



UNIVERZITA KARLOVA
Lékařská fakulta v Plzni

Co jsme netušili o metabolismu

aneb zpátky do lavic

Doc. MUDr. Aleš Kroužecký, Ph.D.

Ústav sportovní medicíny a aktivního zdraví

LF UK v Plzni

Co to vlastně ten celkový metabolismus je?

- Spotřeba energie na práci, kterou dohromady vykonávají všechny buňky těla.
- Naprostá většina této energie je spotřebována na pumpování molekul dovnitř/ven z buněk a na přetváření jednoho typu molekul na molekuly jiné.
- Zajímavosti:
 - Buněk je v těle 30-50 bilionů – lidské tělo vyrobí 330 mld bb./den. Všechny jsou pouze z materiálu, který sníme.
 - V tuku je uloženo 5 x více energie než ve stejné hmotnosti výbušniny TNT (v těle kg muže je 10-15 kg, v ručním granátu je 100g TNT).

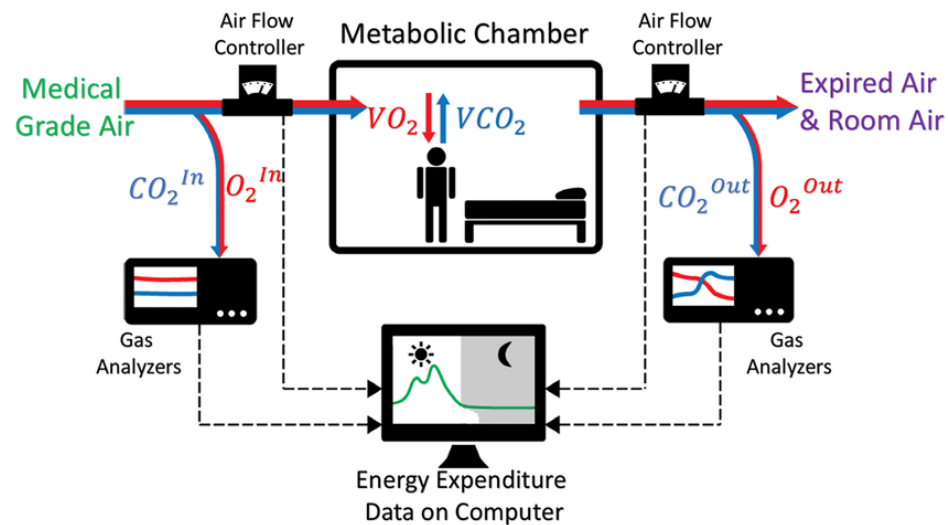
Jak metabolismus změřit v delším čase?



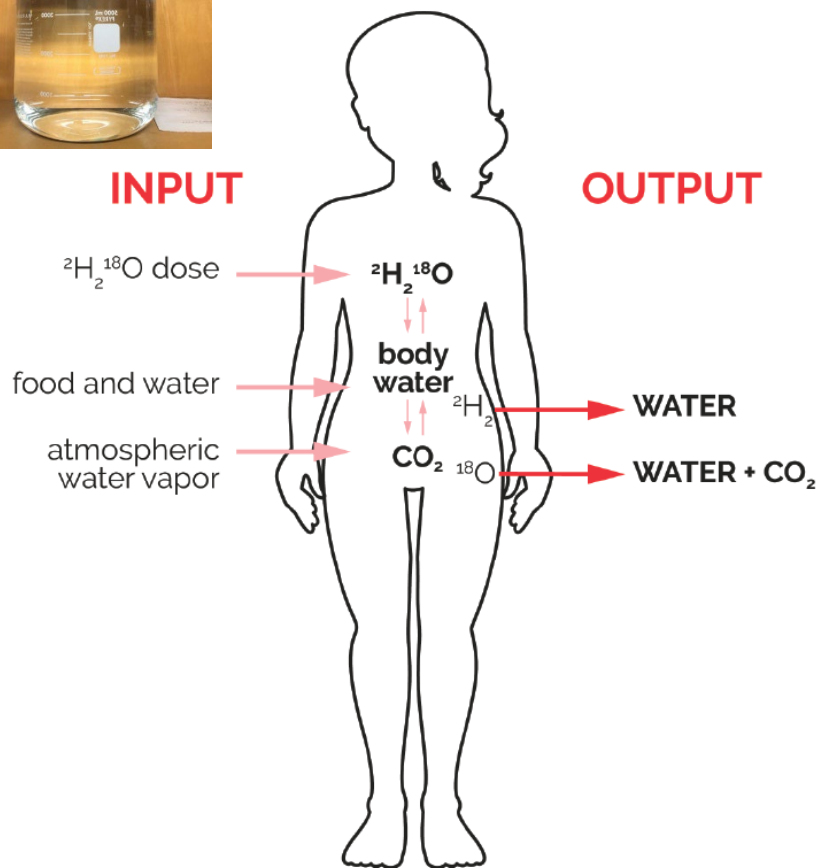
Jak metabolismus změřit v delším čase?



