



Katowice, 8.II.2022 r

RAPORT Z REALIZACJI ZADANIA BADAWCZEGO

„Wpływ wody alkalicznej na metabolizm tłuszczu podczas długotrwałego wysiłku fizycznego (tlenowego) o niskiej intensywności – badania wstępne”.

RAPORT KOŃCOWY

Dokument stanowi raport z przeprowadzonego **zadania badawczego**, zrealizowanego na zlecenie firmy Maspex, którego celem była ocena właściwości nawadniających, komercyjnie dostępnego produktu – wody Alkalia.

Dokument systematyzuje informacje związane z realizacją zadania badawczego w 2 częściach i łącznie 7 sekcjach:

I część Raportu:

- *Tytuł zadania badawczego,*
- *Zdefiniowany cel zadania badawczego,*
- *Zespół badawczy,*
- *Opis realizacji zadania badawczego,*
- *Efekty realizacji zadania badawczego,*
- *Implikacje i rozwój badań.*

II część Raportu:

- *Opinia Zespołu Badawczego prezentująca zasadność kontynuowania zadania badawczego w oparciu o wyniki badań wstępnych*

I CZĘŚĆ RAPORTU:

Tytuł zadania badawczego

TYTUŁ ZADANIA BADAWCZEGO:

WPŁYW WODY ALKALICZNEJ NA METABOLIZM TŁUSZCZY PODCZAS
DŁUGOTRWAŁEGO WYSIŁKU FIZYCZNEGO (TLENOWEGO) O NISKIEJ
INTENSYWNOŚCI – BADANIA WSTĘPNE.

THE EFFECTS OF ALKALINE WATER INGESTION ON LIPID METABOLISM
DURING LONG-TERM AEROBIC EXERCISE – PRELIMINARY DATA.

Zdefiniowany cel zadania badawczego

Zadanie badawcze zorientowane było na monitorowaniu metabolizmu tłuszczu podczas długotrwałej aktywności fizycznej o niskiej intensywności. Celem eksperymentu była ocena wpływu stanu nawodnienia (odwodnienia bądź nieskompensowanej utraty wody) na metabolizm tłuszczu w spoczynku, jak również w trakcie trwania wysiłku fizycznego. Prezentowana konstrukcja projektu badawczego umożliwiła śledzenie kinetyki zmian stężenia FFA i BBA z uwzględnieniem kontroli i regulacji hormonalnej w obrębie komórek tłuszczowych i mięśni szkieletowych.

Zespół badawczy

Zespół badawczy realizujący projekt składał się z dziewięciu osób wykonujących prace w zdefiniowanych obszarach badawczych:

Kierownik projektu B+R – dr Jakub Chycki

Członek zespołu – mgr Dominik Leśniak

Koordinator obszaru badawczego „wysiłek fizyczny” – prof. dr hab. Adam Zajac

Członek zespołu I – dr Tomasz Zajac

Członek zespołu I – mgr Hanna Małachowska Janik

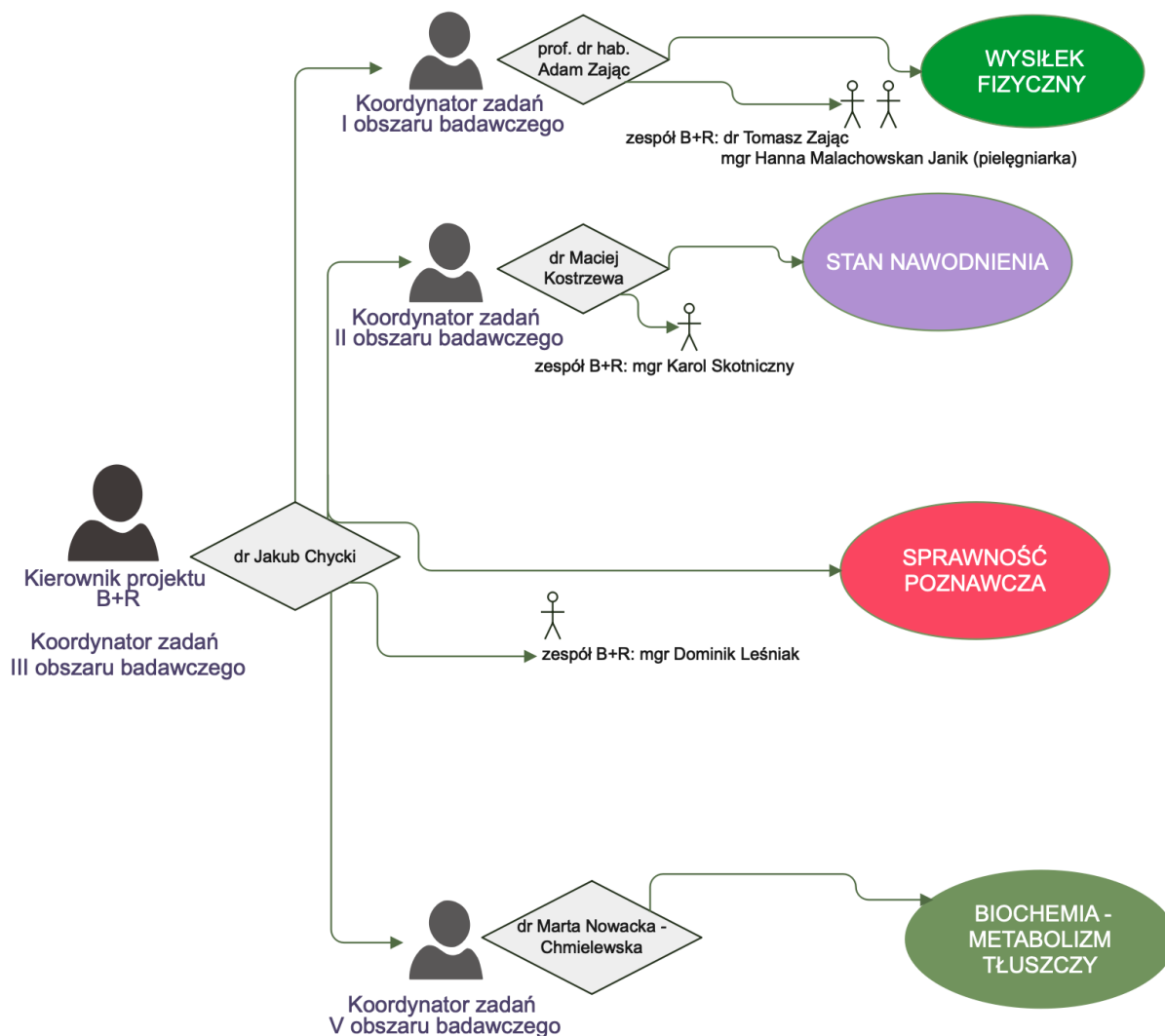
Koordinator obszaru badawczego „stan nawodnienia” – dr Maciej Kostrzewa

Członek zespołu I – mgr Karol Skotniczny

Koordinator obszaru badawczego „metabolizm” – dr Marta Nowacka – Chmielewska

Członek zespołu – mgr Mateusz Grabowski

Strukturę zespołu prezentuje rycina 1.



