

## **REKOMENDACJE DC/AND/ACSM 2016 - Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine**

Poniższy dokument przedstawia rekomendacje dotyczące podaży energii, składników odżywczych oraz płynów, które kierowane są do aktywnych oraz dorosłych osób, a także zawodowych sportowców. Ogólne wytyczne, przedstawione w tej publikacji, powinny zostać dopasowane przez dietetyka sportowego do indywidualnych i unikalnych potrzeb każdego sportowca, biorąc pod uwagę kwestie zdrowotne, potrzeby żywieniowe, cele sportowe, cechy antropometryczne (np. rozmiar ciała, jego kształt oraz skład, a także okres wzrostu i rozwoju) oraz praktyczne wyzwania oraz indywidualne preferencje żywieniowe.

**Numery po skończonym zdaniu lub myśli to przypisy, poniżej znajduje się bibliografia, z której korzystano podczas tworzenia tych rekomendacji. Do każdego numeru przypisano właściwy artykuł naukowy.**

### **Nowe kierunki rozwoju dietetyki sportowej**

W ciągu ostatniej dekady odnotowano wzrost, zarówno liczby jak i tematów, prac oryginalnych oraz przeglądowych, wspólnych stanowisk organizacji sportowych. Zauważalny jest także wzrost ilości możliwości zdobycia kwalifikacji oraz akredytacji związanych z żywieniem w sporcie oraz dietetyką. Jest to świadectwo tego, że dietetyka sportowa jest dynamiczną dziedziną nauki oraz praktyki, która wciąż ewoluuje, zarówno w zakresie oferowanego wsparcia sportowcom, jak również w kwestii siły i jakości dowodów, które stanowią podstawę postępowania dietetycznego.

Przed podjęciem dyskusji dotyczącej konkretnych zagadnień, warto wskazać zakres tematów we współczesnym żywieniu sportowców, które potwierdzają słuszność rekomendacji zawartych w niniejszym dokumencie.

1. Cele dietetyczne oraz zapotrzebowanie żywieniowe nie mają charakteru statycznego. Sportowcy realizują speriodyzowany program treningowy, w zakresie, którego szczytowe zdolności wysiłkowe w okresie docelowych zawodów sportowych osiągane są w wyniku integracji różnych cykli treningowych. Plan żywieniowy, podobnie jak proces treningowy, również powinien ulegać periodyzacji. W tym celu uwzględnić należy potrzeby energetyczne związane z realizacją codziennych sesji ćwiczeń [od mało istotnych, w przypadku "łatwych" treningów, do znaczących potrzeb energetycznych, w przypadku sesji charakteryzujących się wysoką, jakością (np. męczące treningi o wysokiej intensywności lub jednostki ćwiczeniowe wymagające dużej zwinności)]. Dodatkowo plan żywieniowy powinien realizować także ogólne cele żywieniowe.
2. Plan żywieniowy powinien być spersonalizowany zgodnie z indywidualnymi potrzebami sportowca, biorąc przy tym pod uwagę takie zmienne jak specyfika oraz unikalność wysiłku podejmowanego podczas wydarzenia sportowego, cele związane ze zdolnościami wysiłkowymi, praktyczne wyzwania, preferencje żywieniowe, a także indywidualne reakcje sportowca pojawiające się na skutek implementacji różnych strategii.
3. Kluczowym celem procesu treningowego jest adaptacja organizmu w kierunku rozwoju efektywności oraz elastyczności metabolicznej, z kolei startowe strategie żywieniowe skupiają swoją uwagę na zapewnieniu organizmowi sportowca odpowiedniej ilości zasobów

energetycznych, w celu zaspokojenia potrzeb podyktowanych wydarzeniem sportowym, a także w celu wspierania funkcji poznawczych.

4. Dostępność energii, która rozumiana jest, jako różnica energii dostarczonej wraz z dietą oraz kosztu energetycznego ćwiczeń, stanowi ważny fundament zdrowia sportowca oraz determinuje powodzenie stosowanych strategii żywieniowych.
5. Uzyskanie kompozycji składu ciała sprzyjającej optymalnym zdolnościom wysiłkowym jest obecnie uznawany, jako istotny, ale jednocześnie wymagający cel, który wymaga indywidualizacji oraz periodyzacji. Rozważając problematykę tego zagadnienia należy także zwrócić uwagę na aspekty zdrowotne oraz długoterminowe kwestie związane ze zdolnościami wysiłkowymi. Zalecane jest zachęcanie sportowca do unikania praktyk prowadzących do nieakceptowalnie niskiej dostępności energii oraz stresu o podłożu psychologicznym.
6. Proces treningowy oraz żywienie silnie współoddziałujące na organizm w kierunku rozwoju zmian adaptacyjnych o charakterze funkcjonalnym oraz metabolicznym. Mimo że aktywne wsparcie żywieniowe jest jednym z podstawowych elementów mających wpływ na optymalizację zdolności wysiłkowych, zmiany adaptacyjne indukowane wysiłkiem fizycznym mogą ulegać poprawie bez jego obecności.
7. Niektóre wytyczne dotyczące składników odżywczych oraz energii powinny być wyrażone w przeliczeniu na kilogram masy ciała, co umożliwi dostosowanie rekomendacji żywieniowych do rozmiarów ciała sportowca. Rekomendacje żywieniowe dla sportowców powinny także uwzględniać czas podaży składników odżywczych, a także istotność wsparcia żywieniowego w odniesieniu do celów sportowych, aniżeli ogólnych wytycznych żywieniowych.
8. Zawodowi sportowcy, w celu maksymalizacji stymulacji treningowej, balansują pomiędzy realizacją wymagających założeń treningowych, a minimalizacją ryzyka wystąpienia choroby oraz kontuzji z powodu nadmiernych obciążeń treningowych.
9. Żywienie w okresie startowym powinno być ukierunkowane na wykorzystanie specyficznych strategii, które zmniejszą lub opóźnią inicjację czynników odpowiedzialnych za występowanie zmęczenia podczas wysiłku startowego; czynniki te są odmienne dla każdego z wydarzeń sportowych, środowiska/scenariusza realizowanego podczas startu, a także od samego sportowca.
10. W świetle wciąż rozwijających się, ale solidnych danych naukowych, w dietetyce sportowej pojawiły się nowe możliwości żywieniowe ukierunkowane na poprawę zdolności wysiłkowych, które dowodzą, że w wyniku kontaktu węglowodanów z jamą ustną, oraz potencjalnie innych składników żywieniowych, dochodzi do aktywacji pewnych obszarów mózgu, czego następstwem jest poprawa percepcji dobrego samopoczucia oraz wzrost samodzielnie ustalonej wydajności pracy. Doniesienia te stwarzają możliwości na implementację strategii żywieniowych podczas trwania krótszych wydarzeń sportowych. Jest to o tyle istotne, ponieważ wcześniej uważano, że podaż płynów oraz pożywienia w trakcie krótkich jednostek wysiłkowych nie niesie za sobą żadnych korzyści metabolicznych, jednak okazało się, że za pośrednictwem ośrodkowego układu nerwowego może dochodzić do poprawy zdolności wysiłkowych.
11. Ze względu na powszechne zainteresowanie, a także stosowanie przez sportowców suplementacji oraz żywności sportowej, poradnictwo w tym zakresie wymaga pragmatycznego podejścia, a także wsparcia naukowego w kwestii dotyczącej użyteczności

włączenia do planu żywieniowego wspomnianych produktów lub/oraz w kwestii ich bezpośredniego wpływu na poprawę zdolności wysiłkowych. Sportowcy powinni być aktywnie wspierani podczas analizowania zalet i wad wynikających ze stosowania suplementów diety oraz żywności sportowej, a także powinni być świadomi, że pełny potencjał produktów sportowych może zostać wykorzystany w przypadku, gdy stanowią one uzupełnienie dobrze zbilansowanej diety.

### **Żywnienie sportowców w okresie przygotowawczym**

#### **ZAPOTRZEBOWANIE ENERGETYCZNE, BILANS ENERGETYCZNY ORAZ DOSTĘPNOŚĆ ENERGII**

Odpowiednia podaż energii wraz z dietą jest fundamentem diety sportowca, ponieważ czynnik ten odpowiedzialny jest za optymalne funkcjonowanie organizmu osoby aktywnej fizycznie, umożliwia dostarczanie odpowiedniej ilości mikro- oraz makroskładników odżywczych, a także bierze udział w procesie manipulacji komponentami składu ciała. Ilość dostarczonej energii w postaci pokarmów, płynów oraz suplementów diety może zostać oszacowana poprzez zmierzenie/zważenie konsumowanej żywności (zazwyczaj z 3-7 dni), za pomocą wielokrotnego 24-godzinne wywiadu żywieniowego lub przy użyciu kwestionariusza częstotliwości spożycia.<sup>1</sup> Metody te nieodłącznie obarczone są pewnymi ograniczeniami, z tendencją do niedoszacowania ilości spożywanej żywności. Intensywna edukacja dotycząca intencji wykorzystania omawianych metod, a także w zakresie sposobu dokumentowania informacji o konsumowanym pożywieniu może zachęcić sportowca do wywiązywania się z powierzonego zadania, a tym samym zwiększać wiarygodność oraz dokładność notowanych informacji.

Zapotrzebowanie energetyczne sportowca zależne jest od periodyzacji procesu treningowego oraz okresów startowych, i może zmieniać się w perspektywie kolejnych dni, w ciągu całego rocznego planu treningowego, w następstwie zmian obciążeń treningowych oraz intensywności treningowej. Czynniki, które wpływają na zwiększone zapotrzebowanie na energię powyżej wartości spoczynkowej obejmują ekspozycję na gorące oraz zimne otoczenie, uczucie strachu, stres, warunki wysokościowe, niektóre urazy fizyczne, wybrane leki oraz używki (np. kofeina, nikotyna), wzrost beztłuszczowej masy ciała (FFM) oraz prawdopodobnie wpływ fazy folikularnej cyklu menstruacyjnego.<sup>2</sup>

Dostępność energii (EA) jest koncepcją, która w ostatnim czasie zyskała powszechną akceptację w dietetyce sportowej. Zgodnie z jej założeniami, ilość dostarczonej energii powinna być interpretowana względem zapotrzebowania energetycznego niezbędnego do zapewniania optymalnego zdrowia oraz funkcjonowania organizmu, a nie w odniesieniu do koncepcji bilansu energetycznego. EA, będąca różnicą ilości konsumowanej energii wraz z dietą oraz wydatku energetycznego indukowanego ćwiczeniami, znormalizowana względem FFM, jest wartością interpretowaną, jako ilość energii dostępnej dla organizmu, pozostałą po uwzględnieniu kosztu energetycznego ćwiczeń, którą organizm może wykorzystywać w celu funkcjonowania.<sup>10</sup>

Koncepcja EA pojawiła się jako konsekwencja badań dotyczących problemu Triady sportmenek, który początkowo rozumiany był jako współwystępowanie, wśród kobiet aktywnych fizycznie, powiązanych ze sobą problemów klinicznych, takich jak zaburzenia odżywiania, zaburzenia menstruacyjne oraz niska gęstość mineralna kości, by następnie ewaluować w kierunku szeroko rozumianego problemu związanego z dolegliwościami występującymi w całym zakresie spektrum,

wykraczającym poza optymalną dostępność energii, prawidłowe funkcjonowanie cyklu menstruacyjnego oraz zdrowy układ kostny.<sup>11</sup> Inne powikłania o charakterze fizjologicznym, takie jak problemy żołądkowo-jelitowe, endokrynne, dysfunkcje nerek, czy też zaburzenia neuropsychiatryczne, a także problemy dotyczące układu mięśniowo-szkieletowego oraz sercowo-naczyniowego, mimo że nie są uwzględnione w zakresie spektrum Triady sportsmenek, mogą być jej następstwem.<sup>11</sup> Z tego też powodu, w celu rozszerzenia problematyki Triady sportsmenek, zaproponowany został zespół Względnej Niedoboru Energii w Sporcie (ang. Relative Energy Deficiency in Sport, RED-S), który w swojej definicji obejmuje cały szereg komplikacji fizjologicznych, obserwowanych zarówno wśród kobiet i mężczyzn aktywnych fizycznie, będących następstwem podaży energii w ilości niewystarczającej do zapewnienia optymalnej dostępności energii, a tym samym prawidłowego funkcjonowania organizmu.<sup>12</sup> Konsekwencje zdrowotne zespołu RED-S mogą obejmować jego negatywny wpływ na funkcjonowanie cyklu menstruacyjnego, tkanki kostnej, układu endokrynologicznego, funkcje metaboliczne, hematologiczne, zaburzenia wzrostu i rozwoju, funkcje psychologiczne, funkcjonowanie układu pokarmowego, układu sercowo-naczyniowego, a także układu odpornościowego.<sup>12</sup> Potencjalny wpływ zespołu RED-S na zdolności wysiłkowe może obejmować zmniejszenie wytrzymałości wysiłkowej, zwiększone ryzyko wystąpienia kontuzji, zmniejszoną odpowiedź na proces treningowy, pogorszoną zdolność oceny sytuacji, zmniejszoną koncentrację, rozdrażnienie, depresję, zmniejszenie zasobów glikogenu oraz zmniejszenie siły mięśni.<sup>12</sup> Wiadomo obecnie, że zaburzenia związane z funkcjonowaniem organizmu występują raczej, jako kontinuum w następstwie ograniczenia dostępności energii, aniżeli, jako grupa schorzeń ujawniająca się na określonym progu dostępności energii.

Niezależnie od terminologii, faktem jest, że niska dostępność energii, występująca wśród sportowców płci męskiej oraz żeńskiej, może prowadzić do pogorszenia zdolności wysiłkowych, zarówno w perspektywie krótko- jak i długoterminowej. Dostępne są dowody, wskazujące, że zwiększenie dostępności energii z powodzeniem prowadzi do odwrócenia, przynajmniej niektórych, zaburzeń funkcjonowania organizmu; np. 6-miesięczne doświadczenie przeprowadzone wśród sportsmenek z zaburzeniami menstruacyjnymi wykazało, że interwencja dietetyczna prowadząca do zwiększenia dostępności energii do poziomu  $\sim 40$  kcal/kg FFM/d skutkowała przywróceniem miesiączki wśród wszystkich uczestniczek badania, średnio w ciągu 2,6 miesięcy.<sup>6</sup>

## **SKŁAD CIAŁA ORAZ ZDOLNOŚCI WYSIŁKOWE**

Uważa się, że różne cechy fizyczności sportowca (wielkość, kształt oraz kompozycja ciała) mogą przyczynić się do sukcesu sportowego w różnych dyscyplinach sportowych. Masa ciała („waga”) oraz kompozycja składu ciała często znajdują się w centrum zainteresowania sportowców, ze względu na największą możliwość manipulacji tymi zmiennymi. Zdolność oceny oraz manipulacja komponentami składu ciała może pomóc w rozwoju kariery sportowca, warto jednak przypomnieć zawodnikom oraz trenerom, że zdolności wysiłkowe sportowca nie mogą być prognozowane wyłącznie w oparciu o masę oraz skład ciała. Jedyna i wyłączna „optymalna” kompozycja składu ciała nie powinna być rekomendowana żadnej grupie sportowców, ani być stosowana w odniesieniu do jakiegokolwiek wydarzenia sportowego.<sup>15</sup> Niemniej jednak, istnieje zależność między składem ciała, a zdolnościami wysiłkowymi, w związku z tym jest to ważny czynnik, który należy wziąć pod uwagę w okresie przygotowawczym.

W dyscyplinach, w których sukces sportowcy zależy od zdolności rozwijania siły oraz mocy, zawodnicy dążą do zwiększania poziomu FFM (free fat mass) wprowadzając do swojego programu treningowego, w pewnych okresach makrocyklu rocznego, trening ukierunkowany na hipertrofię mięśniową. Celem niektórych sportowców jest wyłącznie absolutny wzrost siły oraz mocy per se, jednak w niektórych dyscyplinach sportowych, w których sportowiec zmuszony jest do

przemieszczania swojej masy ciała lub dopasowania swojej masy ciała do kategorii wagowej, istotniejsze jest zoptymalizowanie stosunku mocy względny masy ciała, aniżeli wyłączna poprawa mocy bezwzględnej.<sup>16</sup> Z tego powodu niektórzy sportowcy siłowi dążą do uzyskania niskiego poziomu tkanki tłuszczowej. W sportach z podziałem na kategorie wagowe (np. sporty walki, wioślarstwo wagi lekkiej, podnoszenie ciężarów) zawodnicy z reguły starają się wystartować w możliwie najniższej kategorii wagowej, jednocześnie dążąc do maksymalizacji swojego umięśnienia.

