



Żywnienie pozajelitowe w oddziale intensywnej terapii

- optymalizacja leczenia w dobie
kalorymetrii pośredniej.

27 kwiecień 2015
Warszawa | Polska



Podstawy teoretyczne kalorymetrii pośredniej

dr hab. med. Jacek Sobocki

Klinika Chirurgii Ogólnej i Żywienia Klinicznego
Warszawski Uniwersytet Medyczny

Żywienie w OIT

- Każdy chory w OIT musi być żywiony
 - Niedożywienie wydłuża czas pobytu w OIT i zwiększa śmiertelność
 - OIT = 3 pkt NRS 2002

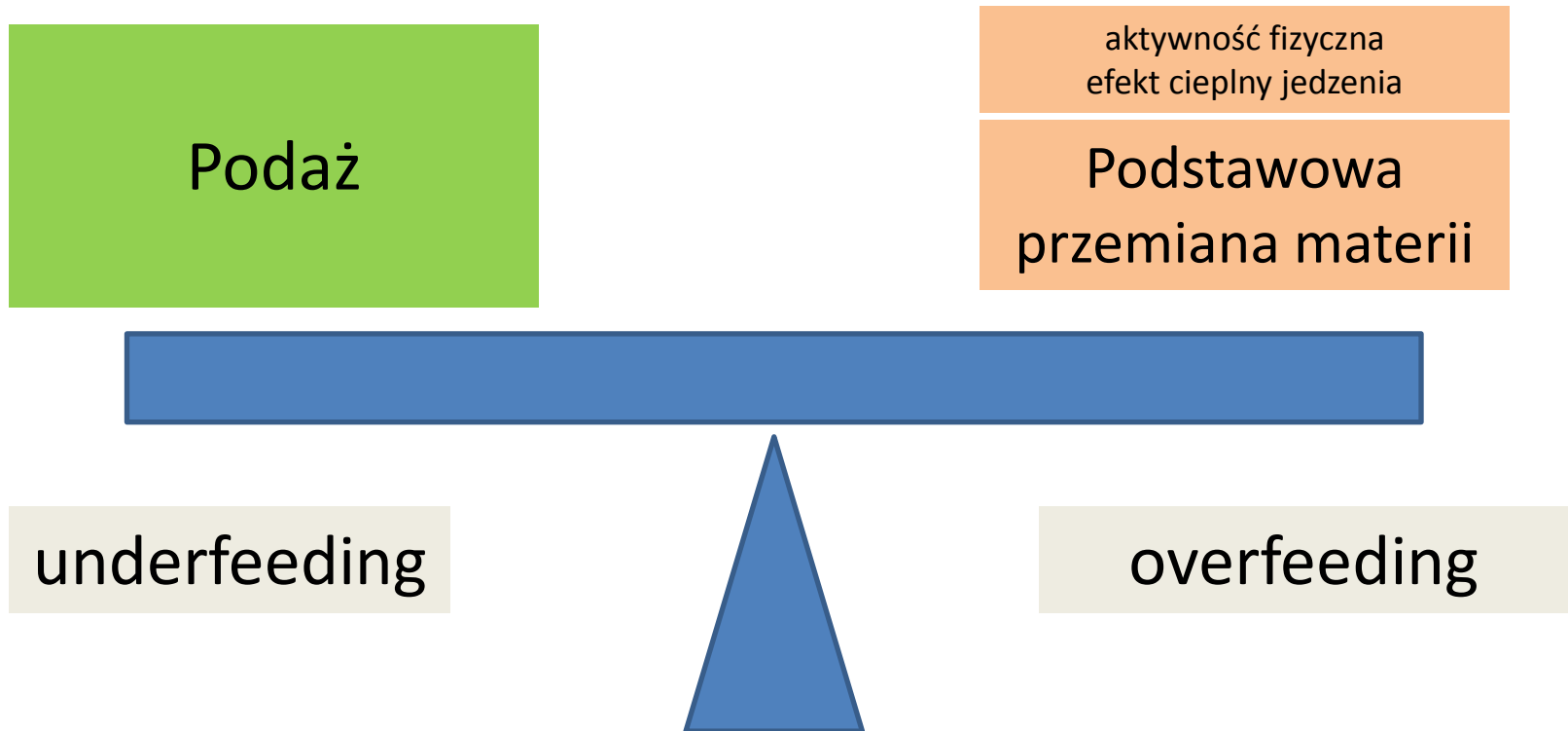
Żywienie w OIT

- Przeciwwskazania do żywienia
 - Zaburzenia metabolizmu komórkowego
 - Wstrząs = brak dostawy substratów
(tlen, klirens glukozy i tłuszczów)
Mleczany >3-4mmol/l
 - Kwasicca (pH<7.2) = dysfunkcja enzymów wewnątrzkomórkowych
 - Ciężkie zaburzenia wodno-elektrolitowe = zaburzenie transportu błonowego i syntezy ATP

Żywienie OIT

- Żywienie dojelitowe – niewystarczające (underfeeding) – nietolerancja
- Żywienie pozajelitowe – nadmierne (overfeeding) – brak możliwości obrony

Bilans kaloryczny



Zapasy energii

- Glukoza dostarczona do organizmu:
 - 5% - glikogen
 - 30-40% - tłuszcz
 - reszta – cykl Krebsa w mięśniach i innych tkankach
- Mężczyzna 70 kg
 - Całkowity glikogen – **2.500 kcal**
(2% zapasu energii) = 24 godziny życia
W tym 400 g glikogenu mięśniowego,
100g glikogenu wątrobowego i
20 g glukozy w ECF
 - Tkanka tłuszczowa - **112.000 kcal** (80% zapasu energii)
 - Białko - **25.500 kcal** (18% zapasu energii)

Zapasy energii

