

## Materiały z wykładu – ŻYWIENIE OSÓB AKTYWNYCH FIZYCZNIE

dr n. med. Emilia Korek  
Katedra i Zakład Fizjologii

### Zapotrzebowanie energetyczne

Zapotrzebowanie na energię jest definiowane jako ilość energii zawarta w pożywieniu, potrzebna do zbilansowania wydatku energetycznego, związanego z utrzymaniem masy ciała, składu ciała i wszelką aktywnością fizyczną, która zapewni dobry stan zdrowia w długim okresie.

Obliczanie całkowitego zapotrzebowania energetycznego:

$$TEE = BMR \times PAL$$

TEE = całkowity dobowy wydatek energetyczny (Total Energy Expenditure)

BMR = podstawowa przemiana materii (Basal Metabolic Rate)

PAL = współczynniki aktywności fizycznej (Physical Activity Level)

PAL w zależności od poziomu aktywności fizycznej wynosi:

1,2-1,39 – osoba leżąca/brak aktywności fizycznej

1,4-1,69 – mało aktywny tryb życia

1,7-1,99 – średnio aktywny tryb życia

2,0-2,40 – bardzo aktywny tryb życia

> 2,4 – sportowiec wyczynowy

Wzór ten odznacza się małą precyzją, w związku z oceną wartości PAL, dlatego dla osób aktywnych fizycznie sugeruje się, aby korzystać ze wzoru:

$$TEE = BMR \times 1,4 + EEE$$

EEE = energia wydatkowana na aktywność fizyczną (Exercise Energy Expenditure)

Uwaga! W przypadku bardzo intensywnego treningu można dodać ok. 150 kcal na regenerację.

### Zapotrzebowanie na składniki pokarmowe

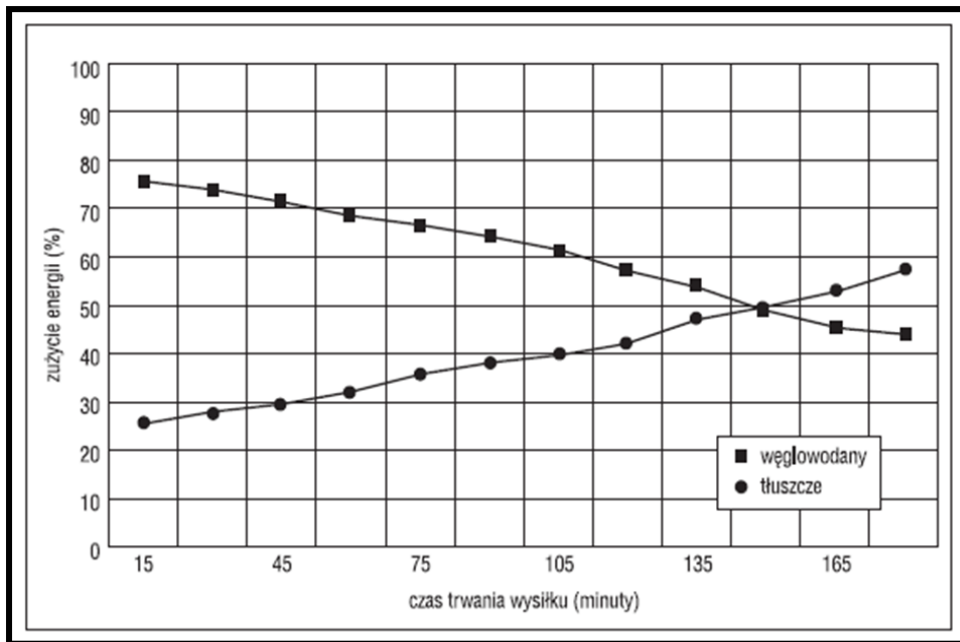
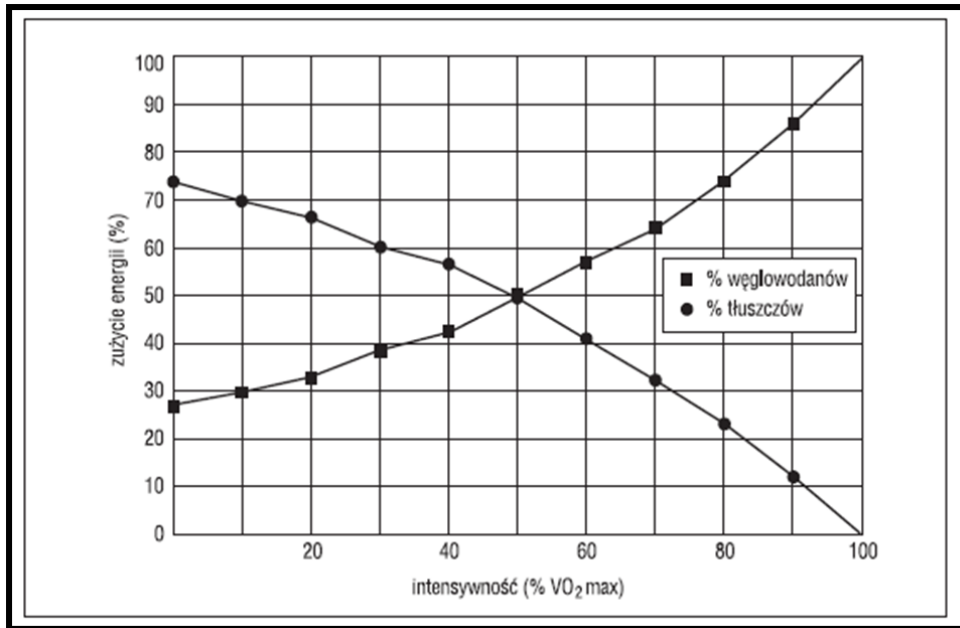
Udział energii ze składników odżywczych w diecie dorosłych:

