present Knowledge in Nutrition, 7th Edition, red.: E.E. Ziegler, L.J. Filer, ILSI Press, Washington DC 1996.
54. Wartanowicz M. Witaminy. [w:] Żywienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Gawęcki J, Hryniewiecki L (red). PWN, Warszawa 2008.
55. Piróg M., Stachowicz, M., Lebedzińska, A. Zawartość bakterii probiotycznych w jogurtach innych produktach spożywczych. *Bromat Chem Toksykol*, 2017, 50(4): 274 – 279.
56. Nowak A., Śliżewska K., Libudziś Z. Probiotyki – historia i mechanizm działania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2010, 71(4); 5 – 19.
57. Piróg M., Lebedzińska A. Probiotyki- bakterie wspomagające nasze zdrowie. *Czasopismo Aptekarskie*, 2017, 2(278): 30 – 33.
58. Albrecht P., Kotowska M. Silne i słabe dowody skuteczności probiotycznego szczepu *Lactobacillus rhamnosus* GG. *Zakażenia*, 2014, 14(5): 29 – 39.
59. . De Souza A.H.P., Nobre Costa G.A., da Silva Miglioranza L.H., Furlaneto-Maia L., de Oliveira A.F. Microbiological, physical, chemical and sensory characteristics of milk fermented with *Lactobacillus plantarum*. *Acta Scientiarum – Health Sci*, 2013, 35(1): 125 – 131.
60. Toczek K., Glibowski P. Bakterie probiotyczne w żywności – nowe kierunki stosowania. *Żywność – Żywienie*, 2015, 69: 42 – 45.
61. Zaręba D., Ziarno M. Alternatywne probiotyczne napoje warzywne i owocowe. *Bromat Chem Toksykol*, 2011, 44(2): 160 – 168.
62. Stachowicz, M., Lebedzińska, A. Diet and testosterone in the athlete's body. *Bromat Chem Toksykol*, 2015, 48(1): 88 – 96.
63. Nieschlag E., Nieschlag S., Luetjens C.M., Wienbauer G.F. Testosterone: Action, Deficiency, Substitution, Cambridge University Press, New York, U.S.A., 2012: 15 – 32; 33 – 59; 177 – 191; 191 – 207, 207 – 235.
64. Cichosz G., Czeczot H. Tłuszcz mlekowy w profilaktyce chorób dietozależnych, *Bromat. Chem. Tokskol.* 2014, 45(2): 1 – 9.

65. Stachowicz, M., Lebiedzińska, A. The effect of diet components on the level of cortisol. *Eur Food Res Technol*, 2016, 242(12): 2001 – 2009.
66. Durkalec-Michalski K. Ocena wpływu suplementacji kwasem beta-hydroksy-beta-metylomasłowym (HMB) na wskaźniki wydolności fizycznej zawodników wybranych dyscyplin sportowych. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2012.
67. Newton D.E. *Steroids and Doping in Sports: A Reference Handbook*, ABC-CLIO, LLC, Santa Barbara, California, U.S.A., 2014, 10 – 37.
68. Neumister B., Besenthal I., Böhm B.O. *Diagnostyka laboratoryjna*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2013.
69. Mędraś M., Kubicka E., Józków P. Środowisko a gospodarka hormonalna u kobiet, Kapiszewska M., *Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzejewskiego*, Kraków, 2011, 41 – 43.
70. Winer E.P., Hudis C., Burstein H.J., Wolff A.C. American Society of Clinical Oncology Technology Assessment on the Use of Aromatase Inhibitors As Adjuvant Therapy for Postmenopausal Women With Hormone Receptor–Positive Breast Cancer: Status Report 2004, *Am J Clin Oncol*, 2005, 23(3): 619 – 629.
71. Wang Y., Lee K.W., Chan F.L., Chen S., Leung L.K. The Red Wine Polyphenol Resveratrol Displays Bilevel Inhibition on Aromatase in Breast Cancer Cells. *Toxicol Sci*, 2006, 92(1): 71 – 77.
72. Neves M.A.C., Dinis T.C.P., Colombo G., Sa e Melo M.L. Combining Computational and Biochemical Studies for a Rationale on the Anti-Aromatase Activity of Natural Polyphenols, *Chem Med Chem*, 2007, 2(12): 1750 – 1762.
73. Balunas M.J., Su B., Brueggemeier R.W., Kinghorn A.D.: Natural Products as Aromatase Inhibitors, *Anticancer Agents Med Chem*, 2008, 8(6): 646 – 682.
74. Kijima I., Phung S., Hur G., Kwok S.L., Chen S. Grape Seed Extract Is an Aromatase Inhibitor and a Suppressor of Aromatase Expression, *Cancer Res*, 2006, 66: 5960 – 5967.
75. Staton A. *Integrative Medicine*, Rakel D., Elsevier Saundersu, USA, 2012: 321 – 334.
76. Bosco C., Colli R., Bonomi R. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, 32: 202 – 208.
77. Karkoulias K., Habeos I., Charokopos N., Tsiamita M., Mazarakis A., Pouli A., Spiropoulos K. Hormonal responses to marathon running in non-elite athletes *Eur J Intern Med*, 2008, 19(8): 598 – 601.