Rycina 1. Struktura zespołu badawczego

Zespół badawczy miał charakter interdyscyplinarny, jego członkowie to pracownicy Instytutu Nauk o Sporcie – dr Jakub Chycki , prof. dr hab. Adam Zając, dr Tomasz Zając, dr Maciej Kostrzewa, mgr Hanna Małachowska – Janik, oraz Instytutu Fizjoterapii i Nauk o Zdrowiu – dr Marta Nowacka-Chmielewska, mgr Mateusz Grabowski, Akademii Wychowania Fizycznego im, Jerzego Kukuczki w Katowicach.

Opis realizacji zadania badawczego

Zadanie Badawcze zrealizowane zostało w okresie **od 15 listopada 2021 roku do 14 stycznia 2022 roku** w następujących po sobie pięciu etapach:

1. ETAP I – Rekrutacja uczestników (Badania wstępne, Kwalifikacja uczestników)
Zakończenie etapu nastąpiło: **do 26.XI. 2021 roku**
2. ETAP II – Randomizacja (Randomizacja, Standaryzacja warunków)
Zakończenie etapu nastąpiło: **do 15.XII. 2021 roku**

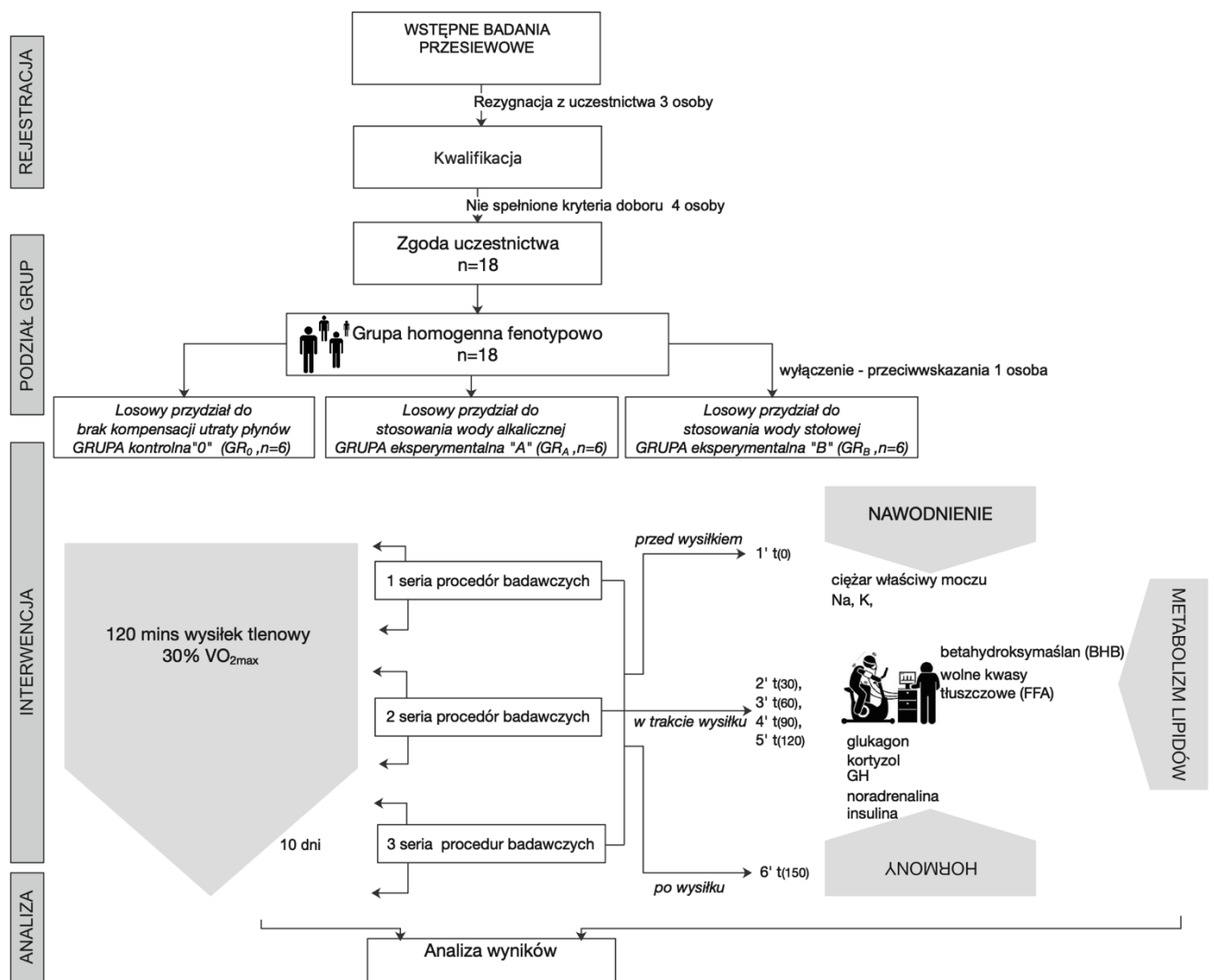
3. ETAP III – Interwencja (Realizacja pierwszej serii badawczej)
Zakończenie etapu nastąpiło: **do 6.I. 2022 roku**

4. ETAP IV, V – (Stworzenie bazy danych pomiarowych, analiza i interpretacja wyników)
Zakończenie etapu i przekazanie **Raportu Zadania Badawczego** nastąpiło **08. II. 2022 roku**

Etapy I, II, III zadania badawczego zrealizowane zostały w zgodzie z pierwotnym harmonogramem. Natomiast etap IV i V, ze względu na zwłokę czasową w dostarczeniu – tj. dostępnością i transportem zestawów do oznaczenia wolnych kwasów tłuszczowych i glukagonu, zostały wykonane z opóźnieniem. Pomimo opisywanych zmian w strukturze czasowej realizacji, wszystkie oznaczenia FFA i Glukagonu wykonane zostały zbiorczo, nie wpływając na jakość oznaczeń i ewentualne trudności w grupowaniu i interpretacji wyników.

ETAP REKRUTACJI I KWALIFIKACJI

Do badań zrekrutowanych zostało 18 mężczyzn (n=18, w wieku 45-70 lat). Uczestnicy stanowili reprezentatywną grupę, dobraną w oparciu o celowe **kryteria kwalifikacji - włączenia**: i) wiek – przedział +45-70 lat, ii) brak otyłości - zawartość tkanki tłuszczowej FM >20%, poziom wydolności tlenowej (VO_{2max}) - >32 ml/min/kg, brak przeciwwskazań do aktywności fizycznej, brak ostrych zespołów chorobowych, zgoda na udział w badaniu. **Kryteria wylączenia stanowiły**: niekontrolowane nadciśnienie tętnicze, niestabilna choroba niedokrwienna serca, zaburzenia rytmu serca i rozrusznik, choroby wątroby lub nerek, brak zgody na udział w badaniu. Charakterystyka kohorty została doprecyzowana na poziomie rekrutacji i wstępnej kwalifikacji uczestników badania - w tym wartość pułapu tlenowego i kryteria nawodnienia (rycina 2). Rejestracji poddano łącznie 25 osób. 3 osoby zrezygnowały z uczestnictwa podczas rozmowy telefonicznej w związku z niedyspozycją czasową, 4 osoby nie spełniły kryteriów włączenia ze względu na: 1 osoba chroniczne odwodnienie, 2 osoby miały zbyt niski – niekwalifikujący poziom VO_{2max} , 1 osoba niekontrolowane nadciśnienie tętnicze.