- Białka – 10-20%
- Tłuszcze – 20-35%
- Węglowodany – 45-65%

[M. Jarosz (red.): 2017: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja, Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa]

Czynniki determinujące wykorzystanie substratów energetycznych, tj. węglowodanów i tłuszczów podczas wysiłku wytrzymałościowego:

- intensywność wysiłku fizycznego
- czas trwania wysiłku fizycznego



Zawartość glikogenu w mięśniach zależnie od rodzaju stosowanej diety:

Dieta	Glikogen w mięśniach	Czas wysiłku
Dieta mieszana (50% energii z W)	106 mmol/kg	115 minut
Dieta niskowęglowodanowa (5% energii z W)	38 mmol/kg	60 minut
Dieta wysokowęglowodanowa (> 82% energii z W)	204 mmol/kg	170 minut

[Bergstrom et al. (1967)]

Wniosek: wyjściowy poziom glikogenu w komórce mięśniowej warunkuje długotrwałą pracę w sporcie.

## Węglowodany w sporcie

- podaż węglowodanów przed treningiem
  - zachowanie rezerw węglowodanowych ustroju, w tym ilości glikogenu w mięśniach
  - opóźnienie początków zmęczenia
  - poprawa zdolności do wykonywania wysiłku długotrwałego
- podaż węglowodanów w trakcie treningu
  - podtrzymywanie zdolności do wykonywania wysiłku przez utrzymywanie odpowiedniego stężenia glukozy we krwi
- podaż węglowodanów po treningu
  - ułatwienie resyntezy zapasów węglowodanowych

Sposoby dostarczenia odpowiedniej ilości węglowodanów:

- stosowanie diety wysokowęglowodanowej
- spożywanie napojów sportowych i innych przekąsek bogatych w węglowodany podczas wysiłku
- wykorzystanie „okna węglowodanowego” (podaż węglowodanów w ciągu pierwszych 15-30 minut po zakończeniu wysiłku)
- obciążanie węglowodanami przez trzy dni przed zawodami (metoda superkompensacyjna)

Zalecana podaż węglowodanów:

- 3-5 g/kg masy ciała/dobę – ćwiczenia techniczne lub o niskiej aktywności
- 5-7 g/kg masy ciała/dobę – umiarkowane obciążenia treningowego (np. ~ 1 h/d)
- 6-10 g/kg masy ciała/dobę – program treningowy o charakterze wytrzymałościowym (np. 1-3 h/d ćwiczeń o umiarkowanej lub wysokiej intensywności)
- 8-12 g/kg masy ciała/dobę – zawodnicy biorący udział w ekstremalnych ćwiczeniach wytrzymałościowych trwających > 4-5 h/d (np. Tour de France)

Zalecana podaż węglowodanów w okresie treningów:

- > 60 minut przed podjęciem wysiłku fizycznego
  - 1-4 g/kg masy ciała węglowodanów skonsumowanych 1-4 h przed podjęciem wysiłku fizycznego
- podczas wysiłku
  - wysiłek < 45 minut – niepotrzebne
  - wysiłek 45-75 minut – niewielkie ilości, w tym technika płukania jamy ustnej roztworem węglowodanowym
- w trakcie ćwiczeń wytrzymałościowych
  - jeśli trening trwa 1-2,5 h – 30-60 g/h
- w trakcie ćwiczeń ultrawytrzymałościowych
  - jeśli trening trwa > 2,5-3 h – do 90 g/h
- wczesna faza regeneracji powysiłkowej (od 0 do 2 h po zakończeniu ćwiczeń)
  - 1-1,2 g/kg masy ciała oraz kontynuacja ich spożycia przez kolejne 4 do 6 godzin

## Białko w sporcie

Białko przed, po czy w trakcie treningu?