78. Kraemer W.J., Volek J.S., Bush J.A. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. *J Appl Physiol*, 1998, 85: 1544 – 1555.
79. Gryniewicz G., Gadzikowska M. Fitoestrogeny jako selektywne modulatory aktywności receptorów estrogenowych. *Post Fitoter*, 2003, 1: 28 – 35.
80. Ziąja J., Cholewa K., Mazurek U., Cierpka L. Molecular basics of aldosterone and cortisol synthesis in normal adrenals and adrenocortical adenomas. *Endokrynol Pol*, 2008, 4(59): 330 – 339.
82. Buckingham J.C. Glucocorticoids: exemplars of multi-tasking. *Brit J Pharmacol*, 2006, 147(1): 258–268.
83. Fink G. *Stress science: neuroendocrinology*. Elsevier Inc., Oxford, 2010.
84. Sapolsky R.M., Romero L.M., Munck A.U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrinol Rev*, 2000, 21(1): 55 – 89.
85. Walker B.R. Glucocorticoids and cardiovascular disease. *Eur J Endocrinol*, 2007, 157: 545 – 559.
86. de Sa D.S.F., Schulz A., Streit F.E., Turner J.D., Oitzl M.S., Blumenthal T.D., Schachinger H. Cortisol, but not intranasal insulin, affects the central processing of visual food cues. *Psychoneuroendocrinol*, 2014, 50: 311 – 320.
87. Schmid D.A., Held K., Ising M., Uhr M., Weikel J.C., Steiger A. Ghrelin stimulates appetite, imagination of food, GH, ACTH, and cortisol, but does not affect leptin in normal controls. *Nueropsychopharmacol*, 2005 30(6):1187 – 1192.
88. Papierska L., Rabijewski M., Misirowski W. Glucocortyoid-induced osteoporosis. *Prog Med* 2008, 6: 389 – 393.
89. Obmiński Z. Pre- and post-start hormone levels in blood as an indicator of psychophysiological load with junior judo competitors. *Pol J Sport Tourism*, 2009, 16: 158 – 165.
90. Salvador A., Suay F., Gonzales-Bono E., Serrano M.A. Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrino*, 2003, 28: 264 – 375.
91. Kraemer W.J., Fragala M.S., Watson G., Volek J.S., Rubin M.R., French D.N., Maresh C.M., Vingren J.L., Hatfield D.L., Spiering B.A., Yu-Ho J., Hughes S.L., Case H.S., Stuempfle K.J., Lehmann D.R., Bailey S., Evans D.S. Hormonal responses to a 160-km race across frozen Alaska. *Brit J Sport Med*, 2008, 42(2): 116–120.

92. Stuempfle K.J., Nindl B.C., Kamimori G.H. Stress hormone responses to an ultraendurance race in the cold. *Wilderness Environ Med*, 2010, 21(1): 22 – 27.
93. Loria P., Ottoboni S., Michelazzi L., Guiria R., Ghisellini P., Rando C., Eggenhöffner R. Salivary cortisol in an extreme non-competitive sport exercise: winter swimming. *Nat Sci*, 2014, 6: 387 – 398.
94. Odagiri Y., Shimomitsu T., Iwane H., Katsumura T. Relationships between exhaustive mood state and changes in stress hormones following an ultraendurance race. *Int J Sports Med*, 1996, 17(5): 325 – 331.
95. Bobbert T., Mai K., Brechtel L., Schulte H.M., Weger B., Pfeiffer A.F., Spranger J., Diederich S. Leptin and endocrine parameters in marathon runners. *Int J Sports Med*, 2012, 33(3): 244 – 248.
96. Leite R.D., Prestes J., Rosa C., De Salles B.F., Maior A., Miranda H., Simão R. Acute effect of resistance training volume on hormonal responses in trained men. *J Sport Med Phys Fit*, 2011, 51(2): 322 – 328.
97. Minett G.M., Duffield R., Billaut F., Cannon J., Portus M.R., Marino F.E. Cold-water immersion decreases cerebral oxygenation but improves recovery after intermittent-sprint exercise in the heat. *Scand J Med Sci Sports*, 2014, 24(4): 656 – 666.
98. Lemmens S., Born J.M., Martens E.A., Martens M.J., Westerterp-Plantenga M.S. Influence of consumption of a high-protein vs. high-carbohydrate meal on the physiological cortisol and psychological mood response in men and women. *PLoS ONE*, 2011, 6(2): e16826.
99. Peeters F., Nicholson N.A., Berkhof J. Cortisol responses to daily events in major depressive disorder. *Psychosom Med*, 2003, 65: 836 – 841.
100. Martens M.J., Rutters F., Lemmens S.G., Born J.M., Westerterp-Plantenga M.S. Effects of single macronutrients on serum cortisol concentrations in normal weight men. *Physiol Behav*, 2010, doi: 10.1016/j.physbeh.2010.09.007
101. Bray G.A., Most M., Rood J., Redmann S., Smith S.R. Hormonal responses to a fast-food meal compared with nutritionally comparable meals of different composition. *Ann Nutr Metab*, 2007, 51: 163 – 171.
102. Rickels M.R., Schutta M.H., Mueller R., Kapoor S., Markmann J.F., Naji A., Teff K.L. Glycemic thresholds for activation of counterregulatory hormone and symptom responses in islet transplant recipients. *J Clin Endocrinol Metab*, 2007, 92: 873 – 879.