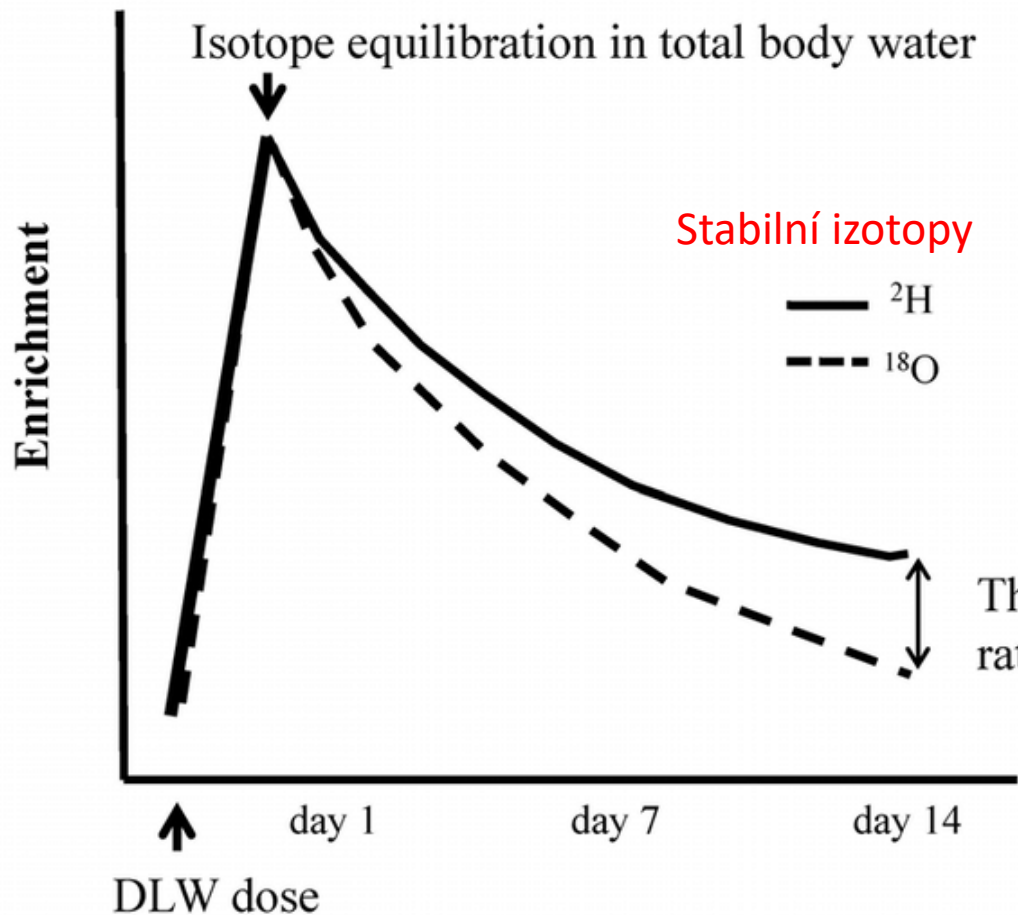
Jak metabolismus změřit v delším čase?