- podaż białka w okresie regeneracji powysiłkowej wpływa korzystnie na resyntezę glikogenu
- podane bezpośrednio po zakończeniu sesji treningowej (siłowej lub wytrzymałościowej) – potęguje proces syntezy białek mięśniowych
- brak wystarczających dowodów, że podaż białka bezpośrednio wpływa na poprawę zdolności wysiłkowych
- ale: spożycie od 50 do 100 g białka w okresie występowania opóźnionej bolesności mięśniowej przyspiesza proces regeneracji – tempo odzyskiwania siły statycznej oraz dynamicznej
- spożycie białka w okresie przed ćwiczeniami, a także w ich trakcie – mniejszy wpływ na proces syntezy białek mięśniowych w porównaniu do podaży białka w okresie powysiłkowym
- potencjalne korzyści związane z podażą białka przed oraz podczas ćwiczeń mogą odnieść sportowcy, których cele sportowe ukierunkowane są na maksymalizację procesu syntezy białek mięśniowych w odpowiedzi na ćwiczenia oporowe, a także sportowcy zainteresowani usprawnieniem procesu regeneracji po wysiłku ultrawytrzymałościowym

Zalecana podaż białka:

- według aktualnych danych podaż białka pokarmowego niezbędna do wspierania procesu adaptacji na poziomie metabolicznym, naprawy, przebudowy, a także obrotu białka w organizmie zazwyczaj waha się w przedziale od 1,2 do 2,0 g/kg masy ciała/dobę
- podaż białka w ilości > 2,0 g/kg masy ciała/dobę – jedynie w sytuacji ograniczonej dostępności energii lub w przypadku braku aktywności fizycznej w następstwie urazu

Zalecana podaż białka po treningu:

- badania laboratoryjne pokazują, że synteza białek mięśniowych indukowana ćwiczeniami jest optymalizowana poprzez konsumpcję białka o wysokiej wartości biologicznej, dostarczającego 10 g aminokwasów egzogennych, we wczesnej fazie regeneracji (od 0 do 2 h po zakończeniu ćwiczeń)
- wartość ta odpowiada rekomendacji spożycia białka w ilości 0,25 do 0,3 g/kg masy ciała lub porcji 15-25 g białka

Jakie białko dla sportowca?

- długotrwałe badania uwzględniające interwencję treningową wykazały, że podaż białek pochodzenia mlecznego, po zakończeniu ćwiczeń o charakterze oporowym, związana jest ze zwiększeniem siły mięśni oraz pozytywnie wpływa na zmiany kompozycji składu ciała
- dodatkowo, dostępne dane potwierdzają nasilenie procesu syntezy białek mięśniowych po spożyciu pełnego mleka, chudego mięsa, a także suplementów diety, z których część zawiera izolowane białka serwatkowe, kazeiny, soi oraz jaj
- obecnie białka pochodzenia mlecznego wydają się być lepsze od innych testowanych białek, głównie ze względu na wysoką zawartość leucyny oraz kinetykę trawienia oraz wchłaniania aminokwasów o rozgałęzionym łańcuchu bocznym, znajdujących się w płynnych produktach nabiałowych

- niemniej jednak, kolejne badania są niezbędne w celu oceny wpływu innych źródeł wysokiej jakości białek, dostarczonych w niezmienionej postaci (np. jaja, wołowina, wieprzowina, skoncentrowane białka roślinne), a także posiłków mieszanych

### **Tłuszcz w sporcie**

- spożycie tłuszczu przez sportowców powinno być zgodne z wytycznymi wskazywanymi przez towarzystwa naukowe oraz powinno podlegać indywidualizacji w zależności od treningu oraz celów dotyczących kompozycji składu ciała

### **Mikroskładniki w żywieniu sportowców**

Ćwiczenia fizyczne = obciążenie szlaków metabolicznych + adaptacje biochemiczne tkanki mięśniowej = wzrost zapotrzebowania na niektóre mikroskładniki odżywcze (najczęściej dotyczy to mikroskładników takich jak wapń, witamina D, żelazo oraz niektórych antyoksydantów)