103. Ihalainen J.K., Vuorimaa T., Puurtinen R., Hämäläinen I., Mero A.A. Effects of carbohydrate ingestion on acute leukocyte, cortisol and interleukin-6 response in high-intensity long-distance running. *J Strength Cond Res*, 2014, 28(10): 2786 – 2792.
104. Caris A.V., Lira F.S., de Mello M.T., Oyama L.M., dos Santos R.V.T. Carbohydrate and glutamine supplementation modulates the Th1/Th2 balance after exercise performed at a simulated altitude of 4500 m. *Nutrition*, 2014, 30(11–12): 1331 – 1336.
105. Betts JA, Beelen M, Stokes KA, Saris WHM, van Loon LJC. Endocrine responses during overnight recovery from exercise: impact of nutrition and relationships with muscle protein synthesis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2011, 21(5): 398 – 409.
106. Forbes S.C., McCargar L., Jelen P., Bell G.J. Dose response of whey protein isolate in addition to a typical mixed meal on blood amino acids and hormonal concentrations. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2014, 24(2): 188 – 195.
107. Hansen M., Bangsbo J., Jensen J., Bibby B.M., Madsen K. Effect of whey protein hydrolysate on performance and recovery of top-class orienteering runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2015, 25(2): 97 – 109.
108. Betts J.A., Stokes K.A., Toone R.J., Williams C. Growth-hormone responses to consecutive exercise bouts with ingestion of carbohydrate plus protein. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2013, 23(3): 259 – 270.
109. Hoffman J.R., Ratamess N.A., Kang J., Rashti S.L., Kelly N., Gonzalez A.M., Stec M., Anderson S., Bailey B.L., Yamamoto L.M., Hom L.L., Kupchak B.R., Faigenbaum A.D., Maresh C.M. Examination of the efficacy of acute l-alanyl-l-glutamine ingestion during hydration stress in endurance exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2010, 7(12): 8 – 20.
110. Carol A., Witkamp R.F., Wichers H.J., Mensink M. Bovine colostrum supplementation's lack of effect on immune variables during short-term intense exercise in well-trained athletes. *Int J Sports Nutr Exerc Metab*, 2011, 21(2): 135 – 145.
111. Capello A.E., Marcus C.R. Effect of sub chronic tryptophan supplementation on stress-induced cortisol and appetite in subjects differing in 5-HTTLPR genotype and trait neuroticism. *Psychoneuroendocrinology*, 2014, 45: 96 – 107.
112. Alvares T.S., Conte-Junior C.A., Silva J.T., Paschoalin V.M.F. l-arginine does not improve biochemical and hormonal response in trained runners after 4 weeks of supplementation. *Nutr Res* 2014, 34(1): 31 – 39.
113. Hellhammer J., Vogt D., Franz N., Freitas U., Rutenberg D. A soy-based phosphatidylserine/phosphatidic acid complex (PAS) normalizes the stress reactivity of

- hypothalamus-pituitary-adrenal-axis in chronically stressed male subjects: a randomized, placebo-controlled study. *Lipids Health Dis*, 2014, 13: 121.
114. Starks M.A., Starks S.L., Kingsley M., Purpura M., Jager R. The effects of phosphatidylserine on endocrine response to moderate intensity exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2008, 5(6): 11 – 17.
115. Siepka E., Bobak Ł., Gładkowski W. Characteristics of the biological activity of egg yolk phospholipids. *Żywn Nauk Technol Jakość*, 2015, 2(99): 15 – 28.
116. Pawlaczyk B. The role of hormones in the regulation of human body homeostasis. *Homines Hominibus*, 2010, 6: 7 – 20.
117. Miklos I.H., Kovacs K.J. GABAergic innervation of corticotropin-releasing hormone (CRH)-secreting parvocellular neurons and its plasticity as demonstrated by quantitative immunoelectron microscopy. *Neurosci*, 2002, 113(3): 581 – 592.
118. Szosland-Faltyn A., Królasik J. Fermented dairy as a source of gamma aminobutyric acid. *Food Ind*, 2014, 68(10): 30 – 32.
119. Lewicki P.P. Sprouted seeds as a source of valuable nutrients. *Food Sci Technol Qual*, 2010, 6(73): 18 – 33.
120. Długaszek M., Kłós A., Bertrandt J. Lithium supply in the daily food rations of students. *Prob Hig Epidemiol*, 2012, 93(4): 867 – 870.
121. Kalea A., Naphadeb N., Sapkaleb S., Kamarajub M., Pillaic A., Joshia S., Mahadikc S. Reduced folic acid, vitamin B12 and docosahexaenoic acid and increased homocysteine and cortisol in never-medicated schizophrenia patients: implications for altered one-carbon metabolism. *Psychiatr Res*, 2010, 175(1–2): 47 – 53.
122. Song Z., Hatton G.I. Taurine and the control of basal hormone release from rat neurophysis. *Exp Neurol*, 2003, 183:330–337.
123. Cichosz G., Czeczot H. Controversions around diet proteins. *Pol Med J*, 2013, 35(210):397–401.
124. Monotalvo C.P., Díaz N.H., Galdames L.A., Andrés M.E., Larraín R.E. Short communication: effect of vitamins E and C on cortisol production by bovine adrenocortical cells in vitro. *J Dairy Sci*, 2011, 94(7): 3495–3497.
125. Brody S., Preut R., Schommer K., Schürmeyer T.H. A randomized controlled trial of high dose ascorbic acid for reduction of blood pressure, cortisol and subjective responses to psychological stress. *Psychopharmacology*, 2002, 159(3): 319 – 423.