Odpořdí je metoda „doubly labeled water“



$$^{18}\text{O} \text{ elimination (water + CO}_2) - ^2\text{H}_2 \text{ elimination (water)} = \text{CO}_2 \text{ Production}$$



The difference between the rate of loss of ^{18}O and ^2H

↓
 CO_2 production rate

↓
 TEE calculation





Home

Doubly Labelled Water ▾

IAEA DLW Database ▾

Data Overview

History

Management Group ▾

Submitting Data

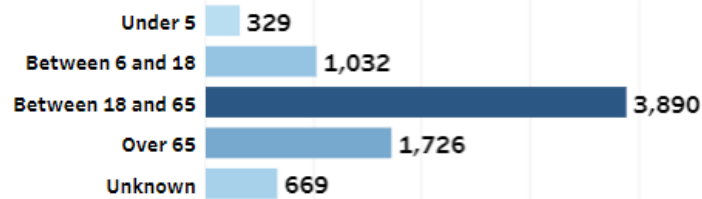
Data analysis ▾

Data Overview

32 128 7646 2684 4703

Countries Studies Number of subjects Male Female

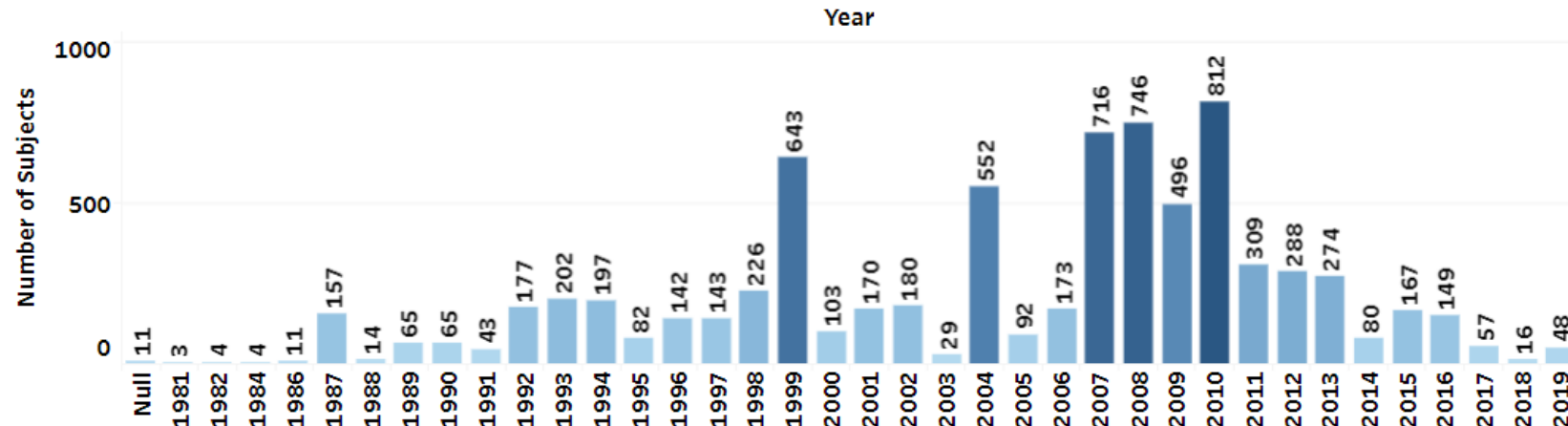
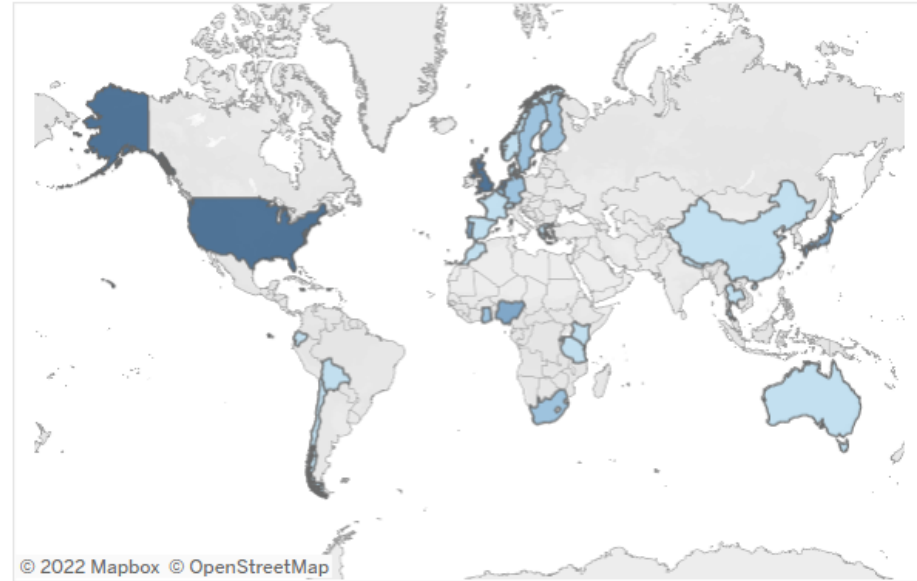
Number of subjects by age group