Inni sportowcy dążą do utrzymania niskiej masy ciała lub/i poziomu tkanki tłuszczowej z powodu innych korzyści.<sup>17</sup> Dla biegaczy długodystansowych oraz kolarzy, wynikające z tego faktu zalety obejmują niższy koszt energetyczny przemieszczania się oraz korzystniejszy stosunek masy ciała do powierzchni rozpraszania ciepła. Zawodnicy sportów drużynowych w wyniku poprawy parametrów składu ciała mogą zwiększyć swoją szybkość oraz zwrotność, natomiast zawodnicy dyscyplin akrobatycznych (np. skoki do wody, taniec gimnastyczny) zyskują korzyści o charakterze biomechanicznym poprzez zwiększenie zdolności przemieszczania swoich ciał w mniejszej przestrzeni. W niektórych z wymienionych sportów, a także w innych (np. kulturystyka) element estetyki również decyduje o zdolnościach sportowych zawodników. Pomimo przedstawionych zalet, wynikających z posiadania kompozycji składu ciała charakteryzującej się pewnymi parametrami, sportowcy mogą odczuwać presję z powodu konieczności dążenia do osiągnięcia nierealnie niskiej masy ciała/ poziomu tkanki tłuszczowej lub z powodu niemożliwego do realizacji celu ze względu na zbyt krótkie ramy czasowe.<sup>15</sup> W związku z tym, sportowcy mogą być podatni na nieprzerwane praktykowanie skrajnych modeli dietetycznych, lub występowanie patologicznych zachowań związanych z kontrolowaniem masy ciała, w celu powtórzenia poprzedniego sukcesu sportowego, który został osiągnięty z niższą masą ciała lub subiektywnie korzystniejszą kompozycją składu ciała, co z kolei może narażać ich na występowanie przewlekłej niskiej dostępności energii oraz może prowadzić do niedostatecznego dostarczania składników odżywczych wraz z dietą.<sup>15,18</sup> Co więcej, tego typu scenariusze sportowe związane są z występowaniem wzorców zaburzeń odżywiania, natomiast ekstremalne metody kontroli masy ciała mogą być niebezpieczne dla zdrowia oraz zdolności wysiłkowych sportowca.<sup>15,18</sup>

Niemniej jednak, istnieją sytuacje, w których sportowcy, w wyniku redukcji masy ciała lub poziomu tkanki tłuszczowej, przeprowadzonej w zakresie celowej oraz periodyzowanej strategii żywieniowo-treningowej, mogą odnieść korzyści zdrowotne oraz poprawić swoje zdolności wysiłkowe. Pożądane jest, aby zmiany te następowały w zakresie programu, który stopniowo, wraz z postępem kariery sportowej zawodnika prowadzi do optymalizacji komponentów składu ciała, a także, który pozwala na wahania masy ciała oraz tkanki tłuszczowej w odpowiednim zakresie, w rocznym cyklu treningowym.<sup>18</sup> Odpowiedni program żywieniowo-treningowy powinien także starać się unikać sytuacji, w których zawodnik nieintencjonalnie zwiększa nadmiernie poziom tkanki tłuszczowej, w następstwie niedopasowania podaży energii na skutek nagłego ograniczenia wydatku energetycznego (np. okres poza sezonem lub okres kontuzji). Sportowcy powinni być także ostrzegani przed praktykowaniem gwałtownego lub nadmiernego przyrostu tkanki tłuszczowej, będącego częścią kultury niektórych dyscyplin sportowych, w których wysoki wskaźnik masy ciała jest postrzegany, jako korzystna cecha w kontekście zdolności wysiłkowych. Mimo że wskaźnik masy ciała (BMI) nie jest odpowiednim zamiennikiem oceny składu ciała, nieprzerwane zainteresowanie sportowców zwiększeniem masy ciała może doprowadzić, u niektórych z nich, do wzrostu poziomu BMI wskazującego na otyłość, co z kolei może prowadzić do zwiększenia ryzyka spełniania kryteriów zespołu metabolicznego.<sup>19</sup>

Skład ciała sportowca powinien zostać ustalony w trakcie okresu przygotowawczego, w oparciu o plan, który będzie najbardziej odpowiedni w kontekście optymalizacji zdolności wysiłkowych podczas startu, dokonywany pomiar będzie praktyczny, a wybrana technika będzie uwzględniała indywidualną wrażliwość sportowca. Wszystkie techniki wykorzystywane do oceny składu ciała obarczone są błędami technicznymi, które ograniczają użyteczność uzyskanych pomiarów w celu selekcji sportowców oraz prognozowania na ich podstawie zdolności wysiłkowych zawodników. Zamiast ustalania docelowych bezwzględnych wartości składu ciała lub bezwzględnych kryteriów w celu klasyfikacji grupy sportowców, korzystniejszym rozwiązaniem jest ustalenie zakresu normatywnych wartości. W związku z tym, że poziom tkanki tłuszczowej dla poszczególnych sportowców jest bardzo zmienny w trakcie przebiegu sezonu, a także w trakcie trwania kariery sportowej, cele dotyczące kompozycji składu ciała powinny uwzględniać pewne zakresy wartości, które mogą być odpowiednio monitorowane w krytycznych okresach. W przypadku prowadzenia tego typu programów monitorujących, bardzo istotną kwestią jest delikatny sposób komunikacji rezultatów trenerom, sztabowi szkoleniowemu oraz sportowcom, a także upewnienie się, że są oni świadomi ograniczeń wynikających z zastosowania wybranej metody. Warto być także ostrożnym, aby nie doprowadzić do niezdrowej obsesji na punkcie kompozycji składu ciała.<sup>17,18</sup> Dietetycy sportowi mają szansę na współpracę z takimi sportowcami, w celu promowania prozdrowotnej kompozycji składu ciała, a także minimalizacji praktykowania przez nich gwałtownych metod utraty masy ciała oraz wykorzystywania innych ryzykownych technik, które mogą skutkować pogorszeniem zdolności wysiłkowych, utratą FFM, a także, które mogą zagrażać długotrwałe zdrowiu.

### **Zasady dotyczące postępowania w celu zmiany komponentów składu ciała oraz masy ciała**

Istnieje obszerna liczba dowodów potwierdzających częste stosowanie przez zawodników dyscyplin z podziałem na kategorie wagową, lub dyscyplin, w których masa ciała odgrywa istotną rolę, metod ukierunkowanych na gwałtowną redukcję masę ciała w celu uzyskania przewagi nad swoim rywalem podczas zawodów sportowych.<sup>20,23,24</sup> Niemniej jednak, skutkiem ich stosowania jest hipohydratacja (deficyt płynów ustrojowych), utrata zasobów glikogenu oraz suchej masy mięśniowej, a także inne następstwa mające znamiona patologicznych zachowań (np. celowe przeczyszczanie, nadmierne trenowanie, stosowanie głodówek), które mogą wpływać negatywnie na zdrowie sportowca oraz jego zdolności wysiłkowe.<sup>17</sup> Pomimo tych zastrzeżeń, odpowiedzialne oraz krótkoterminowe zastosowanie, gdy jest to wskazane, technik prowadzących do gwałtownej redukcji masy ciała jest lepszym rozwiązaniem aniżeli zbyt długotrwałe oraz skrajne restrykcje energetyczne, związane z suboptymalnym dostarczaniem składników odżywczych.<sup>17</sup> W sytuacji, gdy konieczna jest rzeczywista redukcja masy ciała, cel ten powinien zostać zrealizowany w podstawowym okresie treningowym lub w czasie zdecydowanie oddalonym od zawodów sportowych, w celu minimalizacji negatywnego wpływu podjętych działań na zdolności wysiłkowe.<sup>25</sup> Jednocześnie wybrana strategia żywieniowo powinna sprzyjać zachowaniu zdrowia, masy mięśniowej oraz maksymalizacji utraty tkanki tłuszczowej. Z tych powodów, w postępowaniu dietetycznym należy uwzględnić niewielki deficyt energetyczny, który doprowadzi do umiarkowanego tempa redukcji masy ciała/ tkanki tłuszczowej. Wskazane jest także zwiększenie udziału białka w diecie. Podaż dużej ilości białka (2,3 vs 1 g/kg) podczas deficytu energetycznego, w okresie krótkoterminowym (2 tygodnie), związana była z większym ubytkiem tkanki tłuszczowej oraz większym zachowaniem masy mięśniowej wśród sportowców.<sup>26</sup> Co więcej, FFM oraz zdolności wysiłkowe mogą ulegać zachowaniu w większym stopniu, wśród sportowców, którzy ograniczą tygodniowy ubytek masy ciała do wartości <1%.<sup>25</sup>

Zindywidualizowane postępowanie dietetyczno-treningowe ukierunkowane na utratę masy ciała/tkanki tłuszczowej powinno być przeprowadzone w oparciu o ocenę celów, obecny schemat żywieniowy oraz treningowy, poprzednie doświadczenia zawodnika, a także testowane przez niego w przeszłości metody i popełnione błędy.

Niemniej jednak, w przypadku większości sportowców, praktyczne podejście uwzględniające deficyt energetyczny na poziomie ~250 do 500 kcal/d względem zmiennego dziennego zapotrzebowania energetycznego, przy jednoczesnym utrzymaniu lub nieznacznym zwiększeniu wydatków energetycznych, powinno prowadzić do progresu w zakresie realizacji krótkoterminowego celu dotyczącego zmiany komponentów składu ciała, w ciągu około od 3 do 6 tygodni. W niektórych sytuacjach, dodatkowe ćwiczenia aerobowe o umiarkowanej intensywności oraz bliskie nadzorowanie postępów mogą okazać się użyteczne.<sup>27</sup> Strategie te mogą zostać wykorzystane w celu zwiększenia deficytu energetycznego indukowanego dietą, bez negatywnego wpływu na proces regeneracji w okresie po zakończeniu wybranych jednostek treningowych. Organizacja czasu konsumpcji posiłków oraz ich odpowiednia kompozycja, sprzyjające od strony żywieniowej realizacji celów treningowych, mogą ograniczać występowanie zmęczenia w trakcie okresu częstych sesji treningowych, a wraz z biegiem czasu mogą także wspomagać optymalizację komponentów składu ciała.<sup>18</sup> Ogólne bariery związane z zarządzaniem składem ciała obejmują: ograniczony dostęp do zdrowych opcji żywieniowych; ograniczone zdolności kulinarne sportowców lub ich ograniczone możliwości dotyczące przygotowania posiłków; brak codziennej rutyny; ekspozycja na catering cechujący się nieograniczonymi porcjami żywieniowymi oraz gęstoenergetyczną żywnością. Czynniki te, w szczególności w połączeniu ze stylem życia sportowca, czyli częstymi podróżami oraz codziennym przebywaniem z grupą sportowców, mogą sprzyjać utrzymaniu niewłaściwej, jakości diety, udaremniając tym samym realizację postępów. Czynniki te mogą również mogą skłaniać sportowców do sięgania po szybkie rozwiązania dietetyczne, takie jak rygorystyczne plany żywieniowe oraz ekstremalne praktyki odchudzania.

## **ZAPOTRZEBOWANIE NA SKŁADNIKI ODŻYWCZE W SPORCIE**

### **Szlaki energetycznych oraz proces adaptacji treningowej**

Wytyczne w zakresie czasu podaży oraz ilości konsumowanych makroskładników w diecie sportowca powinny być ugruntowane poprzez zasadnicze zrozumienie, w jaki sposób interakcje procesu treningowego oraz składników odżywczych wpływają na system energetyczny, dostępność substratów, a także proces adaptacji treningowej. Aktywność fizyczna jest zasilana energetycznie w wyniku zintegrowanego funkcjonowania cyklu przemian energetycznych, do których zaliczyć należy ścieżki o charakterze nietlenowym (fosfagenowe oraz glikolityczne) oraz aerobowym (tłuszczę oraz oksydacja węglowodanów). Do tego celu wykorzystuje zarówno egzo- jak i endogenne źródła substratów energetycznych. Adenozynotryfosforan (ATP) oraz fosfokreatyna (system fosfagenowy) dostarczają natychmiast dostępnego źródła energii dla skurczu mięśni, jednak w niewystarczającej ilości w celu umożliwienia kontynuowania go przez okres dłuższy niż ~10 sekund. Procesy glikolizy beztlenowej prowadzą do gwałtownego metabolizmu glukozy oraz glikogenu mięśniowego w kaskadzie przemian glikolitycznych, stanowią one tym samym podstawowy szlak energetyczny służący do zaspokojenia potrzeb energetycznych dla wysoko intensywnych ćwiczeń, trwających od 10 do 180 sekund. W związku z tym, że zarówno sytem fosfagenowy jak i szlak glikolityczny nie są w stanie spełnić wymagań energetycznych podczas dłużej trwających wysiłków fizycznych, szlaki dostarczające energię na drodze oksydacji są głównym źródłem paliwa dla ćwiczeń trwających dłużej

niż ~2 minuty. Do głównych substratów energetycznych należy zaliczyć glikogen mięśniowy oraz wątrobowy, lipidy wewnątrzmięśniowe, triglicerydy zdeponowane w tkance tłuszczowej, a także aminokwasy zlokalizowane w mięśniach, krwi, wątrobie oraz jelitach. Im tlen staje się bardziej dostępny dla pracujących mięśni, tym w większym stopniu organizm pozyskuje energię na drodze tlenowej (oksydacyjnej), a w mniejszym ze szlaków beztlenowych (system fosfagenowy oraz glikolityczny). Większa zależność energetyczna od źródeł aerobowych nie jest inicjowana natychmiastowo, a także nie jest jedynym szlakiem energetycznym na którym organizm polega w zupełności. Intensywność, czas trwania, częstotliwość oraz rodzaj treningu, płeć, poziom wytrenowania sportowca, a także kompozycja posiłku przedtreningowego oraz dostępność substratów energetycznych w tym okresie determinują względny udział poszczególnych szlaków energetycznych w procesie pozyskiwania energii, a także moment kiedy następuje ich przecięcie się.<sup>29</sup>

Układ szkieletowy sportowca posiada właściwość niezwykle szybkiego i plastycznego reagowania w odpowiedzi na obciążenia mechaniczne oraz dostępność składników odżywczych, czego następstwem są, zależnie od stworzonych warunków, zmiany adaptacyjne o charakterze metabolicznym oraz funkcjonalnym.<sup>30</sup> Chęć kształtowania zmian adaptacyjnych odciska swoje piętno na rekomendacjach żywieniowych ukierunkowanych na poprawę zdolności wysiłkowych, których nadrzędnym celem jest kształtowanie systemów energetycznych, po to aby zapewnić najbardziej ekonomiczne źródło energetycznego dla realizacji potrzeb energetycznych podczas startu sportowego. Strategie żywieniowe powinny skupiać się również na zapewnieniu odpowiedniej dostępności substratów energetycznych podczas trwania wydarzenia sportowego. Adaptacje prowadzące do poprawy elastyczności metabolicznej obejmują: wzrost cząsteczek transportujących, których zadaniem jest przenoszenie składników odżywczych przez błony komórkowe lub ich transport do miejsca utylizacji wewnątrz komórki; wzrost ilości/aktywności enzymów aktywujących lub regulujących szlaki metaboliczne; poprawa zdolności tolerancji produktów ubocznych metabolizmu; wzrost rozmiarów zasobów energetycznych.<sup>3</sup> Niektóre mięśniowe zasoby energetyczne (np. tkanka tłuszczowa) są dostępne we względnie dużych ilościach, podczas gdy inne mogą być modyfikowane, zależnie od potrzeb (np. suplementacja węglowodanami w celu uzupełnienia zasobów glikogenu mięśniowego).