Rycina 2. Struktura czasowa zadania badawczego

ETAP RANDOMIZACJI I STANDARYZACJI WARUNKÓW

Homogenna wewnątrznie grupa podzielona została na **dwie grupy eksperymentalne (GR_A i GR_B) i grupę kontrolną (GR₀)** (Tabela 1). Badania pilotażowe – wstępne, przewidywały przeprowadzenie jednej serii procedur badawczych (S₁). Wszystkie grupy realizowały tożsamy wysiłek fizyczny z uwzględnieniem odmiennego środka nawodnienia – dla GR_A – woda alkaliczna, dla GR_B – woda stołowa, dla GR₀ – brak nawodnienia. Projekt realizowany był w strukturze **randomizowanego badania porównawczego z uwzględnieniem grupy kontrolnej i pojedynczej ślepej**.

Uczestnicy projektu na etapie kwalifikacji do interwencji podlegali ocenie stanu zdrowia, w tym **kryteriów włączenia/wyłączenia, diagnostyce wydolności tlenowej VO_{2max} oraz monitorowaniu stanu nawodnienia**. Etap kwalifikacji i randomizacji uczestników trwał indywidualnie do 4 tygodni.

Diagnostyka wydolności tlenowej (VO_{2max}) przeprowadzona została w Pracowni Badań Czynnościowych Człowieka AWF Katowice, w oparciu o protokół testu rampowego T_{20x1} (20W/1min). Standaryzowana próba polegała na wykonaniu pracy o stopniowo wzrastającej intensywności – wzrost oporu - 0,33 W/s. Próba wysiłkowa przeprowadzona została na cykloergometrze Excalibure Sport (Lode), rozpoczynała się oporem 40 W i przy nadzorowanej

kadencji 70-80 obr/min trwała do ustanowienia VO_{2max} . Wysiłek kontynuowany był przez badanego do odmowy lub gdy nie był w stanie utrzymać zadanej kadencji (70-80obr/min). Podczas oceny VO_{2max} zastosowano następujące kryteria: (1) stabilizacja VO_2 pomimo dalszego wzrostu obciążenia ($\Delta VO_2 \leq 150$ mL/min); (2) gdy wartość wskaźnika oddechowego (RER) osiągnie wartość $\geq 1,1$. W spoczynku oraz podczas trwania testu, prowadzona była ciągła rejestracja częstości skurczów serca (HR), wentylacji minutowej płuc (VE), wielkość poboru tlenu (VO_2) oraz wydychanego dwutlenku węgla (VCO_2), wykorzystując analizator gazowy MetaLyzer 3B-2R (Cortex). Wszystkie zmienne analizowane były podczas każdego oddechu (metoda breath-by-breath) i przedstawione w uśrednionych 10-sekundowych przedziałach czasowych.

Stan nawodnienia uczestników projektu weryfikowany był cykliczną oceną **ciężaru właściwego moczu (U_{grav})** - tj. na etapie rekrutacji i/ lub w dniu interwencji, oraz oznaczeniem **białka kopeptyny (K)**. U uczestników włączonych do interwencji nie zdiagnozowano chronicznego stanu odwodnienia.

Etap interwencji przeprowadzony został po kwalifikacji i w prezentowanym modelu trwał 4 tygodnie. Uczestnicy każdej z grup eksperymentalnych i kontrolnej (GR_A , GR_B , GR_0) – maksymalnie 3 osoby dziennie, od godziny 7:30, w interwałach 30 min, stawiali się w miejscu realizacji zadania badawczego. Uczestnicy podlegali protokołowi interwencyjnemu na czczo. U wszystkich badanych, niezależnie od kwalifikacji do grupy (GR_A , GR_B , GR_0) potwierdzono status nawodnienia wartością ciężaru właściwego moczu (U_{GRAV}) 1020. W dniu interwencji pierwsze spożycie płynów (w objętości 250 ml) odbywało się 20 min przed wysiłkiem fizycznym w Pracowni Wydolności i Metabolizmu,

Realizowanym wysiłkiem fizycznym była 120 minutowa jazda na cykloergometrze – rowerze stacjonarnym przy intensywności 30% VO_{2max} (VO_{2max} dla każdego z uczestników zdiagnozowano na etapie kwalifikacji). Podczas trwania wysiłku prowadzona była ciągła rejestracja częstości skurczów serca (HR) (Polar, T300), a okresowo co 30 min ($1't_{(0)}$, $2't_{(30)}$, $3't_{(60)}$, $4't_{(90)}$, $5't_{(120)}$), każdorazowo przez 120s również parametrów wentylacji minutowej płuc (VE), wielkość poboru tlenu (VO_2) oraz wydychanego dwutlenku węgla (VCO_2)(MetaLyzer 3B-2R, Cortex). We wskazanych punktach, metodą kalorymetrii pośredniej szacowano wykorzystanie substratów energetycznych węglowodanów (CHO) i tłuszczu (FAT).

Płyny, wśród uczestników (GR_A , GR_B) przyjmowane były nie *ad libitum*, w kontrolowanej częstotliwości i objętości, indywidualizowanej względem masy ciała, zgodnie z rekomendacjami towarzystwa National Athletic Trainers Association. Uczestnicy projektu przed i w trakcie trwania wysiłku wypijali łącznie 1000 ml wody (GR_A , GR_B) łącznie w dziesięciu punktach czasowych (przed 250 ml, w trakcie - 100 ml, 100 ml, 50 ml, 100 ml, 100 ml, 50 ml, 100 ml, 100 ml, 50 ml). Charakterystyka przyjmowanych płynów prezentuje tabela 2.

Protokół badawczy zakładał przeprowadzenie **badania diagnostycznych przed, w trakcie i po zakończeniu wysiłku fizycznego**, łącznie w 6 punktach czasowych ($1't_{(0)}$, $2't_{(30)}$, $3't_{(60)}$, $4't_{(90)}$, $5't_{(120)}$, $6't_{(150)}$) (Rycina 2). Materiał badawczy stanowiła krew pełna, pobierana z żyły odłokciowej w objętości 8 mL (5 mL do badań ogólnych biochemicznych i 3 mL do oznaczeń molekularnych) oraz krew kapilarna pobierana z opuszka palca. **Badania diagnostyczne obejmowały monitorowanie w określonych punktach czasowych a) parametrów równowagi kwasowo-zasadowej, b) metabolizmu tłuszczu (FFA, BHB), odpowiedzi neuroendokrynej (kortyzol, noradrenalina, GH, glukagon, insulina), wydatku energetycznego (EE), nawodnienia (U_{grav} , ΔBM).**

Równowaga kwasowo-zasadowa

Kinetyka zmian stężenie mleczanu (La) oraz parametrów równowagi kwasowo-zasadowej - pCO_2 (mmHg), pO_2 (mmHg), HCO_3^- akt (mmol/L), HCO_3^- std, (mmol/l), BE (mmol/l), O_{2SAT}

(mmol/l), ctCO₂ (mmol/l), glukoza, Na, K, Ca oznaczane były w punktach 1', 2', 3', 4', 5'. Analizie poddano próbki krwi kapilarnej z opuszka palca metodą enzymatyczną (**GEM 3500 Premier, Niemcy**).