126. Tauler P., Martinez S., Martinez P., Moreno C., Monjo M., Aguil A. Vitamin C supplementation does not influence plasma and blood mononuclear cell IL-6 and IL-10 levels after exercise. *J Sports Sci*, 2014, 32(17): 1659 – 1669.
127. Diaz E., Ruiz F., Hoyos I., Zubero J., Gravina L., Gil J., Irazusta J., Gil S.M. Cell damage, antioxidant status, and cortisol levels related to nutrition in ski mountaineering during a two-day race. *J Sci Med* 2012, 9(2): 338 – 346.
128. Muscogiuri G., Altieri B., Penna-Matrinez M., Badenhop K. Focus on vitamin D and the adrenal gland. *Horm Metab Res*, 2015, 47(4): 239 – 246.
129. Arora C.P., Chatta P., Hobel C.J. High cortisol (stress) levels during pregnancy are correlated with low levels of 25(OH) vitamin D. *Reprod Sci*, 2012, 19(3): 173A.
130. Naghii M.R., Mofid M., Asgari A.R., Hedayati M., Daneshpour M.S. Comparative effects of daily and weekly boron supplementation on plasma steroid hormones and proinflammatory cytokines. *J Trace Elem Med Biol*, 2011, 25(1): 54 – 58.
131. Arent S.M., Senso M., Golem D.L., McKeever K.H. The effects of theaflavin-enriched black tea extract on muscle soreness, oxidative stress, inflammation, and endocrine responses to acute anaerobic interval training: a randomized, double-blind, crossover study. *J Int Soc Sports Nutr*, 2010, 23: 7–10.
132. Kurihara H., Chen L., Zhu B.F., He Z.D., Shibata H., Kiso Y., Tanaka T., Yao X.S. Anti-stress effect of oolong tea in women loaded with virgil. *J Health Sci*, 2003, 49(6): 436 – 443.
133. Revuelta-Iniesta R., Al-Dujaili E.A.S. Consumption of green coffee reduces blood pressure and body composition by influencing 11 beta-HSD1 enzyme activity in healthy individuals: a pilot crossover study using green and black coffee. *Biomed Res Int*, 2014, doi: 10.1155/2014/482704
134. Gavrieli A., Yannakoulia M., Fragopoulou E., Margaritopoulos D., Chamberland J.P., Kaisari P., Kavouras S.A., Mantzoros Ch.S. Caffeinated coffee does not acutely affect energy intake, appetite or inflammation but prevents serum cortisol concentrations from falling in healthy men. *J Nutr*, 2011, 19: 703 – 707.
135. Ping J., Lei Y.Y., Liu L., Wang T.T., Feng Y.H., Wang H. Inheritable stimulatory effects of caffeine on steroidogenic acute regulatory protein expression and cortisol production in human adrenocortical cells. *Chem Biol Interact*, 2012, 195(1): 68 – 75.
136. Majewska M.D., Demirgören S., Spivak C.E., London E.D. The neurosteroid dehydroepiandrosterone sulfate is an allosteric antagonist of the GABAA receptor. *Brain Res*, 1990, 526: 143 – 146.



137. Kancheva R., Hill M., Novak Z., Chrastina J., Kanacheva L., Starka L. Neuroactive steroids in periphery and cerebrospinal fluid. *Neurosci*, 2011, 191: 22 – 27.
138. Boudarene M., Legros J.J., Timsit-Berthier M. Study of stress response: Role of anxiety, cortisol and DHEAs. *L'Encephale*, 2002 28: 139 – 146.
139. Wemm S., Koone T., Blough E.R., Mewaldt S., Bardi M. The role of DHEA in regulation to problem solving and academic performance. *Biol Psychol*, 2010, 85: 53 – 61.
140. Abbate V., Kicman A.T., Evans-Brown M., McVeigh J., Cowan D.A., Wilson C., Coles S.J., Walker C.J. Anabolic steroids detected in bodybuilding dietary supplements – a significant risk to public health. *Drug Test Anal* 2014, 609–618.
141. Strona internetowa Najwyższej Izby Kontroli [dostęp: 15.07.2018]:  
<https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/nik-o-dopuszczaniu-do-obrotu-suplementow-diety.html>
142. Strona internetowa Australian Sports Commission [dostęp: 25.06.2018]:  
<https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>.
143. S. Camporesi, An Alternative Solution to Lifting the Ban on Doping: Breaking the Payoff Matrix of Professional Sport by Shifting Liability Away from Athletes. *Sport, Ethics and Philosophy*. 11 (2017) 109–118.
144. Jones C Doping as addiction: disorder and moral responsibility. *Journal of the Philosophy of Sport*, 2015, 42(2): 251 – 267.
145. Flakowska O. Ocena występowania pochodnych steranu w suplementach diety stosowanych przez osoby aktywne fizycznie. Promotor pracy: prof. dr hab. n. farm. Anna Lebedzińska, Opiekun pracy: mgr. farm. Marta Stachowicz, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Gdańsk, 2017.
146. Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E. Album fotografii produktów i potraw. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2000.
147. Gronowskiej-Senger A. Przewodnik metodyczny badań sposobu żywienia, Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2013.
148. Rutkowska U. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 1981
149. Myszkowska K., Trautt J., Tuszyńska S., Woźniak W.: Mikrobiologiczne metody badania witamin z grupy B. Wyd. przemysłu Lekkiego i Spożywczego, Warszawa 1963, 26 – 30.