- W spoczynku i po wysiłku mięśnie zużywają kwasy tłuszczowe jako źródło energii
- W okresie głodzenia
 - Mózg zużywa 70-80% zapasu glukozy
 - Resztę głównie erytrocyty.
- Glukoza ulega zamianie w tłuszcze na drodze liponeogenezy
 - Szlak jednokierunkowy
 - nieodwracalny etap: pirogronian => acetyloCoA
- Jedynie niewielkie ilości glicerolu i boczne szlaki acetonu mogą ulec przemianie w pirogronian.

Etapy głodzenia

- Zużycie glikogenu 12-24 godziny
 - wątroba (marskość do 6 godz),
 - nerki,
 - mięśnie
- Rozpad białka 10-14 dni
 - mięśnie, wątroba, śledziona
 - oszczędzany - mózg, serce
- Lipoliza – 14 dni
 - nie zabezpiecza tkanek glukozozależnych

Po wyczerpaniu zapasów - zgon

Naturalny przebieg nie-żywienia

Głodzenie proste

Strajk głodowy Maze Prison, Belfast 1981

- Pili tylko wodę
- Po 20 dniach – hypotonia ortostatyczna, hyponatremia, hypokaliemia
- 30-40 dni brak możliwości egzystencji bez pomocy innych osób
- Zgon 6-10 tygodni przy BMI <12,5
- Przyczyna zgonu
 - zawał serca,
 - niewydolność wielonarządowa

Następstwa niedożywienia w OIT

OIT – kwashiorkor

Potrzebne duże ilości glukozy i aminokwasów

Nieodwracalne zmiany nawet 10-14 dniach

Tłuszcz mało przydatny do walki z chorobą

Niedobór glukozy = proteoliza.

- Mózg – przestawia szlaki na keto-kwasy i rozgałęzione aminokwasy (BCAA: leucyna, izoleucyna, walina)
- Większość AA pochodzi z mięśni, wątroby i śledziony.
- Stężenie glukozy utrzymywane dzięki glukoneogenezie z aminokwasów.