Metabolizm tłuszczu

Wolne kwasy tłuszczowe (FFA) i B-hydroksymaślan (BHB) oznaczone zostały metodą kolorymetryczną w 3 punktach czasowych - 1', 3', 5'. Materiał stanowiła krew żylna pobierana przed wysiłkiem oraz w 60 i 120 minucie jego trwania. Do oznaczeń wykorzystano dedykowane zestawy. Oznaczenie wykonano w surowicy krwi odwirowanej w 4000G, przez 20 minut w 4 stopniach Celsjusza. Betahydroksymaślan oznaczono metodą kolorymetryczną z wykorzystaniem zestawu beta Hydroxybutyrate (beta HB) Assay Kit (Colorimetric) (ab83390) oraz wielofunkcyjnego czytnika płytek biotek. Wolne kwasy tłuszczowe oznaczono metodą kolorymetryczną z wykorzystaniem zestawu Free Fatty Acid Assay Kit - Quantification (ab65341) oraz wielofunkcyjnego czytnika płytek biotek. Oznaczenia wykonano w duplikatach wg. zaleceń protokołu producenta.

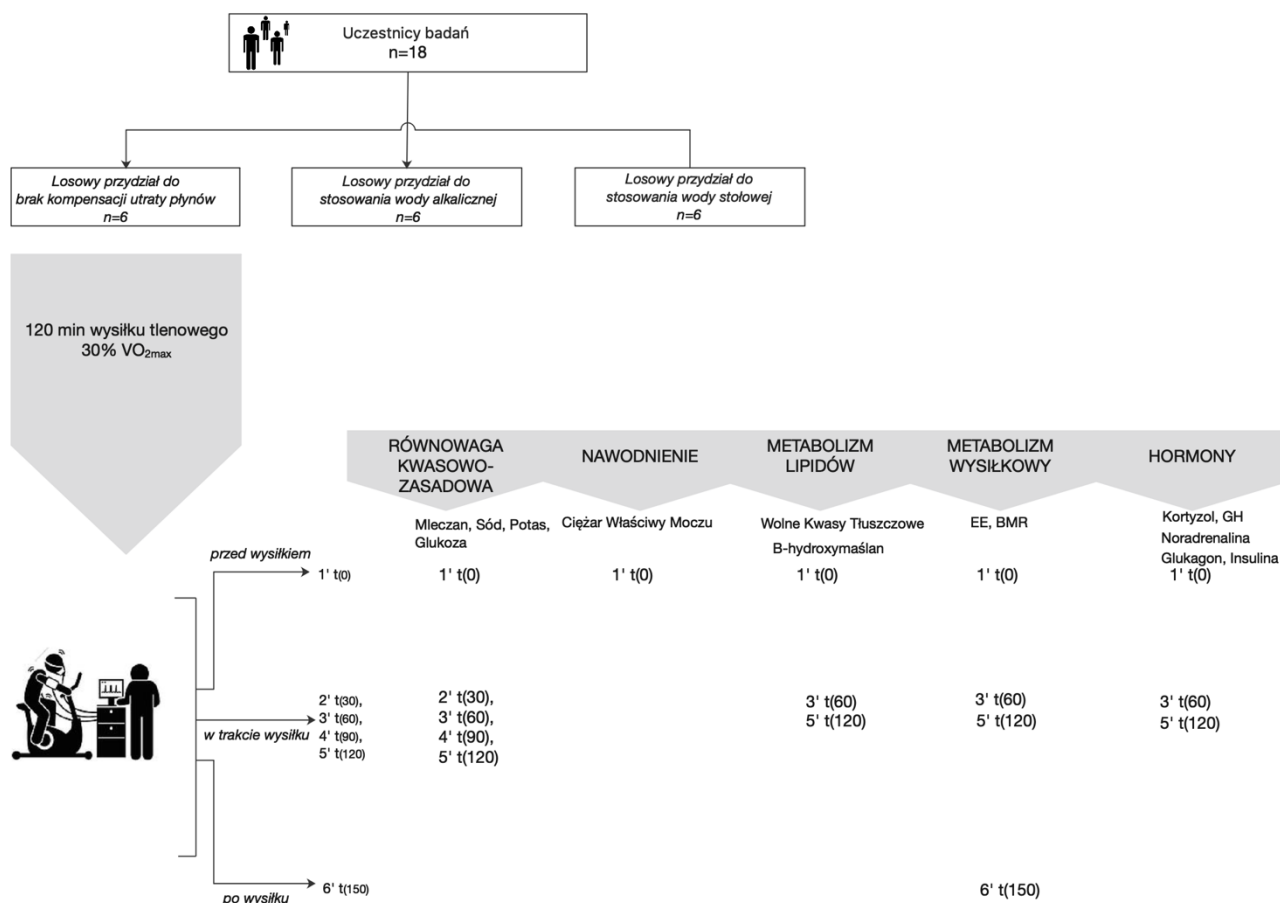
Hormony

Kinetyka zmian stężenia hormonów lipolitycznych – GH, kortyzolu, noradrenaliny oraz insuliny i glukagonu oceniana była pomiarami w punktach 1', 3', 5' (insulina, glukagon) i 1', 5' (GH, kortyzol, noradrenalina). Oznaczenia przeprowadzono wykorzystując dedykowane zestawy ELISA zgodnie z protokołem producenta. Kortyzol, GH, noradrenalina, insulina to hormony, których oznaczenie zostały zlecone podmiotowi zewnętrznemu – *Diagnostyka*. Badanie zmian stężenia glukagonu przeprowadzone zostało wykorzystując zasoby własne w Laboratorium Badań Molekularnych AWF w Katowicach. Glukagon oznaczono metodą ELISA z wykorzystaniem zestawu Human Glucagon ELISA Kit (ab267567) oraz wielofunkcyjnego czytnika płytek Biotek. Oznaczenia Glukagonu wykonano w jednej próbie.

TABELA 2. Charakterystyka uczestników eksperymentu

	Alkaliczna woda Grupa A (n=6)	Stołowa woda Grupa B (n=5)	Brak wody Grupa C (n=6)
WIEK (lat)	52,6 ± 6,65	51,2 ± 2,28	48,3 ± 2,80
WZROST (cm)	178,66 ± 6,80	180,2 ± 5,63	182 ± 4,09
MASA CIAŁA (kg)	86,1±9,52	88,52±9,38	90,56±11,79
FM (%)	16,7 ± 3,6	17,2 ± 1,72	16,4 ± 2,90
VO _{2max} (ml/kg/min ⁻¹)	35,5 ± 3,56	34,0 ± 4,89	34,0 ± 1,78
BMR (kcal)	2158,8 ± 295,7	2046,0 ± 88,76	2234,16 ± 353,67
RQ _{spocz} (VO ₂ /VCO ₂)	0,88 ± 0,047	0,90 ± 0,017	0,91 ± 0,030

Uwaga: Dane wyrażone jako średnie z odch. standardowym ± SD, n=6; BM (kg) – masa ciała, VO_{2max} (ml/kg/min⁻¹) – pułap tlenowy, FM (%) – masa tłuszczowa, BMR (kcal) – podstawowa przemiana materii.