150. Klewicka E., Śliżewska K., Nowak A. Ocena przeżywalności bakterii *Lactobacillus* zawartych w preparacie probiotycznym podczas pasażu w symulowanym przewodzie pokarmowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 6(97): 170 – 181.
151. Cadore, E., Lhullier, F., Brentano, M., Silva, E., Ambrosini, M., Spinelli, R., Silva, R., and Krueel, L. Correlations between serum and salivary hormonal concentrations in response to resistance exercise. *J Sports Sci*, 2008, 26(10): 1067 – 1072.
152. Behr, G.A., Patel, J.P., Guilherme, A.B., Jay, P.P., Coote, M., Moreira, J.C.F., Gelain, D.P., Steiner, M., and Frey, B.N. A statistical method to calculate blood contamination in the measurement of salivary hormones in healthy women. *Clin. Biochem*, 2017, 50(7-8): 436 – 439.
153. VanBruggen, M.D., Hackney, A.C., McMurray, R.G., and Ondrak, K.S. The relationship between serum and salivary cortisol levels in response to different intensities of exercise. *Int J Sports Physiol Perform*, 2011 6: 396 – 407.
154. Rajeswari, S., Mathan, A., and Swaminathan, S. Diagnostic usefulness of salivary reproductive hormones: an update. *Int J Biochem Adv Res*, 2014 5(09): 409 – 414.
155. Gatti, R., and De Palo, E.F. An update: salivary hormones and physical exercise. *Scand. J Med Sci Sports*, 2011, 21(2): 157 – 169.
156. Czaja-Bulsa G., Marasz A., Brodzińska B., Szechter-Grycewicz A., Musiał B.. The impact of hypolactasia on milk and dairy product consumption. *Gastroenterology*, 2012, 19(3): 114 – 118.
157. Pelly F., Burkhart S.J.. Dietary Regimens of Athletes Competing at the Delhi 2010 Commonwealth Games. *Int J Sport Nutr Exe*, 2014, 24(1): 28–36.
158. Lis D., Ahuja K.D., Stellingwerff T., Kitic C.M., Fell J. Food avoidance in athletes: FODMAP foods on the list. *Appl Physiol Nutr Me*, 2016, 41(9): 1002–1004.
159. Fell J., Lis D., Kitic C., Ahuja K., Stellingwerff T. FODMAP removal in athletes: An online survey of specific food avoidance and associated symptoms in athletes. *J Sci Med Sport*, 2017, 20(1): 9 – 10.
160. Kostic-Vucicevic M.M., Vukasinovic M.D., Stojmenovic T.B., Dikic N.V., Andjelkovic M.S., Djordjevic B.I., Tanaskovic B.P., Minic R.D.. *Lactobacillus helveticus* Lafti L10 Supplementation Modulates Mucosal and Humoral Immunity in Elite Athletes: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *J Strength Cond Res*, 2017, 31(1): 62 – 70.
161. Strasser B., Geiger D., Schauer M., Gostner J.M., Gatterer H., Burtscher M., Fuchs D. Probiotic supplements beneficially affect tryptophan-kynurenine metabolism and

- reduce the incidence of upper respiratory tract infections (URTI) in trained athletes: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Nutrients*, 2016, 31(1): 62 – 70.
162. Martelli D., Silvi S., Cecchini C., Pompei P., Verdenelli M.C., Scuri S., Cocchioni M. Effect of a Probiotic Intake on Oxidant and Antioxidant Parameters in Plasma of Athletes During Intense Exercise Training. *Curr Microbiol*, 2011, 62(6): 1689 – 1696.
163. West N.P., Pyne D.B., Cripps A.W., Hopkins W.G., Eskesen D.C., Jairath A., Christophersen C.T., Conlon M.A., Fricker P.A. *Lactobacillus fermentum* (PCC®) supplementation and gastrointestinal and respiratory-tract illness symptoms: a randomised control trial in athletes. *Nutr J*, 2011, 10: 30.
164. Bertrandt J., Kłos A., Stankiewicz W., Pańczuk A. Evaluation of bone mineral density of students from the Pope John Paul II State School of Higher Education i Biała Podlaska. *Health Problems of Civilization*, 2016, 10(4): 7 – 13.
165. Bernadr N.M.. The right fuel for the body. *Good Medicine*, 2014, 23(2): 2 – 2.
166. Lis D.M., Fell J.W., Ahuja K.D., Kitic C.M., Stellingwerff T. Commercial hype versus reality: our current scientific understanding of gluten and athletic performance. *Curr Sport Med Rep*, 2016, 15(4): 262 – 268.
167. Lis D.M., Stellingwerff T., Shing C.M., Ahuja K.D., Fell J.W. Exploring the popularity, experiences, and beliefs surrounding gluten-free diets in nonceliac athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2015, 25(10): 37–45.
168. Czaja J., Lebedzińska A., Dawidowska A., Panasiuk K., Szefer P. Groats as a source of thiamine and niacin in humans diet. *Bromat Chem Toksykol*, 2009; 42(3): 831 – 835.
169. Ostrovsky A.D., Fedorowicz Z., Ehrlich A. Constipation in adults. 2017; *Dynamed.com* [dostęp: 13.07.2017].
170. Lebedzińska A., Szefer A., *Żywność- żywienie- zdrowie Bromatologiczna ocena jakości żywności i wybrane elementy z żywienia człowieka*, Gdański Uniwersytet Medyczny, 2008.
171. Szwedziak K., Polańczyk E., Szwancarz M., Żurawska A. Napoje izotoniczne w diecie sportowców. *Postępy techniki i przetwórstwa spożywczego* 2015, 1, 58 – 61.
172. Szyguła Z., Lubkowska A. Wysiłek fizyczny w różnych temperaturach otoczenia [w:] *Fizjologia wysiłku i treningu fizycznego*. Górski J. (red). PZWL, Warszawa 2011; 166 – 182.