## Węglowodany

Węglowodany, ze względu na szereg szczególnych właściwości, które mają znaczenie w kontekście modyfikacji zdolności wysiłkowych oraz w kontekście procesu adaptacji treningowej, skupiają na sobie dużą część uwagi w świecie dietetyki sportowej. Po pierwsze, rozmiar ustrojowych zasobów węglowodanów jest względnie ograniczony i może ulegać gwałtownym zmianom w perspektywie jednego dnia, na skutek manipulacji żywieniowych, a nawet w następstwie realizacji pojedynczej sesji treningowej.<sup>3</sup> Po drugie, węglowodany stanowią główne źródło energii dla mózgu oraz ośrodkowego układu nerwowego, a także uniwersalne paliwo energetyczne dla pracujących mięśni, które może zostać wykorzystane w bardzo szerokim zakresie intensywności treningowej, ze względu na zdolność utylizacji węglowodanów zarówno na drodze tlenowej jak i beztlenowej. Nawet w przypadku najwyższej intensywności wysiłkowej, która może zostać utrzymana w wyniku fosforylacji oksydacyjnej, węglowodany mają przewagę na tłuszczami, jako substrat energetyczny, ponieważ dostarczają więcej cząsteczek ATP w przeliczeniu na tę samą objętość tlenu, która może zostać dostarczona do mitochondriów. <sup>3</sup> Tym samym węglowodany prowadzą do poprawy efektywności



wysiłkowej brutto.<sup>31</sup> Po trzecie, dostępne są istotne dowody, wskazujące na poprawę zdolności wysiłkowych w trakcie długotrwałych, ciągłych ćwiczeń lub ćwiczeń interwałowych o wysokiej intensywności, w następstwie zastosowania strategii żywieniowych prowadzących to utrzymania wysokiej dostępności węglowodanów (tj. dostosowanie zasobów glikogenowych oraz stężenia glukozy we krwi względem potrzeb energetycznych indukowanych ćwiczeniami). Z kolei uszczuplenie zasobów glikogenu związane jest z wcześniejszą inicjacją zmęczenia, wyrażonego w formie zmniejszenia wydajności pracy, pogorszenia zręczności i koncentracji, oraz zwiększonego postrzegania wysiłku fizycznego. Wspomniane ustalenia stanowią podstawę różnych strategii żywieniowych ukierunkowanych na poprawę zdolności wysiłkowych, które zostaną przedyskutowane w dalszej części tekstu, polegających na podaży węglowodanów przed, w trakcie oraz w okresie regeneracji międzywysiłkowej w celu poprawy dostępności węglowodanów.

Ostatnie publikacje dowodzą, że glikogen poza podstawowym zadaniem polegającym na dostarczeniu energii dla tkanki mięśniowej, odgrywa także inną istotną rolę, bezpośrednią oraz pośrednią, w regulacji procesu adaptacji mięśni w odpowiedzi na trening.<sup>32</sup> Ilość, a także lokalizacja glikogenu w obrębie komórki mięśniowej prowadzą do zmiany środowiska fizycznego, metabolicznego, a także hormonalnego, w których dochodzi do odpowiedzi sygnalizacyjnej inicjowanej wysiłkiem fizycznym. Precyzując, rozpoczęcie ćwiczeń wytrzymałościowych z obniżoną dostępnością zasobów glikogenowych (np. poprzez realizację drugiej sesji wysiłkowej w odstępie kilku godzin po zakończeniu pierwszego treningu prowadzącego do uszczuplenia zasobów glikogenu) prowadzi do nasilenia aktywacji skoordynowanego procesu transkrypcyjnego oraz postranslacyjnego indukowanego ćwiczeniami. Za ten efekt odpowiedzialne są liczne mechanizmy, do których zaliczyć należy zwiększoną aktywację cząsteczek posiadających domenę wiążącą glikogen, zwiększoną dostępność wolnych kwasów tłuszczowych, zmienione ciśnienie osmotyczne w komórce mięśniowej oraz zwiększone stężenie katecholamin.<sup>32</sup> Strategie żywieniowe, które zakładają ograniczenie dostępności egzogennych źródeł węglowodanów (np. trening na czczo lub ćwiczenia bez podaży węglowodanów w trakcie ich trwania) również sprzyjają zwiększonej odpowiedzi sygnalizacyjnej, jednak w mniejszym stopniu niż w przypadku ćwiczeń wykonywanych z niską dostępnością ustrojowych zasobów węglowodanów.<sup>33</sup> Wspomniane strategie zwiększają efektywność odpowiedzi komórkowej obserwowanej w następstwie treningu wytrzymałościowego, rozumianej, jako zwiększona maksymalna aktywność enzymów mitochondrialnych lub/i zwiększona zawartość mitochondrialna, zwiększony poziom oksydacji lipidów. Zmiany te mogą zostać wytłumaczone wzmocnioną aktywacją kluczowych komórkowych kinaz sygnalizacyjnych (np. AMPK, p38MAPK), czynników transkrypcyjnych (np. p53, PPAR $\delta$ ) oraz koaktywatorów transkrypcyjnych (np. PGC-1 $\alpha$ ).<sup>33</sup> Celowa implementacja tego rodzaju strategii żywieniowo-treningowych („trenuj nisko”) w zakresie periodyzowanego programu treningowego staje się coraz bardziej powszechną, choć potencjalnie nadużywaną, praktyką w dietetyce sportowej.<sup>33</sup>

Indywidualne rekomendacje dotyczące dziennej podaży węglowodanów powinny być opracowane w oparciu o ocenę programu treningowego/startowego sportowca, a także poprzez uwzględnienie istotności realizacji poszczególnych jednostek treningowych/startowych bazując na diecie z niską lub wysoką zawartością węglowodanów. Udział węglowodanów w diecie zależy jest od stawianych priorytetów, czyli odpowiednio od celu optymalizacji zdolności wysiłkowych w zakresie ćwiczeń charakteryzujących się wysoką, jakością lub też spotęgowania bodźca treningowego/ odpowiedzi adaptacyjnej. Niestety, obecnie nie dysponujemy szczegółowymi informacjami w zakresie zapotrzebowania na konkretne substraty energetycznego w odniesieniu do wielu sesji treningowych

wykonywanych przez sportowców; dlatego też musimy polegać na domysłach, uzupełnianych informacjami pozyskiwanymi za pomocą ogólnodostępnych monitorów aktywności fizycznej oraz pracy serca,<sup>35</sup> mierników mocy oraz systemu GPS.

Ogólne wytyczne dotyczące sugerowanych wartości węglowodanów w diecie, w celu zapewnienia ich wysokiej dostępności podczas wyznaczonych sesji treningowych lub startów, mogą być wyrażone w odniesieniu do rozmiaru ciała sportowca (pośredni wskaźnik wielkości mięśniowych zasobów dla węglowodanów) oraz rodzaju podejmowanej sesji wysiłkowej (Tabela 1). Czas konsumpcji węglowodanów w ciągu dnia oraz w odniesieniu do samych ćwiczeń również może być modyfikowany w celu spotęgowania lub ograniczenia ich dostępności.<sup>36</sup> Strategie ukierunkowane na zwiększenia dostępności węglowodanów zostały omówione bardziej szczegółowo w części dotyczącej żywienia w okresie startowym. Niemniej jednak, strategie te są równie istotne w celu optymalizacji jednostek treningowych o wysokiej jakości, będących częścią periodyzowanego planu treningowego. Co więcej, intuicyjnie można stwierdzić, że ich praktykowanie w okresie treningowym stanowi dodatkową wartość w kontekście wydarzeń sportowych, ponieważ pozwala to na dopracowanie strategii, które zostaną wykorzystane w okresie startowym. Strategie te promują także zmiany adaptacyjne, rozumiane jako tolerancja żołądkowo-jelitowa oraz zwiększona absorpcja jelitowa węglowodanów<sup>37</sup>, w następstwie czego strategie startowe mogą być w pełni efektywne. Podczas innych sesji będących częścią programu treningowego, wysoka dostępność węglowodanów może być mniej istotna, z kolei dodatkową korzyść może przynieść celowa realizacja ćwiczeń z ich niską dostępnością, w celu spotęgowania bodźca treningowego lub odpowiedzi adaptacyjnej. Aby intencjonalnie pozwolić lub doprowadzić do niskiej dostępności węglowodanów można zastosować różne techniki, w tym ograniczyć całkowitą ilość konsumowanych węglowodanów, zmodyfikować czas treningu w odniesieniu do podaży węglowodanów (np. trening na czczo, realizacja dwóch sesji treningowych w bliskim odstępie czasu, bez szansy na uzupełnienie zasobów glikogenu).<sup>38</sup>

Ładunek glikemiczny jak i indeks glikemiczny posiłków bogatowęglowodanowych nie wpływają na parametry metaboliczne oraz zdolności wysiłkowe, jeżeli podczas planowania diety uwzględniono odpowiednią podaż węglowodanów oraz energii. Co więcej, pomimo przekonującej koncepcji potwierdzającej korzyści metaboliczne wynikające z treningu z niską dostępnością węglowodanów w procesie adaptacji treningowej, wpływ tej strategii jest mniej oczywisty w kontekście poprawy zdolności wysiłkowych

## Białko

Białko dostarczane z pożywieniem oraz ćwiczenia wspólnie oddziałują na różne procesy zachodzące w organizmie. Białka pokarmowe stanowią jednocześnie czynnik inicjujący oraz substrat dla procesu syntezy białek kurczliwych oraz metabolicznych<sup>39,40</sup>, jak również nasilają zmiany strukturalne w tkankach niemięśniowych, takich jak ścięgna<sup>41</sup> i kości.<sup>42</sup> Uważa się, że zmiany o charakterze adaptacyjnym występują w wyniku stymulacji aktywności mechanizmu odpowiedzialnego za proces syntezy białek, modyfikowanego w odpowiedzi na wzrost stężenia leucyny, a także w wyniku egzogennej podaży aminokwasów wykorzystywanych do budowy nowych białek.<sup>43</sup> W badaniach wykazano również, że pojedyncza sesja ćwiczeń o charakterze oporowym nasila proces syntezy białek mięśniowych (MPS) co najmniej przez okres 24 godzin po jej zakończeniu, jednocześnie uwrażliwiając tkankę mięśniową na dostarczane w tym czasie białka pokarmowe.<sup>44</sup> Następstwem tego jest poprawa przyrostu białek mięśni szkieletowych, którą obserwuje się w badaniach prospektywnych, uwzględniających kilkukrotne spożywanie białek pokarmowych w ciągu dnia, po zakończeniu

ćwiczeń. Podobna odpowiedź adaptacyjna obserwowana jest po zakończeniu ćwiczeń aerobowych lub ćwiczeń o innym charakterze (np. trening interwałowy, połączenie ćwiczeń o odmiennych charakterystyce metabolicznej), potencjalnie jednak rodzaj syntetyzowanych białek jest odmienny. Najnowsze zalecenia podkreślają istotność dystrybucji białka pokarmowego w ciągu dnia, wśród wszystkich sportowców, nawet, jeżeli przerost włókien mięśniowych nie jest głównym celem procesu treningowego. Obecnie istnieje racjonalne uzasadnienie rekomendacji, aby osoby aktywne fizycznie, w celu maksymalizacji adaptacji metabolicznej w odpowiedzi na proces treningowy<sup>40</sup>, spożywały białko na poziomie wyższym niż wartość zalecanego dziennego spożycia (RDA).<sup>39</sup>

Klasyczne prace bazujące na metodzie bilansu azotanego są przydatne do określenia zapotrzebowania na białko na poziomie niezbędnym do zapobieżenia wystąpienia jego deficytów wśród osób prowadzących siedzący tryb życia oraz znajdujących się w stanie neutralnego bilansu energetycznego.<sup>45</sup> Sportowcy jednakże nie spełniają tych warunków, dlatego równowaga bilansu azotanego jest celem drugorzędym w stosunku do adaptacji treningowej oraz poprawy zdolności wysiłkowych<sup>40</sup>. Współczesne spojrzenie na zagadnienie związane z ustaleniem rekomendacji dotyczących spożycia białka wśród sportowców wykracza poza wartości zalecanego dziennego spożycia (DRI). Większą uwagę przywiązuje się do korzyści wynikających ze spożywania odpowiedniej ilości białka pokarmowego, w odpowiednich porach, w celu wspierania funkcjonowania tkanek charakteryzujących się wysokim obrotem białka, a także w celu nasilenia adaptacji metabolicznych inicjowanych bodźcem treningowym.

Podsumowanie wytycznych dotyczących spożycia węglowodanów przez sportowców<sup>36</sup>

#### DZIENNE ZAPOTRZEBOWANIE NA WĘGLOWODANY W CELU ZAPEWNIENIA DOSTĘPNOŚCI ENERGII ORAZ W CELACH REGENERACYJNYCH

1. Podane wartości docelowe mają na celu zapewnienie wysokiej dostępności węglowodanów (aby sprostać wymaganiom na węglowodany stawianym przez układ mięśniowy oraz ośrodkowy układ nerwowy) podczas różnych obciążeń treningowych, w odniesieniu do scenariuszy sportowych, w zakresie, których istotne jest aby ćwiczenia wykonane zostały z założoną wysoką intensywnością lub/i jakością. Te ogólne wytyczne powinny zostać dopracowane indywidualnie ze sportowcem, biorąc pod uwagę jego całkowite zapotrzebowanie energetyczne, specyficzne potrzeby treningowe oraz informacje zwrotne dotyczące zdolności wysiłkowych z poprzednich jednostek treningowych.
2. W innych sytuacjach, w których jakość lub intensywność podejmowanych ćwiczeń jest mniej priorytetowa, konsumpcja wskazanych wartości docelowych węglowodanów, lub dbanie o spożycie węglowodanów w ciągu dnia w celu optymalizacji ich dostępności podczas wybranych sesji treningowych może być mniej istotne. W takich przypadkach spożycie węglowodanów można dostosować do ogólnych celów energetycznych, preferencji żywieniowych lub dostępnego asortymentu pożywienia.
3. W niektórych przypadkach, gdy celem jest wzmocnienie bodźca treningowego lub odpowiedzi adaptacyjnej, niska dostępność węglowodanów może zostać celowo osiągnięta poprzez zmniejszenie całkowitego spożycia węglowodanów lub poprzez modyfikację konsumpcji węglowodanów w obrębie sesji treningowych (np. trening na czczo lub rozpoczęcie drugiej sesji ćwiczeń bez możliwości dostatecznego uzupełnienia węglowodanów po zakończeniu pierwszego treningu).