Następstwa nie-żywienia w OIT

- Trudność z odłączeniem od respiratora
 - Osłabienie mięśni oddechowych
- Powikłania septyczne
 - Osłabienie bariery jelitowej
 - Immunosupresja
- Zwiększenie śmiertelności

Overfeeding syndrome

- **Hiperazotemia**
 - Obciążenie wątroby (klirens aminokwasów w cyklu moczniowym)
 - Obciążenie nerek (klirens mocznika)
- **Hiperamonemia**
 - Niewydolny cykl moczniowy (marskość, przeładowanie)
- **Odwodnienie hipertoniczne**
 - Diureza osmotyczna,
 - Zagęszczenie moczu w celu eliminacji metabolitów
 - Tube feeding syndrome – za dużo białka, za mało wody

Overfeeding syndrome

- **Hipertrójglicerydemia / fat overload syndrome**
 - Immunosupresja (przeładowanie makrofagów i dysfunkcja błon komórkowych)
 - Obrzęk płuc
 - Koagulopatia / DIC: dysfunkcja płytek
 - Bóle głowy, gorączka, żółtaczka
 - Hepatosplenomegalia
- **Stłuszczenie wątroby**
 - Przekroczenie możliwości produkcji lipoprotein
- **Hiperkapnia** – trudności z odłączeniem od respiratora
- **Hiperglikemia**
- **Kwasica metaboliczna**