Suplementacja wskazana jest u sportowców, którzy:

- często ograniczają spożycie energii
- podejmują się ekstremalnych praktyk utraty masy ciała
- eliminują jedną lub więcej grup produktów żywnościowych z diety
- spożywają nieprawidłowo zbilansowane posiłki

### **Żelazo w sporcie**

- niedobór żelaza (z lub bez występującej anemii) = zaburzone funkcjonowanie tkanki mięśniowej oraz ograniczona wydolność fizyczna sportowca i pogorszenie adaptacji treningowej oraz słabsze wyniki sportowe
- suboptymalny status zaopatrzenia organizmu w żelazo często jest wynikiem ograniczonego spożycia produktów żywnościowych będących źródłem żelaza hemowego oraz nieodpowiedniej podaży energii wraz z dietą

Zapotrzebowanie na żelazo:

- zapotrzebowanie na żelazo dla sportowców płci żeńskiej – nawet o 70% wyższe w porównaniu do średniego zapotrzebowania dla grupy (EAR)
- sportowcy znajdujący się w grupie ryzyka (np. biegacze długodystansowi, wegetarianie lub osoby regularnie oddające krew) powinni być regularnie badani, a także powinni starać się dostarczać wraz z dietą żelazo w ilościach wyższych niż zalecane dzienne spożycie (RDA) tj.: > 18 mg dla kobiet i > 8 mg dla mężczyzn

### **Witamina D w sporcie**

Rosnąca liczba badań potwierdza związek pomiędzy stężeniem witaminy D a:

- prewencją urazów
- procesem rehabilitacji
- poprawą czynności nerwowo-mięśniowych
- zwiększonym rozmiarem włókien mięśniowych typu II

- zmniejszeniem stanów zapalnych
- zmniejszeniem ryzyka złamań przeciążeniowych
- występowaniem ostrych chorób układu oddechowego

Zapotrzebowanie na witaminę D w sporcie:

- określenie zapotrzebowania na witaminę D sprzyjającego zachowaniu optymalnego zdrowia oraz zdolności wysiłkowych jest skomplikowanym procesem
- wydaje się, że stężenie witaminy D oscylujące w granicach od 80 nmol/L do 100 nmol/L, a nawet do 125 nmol/L jest rozsądną wartością docelową w kontekście optymalizacji adaptacji indukowanych procesem treningowym
- obecne dane nie potwierdzają ergogenicznych właściwości witaminy D w odniesieniu do sportowców

W badaniach Lewis i wsp. wykazano, że suplementacja witaminy D w ilości 4,000 IU/d (100 ug), wśród sportowców, u których jej wyjściowe stężenie w surowicy wynosiło 130 nmol/L, była w stanie utrzymać jej stały poziom przez okres 6 miesięcy (średnia zmiana 2,5 nmol/L), podczas gdy sportowcy otrzymujący placebo doświadczyli średniego spadku stężenia witaminy D o 50 nmol/L.

[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]

### **Wapń w sporcie**

- suplementacja wapnia powinna zostać ustalona po dokładnej ocenie zwyczajowego pobrania wapnia wraz z dietą
- w celu optymalizacji zdrowia układu kostnego wśród sportowców z problemem niskiej dostępności energii lub z zaburzeniami miesiączkowania zaleca się spożycie:
  - wapnia – 1500 mg/dobę
  - witaminy D – 1500-2000 IU na dobę

### **Antyoksydanty w sporcie**

- obecnie dostępne dane naukowe nie zalecają suplementacji antyoksydantami jako środka zapobiegawczego przeciw stresowi oksydacyjnemu indukowanemu ćwiczeniami fizycznymi
- jeśli sportowcy zdecydują się na kontynuację suplementacji, powinni zostać poinformowani, aby nie przekraczali górnego tolerowanego poziomu spożycia dla poszczególnych antyoksydantów, ponieważ wyższe dawki mogą działać prooksydacyjnie
- najbezpieczniejszą i najbardziej efektywną strategią zapewniającą dostarczenie związków o właściwościach antyoksydacyjnych jest stosowanie dobrze zbilansowanej diety, bogatej w produkty obfite w antyoksydanty

### **Podsumowanie**

- sportowcy powinni być świadomi, że przyjmowanie suplementów będących źródłem składników mineralnych oraz antyoksydantów nie prowadzi do poprawy zdolności wysiłkowych, chyba że ich użycie związane jest z korektą istniejących uprzednio niedoborów
- dostępna literatura dotycząca suplementacji mikroskładnikami niejednokrotnie przedstawia niejednoznaczne rezultaty oraz nieprzekonujące dowody naukowe