	Scenariusz sportowy	Docelowa podaż węglowodanów	Komentarze dotyczące rodzaju oraz czasu podaży węglowodanów
Niskie	· Ćwiczenia techniczne lub o niskiej aktywności	3-5 g/kg masy ciała/d	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Harmonogram spożycia węglowodanów w ciągu dnia może być modyfikowany, w celu zapewnienia wysokiej dostępności węglowodanów podczas konkretnych sesji treningowych, w wyniku ich konsumpcji przed lub podczas wysiłku fizycznego, lub w okresie regeneracji powysiłkowej po zakończeniu poprzedniej jednostki treningowej.</li> <li>· W innych wypadkach, dopóki wszystkie potrzeby energetyczne są realizowane, wzór spożycia węglowodanów może być podyktowany wygodą oraz indywidualnymi wyborami żywieniowymi.</li> <li>· Sportowcy powinni bazować na produktach węglowodanowych bogatych w substancje odżywcze, w celu zaspokojenia ogólnych potrzeb żywieniowych.</li> </ul>
Umiarkowane	· Umiarkowane obciążenia treningowego (np. ~1 h/d)	5-7 g/kg/d	
Wysokie	· Program treningowy o charakterze wytrzymałościowym (np. 1-3 h/d ćwiczeń o umiarkowanej-wysokiej intensywności)	6-10 g/kg/d	
Bardzo wysokie	· Ekstremalne zaangażowanie w proces treningowy (np. > 4-5 h/d ćwiczeń o umiarkowanej-wysokiej intensywności)	8-12 g/kg/d	

#### AGRESYWNE STRATEGIE UKIERUNKOWANE NA ZAPEWNIENIE DOSTĘPNOŚCI WĘGLWODANÓW –

wytyczne te sprzyjają wysokiej dostępności węglowodanów w celu promowaniu optymalnych zdolności wysiłkowych podczas stratów oraz kluczowych sesji treningowych

	Scenariusz sportowy	Docelowa podaż węglowodanów	Komentarze dotyczące rodzaju oraz czasu podaży węglowodanów
Generelne wytyczne	· Przygotowanie do wysiłku startowego, który trwa <90 min	7-12 g/ kg/ 24 h w celu zapewnienia codziennych potrzeb energetycznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sportowcy mogą wybierać produkty bogate w węglowodany, które charakteryzują się niską zawartością błonnika/części balastowych, a także łatwością konsumpcji, w celu zapewnienia realizacji założeń żywieniowych założeń energetycznych, a także w celu zapewniania sobie komfortu jelitowego lub niżej "wagi startowej".</li> </ul>
Ładowanie węglowodanów	· Przygotowanie do wysiłku startowego, o charakterze ciągłym lub przerywanym, który trwa >90 min	10-12 g/ kg masy ciała/24 h przez okres 36-48 h	
Szybkie uzupełnianie zasobów węglowodanowych	· Okres regeneracji międzywysiłkowej pomiędzy dwiema wymagającymi sesjami ćwiczeń <8 h	1-1,2 g/kg/h w okresie pierwszych czterech godzin, a następnie zgodnie z całodziennym zapotrzebowaniem	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Spożywanie małych, regularnych przekąsek może okazać się korzystne.</li> <li>· Żywność napoje bogate w węglowodany mogą pomóc w realizacji założonych celów żywieniowych.</li> </ul>

	Scenariusz sportowy	Docelowa podaż węglowodanów	Komentarze dotyczące rodzaju oraz czasu podaży węglowodanów
Żywienie w okresie przedstartowym	· >60 min przed podjęciem wysiłku fizycznego	1-4 g/kg węglowodanów, skonsumowanych 1-4 h przed podjęciem wysiłku fizycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Czas, ilość i rodzaj żywności oraz napojów bogatych w węglowodany należy wybrać tak, by dostosować je do praktycznych potrzeb związanych z danym wydarzeniem sportowym oraz indywidualnymi upodobaniami/doświadczeniami sportowca.</li> <li>· Być może należy ograniczyć wybory żywieniowe związane z konsumpcją dużych ilości tłuszczu/białka/błonniaka, w celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia problemów żołądkowo-jelitowych podczas trwania wydarzenia sportowego.</li> <li>· Produkty o niskim indeksie glikogemicznym mogą stanowić bardziej zrównoważone źródło energii w sytuacjach, gdy węglowodany nie mogą być konsumowane w trakcie trwania wysiłku fizycznego.</li> </ul>
W trakcie wysiłku fizycznego	· <45 min	Niepotrzebne	
W trakcie ciągłego oraz bardzo intensywnego wysiłku fizycznego	· 45-75 min	Niewielkie ilości, w tym technika płukania jamy ustnej roztworem węglowodanowym	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cały szereg napojów oraz produktów sportowych może dostarczyć łatwych do spożycia węglowodanów.</li> <li>· Częsty kontakt węglowodanów z ustami i jamą ustną może stymulować pewne części mózgu oraz ośrodkowy układ nerwowy, czego następstwem jest poprawa percepcji dobrego samopoczucia oraz wzrost samodzielnie ustalonej wydajności pracy</li> </ul>
W trakcie ćwiczeń wytrzymałościowych, włącznie ze sportami typu "start-stop"	· 1-2,5 h	30-60 g/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Spożyte węglowodany stanowią źródło energetycznego dla pracujących mięśni, a tym samym wspierają zasoby endogenne.</li> <li>· Możliwości związane z okazjami do konsumpcji żywności oraz napojów są bardzo zróżnicowane i zależne od zasad oraz charakteru każdej dyscypliny sportowej</li> <li>· Szeroki zakres codziennych wyborów żywieniowych, a także żywność sportowa, w różnych formach, od płynnej do stałej, mogą okazać się użyteczne dla sportowca.</li> <li>· Sportowiec, w wyniku praktyki, powinien wypracować plan ukierunkowany na odbudowę zasobów energetycznych, który będzie zgodny z jego indywidualnymi celami.</li> </ul>

			włączając w to potrzebę nawodnienia oraz komfrot jelitowy
W trakcie ćwiczeń ultra-wytrzymałościowych	> 2,5-3 h	Do 90 g/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Patrz wyżej.</li> <li>· Wyższe spożycie węglowodanów związane jest z poprawą zdolności wysiłkowych.</li> <li>· Produkty dostarczające węglowodanów korzystających z różnych mechanizmów transportujących (mieszanina glukozy oraz fruktozy) prowadzą do wyższego poziomu oksydacji węglowodanów spożywanych w trakcie trwania ćwiczeń.</li> </ul>

Zapotrzebowanie na białko – **proszę skorzystać z prezentacji, którą Państwu wysłałam w formie pdf**

## Tłuszcz

Tłuszcz jest niezbędnym elementem diety o charakterze prozdrowotnym, źródłem energii, podstawowym składnikiem błon komórkowych, a także ułatwia wchłanianie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Według amerykańskich (Dietary Guidelines for Americans<sup>8</sup>) oraz kanadyjskich (Eating Well with Canada's Food Guide<sup>63</sup>) wytycznych żywieniowych, rekomendowana proporcja energii pochodzącej z tłuszczów nasyconych powinna stanowić mniej niż 10% całodziennego spożycia energii, a dieta powinna uwzględniać źródła pokarmowe niezbędnych kwasów tłuszczowych, w celu spełnienia zalecanych norm spożycia. Spożycie tłuszczu przez sportowców powinno być zgodne z wytycznymi wskazywanymi przez organizacje publiczne oraz powinno podlegać indywidualizacji w zależności od treningu oraz celów dotyczących kompozycji składu ciała.<sup>46</sup>

Tłuszcze występujące w osoczu w postaci wolnych kwasów tłuszczowych, wewnątrz mięśni w postaci triacyloglicerolów, a także w tkance tłuszczowej, stanowią łatwodostępny substrat energetyczny oraz ulegają zwiększonej dostępności dla tkanki mięśniowej w wyniku treningu wytrzymałościowego. Zmiany adaptacyjne indukowane ćwiczeniami nie wydają się prowadzić do maksymalizacji tempa utleniania kwasów tłuszczowych, niemniej jednak może ono być modyfikowane za pomocą strategii dietetycznych takich jak poszczenie, wysokie spożycie tłuszczów przed podjęciem ćwiczeń oraz przewlekłe stosowanie diety wysokotłuszczowej o niskiej zawartości węglowodanów.<sup>3</sup> Pomimo tego, że w przeszłości<sup>64</sup>, a także w ostatnim czasie<sup>65</sup> odnotowuje się zainteresowanie długoterminową adaptacją do diety wysokotłuszczowej o niskiej zawartości węglowodanów, której następstwem jest zwiększone tempo oksydacji kwasów tłuszczowych, jej stosowanie skutkuje pogorszeniem zdolności wysiłkowych w przypadku ćwiczeń o wysokiej

intensywności<sup>64,66</sup> Wydaje się ona jednak, podobnie jak diety zapewniające wysoką dostępność węglowodanów, wystarczająca do utrzymania zdolności wysiłkowych podczas wysiłku fizycznego kontynuowanego w zakresie umiarkowanej intensywności<sup>64</sup> Przyczyną tych niekorzystnych zmian metabolicznych wydaje się być zaburzenie procesu metabolizmu węglowodanów, nawet w przypadku dostępności glikogenu mięśniowego<sup>67</sup> W świetle bieżących dyskusji<sup>65</sup> oraz braku badań porównujących model diety wysokotłuszczowej o niskiej zawartości węglowodanów do odpowiednio kontrolowanej diety, biorącej pod uwagę współczesne podejście do periodyzacji diety<sup>68</sup>, niezbędna jest kontynuacja kolejnych badań. Mimo że mogą istnieć pewne scenariusze sportowe, w których stosowanie diety o wysokiej zawartości tłuszczu może oferować pewne korzyści lub przynajmniej pozostawać bez wpływu na zdolności wysiłkowe, w ogólnym ujęciu taki model żywieniowy wydaje się raczej ograniczać elastyczność metaboliczną organizmu sportowca w wyniku zmniejszenia dostępności węglowodanów, a także w następstwie ograniczenia możliwości ich efektywnego wykorzystania jako substratu energetycznego podczas podejmowanych ćwiczeń. Z tego powodu nierozsądnym krokiem ze strony sportowców wyczynowych byłoby przestrzeganie diety wysokotłuszczowej i poświęcenie zdolności do podejmowania wymagających jednostek treningowych lub wysiłku o wysokiej intensywności podczas zawodów, co może rzutować na końcowy wynik sportowy.<sup>68</sup>

Z drugiej natomiast strony, sportowcy mogą decydować się na nadmierne ograniczenie spożycia tłuszczów, w celu zmniejszenia masy ciała lub poprawy komponentów składu ciała. Sportowców powinno się zniechęcać do długotrwałego stosowania ograniczenia spożycia tłuszczu poniżej 20% zapotrzebowania energetycznego, ponieważ związane jest to często z ograniczeniem różnorodności diety, które może prowadzić do zmniejszenia spożycie różnych składników odżywczych, takich jak witaminy rozpuszczalne w tłuszczach oraz niezbędne kwasy tłuszczowe,<sup>9</sup> zwłaszcza kwasy tłuszczowe n-3. Jeżeli takie ograniczenia dotyczące spożycia tłuszczu są w ogóle praktykowane, powinny być ograniczone do krótkotrwałych scenariuszy żywieniowych, takich jak okres przedstartowy czy też stosowanie metody „ładowania” węglowodanami, czyli w sytuacjach w których priorytet ukierunkowany jest na wybrane makroskładniki lub komfort żołądkowo-jelitowy.

**Mikroskładniki odżywcze – [proszę skorzystać z prezentacji pdf](#)**

**Żywnie wspierające zdolności wysiłkowe – Strategie żywieniowe optymalizujące zdolności wysiłkowe oraz proces regeneracji powysiłkowej w okresie zawodów sportowych oraz podczas kluczowych sesji treningowych**

## **ŻYWIENIE OKOŁOSTARTOWE ORAZ ŻYWIENIE W TRAKCIE STARTU**

Strategie stosowane w okresie przed, w trakcie, a także po zakończeniu wysiłku fizycznego muszą uwzględniać realizację wielu celów. Po pierwsze, powinny wspierać lub sprzyjać optymalizacji zdolności wysiłkowych poprzez uwzględnianie różnych czynników związanych z żywieniem, które mogą być przyczyną wystąpienia zmęczenia oraz przyczyniać się do pogorszenia parametrów związanych ze zdolnościami wysiłkowymi (np. moc, siła, zwinność, zręczność, koncentracja) w trakcie trwania całego wydarzenia sportowego lub w jego ostatniej fazie. Do tych czynników zaliczają się, ale nie ograniczają się wyłącznie do nich: odwodnienie, zaburzenia równowagi elektrolitowej, wyczerpanie zasobów glikogenu, hipoglikemia, dyskomfort/problemy żołądkowo-jelitowe oraz zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej. Konsumpcja płynów lub suplementów diety przed, podczas lub w okresie regeneracji pomiędzy sesjami ćwiczeń może zmniejszyć nasilenie objawów związanych z czynnikami ograniczającymi zdolności wysiłkowe lub opóźnić moment ich wystąpienia.



Poszczególne strategie żywieniowe uwzględniają zwiększenie lub całkowite uzupełnienie kluczowych „paliw energetycznych” wykorzystywanych podczas ćwiczeń, a także dostarczenie składników umożliwiających organizmowi powrót do stanu równowagi lub kontynuację procesu adaptacyjnego indukowanego poprzednią jednostką treningową. W niektórych przypadkach celem żywienia przed startem może być naprawa skutków innych działań podejmowanych przez sportowca podczas przygotowań do imprezy, takich jak celowe odwodnienie lub ograniczone spożycie pożywienia ze względu na konieczność osiągnięcia limitu masy ciała w sportach z podziałem na kategorie wagowe. Kolejnym celem, który powinien zostać wzięty pod uwagę jest zapewnienie komfortu jelitowego zawodnikowi w trakcie trwania całego wydarzenia sportowego. Należy także dążyć do unikania występowania uczucia głodu, dyskomfortu czy też innych problemów żołądkowo-jelitowych, które mogą bezpośrednio zmniejszyć przyjemność podejmowanych ćwiczeń fizycznych, czy też ograniczać zdolności wysiłkowe oraz zakłócać zaplanowane założenia żywieniowe. Ostatecznym celem jest kontynuacja wsparcia żywieniowego dla celów prozdrowotnych oraz wsparcie dalszej adaptacji do ćwiczeń, zwłaszcza w przypadku zawodów sportowych, które trwają przez kilka dni lub tygodni (np. turnieje i wyścigi etapowe).

Potrzeby żywieniowe, a także praktyczne strategie pozwalające na ich realizację przed, podczas oraz po zakończeniu wysiłku fizycznym są uzależnione od różnych czynników, w tym od samego wydarzenia sportowego (rodzaj, intensywność oraz czas trwania wysiłku fizycznego), warunków środowiskowych, wpływu poprzedniej aktywności fizycznej na organizm, apetytu, a także indywidualnych reakcji oraz upodobań sportowca. Obowiązujące przepisy podczas zawodów sportowych, a także dostęp do zaplecza żywieniowego również mogą wpływać na możliwość konsumpcji pożywienia. Szersze omówienie diskutowanego tematu wykracza poza zakres niniejszego opracowania, warto jednak zwrócić uwagę że rozwiązania związane z wyzwaniem jakie niesie za sobą problematyka żywienia okołotreningowego wymaga od sportowca eksperymentowania oraz oswojenia się z zaplanowanymi strategiami żywieniowymi. Z tego też powodu wiedza na temat pożywienia, kreatywność, a także praktyczne doświadczenie dietetyka sportowego stanowią cenny wkład w ten obszar planu żywieniowego sportowca. Podobny scenariusz ma zastosowanie także w odniesieniu do żywności dedykowanej sportowcom oraz suplementów diety, których zastosowanie wydaje się być najbardziej pożądane właśnie w okresie okołostratowym, ponieważ prawidłowo skomponowane produkty sportowe mogą stanowić praktyczną formę wsparcia żywieniowego, zaspokajającego szczególne potrzeby dietetyczne.

#### **WYTYCZNE DOTYCZĄCE NAWODNIENIA: RÓWNOWAGA WODNO-ELEKTROLITOWA**

Odpowiednie nawodnienie przyczynia się do zachowania dobrego zdrowia i sprawności fizycznej. Oprócz zwyczajowej dobowej utraty wody w trakcie oddychania, z przewodu pokarmowego, nerek oraz potu, sportowcy muszą uwzględnić duże ilości start wody wraz z potem produkowanym w trakcie aktywności fizycznej. Proces pocenia się pomaga organizmowi w pozbywaniu się nadmiaru ciepła, wygenerowanego jako produkt uboczny pracy mięśni, często potęgowanego przez warunki środowiskowe. Tym samym pocenie pozwala organizmowi utrzymać temperaturę ciała na akceptowalnym poziomie.<sup>104</sup> Dehydratacja odnosi się do procesu utraty wody z ciała i prowadzi do stanu hipohydratacji. Mimo, że często owych pojęć używa się zamiennie, istnieją między nimi subtelne różnice, ponieważ dehydratacja nawiązuje do procesu, a hipohydratacja skutków utraty wody z organizmu.



W wyniku kaskady wydarzeń, ciepło metaboliczne generowane w wyniku procesu kurczenia się mięśni podczas wykonywania ćwiczeń może w efekcie prowadzić do hipowolemii (zmniejszona objętość osocza/krwi), a w związku z tym obciążenia układu krążenia, zwiększonego zużycia glikogenu, zmian czynności metabolicznych oraz funkcji ośrodkowego układu nerwowego, a także zwiększonego wzrostu temperatury ciała.<sup>104-106</sup> Choć istnieje możliwość doświadczenia stanu hipohydratacji bez współwystępującej hipertermii (definiowanej jako temperatura ciała powyżej 40°C),<sup>107</sup> w niektórych przypadkach dodatkowe obciążenie termiczne związane z hipohydratacją może przyczynić się do zwiększonego ryzyka wystąpienia udaru cieplnego, zagrażającego życiu. Oprócz wody, pot zawiera również znaczne, aczkolwiek zróżnicowane, ilości sodu, a także mniejsze ilości potasu, wapnia oraz magnezu.<sup>104</sup> W celu zachowania homeostazy, optymalnych funkcji organizmu, zdolności wysiłkowych i poczucia dobrego samopoczucia, sportowcy powinni dążyć do podjęcia strategii podaży płynów pozwalających zachować odpowiedni poziom nawodnienia (euhydratacji) przed, podczas i po zakończeniu wysiłku fizycznego. Istnieją jednak sytuacje zależne od sportowca, rodzaju podejmowanych ćwiczeń oraz warunków środowiskowych, w których cel ten jest mniej lub bardziej istotny.