Rycina 2. Punkty czasowe dla oznaczeń wybranych parametrów biochemicznych i wskaźników diagnostycznych

Efekty realizacji zadania badawczego

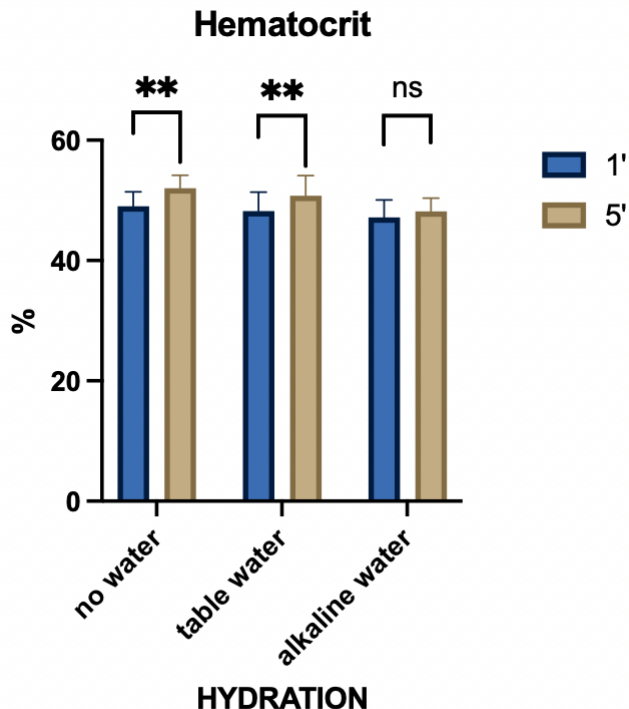
Wyniki projektu poddane zostały analizie w trzech strategicznych obszarach:

1. Wpływ stosowania wody alkalicznej i stołowej na stan nawodnienia i zjawisko kompensowania utraty płynów.

W zrealizowanym zadaniu badawczym, zgodnie z opisaną metodologią uczestnicy wszystkich grup eksperymentalnych (**GR_A** – woda alkaliczna, dla **GR_B** – woda stołowa, dla **GR₀** – brak nawodnienia), podlegali etapowi przygotowawczemu, którego celem była standaryzacja stanu, warunków nawodnienia wszystkich uczestników. Okres ten był indywidualizowany i trwał od 8-14 dni. Etap uwzględniał cykliczną ocenę ciężaru właściwego moczu i pomiar stężenia białka kopeptyny. Stan nawodnienia stanowił wiodące kryterium włączenia do interwencji. Wyegzekwowanie na uczestnikach optymalnego stanu nawodnienia w dniu badań wysiłkowych, umożliwiło monitorowanie zjawiska kompensowania utraty płynów oraz jego konsekwencji metabolicznych i neuro-endokrynnych podczas i po zakończeniu wysiłku fizycznego.

Efektom realizacji zadania badawczego jest weryfikacja hipotez w kontekście nawodnienia z prezentowanymi wnioskami:

- Stosowanie wody Alkalia w objętości 1000 ml, podczas dwugodzinnego wysiłku tlenowego o niskiej intensywności – 30% VO_{2max} , nie wpłynęło istotnie statystycznie na wzrost wartości hematokrytu ($p < 0,005$).



Rycina 1. Zmiany wartości hematokrytu przed – 1' i po zakończeniu wysiłku fizycznego - 5'

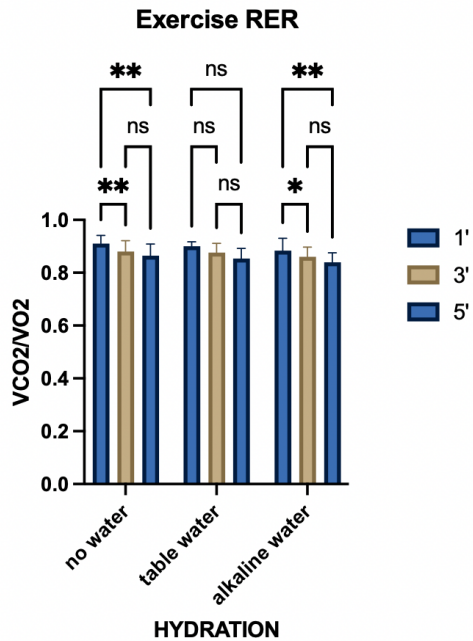
Uzyskane dane poddano weryfikacji wykorzystując dwuczynnikową analizę wariancji (2-way ANOVA). Przeprowadzone analizy wykazały istotne statystycznie różnice ($p < 0,005$), tj. wzrost hematokrytu pomiędzy punktami pomiarowymi -1', 5' (czas) w grupie eksperymentalnej Gr_B (48,20 – 50,80, $p = 0,0076$) i kontrolnej Gr_0 (49,00 – 52,00, $p = 0,0012$) (nawodnienie).

2. Wpływ stosowania wody alkalicznej i stołowej na metabolizm tłuszczu podczas i po zakończeniu długotrwałego wysiłku tlenowego o niskiej intensywności.

Obserwacja metabolizmu tłuszczu przed, w trakcie i po zakończeniu przewidzianego protokołem wysiłku fizycznego w kontekście stanu nawodnienia to wiodący obszar analiz zrealizowanego zadania badawczego. Pierwotna hipoteza zakładała wpływ nawodnienia na metabolizm tłuszczu – kinetykę uwalniania, tempo metabolizmu, w trakcie trwania i po zakończeniu długotrwałego wysiłku o niskiej intensywności.

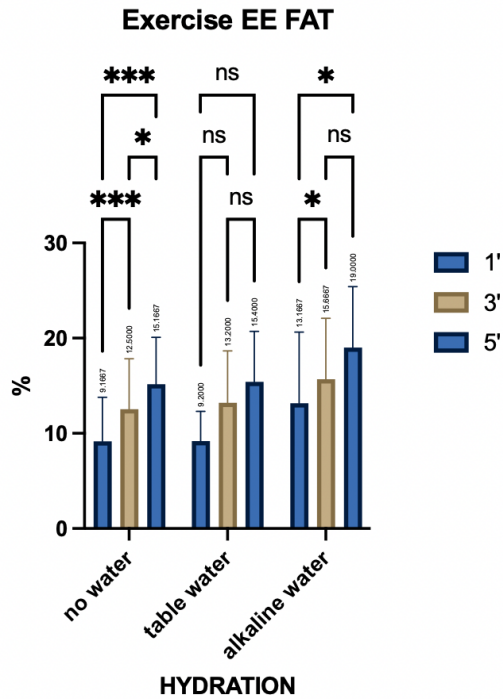
Weryfikacji dokonano przeprowadzając dwuczynnikową analizę wariancji (2-way ANOVA). Analizy wykazały **istotne statystycznie różnice** ($p < 0,005$) pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi (1', 3', 5') (czas) i zastosowaną interwencją (nawodnienie) w wartościach zmiennych: **współczynnik oddechowy - RER, % udział tłuszczu w wydatku energetycznym - EE FAT, % udział węglowodanów w wydatku energetycznym - EE CHO, stężenie wolnych kwasów tłuszczowych – FFA, stężenie betahydroksymaślanu – BHB.**

Przeprowadzone analizy wykazały istotne statystycznie różnice ($p < 0,005$), tj. obniżenie RER pomiędzy punktami pomiarowymi -1', 3', 5' (czas) w grupie eksperymentalnej stosującej wodę Alkalina Gr_A (1' vs 3' $p = 0,0196$, 1' vs 5' $p = 0,068$) i niepijącej wody podczas wysiłku Gr₀ (1' vs 3' $p = 0,080$, 1' vs 5' $p = 0,046$). (Rycina 2).