## Regulowanie masy ciała w sporcie

Normy zawartości tkanki tłuszczowej:

Wiek (lata)	Normy zawartości tkanki tłuszczowej dla kobiet (%)			
	Niedobór	Norma	Nadwaga	Otyłość
20-39 lat	< 21,0%	21,0-32,9%	33,0-38,9%	≥ 39,0%
40-59 lat	< 23,0%	23,0-33,9%	34,0-39,9%	≥ 40,0%
60-79 lat	< 24,0%	24,0-35,9%	36,0-41,9%	≥ 42,0%
Wiek (lata)	Normy zawartości tkanki tłuszczowej dla mężczyzn (%)			
	Niedobór	Norma	Nadwaga	Otyłość
20-39 lat	< 7,0%	7,0-19,9%	20,0-24,9%	≥ 25,0%
40-59 lat	< 10,0%	10,0-21,9%	22,0-27,9%	≥ 28,0%
60-79 lat	< 12,0%	12,0-24,9%	25,0-29,9%	≥ 30,0%

[Gallagher et al. 2000]

Minimalna ilość tkanki tłuszczowej, poniżej której nie można stosować diety redukcyjnej wynosi:

- u dorosłych kobiet: 12% całkowitej masy ciała
- u nastoletnich zawodniczek: 14% całkowitej masy ciała
- u mężczyzn: 5-7% masy ciała

Zalecana wartość tkanki tłuszczowej u sportowców:

- zawodniczki:
  - poniżej 18% - uznaje się za niski
  - od 18% do 20% - uznaje się za optymalny
  - od 20% do 22% - uznaje się za prawidłowy
  - od 22% do 24% - uznaje się za wysoki
  - powyżej 24% - uznaje się za bardzo wysoki
- zawodnicy:
  - poniżej 8% - uznaje się za niski
  - od 8% do 10% - uznaje się za optymalny
  - od 10% do 12% - uznaje się za prawidłowy
  - od 12% do 14% - uznaje się za wysoki
  - powyżej 14% - uznaje się za bardzo wysoki

Racjonalna redukcja masy ciała w sporcie:

- niewielki ujemny bilans energetyczny
- utrzymanie zawartości tkanki mięśniowej
- stopniowe zmniejszanie zawartości tkanki tłuszczowej
- unikanie znaczącej redukcji tempa metabolizmu spoczynkowego
- optymalne spożycie witamin i minerałów

Skutki gwałtownej redukcji masy ciała:

- dehydratacja
- utrata zapasów glikogenu
- strata tkanki mięśniowej
- spadek wydolności fizycznej

Kaloryczność diety redukcyjnej w sporcie:

- deficyt 250-500 kcal od zmiennego dziennego zapotrzebowania
  - wydatki energetyczne bez zmian lub niewielki wzrost
  - dodatkowe ćwiczenia aerobowe – mogą przynosić pozytywny skutek
- deficyt 10-20% TEE
  - mniejszy niedobór kcal = spalanie tkanki tłuszczowej
  - przy większym niż 20% deficycie kcal – zwalnia metabolizm, wzrasta spalanie białek i zużycie glikogenu
  - większe deficyty energetyczne = uczucie zmęczenia i głodu = trudniej utrzymać dietę

Węglowodany w diecie redukcyjnej w sporcie:

- nie należy spożywać mniej niż 4 g węglowodanów/kg masy ciała/dobę
- redukcja węglowodanów – proporcjonalna do redukcji kalorii

Białko w diecie redukcyjnej w sporcie:

- od 1,2 do 2,0 g/kg masy ciała/dobę (średnio 1,6 g/kg masy ciała/dobę)
- wyższe spożycie białka może być wskazane krótkoterminowo – podczas intensywnych okresów treningowych lub w sytuacji obniżonej dostępności energii

Tłuszcz w diecie redukcyjnej w sporcie:

- dostarczanie wraz z dietą < 20% energii pochodzącej z tłuszczów nie niesie za sobą korzyści w kontekście poprawy zdolności wysiłkowych
- deklaracje stwierdzające, że przestrzeganie diety o bardzo wysokiej zawartości tłuszczu z jednoczesnym ograniczeniem udziału węglowodanów związane jest z dodatkowymi korzyściami w zakresie poprawy/utrzymania zdolności wysiłkowych wyczynowych sportowców nie znajdują obecnie wsparcia w literaturze naukowej