Chociaż odpowiedź organizmu na odwodnienie jest złożona i zindywidualizowana, deficyt wody >2% masy ciała może negatywnie wpływać na funkcje poznawcze i zdolności wysiłkowe w trakcie wykonywania ćwiczeń aerobowych, zwłaszcza w gorącym otoczeniu.<sup>104,105,108,109</sup> Pogorszenie zdolności wysiłkowych podczas wykonywania bardzo intensywnych ćwiczeń, wysiłku beztlenowego, pogorszenie umiejętności technicznych typowych dla konkretnego sportu oraz pogorszenie wydajności podczas wysiłku aerobowego podejmowanego w chłodnych warunkach otoczenia obserwowane jest częściej w przypadku ubytku płynów, na skutek odwodnienia, na poziomie 3-5% masy ciała.<sup>104,105</sup> Głęboka hipohydratacja, odznaczająca się deficytem wody w organizmie sięgającym 6-10% masy ciała ma bardziej wyraźny wpływ na tolerancję wysiłkową, spadek pojemności minutowej serca, produkcję potu oraz przepływ krwi w obrębie skóry oraz mięśni.<sup>107</sup>

Zakładając, że sportowiec znajduje się w stanie równowagi energetycznej, codzienny stan nawodnienia organizmu może być oszacowany w oparciu o monitoring wczesnoporannej masy ciała (zmierzonej po przebudzeniu i oddaniu moczu), ponieważ duże wahania masy ciała zazwyczaj odzwierciedlają zmiany w nawodnieniu organizmu. Ciężar właściwy moczu oraz jego osmolalność, w wyniku pomiaru substancji rozpuszczonych w moczu, również mogą być wykorzystane w celu określenia stanu nawodnienia organizmu. Mocz poddany ocenie powinien pochodzić ze środkowego strumienia pierwszej porannej mikcji. Oceniany ciężar właściwy moczu, który wynosi <1,020, a biorąc pod uwagę zmienność wewnątrzsobniczą <1,025,<sup>106</sup> wskazuje na stan euhydratacji. Osmolalność moczu wynosząca >900 mOsmol/kg odzwierciedla stan hipohydratacji, natomiast wartość wynosząca <700 mOsmol/kg wskazuje na stan euhydratacji. <sup>104,106</sup>

#### Przed ćwiczeniami

Niektórzy sportowcy rozpoczynają ćwiczenia w stanie hipohydratacji, co może negatywnie wpływać na ich zdolności wysiłkowe.<sup>105,110</sup> Intencjonalne dehydratacja w celu „zbitcia wagi“ może skutkować znaczącym deficytem płynów, który może być trudny do odbudowy w okresie pomiędzy ważeniem a rozpoczęciem zawodów. Sportowcy mogą być również odwodnieni na początku ćwiczeń na skutek niedawno zakończonej, długotrwałej sesji treningowej wykonywanej w upale, lub z powodu uczestniczenia w kilku wydarzeniach sportowych w ciągu jednego dnia. <sup>104,105,108,110</sup>

Sportowcy mogą osiągnąć odpowiedni stopień nawodnienia przed podjęciem ćwiczeń poprzez konsumpcję płynów w objętości odpowiadającej ilości od 5 do 10 ml/kg masy ciała, w okresie od 2 do 4 godzin przed rozpoczęciem treningu, w celu uzyskania słomkowego koloru moczu. Jednocześnie należy uwzględnić wystarczającą ilość czasu przed treningiem w celu usunięcia nadmiar płynów. 104,108 Sód zawarty w płynach oraz posiłkach konsumowanych przed rozpoczęciem ćwiczeń może pomóc w zatrzymaniu płynów w organizmie. Pomimo tego, że niektórzy sportowcy próbują doprowadzić do stanu hiperhydratacji przed ćwiczeniami wykonywanymi w gorących warunkach otoczenia, podczas których stopień utraty potu oraz ograniczone możliwości spożycia płynów nieuchronnie prowadzą do istotnych deficytów płynów, zastosowaniem w tym celu glicerolu lub innych środków zwiększających objętość osocza jest obecnie zabronione przez Światową Agencję Antydopingową ([www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)).

### W trakcie ćwiczeń

Tempo pocenia w trakcie wysiłku fizycznego jest bardzo zróżnicowane, sięga od 0,3 do 2,4 L/h i jest zależne od intensywności aktywności fizycznej, czasu trwania wysiłku, poziomu wytrenowania, aklimatyzacji cieplnej, wysokości nad poziomem morza oraz innych warunków środowiskowych (np. upału, wilgotności etc.).<sup>104,106,111,112</sup> W idealnej sytuacji sportowcy powinni w trakcie treningu wypijać taką ilość płynów, w celu uzupełnienia strat wody razem z potem, aby całkowita ilość utraconych płynów została ograniczona do <2% masy ciała. Różne czynniki mogą ograniczać dostępność płynów lub zmniejszać szanse na spożycie płynów w trakcie ćwiczeń, dlatego wśród czołowych, startujących sportowców straty potu zwykle przekraczają ilość spożytych płynów. Niemniej jednak, obserwuje się indywidualne różnice w zachowaniach związanych ze spożywaniem płynów oraz tempem utraty potu, których rezultaty są widoczne w szerokim spektrum zmian statusu nawodnienia sportowców, od znacznego odwodnienia po przewodnienie.<sup>110</sup> Rutynowe pomiary masy ciała przed i po zakończeniu treningu, uwzględniające straty związane z wydalonym moczem i objętością spożytych napojów mogą pomóc sportowcom w oszacowaniu strat potu w trakcie aktywności sportowej, a w następstwie w opracowaniu odpowiedniej strategii uzupełniania płynów.<sup>104</sup> W przypadku braku występowania innych czynników prowadzących do zmiany masy ciała podczas ćwiczeń (np. znaczna utrata glikogenu mięśniowego, która może towarzyszyć długotrwałym wydarzeniom sportowym), ubytek 1 kg masy ciała odpowiada utracie 1 L potu. Plan spożycia płynów, który będzie adekwatny dla większości sportowców oraz wydarzeń sportowych zazwyczaj zakłada konsumpcję płynów na poziomie od 0,4 do 0,8 L/h.<sup>104</sup> Niemniej jednak, zapotrzebowanie na płyny powinno być spersonalizowane dla każdego sportowca pod względem jego indywidualnej tolerancji oraz doświadczenia, a także pod względem możliwości związanych z okazjami do przyjmowania płynów oraz korzyściami wynikającymi ze spożywania innych składników odżywczych (np. węglowodanów) w formie płynnej. Spożywanie zimnych napojów (0,5°C) może pomóc zmniejszyć temperaturę wewnętrzną organizmu, a tym samym poprawić zdolności wysiłkowe podczas ćwiczeń wykonywanych w gorącym otoczeniu. Występowanie pożądanego smaku w napoju może zwiększyć jego smakowitość oraz dobrowolne spożycie płynów. Mimo, że w przypadku sportowców wyczynowych typowym skutkiem sesji treningowej jest postępujący deficyt płynów, w ostatnim dwudziestoleciu obserwuje się rosnącą świadomość faktu, że niektórzy amatorzy sportu spożywają ilości płynów przekraczające ich straty wraz z potem, co z kolei prowadzi do stanu przewodnienia. Nadmierne spożycie płynów w stosunku do strat płynów wraz z moczem oraz potem jest podstawową przyczyną hiponatremii (osoczowe stężenie sodu <135 mmol/L), zwanej także

zatruciem wodnym. Hiponatremia może ulegać zaostrzeniu w przypadku dużych strat sodu wraz z potem oraz jednocześnie w następstwie spożywania płynów o niskiej zawartości sodu.<sup>113,114</sup> Problem ten może zostać także spotęgowany w wyniku nadmiernego spożycia płynów w okresie kilku godzin lub dni poprzedzających wydarzenie sportowe. Problem przewodnienia zazwyczaj obserwuje się wśród rekreacyjnie trenujących amatorów, ponieważ ilość generowanej przez nich mocy oraz tempo pocenia się są niższe w porównaniu do sportowców wyczynowych, z kolei możliwość spożycia płynów i przekonanie o potrzebie picia mogą być większe. Kobiety charakteryzują się z reguły mniejszą powierzchnią ciała i oraz niższym tempem utraty potu niż mężczyźni, dlatego też wydają się być bardziej narażone na problem przewodnienia, a tym samym potencjalnie na problem hiponatremii.<sup>104</sup> Symptomy hiponatremii podczas ćwiczeń występują w szczególności, gdy osoczone stężenie sodu spada poniżej 130 mmol/L, a objawy uwzględniają: wzdęcia, opuchliznę, przyrost masy ciała, nudności, wymioty, ból głowy, poczucie dezorientacji, majaczenie, drgawki, niewydolność oddechową, utratę świadomości, a w przypadku braku interwencji medycznej, nawet śmierć. Mimo, iż uważa się że występowanie hipohydratacji oraz hipernatremii jest powszechniejszym zjawiskiem niż przypadki występowania hiperhydratacji oraz hiponatremii, te ostatnie są znacznie bardziej niebezpieczne i wymagają natychmiastowej interwencji medycznej.<sup>104,106,114</sup>

W przypadkach dużych strat sodu wraz z potem, zaleca się jego podaż w trakcie trwania wysiłku fizycznego. Dotyczy to w szczególności sportowców odznaczających się wysokim tempem potliwości (>1,2 L/h), wysoką koncentracją sodu w pocie lub sytuacjach, w których czas trwania wysiłku fizycznego przekracza 2 godziny.<sup>105,106,109</sup> Pomimo dużej zmienności międzysobicznej, średnie stężenie sodu w pocie wynosi ok. 50 mmol/L (~ 1 g/L), co czyni pot roztworem hipotonicznym w stosunku do osocza. Uczucie pragnienia jest często podyktowane zmianami osmolalności osocza i jest zazwyczaj dobrym wskaźnikiem potrzeby spożycia płynów, a nie objawem odwodnienia sportowca.<sup>108</sup> Starsi sportowcy wraz z upływem lat mogą odczuwać zmniejszające się uczucie pragnienia, dlatego mogą potrzebować zachęty, aby spożywać płyny w trakcie oraz po zakończeniu ćwiczeń. <sup>104</sup>

Mimo, że kurcze mięśni szkieletowych są zazwyczaj spowodowane ich zmęczeniem, mogą one występować wśród zawodników wszystkich dyscyplin sportowych, w różnych warunkach środowiskowych<sup>104</sup> oraz mogą być związane ze zjawiskiem hipohydratacji oraz zaburzeniami równowagi elektrolitowej. Sportowcy, którzy pocą się obficie mogą być bardziej narażeni na występowanie kurczy mięśniowych, w szczególności jeżeli stężenie sodu w pocie jest wysokie oraz dodatkowo nie są oni zaaklimatyzowani do upału oraz otaczających warunków środowiskowych.<sup>115</sup>

Po ćwiczeniach

Większość sportowców po zakończeniu jednostki treningowej doświadcza deficytu płynów, dlatego w okresie regeneracji powysiłkowej konieczne może być przywrócenie odpowiedniego bilansu płynów.<sup>104,110</sup> Strategie nawadniające powinny przede wszystkim uwzględniać umiarkowane tempo spożycia wody oraz sodu w celu zminimalizowania efektu diurezy/utruty moczu.<sup>105</sup> Obecność sodu w żywności/chlorku sodu (dostarczonej wraz żywnością lub płynami) pomaga zatrzymać spożyte płyny w organizmie, w szczególności pomaga utrzymać objętość płynów zewnątrzkomórkowych, w tym osocza. Z tego względu sportowcy nie powinni ograniczać konsumpcji sodu w okresie

powysiłkowym, zwłaszcza jeżeli ćwiczenia doprowadziły do jego dużej utraty wraz z potem. W związku z tym, że po zakończeniu ćwiczeń wciąż utrzymuje się proces pocenia oraz występują obowiązkowe straty moczu, strategia efektywnej rehydratacji wymaga spożycia większej objętości płynów (np. od 125 do 150%) w stosunku do odnotowanego deficytu masy ciała (np. 1,25-1,5 L płynów na każdy utracony 1 kg masy ciała).<sup>104,106</sup>

Nadmierne spożycie alkoholu w okresie regeneracji powysiłkowej, ze względu na diuretyczne właściwości alkoholu, jest niewskazane. Niemniej jednak, wcześniejsze ostrzeżenia dotyczące moczopędnych właściwości kofeiny wydają się być przesadzone, w szczególności jeżeli jest ona spożywana zwyczajowo w umiarkowanej ilości (np. <180 mg). <sup>104</sup>

#### WYTYCZNE DOTYCZĄCE SPOŻYCIA WĘGLOWODANÓW

Dostępność węglowodanów ze względu na swoją istotną rolę jako źródło energii dla mięśni oraz centralnego układu nerwowego, jest czynnikiem ograniczającym zdolności wysiłkowe w trakcie długotrwałych, ciągłych ćwiczeń, a także podczas wysiłków o charakterze interwałowym. Z kolei w przypadku sportów wymagających utrzymania wysokiej intensywności, dostępność węglowodanów jest mniej obowiązkowa. Wyczerpanie zasobów glikogenu mięśniowego wiąże się ze zjawiskiem wystąpienia zmęczenia oraz zmniejszeniem intensywności ćwiczeń o ciągłym charakterze. W przypadku ośrodkowego układu nerwowego nieodpowiednia dostępność węglowodanów wpływa na czynniki rzutujące na zdolności wysiłkowe, takie jak tempo wykonywania ćwiczeń, subiektywne postrzeganie zmęczenia, czynności motoryczne oraz koncentracja.<sup>3,116</sup> Podstawowym elementem promującym optymalizację zdolności wysiłkowych podczas zawodów sportowych oraz kluczowych sesji treningowych jest dopasowanie ustrojowych zasobów węglowodanów w stosunku do zapotrzebowania energetycznego wiążącego się z realizacją podejmowanych ćwiczeń. Strategie promujące dostępność węglowodanów powinny uwzględniać okres przed oraz w trakcie ćwiczeń, lub okres regeneracji pomiędzy kolejnymi startami lub pomiędzy sesjami treningowymi o wysokiej jakości.

#### Optymalizacja procesu uzupełniania zasobów glikogenu mięśniowego

Manipulacje żywieniowe oraz modyfikacja procesu treningowego w okresie kilku godzin oraz kilku dni przed realizacją istotnej jednostki treningowej/startowej pozwala sportowcowi na rozpoczęcie zmagania z zasobami glikogenu mięśniowego współmiernymi do szacowanego kosztu energetycznego podejmowanych ćwiczeń. W przypadku braku dotkliwych uszkodzeń mięśniowych, zapasy glikogenu mogą zostać uzupełnione w ciągu 24 godzin, zakładając odpowiednie spożycie węglowodanów oraz ograniczone obciążenia treningowe<sup>117</sup> (Tabela 1). Zastosowanie strategii znanej jako metoda „ładowania węglowodanami“ prowadzi do zwiększenia zasobów glikogenu mięśniowego, co może okazać się korzystne podczas wydarzeń sportowych trwających >90 minut.<sup>118</sup> Protokół żywieniowo-treningowy prowadzący do superkompensacji glikogenu mięśniowego, który ewaluował na podstawie badań przeprowadzonych w latach 60-tych, może zostać zrealizowany z powodzeniem w ciągu 48 godzin, przynajmniej wśród wytrenowanych sportowców, za pomocą jednocześnie zwiększonej podaży węglowodanów oraz taperingu obciążeń treningowych<sup>36</sup> (Tabela 1). Konsumpcja węglowodanów w formie posiłków lub/i przekąsek, w okresie od 1 do 4 godzin przed rozpoczęciem ćwiczeń, może prowadzić do kontynuacji zwiększania zasobów glikogenu w organizmie, w szczególności zasobów glikogenu wątrobowego, uszczuplonego w czasie nocnego postu<sup>117</sup> Co

więcej, węglowodany dostarczone w okresie przedwysiłkowym mogą stanowić źródło glukozy uwalnianej w jelitach w trakcie trwania wysiłku fizycznego<sup>117</sup>. Wykazano także, że spożycie węglowodanów na poziomie od 1 do 4 g/kg masy ciała, z uwzględnieniem indywidualnych preferencji dotyczących czasu ich konsumpcji, ilości oraz wyborów żywieniowych, związane jest z poprawą wytrzymałości oraz zdolności wysiłkowych w trakcie długotrwałych ćwiczeń (Tabela 1).<sup>117,119</sup>

Generalizując, żywność o niskiej zawartości tłuszczu i błonnika oraz niskiej/umiarkowanej zawartości białka jest preferowanym wyborem w okresie przedwysiłkowym, ponieważ jej spożycie związane jest z mniejszym ryzykiem wystąpienia problemów żołądkowo-jelitowych, a także sprzyja opróżnianiu żołądka z treści pokarmowej.<sup>120</sup> Posiłki w formie płynnych suplementów, ze względu na ich łatwostrawność, mogą okazać się użyteczne dla sportowców, którzy doświadczają stresu w okresie przedstartowym lub nie są pewni harmonogramu rozpoczęcia wydarzenia sportowego. Każdy sportowiec powinien przede wszystkim wybrać taką strategię żywieniową, która w największym stopniu odpowiada jego sytuacji sportowej i jest zgodna z jego wcześniejszymi doświadczeniami, a także może być poddana dalszym korektom w wyniku kolejnych eksperymentów żywieniowych.