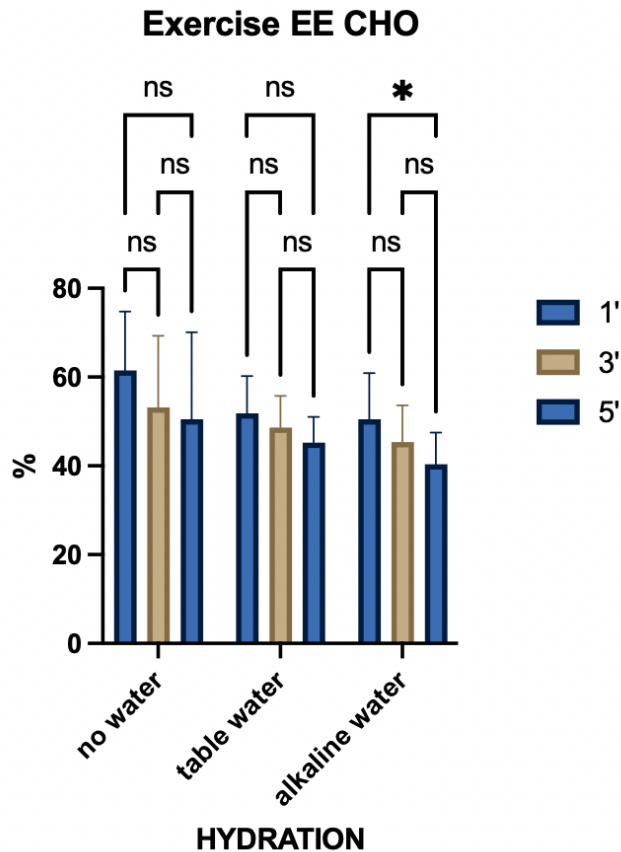
Rycina 2. Zmiany wartości RER po 10 minucie – 1' po 50 minucie - 3' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego.

Dodatkowo przeprowadzone analizy wykazały istotny statystycznie ($p < 0,005$), wzrost procentowego udziału tłuszczu w wydatku energetycznym pomiędzy punktami pomiarowymi -1', 3', 5' (czas) w grupie eksperymentalnej stosującej wodę Alkalina Gr_A (1' vs 3' – wzrost o 2,5%, $p = 0,0154$, 1' vs 5' wzrost o 5,8% $p = 0,0255$) i niepijącej wody podczas wysiłku Gr₀ (1' vs 3' – wzrost o 3,3%, $p = 0,0004$, 3' vs 5' - wzrost o 2,7%, $p = 0,0305$ i 1' vs 5' – wzrost o 6%, $p = 0,0007$) (Rycina 3).



Rycina 3. Procentowe zmiany udziału tłuszczu w metabolizmie wysiłkowym po 10 minucie – 1' po 50 minucie - 3' i po 110 minucie – 5'

We wszystkich grupach obserwowano trend ograniczania procentowego udziału węglowodanów w metabolizmie wysiłkowym, ale tylko w grupie stosującej wodę alkaliczną zmiany pomiędzy punktem 1'-5' tj. obniżenie o 10,17% były istotne statystycznie ($p=0,0166$) (Rycina 4).

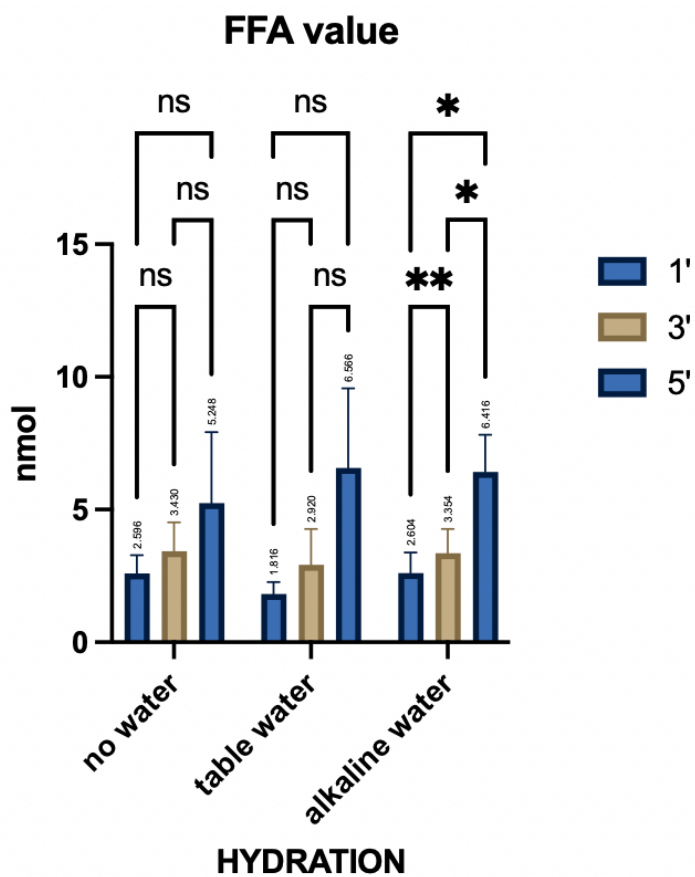


Rycina 4. Procentowe zmiany udziału węglowodanów w metabolizmie wysiłkowym po 10 minucie – 1' po 50 minucie - 3' i po 110 minucie – 5'.

Prezentowane powyżej wyniki odnoszą się do analiz wskaźnika RER i szacowania procentowego udziału substratów energetycznych w metabolizmie wysiłkowym w oparciu o metodę kalorymetrii pośredniej.