173. Ishijima T., Suzuki K., Hashimoto H., Higuchi M. Fluid osmolarity of sports drinks [in:] *Chocolate, Fast Foods and Sweeteners: Consumption and Health*, Bishop M.R.(red.): Elsevier B.V., 2014, 213 – 229.
174. Mandal D.M., Mandal S., Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae) In health promotion and disease prevention, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2011.
175. Scherz H., Senser F., *Food Composition and Nutrition Tabela*, Medpharm Scientific Publishers Stuttgart, 2000.
176. Fernando W.M.A.D.B., Martins I. J., Goozee K.G., Brennan Ch.S., Jajasena Ch. S., Martins R.N.: The role of dietary coconut for the prevention and treatment of Alzheimer's disease: potential mechanisms of action. *British Journal of Nutrition*, 2015; 1 – 14.
177. Bobrowska-Korczak B., Skrajnowska D., Baran M., Tokarz A., Olędzka R., Oznaczenie witamin z grupy B w mleku, *Zakład Bromatologii Warszawski Uniwersytet Medyczny*.
178. Gawręcki J., *Witaminy praca zbiorowa pod redakcją prof. Jana Gawręckiego, Katedra Higieny Żywności Człowieka, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań, 2000.*
179. Klewicka E., Śliżewska K., Nowak A.: Ocena przeżywalności bakterii *Lactobacillus* zawartych w preparacie probiotycznym podczas pasażu w symulowanym przewodzie pokarmowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 6 (97): 170 – 181.
180. Jach M., Łoś R., Maj M., Malm A.: Probiotyki – aspekty funkcjonalne i technologiczne. *Post Mikrobiol*, 2013, 52 (2): 161 – 170.
181. Patel P.D., Katz M., Karssen A.M., Lyons D.M. Stress-induced changes in corticosteroid receptor expression in primate hippocampus and prefrontal cortex. *Psychoneuroendocrinol*, 2008, 33: 360 – 367.
182. Putman P., Sntypa N., Crysovergi P., van der Does W.A., Endogenous cortisol acutely influences motivated decision making in healthy young med. *Psychopharmacology*, 2010, 208: 257 – 263.
183. Boudarene M., Legros J.J., Timsit-Berthier M., Study of stress response: Role of anxiety, cortisol and DHEAs. *L'Encephale*, 2002, 28: 139 – 146.
184. Morgan C.A., Southwick S., Hazlett G., Rasmusson A., Hoyt G., Zimolo Z., Charney D. Relationships among plasma dehydroepiandrosterone sulfate and cortisol levels, symptoms of dissociation, and objective performance in humans exposed to acute stress. *Arch. Gen. Psychiat*, 2003, 8, 651 – 667.

185. Wemm S., Koone T., Blough E.R, Mewaldt S., Bardi M. The role of DHEA in regulation to problem solving and academic performance. *Biol. Psychol*, 2010, 85: 53 – 61.
186. Lizneva D., Gavrilova-Jordan L., Walker W., Azziz R. Androgen excess: Investigations and management. *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol*, 2016, 37: 98 – 118.
187. Liu C.H., Laughlin G., Fischer U., Yen S.C.C. Marked attenuation of ultradian and circadian rhythms of DHEA in postmenopausal women: evidence for a reduced 17, 20 desmolase enzymatic activity. *J. Clin. Endocrinol. Metab*, 1994, 79:1086 – 1090.
188. Zhao Z.Y., Xie Y., Fu Y.R., Li Y.Y., Bogdan A., Touitou Y. Circadian rhythm characteristics of serum cortisol and dehydroepiandrosterone sulfate in healthy Chinese men aged 30 to 60 years. A cross-sectional study. *Steroids*, 2003, 68: 133 – 138.
189. Kivlinghan K.T., Granger D.A., Booth A. Gender differences in testosterone and cortisol response to competition. *Psychoneuroendocrinol*, 2008 30: 58 – 71.
190. Rutherford-Markwick K., Starck C., Ali A., Dulson D.K, Salivary diagnostic markers in males and females during rest and exercise. *JISSN*, 2017, 14: 27.
191. Le Panse B., Labsy Z., Baillot A., Vibarel-Rebot N., Parage G., Albrings D., Lasne F., Collomp K, Changes in steroid hormones during an international powerlifting competition. *Steroids*, 2012, 77: 1339 – 1344.
192. Dehennin L., Ferry M., Lafarge P., Peres G., Lafarge J.P. Oral administration of dehydroepiandrosterone to healthy men: alteration of the urinary androgen profile and consequences for the detection of abuse in sport by gas chromatography – mass spectrometry. *Steroids*, 1998, 63: 80 – 87.
193. Brown G.A., Vukovich M.D., Sharp R.L., Reifenrath T.A, Parsons K.A., Kind D.S. Effect of oral DHEA on serum testosterone and adaptations to resistance training in young men. *J. Appl. Physiol*, 1999, 87:2274 – 2283.
194. Brown G.A., Vukovich M.D., Reifenrath T.A., Parsons K.A., Kind D.S, Effect of anabolic precursors on serum testosterone concentrations and adaptations to resistance training in young men. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab*, 2000, 10: 340 – 359.
195. Morales A.J., Haubrich R.H., Hwag J.Y., Asakura H., Yen S.S. The effect of six months treatment with a 100 mg daily dose of dehydroepiandrosterone (DHEA) on circulating sex steroids, body composition and muscle strength in age-advanced men and women. *Clin. Endocrinol. (Oxf)*, 1998, 49:421 – 432.