Spożycie węglowodanów przed ćwiczeniami nie zawsze jest oczywistym wyborem, ponieważ ze względu na ich efekt metaboliczny związany z sekrecją insuliny, która z kolei prowadzi do ograniczenia mobilizacji i wykorzystania tłuszczów oraz zwiększonej utylizacji węglowodanów.<sup>119</sup> W przypadku niektórych osób może to spowodować przedwczesne wystąpienie zmęczenia.<sup>121</sup> Strategie przeciwdziałające temu problemowi obejmują: konsumpcję przed ćwiczeniami posiłku zawierającego węglowodany w ilości co najmniej 1 g/kg masy ciała, w celu zrekompensowania zwiększonej oksydacji węglowodanów, dodatek białka, a także intensywną rozgrzewkę, w celu nasilenia glukoneogenezy wątrobowej, oraz podaż węglowodanów w trakcie trwania wysiłku fizycznego<sup>122</sup>. Sugeruje się także odmiennie rozwiązanie polegające na konsumpcji posiłku przedtreningowego/startowego zawierającego węglowodany o niskim indeksie glikemicznym, co z kolei może ograniczyć zmiany metaboliczne indukowane konsumpcją węglowodanów, a także może zapewnić stabilne uwalnianie węglowodanów w trakcie trwania wysiłku fizycznego. Chociaż nieliczne badania wykazały, że takie postępowanie dietetyczne prowadzi do poprawy wytrzymałości wysiłkowej, nie stwierdzono aby spożycie posiłków węglowodanowych o niskim indeksie glikemicznym zapewniało uniwersalne korzyści związane z poprawą zdolności wysiłkowych, nawet w przypadku gdy zaburzenia metaboliczne w orkesie przedwysiłkowym są zminimalizowane. Ponadto konsumpcja węglowodanów w trakcie ćwiczeń, jak odnotowano w Tabeli 1, neutralizuje wszelkie skutki metaboliczne oraz wpływ na zdolności wysiłkowe związane ze spożyciem węglowodanów przed wysiłkiem fizycznym.<sup>124</sup>

W zależności od czynników takich jak rodzaj wysiłku fizycznego, warunki środowiskowe, przygotowanie sportowca oraz jego tolerancja na podaż węglowodanów, spożycie węglowodanów w trakcie ćwiczeń związane jest z licznymi korzyściami związanymi z wytrzymałością wysiłkową oraz zdolnościami wysiłkowymi. Mechanizmy wyjaśniające te obserwacje uwzględniają: zjawisko oszczędzania glikogenu, dostarczanie egzogennego substratu energetycznego dla mięśni, zapobieganie hipoglikemii oraz aktywację ośrodków nagrody zlokalizowanych w ośrodkowym układzie nerwowym.<sup>116</sup> Wyniki licznych prac naukowych badających wątek konsumpcji węglowodanów oraz sportu doprowadziły do wniosku, że w zależności od ilości spożytych węglowodanów, a także ich rodzaju oraz czasu podaży, obserwuje się aktywację każdego ze

wspomnianych mechanizmów, które z kolei mogą na siebie wzajemnie oddziaływać podczas różnych wydarzeń sportowych.<sup>36,125</sup> W Tabeli 1 podsumowane zostały obecne wytyczne dotyczące dostarczania energii w trakcie trwania wysiłku fizycznego, odnotowane zostały także przypadki, w których żywienie w trakcie ćwiczeń może oddziaływać na poziomie metabolicznym (wydarzenia sportowe trwające >60-90 minut), a także te w których żywienie może wpływać na ośrodkowy układ nerwowy. Ostatnia koncepcja zakłada, że receptory rozmieszczone w jamie ustnej w wyniku częstego kontaktu z roztworem węglowodanowymi ulegają aktywacji i oddziałują na centralny układ nerwowy, prowadząc tym samym do poprawy zdolności wysiłkowych, a także utrzymania zakładanego tempa ćwiczeń. Oczywiście praktyczne wykorzystanie tych wskazówek wymaga indywidualizacji względem osobistych preferencji oraz doświadczenia sportowca. Wymagane jest również uwzględnienie praktycznych aspektów związanych z możliwościami do pozyskania i spożycia płynów lub posiłków zawierających węglowodany podczas wydarzenia sportowego lub treningu. Szeroki asortyment codziennej żywności, płynów, a także produktów sportowych, włączając w to napoje sportowe, może pomóc w realizacji wytycznych; specjalne produkty sportowe uwzględniają także nowsze rozwiązania, polegające na połączeniu glukozy oraz fruktozy (tzw. „węglowodany wielotransportowe“), co prowadzi do zwiększonej absorpcji jelitowej węglowodanów.<sup>127</sup> Chociaż rozwiązanie to może mieć zastosowanie w sytuacji długotrwałego wysiłku, w trakcie którego zwiększone tempo utleniania węglowodanów egzogennych może pomóc w utrzymaniu intensywności wysiłkowej (co jest szczególnie istotne w obliczu malejących zasobów glikogenu), w świetle dostępnych dowodów korzyści wydają się być niejednoznaczne.

Odbudowa zasobów glikogenu jest jednym z celów regeneracji powysiłkowej, zwłaszcza w sytuacji gdy dwie kolejne jednostki treningowe są zależne od dostępności węglowodanów, a późniejsza sesja treningowa jest priorytetowa pod względem zdolności wysiłkowych. Proces uzupełniania zasobów energetycznych wymaga spożycia odpowiedniej ilości węglowodanów oraz wystarczającej ilości czasu. W związku z tym, że tempo resyntezy glikogenu wynosi tylko ~5% na godzinę, wczesna podaż węglowodanów w okresie regeneracji powysiłkowej (od ~1 do 1,2 g/kg/h w ciągu pierwszych od 4 do 6 godzin) jest użyteczna w kontekście maksymalizacji skutecznego procesu odbudowy „paliwa“ energetycznego.<sup>117</sup> Dopóki całkowita ilość spożytych węglowodanów oraz energii jest odpowiednia, a także realizowane są ogólne cele związane z żywieniem, sportowiec może polegać na swoich preferencjach żywieniowych w zakresie rodzaju węglowodanów oraz czasu ich spożycia; może przy tym bazując na różnych posiłkach oraz przekąskach z szerokiego spektrum asortymentu pożywienia oraz płynów.<sup>36,117</sup> Potrzeba większej ilości badań w celu ustalenia w jaki sposób można skutecznie proces magazynowania glikogenu w przypadku suboptymalnej podaży węglowodanów oraz energii.

#### WYTYCZNE DOTYCZĄCE SPOŻYCIA BIAŁKA

Konsumpcja białka w okresie bezpośrednio przed oraz po zakończeniu ćwiczeń często związana jest ze spożyciem węglowodanów, ponieważ większość sportowców spożywa żywność, napoje oraz suplementy zawierające obydwa makroskładniki. Wykazano, że białko pokarmowe spożywane we wczesnej fazie regeneracji powysiłkowej, w sytuacji niskiej dostępności węglowodanów<sup>128</sup> lub/i ograniczonej podaży energii,<sup>53</sup> skutecznie oraz przyspiesza proces odbudowy glikogenu. Na przykład, ustalono że zdolność regeneracji zdolności wysiłkowych<sup>129</sup> oraz tempo resyntezy glikogenu<sup>53</sup> były podobne wśród sportowców spożywających 0,8 g węglowodanów/kg masy ciała +0,4 g białka/kg masy ciała w porównaniu do sportowców spożywających wyłącznie węglowodany (1,2 g/kg masy ciała). Wykorzystanie tej zależności może wspierać zdolności wysiłkowe, a także może

być korzystne dla sportowców biorących udział w kilku sesjach treningowych lub zawodach sportowych w ciągu tego samego dnia lub następujących po sobie w perspektywie kilku dni.

Mimo że spożycie białka może korzystnie wpływać na proces resyntezy glikogenu, a w przypadku gdy jest konsumowane w bliskim odstępie czasu od sesji wysiłkowej o charakterze siłowym lub wytrzymałościowym także potęgować proces MPS,<sup>59,130</sup> brakuje dowodów pochodzących z dobrze kontrolowanych badań, które wskazywałyby na możliwość bezpośredniej poprawy zdolności wysiłkowych w wyniku jego suplementacji.<sup>131,132</sup> Niemniej jednak, w niewielkiej liczbie badań wykazano, że w wyniku spożycia od ~50 do 100 g białka w okresie występowania opóźnionej bolesności mięśniowej obserwuje się przyspieszony proces regeneracji, definiowany jako tempo odzyskiwania siły statycznej oraz dynamicznej.<sup>133,134</sup> Pomimo tych obserwacji, inne prace nie wykazują poprawy zdolności wysiłkowych wynikających z natychmiastowej, krótkotrwałej podaży białka w bardziej praktycznej ilości, a tym samym możliwej do uwzględnienia w codziennym planie żywieniowym. Ponadto, w badaniach w których wykazano pozytywny skutek związany ze spożyciem białka, grupa kontrolna otrzymywała placebo w formie smakowej wody<sup>133</sup> lub placebo o zróżnicowanej kaloryczności<sup>134</sup>, dlatego też nie można wykluczyć że przyczyną tych obserwacji była dodatkowa podaż energii w okresie powysiłkowym.

Spożycie białka w okresie przed ćwiczeniami, a także w ich trakcie, wydaje się mieć mniejszy wpływ na proces syntezy białek mięśniowych w porównaniu do podaży białka w okresie powysiłkowym. W dalszym ciągu jednak, w zależności od rodzaju treningu, podaż białka przed ćwiczeniami może oddziaływać na proces przebudowy mięśniowej. Wykazano, że jednoczesna konsumpcja białka oraz węglowodanów w trakcie dwugodzinnego, przerywanego treningu o charakterze oporowym stymuluje proces MPS w trakcie trwania wysiłku fizycznego<sup>135</sup>, a to z kolei może prowadzić do wydłużenia okresu metabolicznej adaptacji, zwłaszcza podczas ćwiczeń ultra wytrzymałościowych<sup>136</sup>. Potencjalne korzyści związane z podażą białka przed oraz podczas ćwiczeń mogą odnieść sportowcy, których cele sportowe ukierunkowane są na maksymalizację procesu MPS w odpowiedzi na ćwiczenia oporowe, a także sportowcy zainteresowani usprawnieniem procesu regeneracji po wysiłku ultra wytrzymałościowym.

## **SPORTOWCY WEGETARIANIE**

Sportowcy mogą zdecydować się na przejście na dietę wegetariańską z różnych powodów, etnicznych, religijnych, filozoficznych przekonań zdrowotnych, awersji do pewnych produktów żywnościowych, ograniczeń finansowych czy też w celu zamaskowania zaburzeń odżywiania.

Podobnie jak w przypadku innych ograniczeń żywieniowych wynikających z własnej inicjatywy sportowca, rozsądnym postępowaniem powinno być zweryfikowanie czy sportowiec decydujący się na dietę wegetariańską nie cierpi na zaburzenia odżywiania lub inne formy zaburzeń związanych z jedzeniem. <sup>13,14</sup> Dieta wegetariańska, jeżeli zawiera dużą ilość owoców, warzyw, produktów pełnoziarnistych, orzechów, produktów sojowych, błonnika, fitozwiązków oraz antyoksydantów, może być odżywczą alternatywą dla standardowej diety.<sup>149</sup> Obecnie brakuje badań oceniających wpływ długotrwałego stosowania diety wegetariańskiej wśród sportowców na ich zdolności wysiłkowe.<sup>150</sup>

W zależności od zakresu ograniczeń żywieniowych jakie niesie za sobą dieta wegetariańska, mniejszą lub większą uwagę należy skupić na elementach takich jak: energetyczność diety, białko, tłuszcze, żelazo, cynk, witamina B12, wapń, kwasy tłuszczowe omega-3,<sup>149</sup> oraz niskie spożycie kreatyny oraz karnozyny.<sup>151</sup> Sportowcy-wegetarianie mogą być narażeni zwiększone ryzyko występowania niższej gęstości mineralnej kości oraz złamań przeciążeniowych.<sup>152</sup> Co więcej, pod uwagę należy wziąć także

praktyczne wyzwania, takie jak dostępność odpowiedniego asortymentu żywności podczas podróży, obozów sportowych, restauracjach oraz w obiektach, w których odbywają się zawody sportowe. Korzystna dla sportowców będących wegetarianami może okazać się wyczerpująca ocena planu żywieniowego oraz wsparcie edukacyjne, w celu upewnienia się czy ich model żywieniowy jest w stanie sprostać wymaganiom stawianym przez proces treningowy oraz okres startowy.

#### TEMAT 4: Rola i obowiązki dietetyka sportowego

Praktyczna współpraca żywieniowa ze sportowcami wymaga połączenia wiedzy z zakresu kilku dziedzin: żywienia klinicznego, nauk o żywieniu, fizjologii wysiłku fizycznego, a także umiejętności praktycznego wykorzystania wyników badań naukowych. Coraz częściej sportowcy oraz osoby aktywne fizycznie szukają specjalistów, którzy mogliby im pomóc w doborze optymalnego asortymentu żywności oraz płynów w celu wsparcia oraz poprawy ich zdolności wysiłkowych

Komisja zajmująca się rejestracją dietetyków (ang. Commission on Dietetic Registration; komisja zajmująca się akredytacją dietetyków utworzono z ramienia Akademii Żywienia i Dietetyki) stworzyła unikalny certyfikat dla zarejestrowanych dietetyków specjalizujących się w dietetyce sportowej z dużym doświadczeniem w pracy ze sportowcami. Tytuł „Certyfikowany specjalista w zakresie dietetyki sportowej” (ang. The Board Certified Specialist in Sports Dietetics, CSSD) został utworzony jako główne poświadczenie dla zawodowych dietetyków sportowych w Stanach Zjednoczonych i jest dostępny na arenie międzynarodowej, w tym w Kanadzie. Specjaliści z zakresu dietetyki sportowej zapewniają bezpieczną, efektywną i opartą na dowodach naukowych ocenę żywieniową, a także zajmują się poradnictwem w zakresie profilaktyki prozdrowotnej oraz w zakresie wspierania oraz poprawy zdolności wysiłkowych sportowców. Ich usługi są kierowane do organizacji sportowych, osób indywidualnych, a także grup sportowych. Szczegóły dotyczące powyższego certyfikatu można znaleźć na stronie Komisji Rejestrującej Dietetyków ([www.cdrnet.org](http://www.cdrnet.org)). Zakres wiedzy dotyczącej żywienia sportowców może również zwiększyć poprzez uczestnictwo w uznanych kursach podyplomowych.

Akademia Dietetyki i Żywienia<sup>157</sup> definiuje kompetencje dietetyków sportowych w następujący sposób: „zapewniają medyczną terapię żywieniową w zakresie opieki bezpośredniej, a także są odpowiedzialni za realizację i zarządzanie bezpiecznymi i skutecznymi strategiami żywieniowymi, które prowadzą do poprawy zdrowia, sprawności fizycznej oraz optymalizacji zdolności wysiłkowych.” Rola i obowiązki dietetyków sportowych podczas współpracy ze sportowcami zostały przedstawione na Rycinie 3.