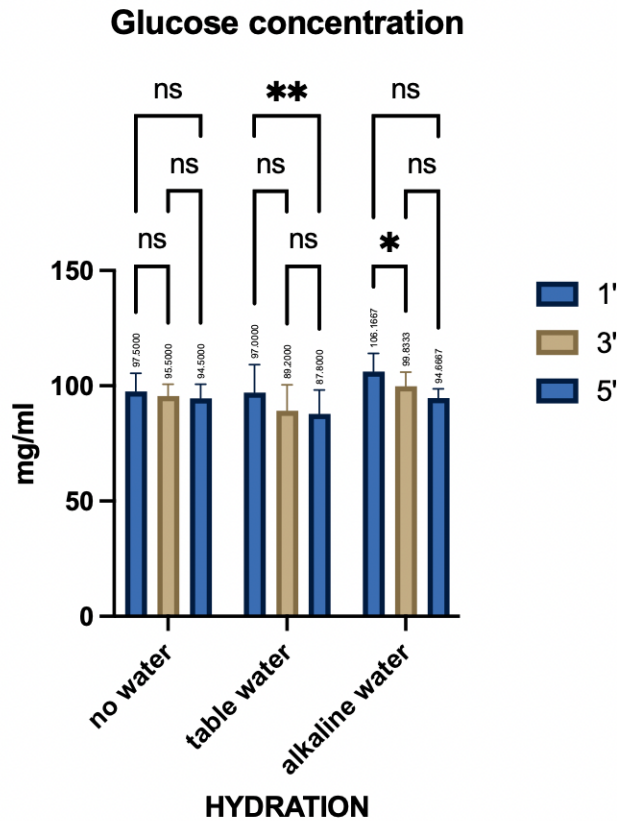
Bezpośrednie pomiary zmian stężenia substratów energetycznych tj. wolnych kwasów tłuszczowych – FFA, betahydroksymaślanu (BHB) i glukozy, zbieżnie z powyższymi wykonane zostały w trzech punktach czasowych tj. w spoczynku - 1', po godzinie - 3' i po 2 godzinach wysiłku - 5'.

Przeprowadzone analizy wykazały istotny statystycznie ($p < 0,005$), wzrost stężenia FFA pomiędzy punktami pomiarowymi -1',3',5' (czas) wyłącznie w grupie eksperymentalnej stosującej wodę Alkalina Gr_A (1' vs 3' – wzrost FFA o 0,750 nmol, $p = 0,061$, 3' vs 5' – wzrost o 3,062 nmol, $p = 0,0229$, 1' vs 5' wzrost FFA o 3,812, $p = 0,0118$) (Rycina 5).



Rycina 5. Stężenia FFA w surowicy krwi przed – 1' po 50 minucie - 3' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego.

Dodatkowe analizy kinetyki zmian stężenia glukozy wykazały (uwzględniając ogólny trend obniżania stężenia glukozy we wszystkich grupach uczestników) istotnie statystycznie niższe stężenie w grupach nawadnianych tj. wodą stołową Gr_B (p=0,039) i wodą alkaliczną Gr_A (p=0,0467).



Rycina 6. Stężenie glukozy w osoczu przed – 1' po 50 minucie - 3' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego.

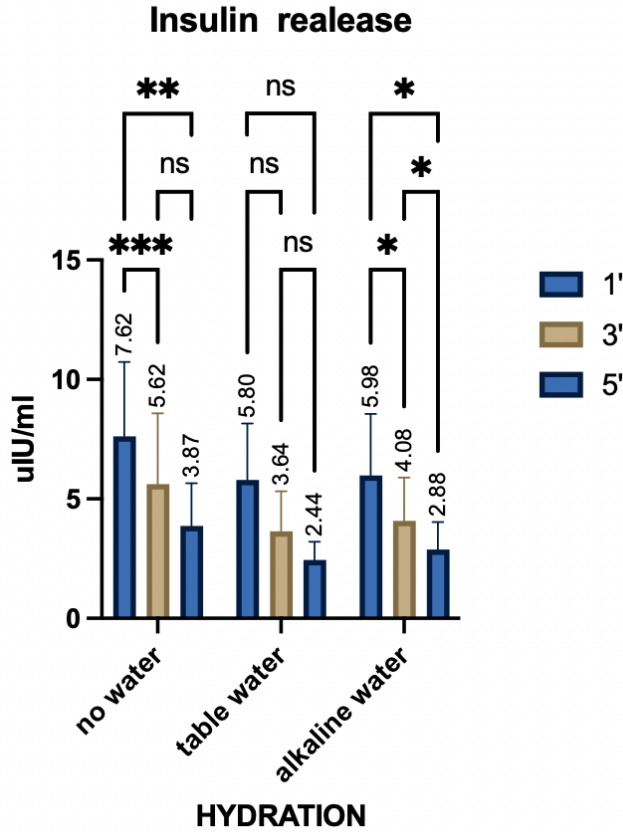
3. Wpływ nawodnienia na stres metaboliczny i subiektywne odczucia zmęczenia.

Założenia zadania badawczego i przyjęte hipotezy zakładały, że **nawodnienie ma wpływ na zdefiniowanie warunków dla metabolizmu wysiłkowego – tłuszczu i węglowodanów**, a odpowiedź endokrynną odzwierciedla zmiany środowiska.

Przeprowadzona dwuczynnikowa ANOVA (2-way ANOVA) wraz z testami post-hoc wykazała **istotne statystycznie różnice** ($p < 0,005$) pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi (1', 3', 5') (czas) i stanem nawodnienia (nawodnienie) w wartościach zmiennych:

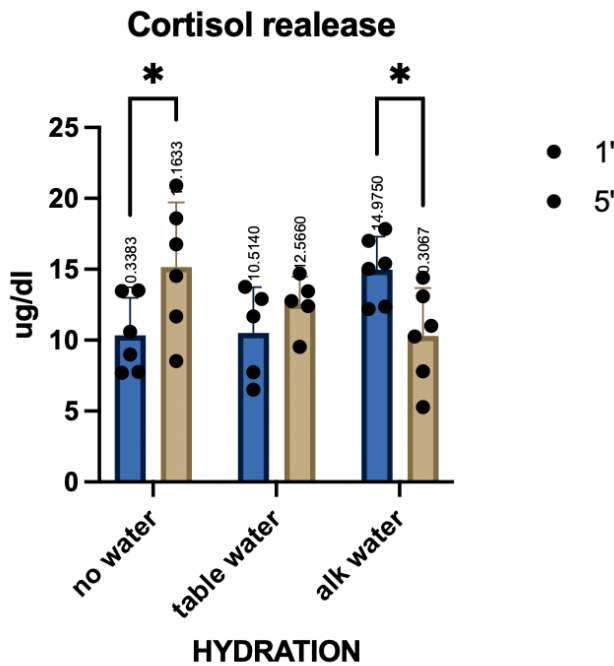
insulina, kortyzol, noradrenalina oraz trend w zmianach stężenia glukagonu i hormonu wzrostu.

Przeprowadzone analizy wykazały istotne statystycznie różnice ($p < 0,005$), tj. obniżenie stężenia insuliny pomiędzy punktami pomiarowymi - 1', 3', 5' (czas) w grupie eksperymentalnej stosującej wodę Alkalina Gr_A (1' vs 3' $p = 0,0244$, 3' vs 5' $p = 0,0384$ 1' vs 5' $p = 0,0194$) i niepijącej wody podczas wysiłku Gr₀ (1' vs 3' $p = 0,0006$, 1' vs 5' $p = 0,0062$). (Rycina 7).