Bilans kaloryczny

Dla utrzymania bilansu
konieczna wiarygodna ocena zapotrzebowania

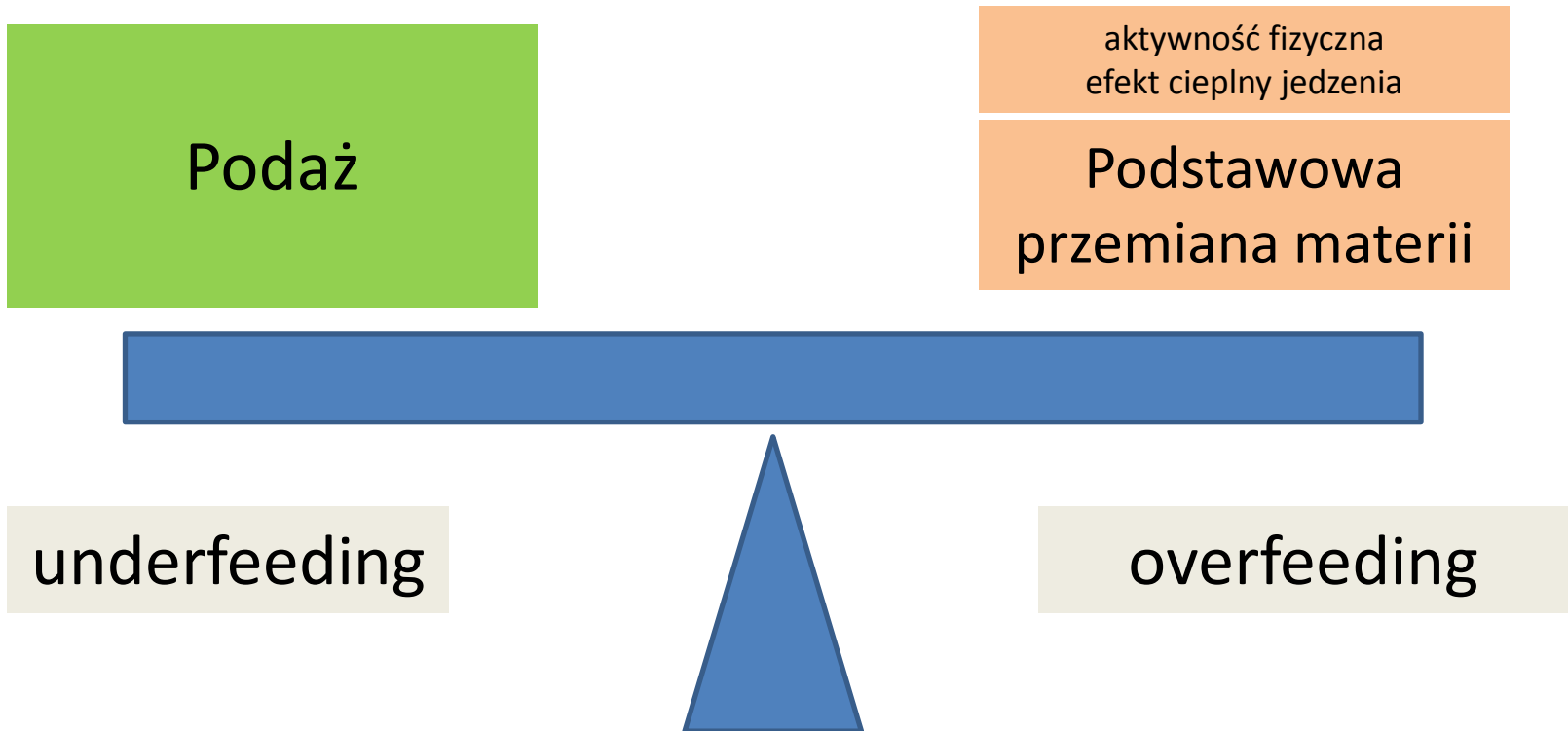
Podaż

aktywność fizyczna
efekt cieplny jedzenia

Podstawowa
przemiana materii

underfeeding

overfeeding



Ocena zapotrzebowania

- Harris Banedict

Mężczyźni $(66.5 + 13.8 \times \text{weight}) + (5.0 \times \text{height}) - (6.8 \times \text{age})$

Kobiety $(665.1 + 9.6 \times \text{weight}) + (1.8 \times \text{height}) - (4.7 \times \text{age})$

- Harris Benedict modyfikacja Longa – współczynnik AxSxT

– A - aktywność: 1,0 leży 1,1 chodzi przy łóżku 1,2 pełna aktywność

– S - stan chorego: 1,0 norma 1,1 średnio ciężki 1,2 bardzo ciężki

– T - temperatura: 1-37oC 1,1-38oC 1,2-39oC 1,3-40oC

Men:

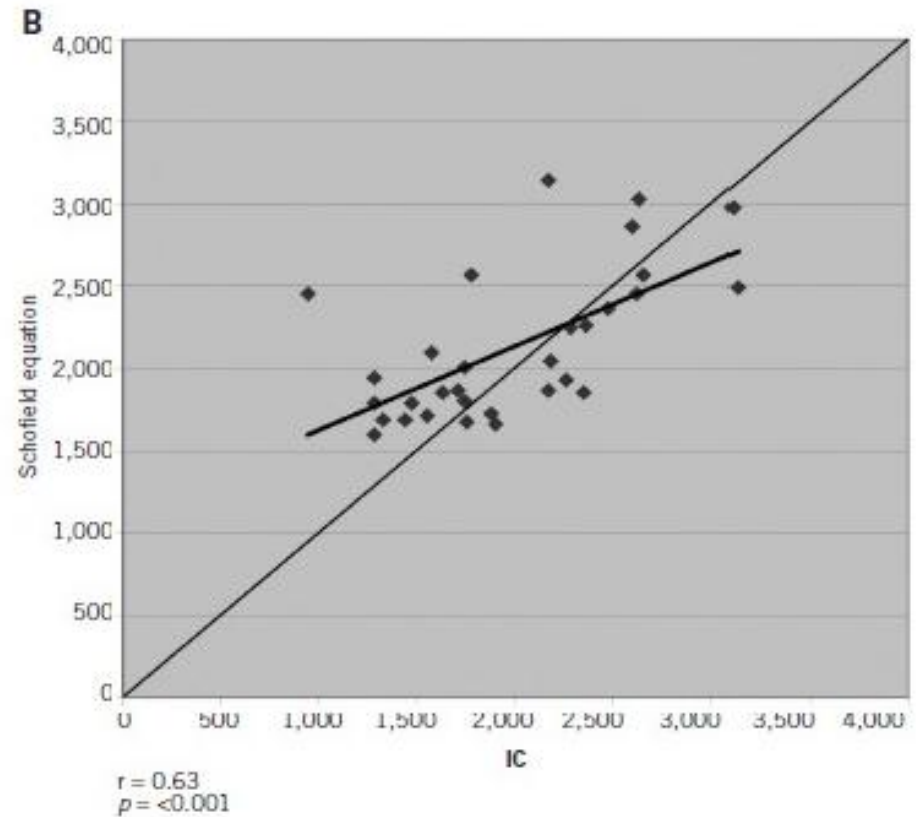
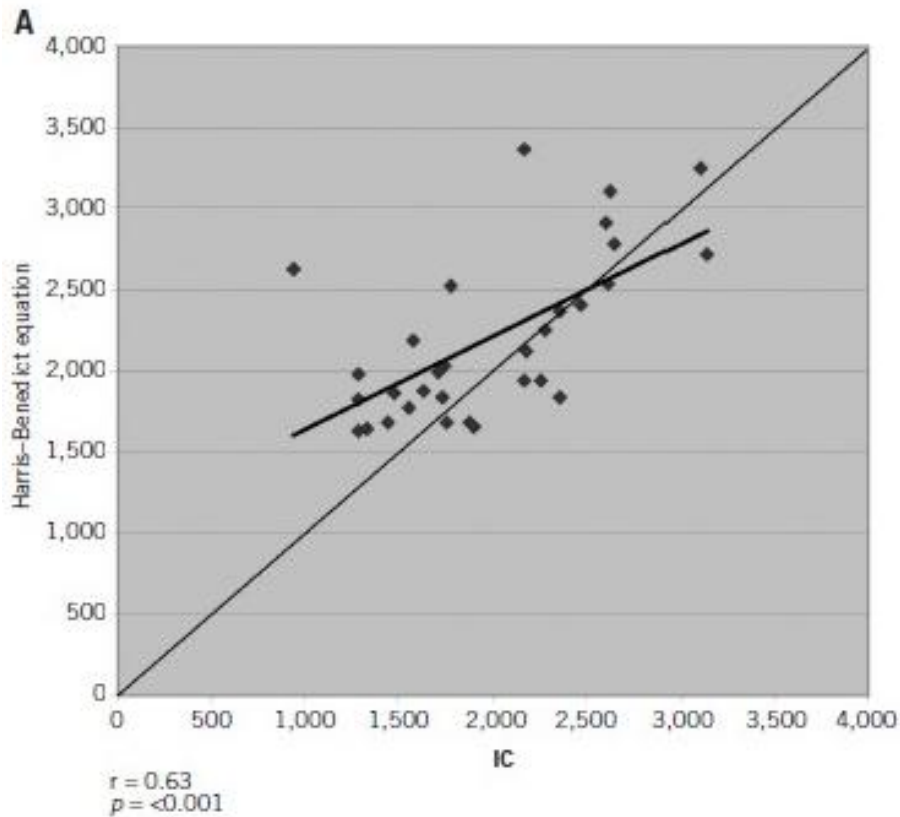
Women:

Age	Equation (kcal/day)	SEE
< 3	$59.512 \times W - 30.4$	70
3–10	$22.706 \times W + 504.3$	67
10–18	$17.686 \times W + 658.2$	105
18–30	$15.057 \times W + 692.2$	153
30–60	$11.472 \times W + 873.1$	167
> 60	$11.711 \times W + 587.7$	164

Age	Equation (kcal/day)	SEE
< 3	$58.317 \times W - 31.1$	59
3–10	$20.315 \times W + 485.9$	70
10–18	$13.384 \times W + 692.6$	111
18–30	$14.818 \times W + 486.6$	119
30–60	$8.126 \times W + 845.6$	111
> 60	$9.082 \times W + 658.5$	108