#### LITERATURA:

1. Deakin V, Kerr D, Boushey C. Measuring nutritional status of athletes: clinical and research perspectives. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 5th ed. North Ryde, Australia: McGraw-Hill; 2015:27-53.
2. Manore M, Thompson J. Energy requirements of the athlete: assessment and evidence of energy efficiency. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 5th ed. Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2015:114-139.
3. Spriet LL. New insights into the interaction of carbohydrate and fat metabolism during exercise. *Sports Med*. 2014;44(Suppl 1):S87-S96.
4. Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *The American journal of Clinical Nutrition*. 1980;33(11):2372-2374.
5. Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*. 1984;40(1):168-182.
6. Guebels CP, Kam LC, Maddalozzo GF, Manore MM. Active women before/after an intervention designed to restore menstrual function: resting metabolic rate and comparison of four methods to quantify energy expenditure and energy availability. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2014;24(1):37-46.



7. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9 Suppl):S498-504.
8. U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. 2015 – 2020 *Dietary Guidelines for Americans*. 8th Edition. December 2015. Available at <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>
9. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids*. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005.
10. Loucks AB. Energy balance and energy availability. In: Maughan RJ, ed. *Sports Nutrition, The Encyclopaedia of Sports Medicine, an IOC Medical Commission Publication*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd.; 2013:72-87.
11. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *Br J Sports Med.* 2014;48(4):289.
12. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med.* 2014;48(7):491-497.
13. Garner DM. *Eating Disorder Inventory-3: Professional Manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc; 2004.
14. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition: DSM 5*. Arlington, VA: American Psychiatric Association; 2013.
15. Sundgot-Borgen J, Meyer NL, Lohman TG, et al. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med.* 2013;47(16):1012-1022.
16. Stellingwerff T, Maughan RJ, Burke LM. Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *J Sport Sci.* 2011;29 (Suppl 1):S79-S89.
17. O'Connor H, Slater G. Losing, gaining and making weight for athletes. In: Lanham-New S, Stear S, Sherriffs M, Collins A, eds. *Sport and Exercise Nutrition*. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell; 2011:210-232.
18. Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sport Sci.* 2011;29(Suppl 1):S101-S114.
19. Steffes GD, Megura AE, Adams J, et al. Prevalence of metabolic syndrome risk factors in high school and NCAA division I football players. *J Strength Conditioning Res.* 2013;27(7):1749-1757.
20. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, et al. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Med.* 2012;42(3):227-249.
21. Santos DA, Dawson JA, Matias CN, et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS ONE.* 2014;9(5):e97846.
22. Turocy PS, DePalma BF, Horswill CA, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: safe weight loss and maintenance practices in sport and exercise. *J Athletic Train.* 2011;46(3):322-336.
23. Slater G, Rice A, Jenkins D, Hahn A. Body mass management of lightweight rowers: nutritional strategies and performance implications. *Br J Sports Med.* 2014;48(21):1529-1533.
24. Wilson G, Drust B, Morton JP, Close GL. Weight-making strategies in professional jockeys: implications for physical and mental health and well-being. *Sports Med.* 2014;44(6):785-796.
25. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Koivisto A, Sundgot-Borgen J. Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011;21(2):97-104.
26. Mettler S, Mitchell N, Tipton KD. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(2):326-337.
27. Thomas DM, Martin CK, Lettieri S, et al. Can a weight loss of one pound a week be achieved with a 3500-kcal deficit? Commentary on a commonly accepted rule. *Int J Obes (Lond).* 2013;37(12):1611-1613.

28. Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(3):472-485.
29. Maughan RJ, Gleeson M. *The Biochemical Basis of Sports Performance.* Oxford, United Kingdom: Oxford University Press; 2010.
30. Hawley JA, Burke LM, Phillips SM, Spriet LL. Nutritional modulation of training-induced skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol.* 2011;110(3):834-845.
31. Cole M, Coleman D, Hopker J, Wiles J. Improved gross efficiency during long duration submaximal cycling following a short-term high carbohydrate diet. *Int J Sports Med.* 2014;35(3):265-269.
32. Philp A, Hargreaves M, Baar K. More than a store: regulatory roles for glycogen in skeletal muscle adaptation to exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2012;302(11):E1343-1351.
33. Bartlett JD, Hawley JA, Morton JP. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: Too much of a good thing? *Eur J Sport Sci.* 2014;1-10.
34. Stellingwerff T. Contemporary nutrition approaches to optimize elite marathon performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013;8(5):573-578.
35. Lee JM, Kim Y, Welk GJ. Validity of consumer-based physical activity monitors. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(9):1840-1848.
36. Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Scis.* 2011;29(Suppl 1):S17-S27.
37. Cox GR, Clark SA, Cox AJ, et al. Daily training with high carbohydrate availability increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance cycling. *J Appl Physiol.* 2010;109(1):126-134.
38. Burke LM. Fueling strategies to optimize performance: training high or training low? *Scan J Med Sci Sports.* 2010;20(Suppl 2):48-58.
39. Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci.* 2011;29(Suppl 1):S29-S38.
40. Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *Br J Nutr.* 2012;108(Suppl 2):S158-S167.
41. Miller BF, Olesen JL, Hansen M, et al. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *J Physiol.* 2005;567(Pt 3):1021-1033.
42. Babraj J, Cuthbertson DJ, Rickhuss P, et al. Sequential extracts of human bone show differing collagen synthetic rates. *Biochem Soc Transact.* 2002;30(2):61-65.
43. Churchward-Venne TA, Burd NA, Mitchell CJ, et al. Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. *J Physiol.* 2012;590(Pt 11):2751-2765.
44. Burd NA, West DW, Moore DR, et al. Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *J Nutr.* 2011;141(4):568-573.
45. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University. Joint WHOFAOUNUEC. Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World Health Organization Technical Report Series.* Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2007(935):1-265, back cover.
46. Rosenbloom CA, Coleman EJ. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals.* Academy of Nutrition & Dietetics; 2012.
47. Moore DR, Phillips SM, Slater G. Protein. In: Deakin V, Burke L, eds. *Clinical Sports Nutrition.* 5th ed: McGraw-Hill Education; 2015:94-113. Sydney, Australia.
48. Areta JL, Burke LM, Camera DM, et al. Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following short-term energy deficit. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2014;306(8):E989-E997.
49. Rodriguez NR, Vislocky LM, Gaine PC. Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2007;10(1):40-45.
50. Wall BT, Morton JP, van Loon LJ. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur J Sport Sci.* 2015;15(1):53-62.
51. Phillips SM, Moore DR, Tang JE. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007;(Suppl 17):S58-S76.
52. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin Sports Medicine.* 2007;26(1):17-36.

53. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, van Loon LJ. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010;20(6):515-532.
54. Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(1):161-168.
55. Areta JL, Burke LM, Ross ML, et al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *J Physiol.* 2013;591(Pt 9):2319-2331.
56. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Sonmez GT, Alvar BA. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Condition Res.* 2014;28(10):2909-2918.
57. Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(6):1122-1130.
58. Phillips SM. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. *Sports Med.* 2014;44(Suppl 1):S71-S77.
59. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Aarsland AA, Sanford AP, Wolfe RR. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2007;292(1):E71-E76.
60. Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, et al. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr.* 2007;86(2):373-381.
61. Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. *J Nutr.* 2011;141(9):1626-1634.
62. Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijsen AP, Kuipers H, van Loon LJ. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr.* 2011;93(5):997-1005.
63. Health Canada. Eating Well with Canada's Food Guide. [www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/index-eng.php](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/index-eng.php). Accessed 7 July, 2015.
64. Phinney SD, Bistrian BR, Evans WJ, Gervino E, Blackburn GL. The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metab Clin Experiment.* 1983;32(8):769-776.
65. Volek JS, Noakes T, Phinney SD. Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *Eur J Sport Sci.* 2014:1-8.
66. Havemann L, West SJ, Goedecke JH, et al. Fat adaptation followed by carbohydrate loading compromises high-intensity sprint performance. *J Appl Physiol.* 2006;100(1):194-202.
67. Stellingwerff T, Spriet LL, Watt MJ, et al. Decreased PDH activation and glycogenolysis during exercise following fat adaptation with carbohydrate restoration. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;290(2):E380-E388.
68. Burke LM. Re-examining high-fat diets for sports performance: did we call the "nail in the coffin" too soon? *Sports Med.* 2015;45(1):33-49.
69. Barnes MJ. Alcohol: impact on sports performance and recovery in male athletes. *Sports Med.* 2014;44(7):909-919.
70. Lourenco S, Oliveira A, Lopes C. The effect of current and lifetime alcohol consumption on overall and central obesity. *Eur J Clin Nutr.* 2012;66(7):813-818.
71. Burke LM, Collier GR, Broad EM, et al. Effect of alcohol intake on muscle glycogen storage after prolonged exercise. *J Appl Physiol.* 2003;95(3):983-990.
72. Hobson RM, Maughan RJ. Hydration status and the diuretic action of a small dose of alcohol. *Alcohol Alcoholism.* 2010;45(4):366-373.
73. Parr EB, Camera DM, Areta JL, et al. Alcohol ingestion impairs maximal post-exercise rates of myofibrillar protein synthesis following a single bout of concurrent training. *PLoS ONE.* 2014;9(2):e88384.
74. Burke LM, Read RS. A study of dietary patterns of elite Australian football players. *Can J Sport Sci.* 1988;13(1):15-19.
75. Graham T. Alcohol ingestion and man's ability to adapt to exercise in a cold environment. *Can J Appl Sport Sci.* 1981;6(1):27-31.
76. Verster JC. The alcohol hangover—a puzzling phenomenon. *Alcohol Alcoholism.* 2008;43(2):124-126.

77. Farajian P, Kavouras SA, Yannakoulia M, Sidossis LS. Dietary intake and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14(5):574-585.
78. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition.* 2004;20(7-8):632-644.
79. Volpe SL, Bland E. Vitamins, Minerals, and Exercise. In: Rosenbloom CA, Coleman EJ, eds. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals.* 5th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics; 2012:75-105.
80. Woolf K, Manore MM. B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16(5):453-484.
81. Haymes E. Iron. In: Driskell J, Wolinsky I, eds. *Sports Nutrition: Vitamins and Trace Elements.* New York, NY: CRC/Taylor & Francis; 2006:203-216.
82. Beard J, Tobin B. Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2 Suppl):594S-597S.
83. McClung JP, Karl JP, Cable SJ, et al. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: effects on iron status, physical performance, and mood. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(1):124-131.
84. DellaValle DM. Iron supplementation for female athletes: effects on iron status and performance outcomes. *Curr Sports Med Rep.* 2013;12(4):234-239.
85. Cowell BS, Rosenbloom CA, Skinner R, Summers SH. Policies on screening female athletes for iron deficiency in NCAA division I-A institutions. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13(3):277-285.
86. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Trinder D. Athletic induced iron deficiency: new insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *European Journal of Applied Physiology.* 2008;103(4):381-391.
87. Sim M, Dawson B, Landers G, Trinder D, Peeling P. Iron regulation in athletes: exploring the menstrual cycle and effects of different exercise modalities on hepcidin production. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014;24(2):177-187.
88. Peeling P, Sim M, Badenhorst CE, et al. Iron status and the acute post-exercise hepcidin response in athletes. *PLoS ONE.* 2014;9(3):e93002.
89. Burden RJ, Morton K, Richards T, Whyte GP, Pedlar CR. Is iron treatment beneficial in, iron-deficient but non-anaemic (IDNA) endurance athletes? A meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014.
90. Pojednic RM, Ceglia L. The emerging biomolecular role of vitamin D in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev.* 2014;42(2):76-81.
91. Sinha A, Hollingsworth KG, Ball S, Cheetham T. Improving the vitamin D status of vitamin D deficient adults is associated with improved mitochondrial oxidative function in skeletal muscle. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98(3):E509-513.
92. Ruohola JP, Laaksi I, Ylikomi T, et al. Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *J Bone Mineral Res.* 2006;21(9):1483-1488.
93. Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and athletes. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9(4):220-226.
94. Cannell JJ, Hollis BW, Sorenson MB, Taft TN, Anderson JJ. Athletic performance and vitamin D. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1102-1110.
95. Halliday TM, Peterson NJ, Thomas JJ, Kleppinger K, Hollis BW, Larson-Meyer DE. Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury, and illness in college athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(2):335-343.
96. Lagowska K, Kapczuk K, Friebe Z, Bajerska J. Effects of dietary intervention in young female athletes with menstrual disorders. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11:21.
97. Lewis RM, Redzic M, Thomas DT. The effects of season-long vitamin d supplementation on collegiate swimmers and divers. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2013;23(5):431-440.
98. Moran DS, McClung JP, Kohen T, Lieberman HR. Vitamin D and physical performance. *Sports Med.* 2013;43(7):601-611.
99. Nickols-Richardson SM, Beiseigel JM, Gwazdauskas FC. Eating restraint is negatively associated with biomarkers of bone turnover but not measurements of bone mineral density in young women. *J Am Diet Assoc.* 2006;106(7):1095-1101.
100. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(10):1867-1882.
101. Peternelj TT, Coombes JS. Antioxidant supplementation during exercise training: beneficial or detrimental? *Sports Med.* 2011;41(12):1043-1069.

102. Watson TA, MacDonald-Wicks LK, Garg ML. Oxidative stress and antioxidants in athletes undertaking regular exercise training. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2005;15(2):131-146.
103. Draeger CL, Naves A, Marques N, et al. Controversies of antioxidant vitamins supplementation in exercise: ergogenic or ergolytic effects in humans? *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11(1):4.
104. American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, Eichner ER et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-390.
105. Shirreffs SM, Sawka MN. Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *J Sports Sci.* 2011;29(Suppl 1):S39-S46.
106. Kenefick RW, Cheuvront SN. Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutrition Reviews.* 2012;70(Suppl 2):S137-S142.
107. American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(3):556-572.
108. Goulet ED. Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutr Rev.* 2012;70(Suppl 2):S132-S136.
109. Jeukendrup A, Carter J, Maughan RJ. Competition fluid and fuel. In: Burke L, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition.* 5th ed. North Ryde NSW, Australia: McGraw-Hill Australia Pty Ltd; 2015:377-419.
110. Garth AK, Burke LM. What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports Med.* 2013;43(7):539-564.
111. Mountjoy M, Alonso JM, Bergeron MF, et al. Hyperthermic-related challenges in aquatics, athletics, football, tennis and triathlon. *Br J Sports Med.* 2012;46(11):800-804.
112. Koehle MS, Cheng I, Sporer B. Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine position statement: athletes at high altitude. *Clin J Sports Med.* 2014;24(2):120-127.
113. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci.* 2011;29(suppl 1):S91-S99.
114. Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes-Godek S, et al. Statement of the Third International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Clin J Sports Med.* 2015;25(4):303-320.
115. Bergeron MF. Exertional heat cramps: recovery and return to play. *J Sport Rehab.* 2007;16(3):190-196.
116. Cermak NM, van Loon LJ. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Med.* 2013;43(11):1139-1155.
117. Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.* 2004;22(1):15-30.
118. Hawley JA, Schabort EJ, Noakes TD, Dennis SC. Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. *Sports Med.* 1997;24(2):73-81.
119. Ormsbee MJ, Bach CW, Baur DA. Pre-exercise nutrition: the role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients.* 2014;6(5):1782-1808.
120. Rehrer NJ, van Kemenade M, Meester W, Brouns F, Saris WH. Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. *Int J Sports Nutr.* 1992;2(1):48-59.
121. Foster C, Costill DL, Fink WJ. Effects of preexercise feedings on endurance performance. *Med Sci Sports.* 1979;11(1):1-5.
122. Coyle EF. Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery. *J Sports Sci.* 1991;9 Spec No:29-51; discussion 51-22.
123. Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Carbohydrate feeding before exercise: effect of glycemic index. *Int J Sports Med.* 1991;12(2):180-186.
124. Burke LM, Claassen A, Hawley JA, Noakes TD. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. *Journal of Applied Physiology.* 1998;85(6):2220-2226.
125. Stellingwerff T, Cox GR. Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(9):998-1011.
126. Burke LM, Maughan RJ. The Governor has a sweet tooth – Mouth sensing of nutrients to enhance sports performance. *Eur J Sport Sci.* 2014:1-12.