Country

(All) ▾

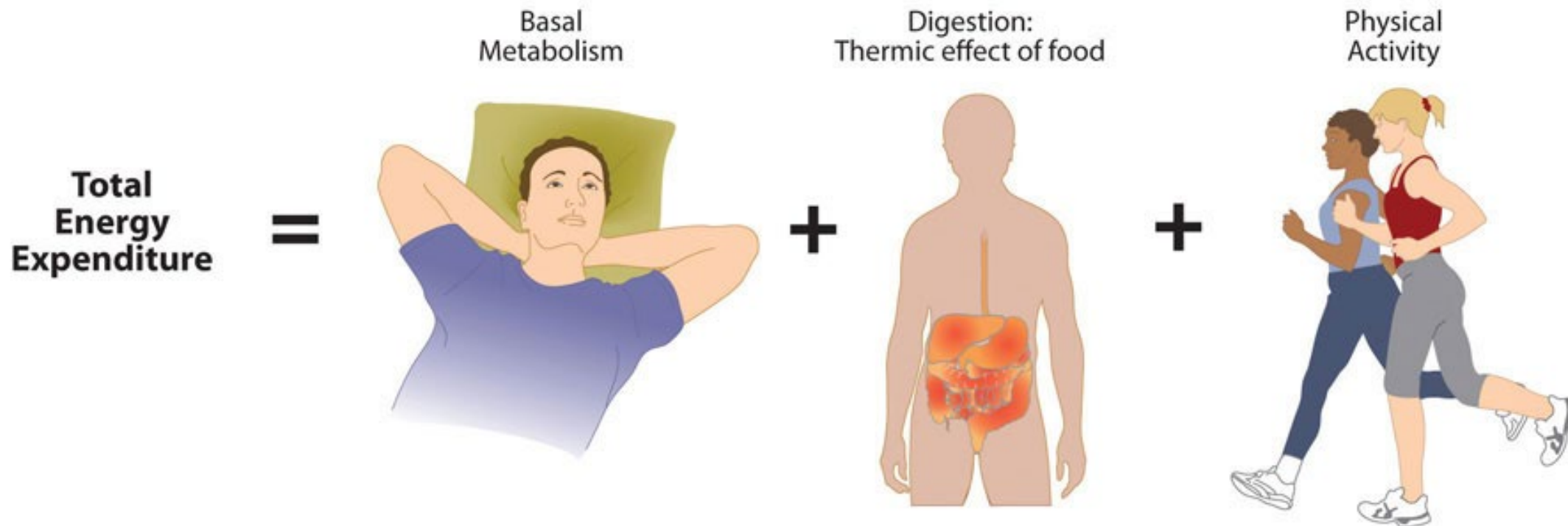
Participating countries



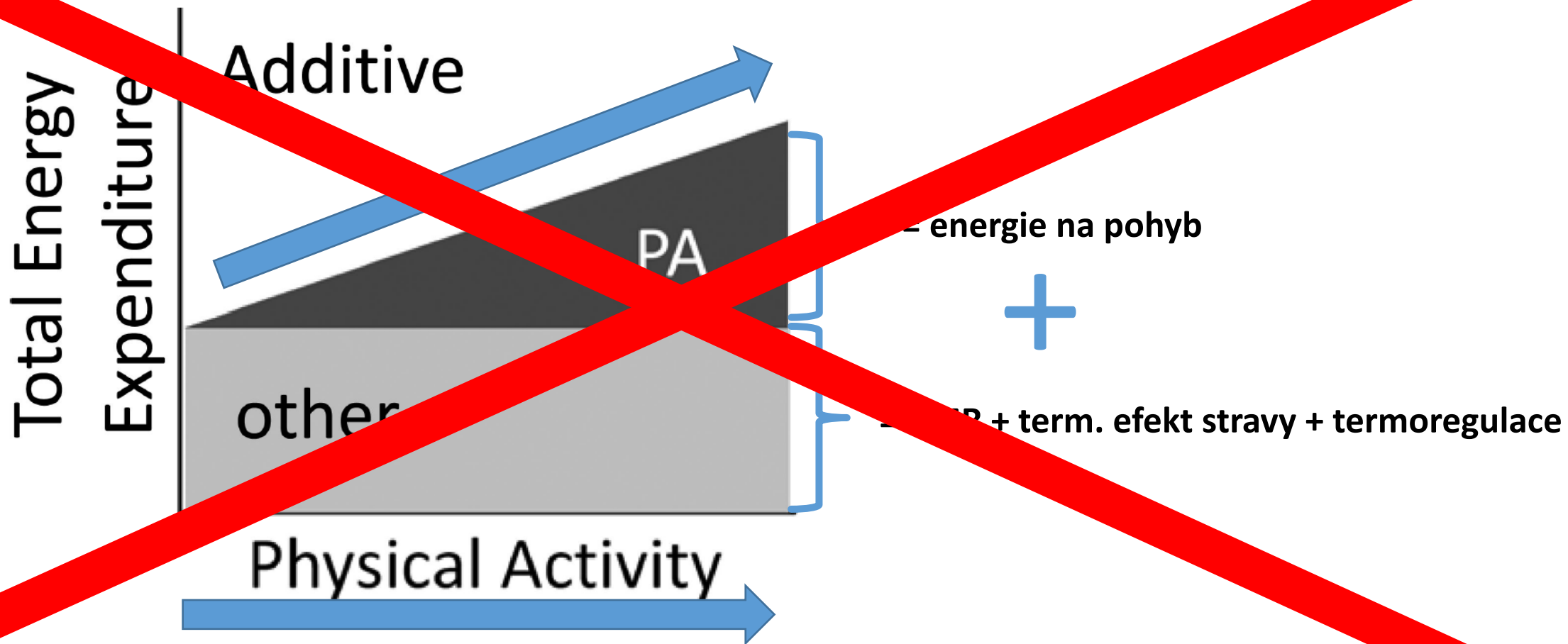
Co jsme si dosud mysleli o metabolismu a v čem nám metoda dvojité značené vody změnila názor?

- Denní spotřeba energie je dána především součtem klidové energetické spotřeby a spotřeby energie na pohybové aktivity
- S věkem rychlost metabolismu klesá
- Jsou lidé s rychlým a pomalým metabolismem a proto ti s rychlým metabolismem mají menší tendenci tloustnout
- Neexistuje horní hranice spotřeby energie

Je opravdu denní spotřeba energie dána součtem klidové energetické spotřeby a spotřeby energie na pohybové aktivity?