196. Ciesielska A., Joniec I., Członkowska A. Rola estrogenów w patogenezie chorób neurodegeneracyjnych. *Pharmacotherapy in Psychiatry and Neurology*, 2002, 18: 130 – 147.
197. Maggio M., Lauretani F., Ceda G.P., Bandinelli S., Paolisso G., Giumelli C., Luci M., Najjar S.S., Metter E.J., Valenti G., Guralnik J., Ferruci L. Estradiol and metabolic syndrome in older Italian men: The in Chianti study. *J. Androl*, 2010, 31: 155 – 162.
198. Ding E.L., Song Y., Malik V.S., Liu S. Sex differences of endogenous sex hormones and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2006, 295: 1288 – 1299.
199. Plotan M., Elliott Ch.T., Prizzell C., Connolly L. Estrogenic endocrine disruptors present in sports supplements. A risk assessment for human health. *Food Chem*, 2014, 159: 157–165.
200. Morris F.L., Wark J.D. Aneffective, economic way of monitoring menstrual cycle hormones in at risk female athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2001, 33: 9 – 14.
201. Schmitz K.H., Williams N.I., Domchek S.M., Kurzer M.S., Stopfer J.E., Kossman D.A. Exercise lowers estrogen and progesterone levels in premenopausal women at high risk of breast cancer. *J. Appl. Physiol*, 2011, 111: 1687–1693.
202. Leite R.D., Prestes J., Pereira G.B., Shiguemoto G.E., Perez S.E.A., Menopause: Highlighting the Effects of Resistance Training. *Int. J. Sport. Med.* 31 (2010) 761–767.
203. Li S., Graham B.M, Estradiol is associated with altered cognitive and physiological responses during fear conditioning and extinction in healthy and spider phobic women. *Behav. Neurosci*, 2016, 130: 614 – 623.
204. Antonov M.I., Stockhorst U. Stress exposure prior to fear acquisition interacts with estradiol status to alter recall of fear extinction in humans. *Psychoneuroendo.* 2016, 49: 106 – 118.

## 15. ZAŁĄCZNIKI

### Załącznik 1. Kwestionariusz ankiety, wypełnianej przez badanych

Katedra i Zakład Bromatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

Data wypełnienia.....

#### Kwestionariusz wywiadu żywieniowego

Został Pan/Pani poproszony/a do wzięcia udziału w ankiecie, której celem jest zebranie informacji o zwyczajach żywieniowych i sposobach żywienia wybranych grup. Ankieta jest anonimowa. Uzyskane wyniki badań posłużą wyłącznie do celów naukowych. Przewidywany czas na wypełnienie ankiety wynosi 15 minut.

Można udzielać więcej niż jednej odpowiedzi na pytanie.

1. Uprawiana dyscyplina/ preferowana aktywność fizyczna

.....

2. Od ilu lat uprawiasz daną dyscyplinę?

.....

3. Ile razy w tygodniu wykonujesz trening?

.....

4. Określ czas trwania jednorazowego wysiłku

.....

5. Ile posiłków dziennie spożywasz?

2       3       4       5       6       więcej niż 6

6. Czy spożywasz posiłki regularnie?

tak     nie     czasami

7. Czy pojedasz między posiłkami?

tak     nie     czasami

8. Kto zwykle przygotowuje Twoje posiłki?

sam/a       korzystam z posiłków przygotowywanych w domu       korzystam z dań błyskawicznych i fast foodów       korzystam z cateringu       jem w restauracjach/ barach mlecznych       inne .....

9. Czy zwracasz uwagę na skład swoich posiłków?

tak     nie     czasami

10. Czy planujesz swoje posiłki?

tak     nie     czasami

11. Na co zwracasz uwagę podczas planowania swoich posiłków?

wartość kaloryczną     ilość makroskładników     ilość mikroskładników     różnorodność produktów     stopień przetworzenia składników     inne

.....

12. Czy czytasz etykiety na kupowanych produktach spożywczych i suplementach diety?

tak       nie       czasami

13. Czy eliminujesz z diety określone składniki ( np. gluten, laktoza, syrop glukozowo-fruktozowy, )?

tak,  
jakie?.....

nie

14. Opisz krótko dlaczego eliminujesz dany składnik (np. kakao- mam alergię; gluten- wierzę, że niszczy moje jelita).

.....  
 .....  
 .....

15. Czy eliminujesz z diety określone produkty (np. pieczywo, soki)?

- tak,  
 jakie?.....   
 nie

16. Opisz krótko dlaczego eliminujesz dany produkt (np. produkty panierowane- panierka chłonie zbyt dużo tłuszczu, pieczywo- zawiera gluten).

.....  
 .....  
 .....

17. Zaznacz czynniki, które uwzględniasz planując wartość kaloryczną i ilości makro- i mikrośladników oraz składników aktywnych swojej diety.

- rodzaj treningu     ilość jednostek treningowych w tygodniu     stan organizmu (choroby, kontuzje)  
 stres     wiek     inne

.....

18. Których, jak często i w jakim celu produktów z kokosa używasz?

Produkt	Czy używasz tego produktu?	Jak często?	W jakim celu?
Wiórki kokosowe	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam same <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> posypka do deserów <input type="radio"/> inne.....
Płatki kokosowe	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam same <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> posypka do deserów <input type="radio"/> inne.....
Olej kokosowy rafinowany	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam sam <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> do smażenia <input type="radio"/> jako kosmetyk <input type="radio"/> inne.....
Olej kokosowy tłoczony na zimno	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam sam <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> do smażenia <input type="radio"/> jako kosmetyk <input type="radio"/> inne.....
Pasta/ krem kokosowy	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam sam <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> jako kosmetyk <input type="radio"/> inne.....
Mleko kokosowe	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam samo <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> jako kosmetyk <input type="radio"/> inne.....
Mleczko kokosowe	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam samo <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> jako kosmetyk <input type="radio"/> inne.....
Śmietanka kokosowa	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam samą <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> jako kosmetyk <input type="radio"/> inne.....
Mąka kokosowa	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg.	<input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> inne.....