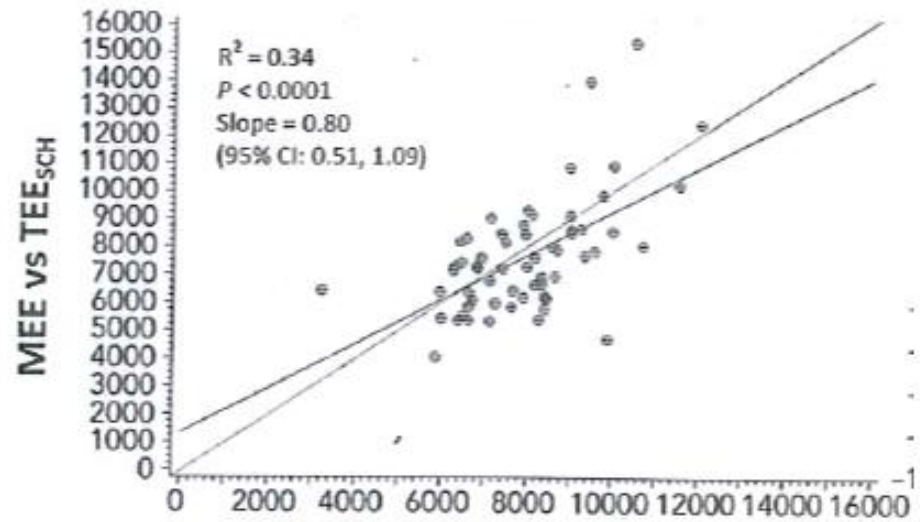
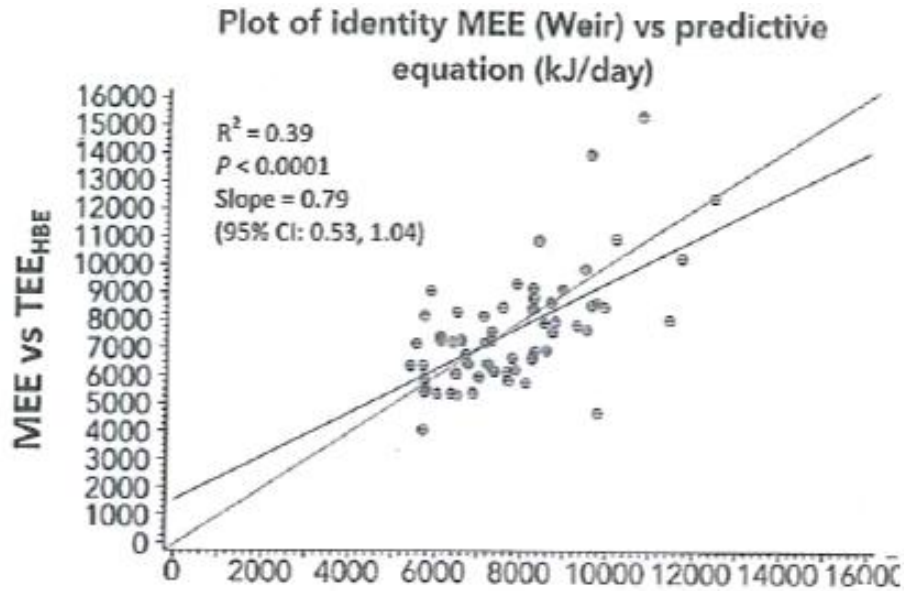
- Schofield

Wzory vs kalorymetria



Oddział chirurgii - otyli

Wzory vs kalorymetria



OIT - sepsa

Skąd różnica?

- Hipermetabolizm związany z chorobą
- Wentylacja mechaniczna
- Sedacja
- Zwiotczenie
- Gorączka
- Żywienie dożylne
- Blok metaboliczny (niewydolność nerek, wątroby)
- Wstrząs / aminy – hipoperfuzja komórki

Definicja kalorymetrii

- *łac. calor = ciepło*
- dział chemii fizycznej i termodynamiki zajmujący się rozwijaniem technik pomiaru ciepła powstającego w wyniku reakcji chemicznych i rozmaitych procesów fizycznych
- Medycyna – kalorymetria pośrednia: pomiar energii powstającej w procesach metabolicznych w oparciu o zużycie O_2 , produkcję CO_2 , H_2O i utratę azotu
- O_2 nie jest magazynowany, całość jest zużywana bezpośrednio, co jest w ścisłej relacji z aktualnymi procesami metabolicznymi.
- 1 caloria - *ilość ciepła potrzebna do podgrzania, pod ciśnieniem 1 atmosfery, 1 g czystej chemicznie wody o 1 °C od temperatury 14,5 do 15,5 °C*