127. Jeukendrup AE. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010;13(4):452-457.
128. Betts JA, Williams C. Short-term recovery from prolonged exercise: exploring the potential for protein ingestion to accentuate the benefits of carbohydrate supplements. *Sports Med.* 2010;40(11):941-959.
129. Berardi JM, Noreen EE, Lemon PW. Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2008;5:24.
130. Tipton KD, Rasmussen BB, Miller SL, et al. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol. Endocrinol Metab.* 2001;281(2):E197-E206.
131. van Essen M, Gibala MJ. Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(8):1476-1483.
132. Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sports Med.* 2003;13(3):382-395.
133. Etheridge T, Philp A, Watt PW. A single protein meal increases recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(3):483-488.
134. Hoffman JR, Ratamess NA, Tranchina CP, Rashti SL, Kang J, Faigenbaum AD. Effect of a proprietary protein supplement on recovery indices following resistance exercise in strength/power athletes. *Amino Acids.* 2010;38(3):771-778.
135. Beelen M, Koopman R, Gijsen AP, et al. Protein coingestion stimulates muscle protein synthesis during resistance-type exercise. *Am J Physiol. Endocrinol Metab.* 2008;295(1):E70-E77.
136. van Loon LJ. Is there a need for protein ingestion during exercise? *Sports Med.* 2014;44(suppl 1):S105-S111.
137. Health Canada. Pathway for Licensing Natural Health Products Making Modern Health Claims. [www.hc-sc.gc.ca/dhp-mpps/prodnatur/legislation/docs/modern-eng.php#a11](http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mpps/prodnatur/legislation/docs/modern-eng.php#a11). Accessed August 19th, 2015.
138. Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleiner J, Mester J, Schanzer W. Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2009;19(1):97-109.
139. Maughan RJ. Risks and rewards of dietary supplement use by athletes. In: Maughan RJ, ed. *Sports Nutrition, The Encyclopaedia of Sports Medicine, an IOC Medical Commission Publication, 1st Edition.* West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.; 2014.
140. International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, Switzerland. *ISO/IEC 17025:2005 (E).* ISO; 2005.
141. Burke LM, Cato L. Supplements and Sports Foods. In: Burke LM, Deakin V, eds. *Clinical Sports Nutrition, 5th Edition.* 5th ed. North Ryde NSW, Australia: McGraw-Hill Pty Ltd.; 2015:493-591.
142. Australian Institute of Sport. Supplements. [www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements](http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements). Accessed 7 July, 2015.
143. Tarnopolsky MA. Caffeine and creatine use in sport. *Ann Nutr Metab.* 2010;57 Suppl 2:1-8.
144. Astorino TA, Roberson DW. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. *J Strength Conditioning Res.* 2010;24(1):257-265.
145. Burke L, Desbrow B, Spriet L. *Caffeine for Sports Performance.* Human Kinetics; 2013.
146. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med.* 2011;41(10):801-814.
147. Quesnele JJ, Laframboise MA, Wong JJ, Kim P, Wells GD. The effects of beta-alanine supplementation on performance: a systematic review of the literature. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2014;24(1):14-27.
148. Jones AM. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(9):1019-1028.



149. Craig WJ, Mangels AR, American Dietetic A. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc.* 2009;109(7):1266-1282.
150. Berning JR. The Vegetarian Athlete. In: Maughan RJ, ed. *The Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publications, Sports Nutrition.* West Sussux, UK: Wiley; 2014:382-391.
151. Burke DG, Chilibeck PD, Parise G, Candow DG, Mahoney D, Tarnopolsky M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(11):1946-1955.
152. Wentz L, Liu PY, Ilich JZ, Haymes EM. Dietary and training predictors of stress fractures in female runners. *Int J Sports Nutr Exerc Metab.* 2012;22(5):374-382.
153. Ross ML, Martin DS. Heat and Altitude. In: Deakin V, Burke L, eds. *Clinical Sports Nutrition.* 5th ed. pp 767-791. McGraw-Hill Education 2015. Sydney, Australia.
154. Bergeron MF, Bahr R, Bartsch P, et al. International Olympic Committee consensus statement on thermoregulatory and altitude challenges for high-level athletes. *Br J Sports Med.* 2012;46(11):770-779.
155. Meyer NL, Manore MM, Helle C. Nutrition for winter sports. *J Sports Sci.* 2011;29(suppl 1):S127-S136.
156. Cheuvront SN, Ely BR, Wilber RL. Environment and Exercise. In: Maughan RJ, ed. *Sports Nutrition, The Encyclopaedia of Sports Medicine, an IOC Medical Commission Publication, 1st edition.* West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.; 2014:425-438.
157. Steinmuller PL, Kruskall LJ, Karpinski CA, Manore MM, Macedonio MA, Meyer NL. Academy of nutrition and dietetics: revised 2014 standards of practice and standards of professional performance for registered dietitian nutritionists (competent, proficient, and expert) in sports nutrition and dietetics. *J Acad Nutr Diet.* 2014;114(4):631-641. e643.

## MATERIAŁY DODATKOWE NIEOBOWIĄZUJĄCE NA TEŚCIE, ALE WARTE UWAGI

Specyficzne warunki środowiskowe

### WYSOKOŚĆ NAD POZIOMEM MORZA

Ekspozycja na wysokość n.p.m. (tzn. codzienna lub przerywana obecność na wysokości >2000 m) może być elementem specjalnej strategii programu treningowego lub po prostu stanowić codzienne środowisko treningowe sportowca.<sup>153</sup> Jednym z założeń wyspecjalizowanych bloków treningu wysokościowego jest naturalne zwiększenie masy czerwonych krwinek (erytropoeza), w następstwie czego transportowane mogą być większe ilości tlenu, co z kolei prowadzi do poprawy zdolności wysiłkowych.<sup>112</sup> Początkowa ekspozycja na warunki wysokościowe prowadzi do zmniejszenia objętości osocza oraz jednoczesnego wzrostu stężenia hemoglobiny. Wraz z upływem czasu dochodzi do wzrostu netto masy czerwonych krwinek oraz objętości krwi, a w związku z tym skutkuje to większą pojemnością transportową tlenu. Niemniej jednak, przed przystąpieniem do treningu wysokościowego niezbędne jest, aby sportowiec posiadał wystarczające zapasy ustrojowe żelaza, co umożliwi wystąpienie adaptacji hematologicznych.<sup>154</sup> Konsumpcja produktów bogatych w żelazo, z lub bez dodatkowej suplementacji żelazem, może okazać się konieczna przed rozpoczęciem treningu wysokościowego, a także w jego trakcie jego trwania.

Planowana lub trwała ekspozycja na wysokościowe warunki środowiskowe może zwiększać ryzyko zachorowania, infekcji, a także suboptymalnej adaptacji w odpowiedzi na wykonywane ćwiczenia, ze względu na bezpośredni wpływ hipoksji hipobarycznej, nieodpowiednio dobraną objętość oraz intensywność treningu, zaburzoną jakość snu oraz zwiększoną ekspozycję na promienie UV.<sup>155</sup> Wraz ze wzrastającą wysokością możliwość wystąpienia negatywnych skutków jest wyższe, dlatego potrzebny jest dłuższy okres aklimatyzacji w celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia choroby wysokościowej.<sup>155</sup> Odpowiednie postępowanie dietetyczne jest niezbędne, zarówno w kontekście maksymalizacji uzyskania pożądaných efektów indukowanych treningiem wysokościowym, jak również w zakresie wspierania organizmu w następstwie długotrwałej ekspozycji na środowisko wysokościowe. Kluczowe problemy związane z żywieniem obejmują prawidłowy poziom spożycia: energii, węglowodanów, białka, płynów, żelaza oraz produktów bogatych w antyoksydanty.<sup>112</sup> Zwiększone ryzyko odwodnienia wynikające z przebywania na dużej wysokości związane jest z początkowym problemem diurezy, zwiększoną wentylacją, niską wilgotnością powietrza oraz stratami potu w trakcie treningu. Niektórzy eksperci sugerują, że ze względu na warunki wysokościowe dzienne zapotrzebowanie na płyny, w okresie treningowych oraz podczas zawodów, może wynosić nawet od 4 do 5 litrów, podczas gdy inni eksperci zachęcają do monitorowania stanu nawodnienia w celu indywidualnego ustalenia zapotrzebowania na płyny.<sup>112</sup>

### WARUNKI EKSTREMALNE

Wyzwania jakie niosą za sobą ekstremalne warunki środowiskowe (np. upał, chłód, wilgotność, duża wysokością n.p.m.), wymagają od sportowca adaptacji fizjologicznej, behawioralnej oraz technologicznej, w celu umożliwienia podejmowania wysiłku fizycznego na najwyższym poziomie sportowym. Zmiany warunków środowiskowych stymulują termoregulacyjną aktywność neuronów w mózgu, prowadząc do: zwiększonej utraty ciepła (pocenie się i rozszerzenie naczyń krwionośnych skóry), zapobiegania utraty ciepła (skurcz naczyń krwionośnych skóry) lub przyrostu ciepła (dreszcze).



Aktywacja układu współczulnego, w celu utrzymania odpowiedniej temperatury wewnętrznej organizmu, prowadzi do zmian przepływu krwi w obrębie skóry, przekazując ciepło za pomocą konwekcji z wnętrza organizmu w kierunku skóry (lub na odwrót). W zależności od panujących warunków środowiskowych, tj. gorącego lub zimnego otoczenia, odmienne problemy żywieniowe wymagają uwagi sportowca.107,155,156

#### Gorące warunki środowiskowe

W sytuacji, gdy temperatura otoczenia przekracza temperaturę ciała, ciepło nie może być rozpraszane za pomocą promieniowania; z kolei w przypadku dużej wilgotności względnej powietrza możliwość pozbywania się nadmiaru ciepła przez odparowywanie potu jest znacznie ograniczona.107,156 Choroba cieplna spowodowana ekspozycją na skrajnie wysoką temperaturę może powodować zmiany apetytu oraz może być przyczyną poważnych konsekwencji zdrowotnych (tj. wyczerpanie cieplne i powysiłkowy udar cieplny). Wyczerpanie cieplne charakteryzuje się niezdolnością utrzymania rzutu serca, które związane jest ze stresem termicznym indukowanym ćwiczeniami, będącym przyczyną podwyższonej temperatury skóry, z lub bez współwystępującej hipertermii (>38,5°C). Objawy wyczerpania cieplnego mogą obejmować niepokój, zawroty głowy oraz omdlenia. Powysiłkowy udar cieplny (hipertermia wewnętrzna organizmu, zazwyczaj >40°C) jest najpoważniejszą dolegliwością, która prowadzi do wielonarządowych dysfunkcji, w tym: obrzęku mózgu, z objawami zaburzeń ośrodkowego układu nerwowego; majaczenia; drgawek, w związku, z czym może zagrażać życiu. 107,156

Sportowcy startujący w długotrwałych zawodach sportowych, organizowanych w gorącym otoczeniu (np. mecz tenisowy lub maraton), a także sportowcy zmuszeni do noszenia nadmiernej ilości warstw odzieży (np. zawodnicy futbolu amerykańskiego lub zawodnicy jeżdżący na BMX-ach), narażeni są na największe ryzyko wystąpienia choroby z przegrzania.111 Strategie mające na celu ograniczenie wysokiej temperatury skóry oraz dużych strat potu (płyny i elektrolity) są niezbędne. Ich celem jest zminimalizowanie problemów związanych z układem sercowo-naczyniowym oraz hipertermią, które mogą upośledzać zdolności wysiłkowe podczas ćwiczeń wykonywanych w upale. Sportowcy narażeni na sytuacje wystąpienia choroby z przegrzania powinni być regularnie monitorowani.107,156 Konkretnie strategie powinny obejmować: okres aklimatyzacji, zindywidualizowany plan nawodnienia, regularne monitorowanie stanu nawodnienia, rozpoczynanie ćwiczeń z odpowiednim poziomem nawodnienia, spożywanie zimnych płynów podczas ćwiczeń, a także uwzględnienie w diecie źródeł elektrolitów.107,156

#### Zimne warunki środowiskowe

Utrzymanie zdolności wysiłkowych w niskiej temperaturze otoczenia może stawiać przed sportowcem kilka wyzwań dietetycznych, które wymagają starannego zaplanowania optymalnego wsparcia żywieniowego. Wiele dyscyplin sportowych wymaga od sportowców trenowania i konkurowania w zimnych warunkach otoczenia, poczynając od sportów wytrzymałościowych (np. narciarstwo biegowe), a kończąc na sportach ocenianych przez sędziów (np. narciarstwo dowolne). Co więcej drastyczne, niespodziewane zmiany warunków środowiskowych mogą spowodować, że zawody odbywające się przy cieplej pogodzie (np. wyścig kolarstwa górskiego lub zawody triathlonowe), w krótkim czasie zamienią się w wydarzenie sportowe przebiegające w skrajnie niskich temperaturach, zmuszając nieprzygotowanych sportowców do konkurowania w zimnym otoczeniu.

Główne obawy związane z podejmowaniem wysiłku fizycznego w niskich temperaturach dotyczą utrzymania odpowiedniego poziomu nawodnienia i temperatury organizmu sportowca.<sup>156</sup> Niemniej jednak, produkcja ciepła wynikająca z kontynuacji wysiłku fizycznego oraz odpowiednia odzież są w większości przypadków wystarczające, aby zminimalizować straty ciepła związane z chłodnym otoczeniem.<sup>155,156</sup> Sportowcy dążący do sukcesu sportowego, o ile są odpowiednio przygotowani (np. ściągają mokre ubrania i utrzymują ciepłotę mięśni po wykonaniu ćwiczeń w zakresie rozgrzewki), są w stanie tolerować dotkliwie niską temperaturę otoczenia. Mniejsi, szczuplejsi sportowcy ze względu na zwiększoną produkcję ciepła, wymaganą w celu utrzymania temperatury wewnętrznej organizmu, oraz z powodu mniejszej zawartości tkanki tłuszczowej, a tym samym mniejszej izolacji termicznej, narażeni są na większe ryzyko wystąpienia hipotermii. Pod względem metabolicznym, zapotrzebowanie na energię (z węglowodanów) ulega zwiększeniu, zwłaszcza w przypadku występowania dreszczy utrzymujących temperaturę wewnętrzną organizmu. <sup>155,156</sup>

Niektóre czynniki mogą zwiększać ryzyko wystąpienia odwodnienia podczas wykonywania ćwiczeń w zimnych warunkach otoczenia, np. diureza indukowana zimnem, zaburzenia uczucia pragnienia, zmniejszona chęć picia, ograniczony dostęp do płynów, własne ograniczenia konsumpcji płynów w celu minimalizacji oddawania moczu, straty potu związane ze zbyt dużą ilością warstw odzieży oraz zwiększona respiracja wynikająca z warunków wysokościowych.

W przypadku zimnych warunków otoczenia, hipohydratacja na poziomie deficytu 2-3% masy ciała jest mniej szkodliwa dla sportowców wytrzymałościowych, w porównaniu do podobnych strat występujących podczas upału. <sup>104,155,156</sup> Dotkliwa ekspozycja na zimno może być bardziej problematyczna w okresie treningowym, aniżeli podczas zawodów sportowych, podczas których, w przypadku niekorzystnych warunków atmosferycznych, sędziowie mogą opóźnić czas rozpoczęcia zawodów. Z kolei w trakcie procesu treningowego podobna pogoda nie przeszkodziłaby w dalszym kontynuowaniu ćwiczeń. W trakcie wykonywania ćwiczeń, zarówno w gorącym, jak i zimnym otoczeniu, zapotrzebowanie energetyczne sportowców, spożycie makroskładników odżywczych, zmiany masy ciała oraz poziom nawodnienia powinny być regularnie monitorowane. Uświadomienie sportowców w zakresie zmieniających się potrzeb energetycznych, zróżnicowanego zapotrzebowania na węglowodany oraz strategii sprzyjających regeneracji powysiłkowej, zgodnie z wymaganiami stawianymi przez proces treningowy oraz zawody sportowe, sprzyja promowaniu procesu optymalizacji adaptacji treningowej, a także utrzymaniu zdrowia. Praktyczne porady dotyczące przygotowania oraz wyboru odpowiednich pokarmów i płynów odpornych na oddziaływanie niskiej temperatury, zapewnią sportowcom dobre przygotowanie do radzenia sobie z ekstremalnymi warunkami pogodowymi.