		<input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	.....
Woda kokosowa	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam samą <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> jako izotonik podczas treningu <input type="radio"/> inne.....
W gotowych produktach (batony, itp.)	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	Jakie to produkty? .....
Inne	<input type="radio"/> tak <input type="radio"/> nie	<input type="radio"/> codziennie <input type="radio"/> 3-5 razy w tyg. <input type="radio"/> 1-2 razy w tyg. <input type="radio"/> kilka razy w miesiącu <input type="radio"/> sporadycznie	<input type="radio"/> spożywam sam <input type="radio"/> składnik dań <input type="radio"/> do smażenia <input type="radio"/> kosmetyk <input type="radio"/> dodatek do deserów <input type="radio"/> inne.....

19. Czy konsultujesz skład swojej diety?

- tak, z lekarzem  tak, z dietetykiem  tak, z trenerem  tak, z kolegami/ koleżankami (zawodnikami)  nie konsultuję

20. Czynniki kształtujące wiedzę żywieniową

- rodzina  wykształcenie  media (TV, internet, prasa)  dietetyk  trener  znajomi

21. Czy uważasz, że odpowiednia dieta może pomóc osiągnąć lepszy wynik sportowy

- tak  nie

22. Czy zmieniłbyś swoje przyzwyczajenia żywieniowe, aby poprawić swoje samopoczucie, zdrowie i kondycję fizyczną?

- tak  nie

23. Czy zwracasz uwagę na odpowiednie nawodnienie?

- tak  nie

24. Ile litrów płynów wypijasz dziennie?

.....

25. Czy cierpisz na choroby przewlekłe?

- tak, jakie? .....  nie

26. Czy masz jakieś kontuzje?

- tak, jakie?.....  nie

27. Czy przyjmujesz regularnie leki?

- tak  nie

28. Jakie leki przyjmujesz regularnie?

.....

29. Jak często wykonujesz badania krwi i moczu?.....

30. Jakie badania wykonujesz?

.....  
.....  
.....

31. Czy uważasz, że regularne badania mogą przyczynić się do lepszego rozplanowania treningu i diety?

- tak  nie  czasami

32. Czy wiesz jak fitoestrogeny i estrogeny środowiskowe mogą wpłynąć na Twój organizm?

tak  nie

33. Czy sądzisz, że suplementacja diety pomaga w osiągnięciu lepszego zdrowia, samopoczucia i formy?

tak  nie

34. Czy stosujesz suplementację diety?

tak  nie

35. Czy konsultujesz stosowanie określonych suplementów

tak, z .....  nie

36. Wymień stosowane suplementy.

Stosowany suplement	Częstość stosowania	Jakiego efektu oczekujesz po stosowaniu tego preparatu?	Jakie efekty odczuwasz po stosowaniu tego preparatu?

37. Jak często korzystasz z solarium? .....

38. Kiedy ostatni raz byłeś/byłaś na solarium? .....

39. Czy palisz papierosy?

tak                       nie                       czasami

40. Płeć

Kobieta                       Mężczyzna

41. Dane antropometryczne

Wiek..... Wzrost..... Masa ciała .....

42. Wykształcenie

podstawowe     średnie     student     wyższe

43. Aktualne miejsce zamieszkania

miasto                       wieś

**Wywiad spożycia z ostatnich 24 godzin**

Posiłek	Godzina	Produkty spożywcze/ potrawa	Gramatura lub miara domowa

*Dziękujemy za poświęcony czas,  
Katedra i Zakład Bromatologii GUMed*

**Załącznik 2.** Zgoda Niezależnej Komisji Bioetycznej do Spraw Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym nr NKBBN/63/2015

**NIEZALEŻNA KOMISJA BIOETYCZNA DO SPRAW BADAŃ NAUKOWYCH  
PRZY GDAŃSKIM UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM  
80-210 Gdańsk, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3a  
Sekretariat: tel. 58/349-10-11, fax 58/349-11-70, Przewodniczący tel. 58/349-12-60**

=====  
NKBBN/63/2015

=====  
Gdańsk, 2015-02-17

Pan  
Prof. dr hab. n. farm. Piotr Szefer  
Kierownik Katedry i Zakładu Bromatologii  
Wydział Farmaceutyczny  
z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej  
Gdański Uniwersytet Medyczny

W odpowiedzi na zgłoszenie badań z dnia 05.02.2015r. na temat:  
„Ocena wpływu sposobu żywienia i składników odżywczych diety na równowagę hormonalną grupy badanych sportowców” (praca doktorska mgr farm. Marty Stachowicz pod kierunkiem promotora prof. dr hab. n. farm. Anny Lebedzińskiej) - Niezależna Komisja Bioetyczna do Spraw Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym na posiedzeniu w dniu 12 lutego 2015 roku zapoznała się z wyżej wymienionym projektem pracy i wyraża zgodę na jej prowadzenie w zakresie przedstawionym we wniosku pod warunkiem zagwarantowania przez badaczy, że rekrutacja studentów do powyższych badań nie będzie wykorzystywała ich zależności od Katedry i Zakładu Bromatologii.  
Badania te mają charakter poznawczy i nie budzą zastrzeżeń natury etycznej.

NIEZALEŻNA KOMISJA BIOETYCZNA  
DO SPRAW BADAŃ NAUKOWYCH  
PRZY GDAŃSKIM UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM  
80-210 Gdańsk, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3a  
tel. 58 349 10 11, fax 58 349 11 70

PREWODNICZĄCY  
Niezależnej Komisji Bioetycznej  
do Spraw Badań Naukowych  
  
prof. dr hab. med. Stefan Rosteja