Oznaczenia

- $V(e)$ – wentylacja minutowa - litry/min
- $[FeCO_2]$ - frakcja CO_2 – w powietrzu wydechowym - %
- $[FeO_2]$ - frakcja O_2 – w powietrzu wydechowym - %
- $[FiO_2]$ - frakcja O_2 – w powietrzu wdechowym - %
- $[FiCO_2]$ - frakcja CO_2 – w powietrzu wdechowym - %

Skróty

- VO_2 – zużycie O_2 – litry / jednostkę czasu
- VCO_2 - produkcja CO_2 – litry / jednostkę czasu
- RQ – Respiratory Quotient – współczynnik oddechowy
- RER - Respiratory exchange ratio – wskaźnik wymiany gazowej

RQ - poziom komórki RER – poziom dróg oddechowych
W stanie stabilnym $RQ = RER$

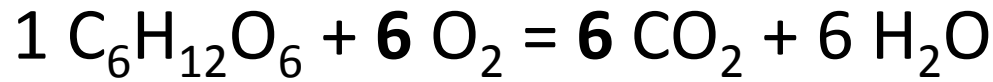
- REE – Resting Energy Expenditure
– spoczynkowy wydatek energii

Zużycie O_2 i produkcja CO_2

- $VO_2 = V(e) \times (FiO_2 - FeO_2)$
- $VCO_2 = V(e) \times (FeCO_2 - FiCO_2)$
- $RQ = VCO_2 / VO_2$

RQ vs makroskładniki

- Glukoza RQ = 1



- Tłuszcz RQ=0,7

Potrzebna większa ilość tlenu do spalenia 1 mola

- Białko RQ=0,82

nizszy RQ ponieważ bardziej skomplikowany metabolizm, niepełna oksydacja in vivo

Kaloryczność vs O₂

1L zużytego O₂ = 4,82 kcal (średnio)

Dokładna wartość zależy
od rodzaju substratów energetycznych

RER vs makroskładniki

Przeciętna dieta współczesnego człowieka

- W spoczynku $RER = 0.8$
- W trakcie wysiłku $RER \Rightarrow 1$
(metabolizm glukozy i glikogenu w mięśniach)
- Wysiłek o dużym natężeniu $RQ \neq RER$
(dług tlenowy - bufor wodorowęglanowy zmniejsza wydalanie CO_2 przez płuca).

Wzór Weir'a

$$\text{REE (Kcal)} = [3.94(\text{VO}_2) + 1.11(\text{VCO}_2)] 1.44 - 2.17 \text{ UN}$$

Skrócony wzór

$$\text{REE (Kcal)} = [3.94(\text{VO}_2) + 1.11(\text{VCO}_2)] 1.44$$

- Przy założeniu, że RER = 0.85 błąd z wyliczenia wynosi ZERO

0,85 wypośrodkowano pomiędzy 0,7 a 1,0

Wartości spoza tego przedziału
wychodzą poza możliwości przemian biochemicznych

- Jeśli RER = 0.75 lub 1.0 – błąd pomiaru wynosi 10%

RER vs Narządy

- % zużycia energii przez narządy:

Zdrowy	OIT
Wątroba 27%	Wątroba 30%
Mózg 19%	Mózg 20%
Mięśnie szkieletowe 18%	Mięśnie szkieletowe 2%
Nerki 10%	Nerki 12%
Serce 7%	Serce 10%
Pozostałe 19%	Pozostałe 28%

- Mózg - RER 0,97-0,98
- Który narząd ma ujemny RER ?

Stężenie CO₂ wyższe we krwi tętniczej niż żyłnej

PYTANIA?

$$\text{REE (Kcal)} = [3.94(\text{VO}_2) + 1.11(\text{VCO}_2)] 1.44$$