Rycina 7. Stężenie insuliny w surowicy przed – 1' po 50 minucie - 3' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego

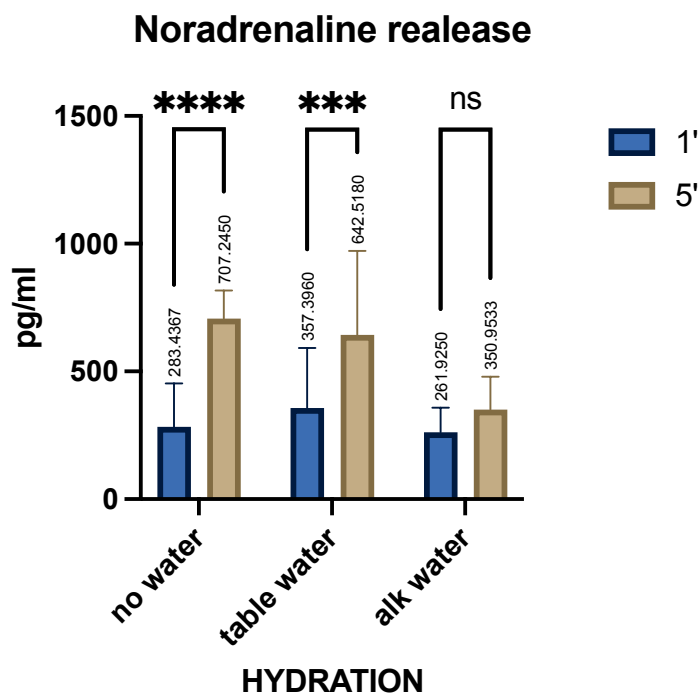
Zmiany stężenia kortyzolu były istotne statystycznie ($p < 0,005$) w grupie eksperymentalnej stosującej wodę Alkalia Gr_A - obniżenie stężenia (1' vs 5' $p = 0,0403$) i niepijącej wody podczas wysiłku Gr₀ - wzrost stężenia (1' vs 3' $p = 0,0006$, 1' vs 5' $p = 0,0335$). (Rycina 8).



Rycina 8. Stężenie kortyzolu w surowicy przed – 1' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego

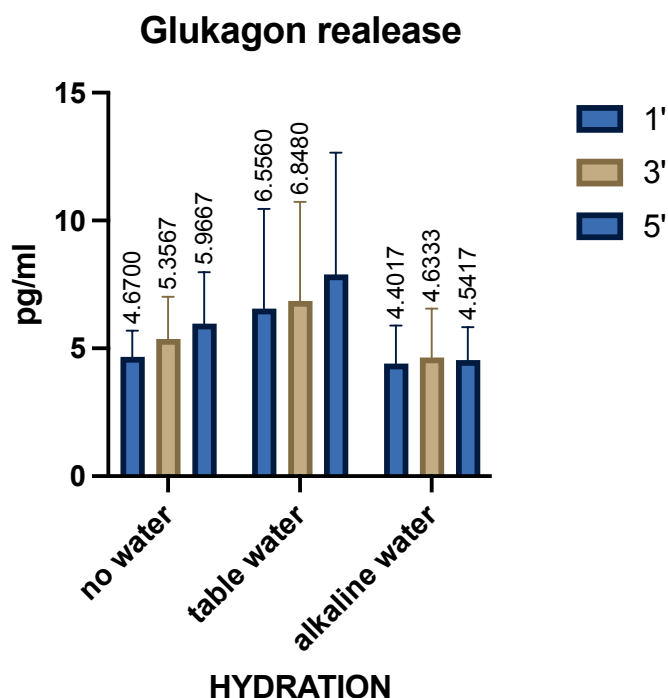
Potwierdzenie narastającego stresu metabolicznego w grupie niekompensującej utraty płynów podczas wysiłku – GR_B, GR_C, stanowią zmiany w uwalnianiu noradrenaliny.

Istotny statystycznie wzrost stężenia noradrenaliny notowany był w grupie stosującej wodę stołową (1' vs 5', wzrost o 285,1, p=0,0004) oraz u osób nie uzupełniających płynów podczas wysiłku (1' vs 5', wzrost o 423,8, p<0,0001) (Rycina 9).



Rycina 9. Stężenie noradrenaliny w surowicy przed – 1' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego

Brak istotnie statystycznie różnic w stężeniu glukagonu wynikał z małej liczby uczestników, niemniej trend stabilizacji stężenia glukagonu w grupie stosującej wodę Alkalina sugeruje najmniejsze obciążenie metaboliczne i ograniczony stres indukowany wysiłkiem oraz wysiłkiem i narastającym odwodnieniem (Rycina 9).



Rycina 10. Stężenie glukagonu w surowicy przed – 1' i po 110 minucie – 5' wysiłku fizycznego

Implikacje i rozwój badań.

Zadanie badawcze stanowiło element wiodącego projektu oceniającego wpływ stanu nawodnienia na metabolizm tłuszczu i węglowodanów, oraz wydolność fizyczną i sprawność poznawczą, u osób o odmiennym fenotypie – Tytuł projektu: „***OPTIMAL HYDRATION MODEL FOR EXERCISE METABOLISM AND COGNITIVE FUNCTION – BIDIRECTIONAL COMMUNICATION BETWEEN THE BRAIN AND MUSCLE***”.

Obserwacja zjawiska w tak szerokim spektrum przyczyniła się do prezentacji metabolizmu lipidów w nowej perspektywie i z uzasadnionymi przesłankami dla uaktualnienia społecznych rekomendacji w obszarze doboru form aktywności fizycznej i protokołów nawodnienia wspierających proces kontroli masy i składu ciała.

Generalizując wnioski wynikające z analizy wyników badań wstępnych stwierdza się, że:

a) Woda Alkalina skutecznie nawadnia podczas wysiłku długotrwałego o niskiej intensywności.

b) Woda Alkalina ogranicza stres metaboliczny tj. wzrost stężenia kortyzolu i noradrenaliny podczas wysiłków długotrwałych o niskiej intensywności.

c) Woda Alkalina optymalizuje warunki dla wykorzystania tłuszczu w wysiłkach długotrwałych o niskiej intensywności. Wpływa na istotny statystycznie wzrost uwalniania wolnych kwasów tłuszczowych (FFA).

d) Woda Alkalina przyspiesza, intensyfikuje i przedłuża metabolizm tłuszczu po długotrwałym wysiłku fizycznym o niskiej intensywności.

II CZĘŚĆ RAPORTU:

Opinia Zespołu Badawczego prezentująca zasadność kontynuowania zadania badawczego w oparciu o wyniki badań wstępnych.

Po pozytywnej ocenie wyników badań wstępnych i dyskusji nad metodologią zrealizowanego zadania badawczego, zespół – projektowy i realizujący, planuje kontynuować prezentowany projekt w celu potwierdzenia otrzymanych wyników.


Skład osobowy Zespołu Badawczego:

- 1) Prof. dr hab. Józef Langfort
- 2) Prof. dr hab. Adam Zając
- 3) dr Marta Nowacka – Chmielewska
- 4) dr Jakub Chycki

Studium wykorzystanych metod i technik badawczych, analiza dostępności zasobów własnych, oraz otrzymane wyniki i analizy badań wstępnych są wystarczającą przesłanką do podjęcia próby kontynuowania projektu w strukturze **randomizowanych pomiarów powtarzalnych z uwzględnieniem grupy kontrolnej i pojedynczej ślepej.**



Kierownik projektu



Dyrektor
Instytutu Nauk o Sporcie
prof. dr hab. Adam Zając