Je opravdu denní spotřeba energie dána součtem klidové energetické spotřeby a spotřeby energie na pohybové aktivity?



Více pohybu neznamená více vydané energie?

Energy expenditure in adults living in developing compared with industrialized countries: a meta-analysis of doubly labeled water studies¹⁻³

Lara R Dugas, Regina Harders, Sarah Merrill, Kara Ebersole, David A Shoham, Elaine C Rush, Felix K Assah, Terrence Forrester, Ramon A Durazo-Arvizu, and Amy Luke



Am J Clin Nutr 2011;93:427-41.

Hunter-Gatherer Energetics and Human Obesity

Herman Pontzer^{1,2*}, David A. Raichlen³, Brian M. Wood⁴, Audax Z. P. Mabulla⁵, Susan B. Racette⁶, Frank W. Marlowe⁷

PLoS ONE 7(7): e40503.

July 2012

British Journal of Nutrition (1992) 68, 21-30

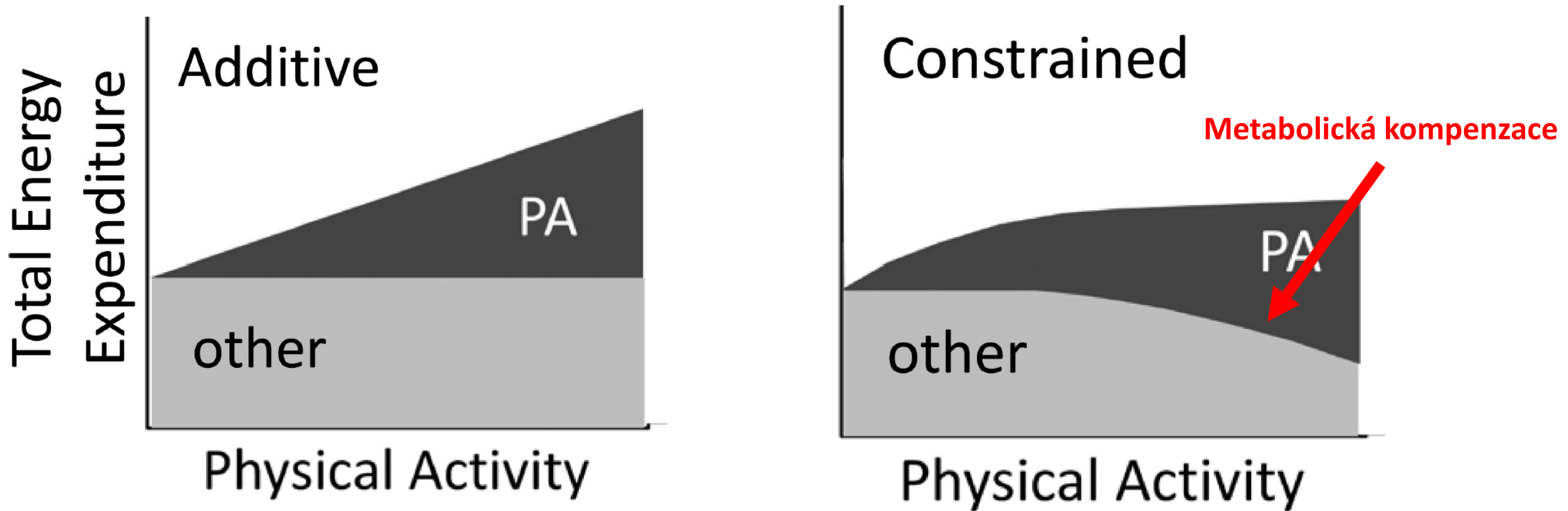
21

Long-term effect of physical activity on energy balance and body composition

BY KLAAS R. WESTERTERP, GERWIN A. L. MEIJER,
EUGENE M. E. JANSSEN, WIM H. M. SARIS AND FOPPE TEN HOOR

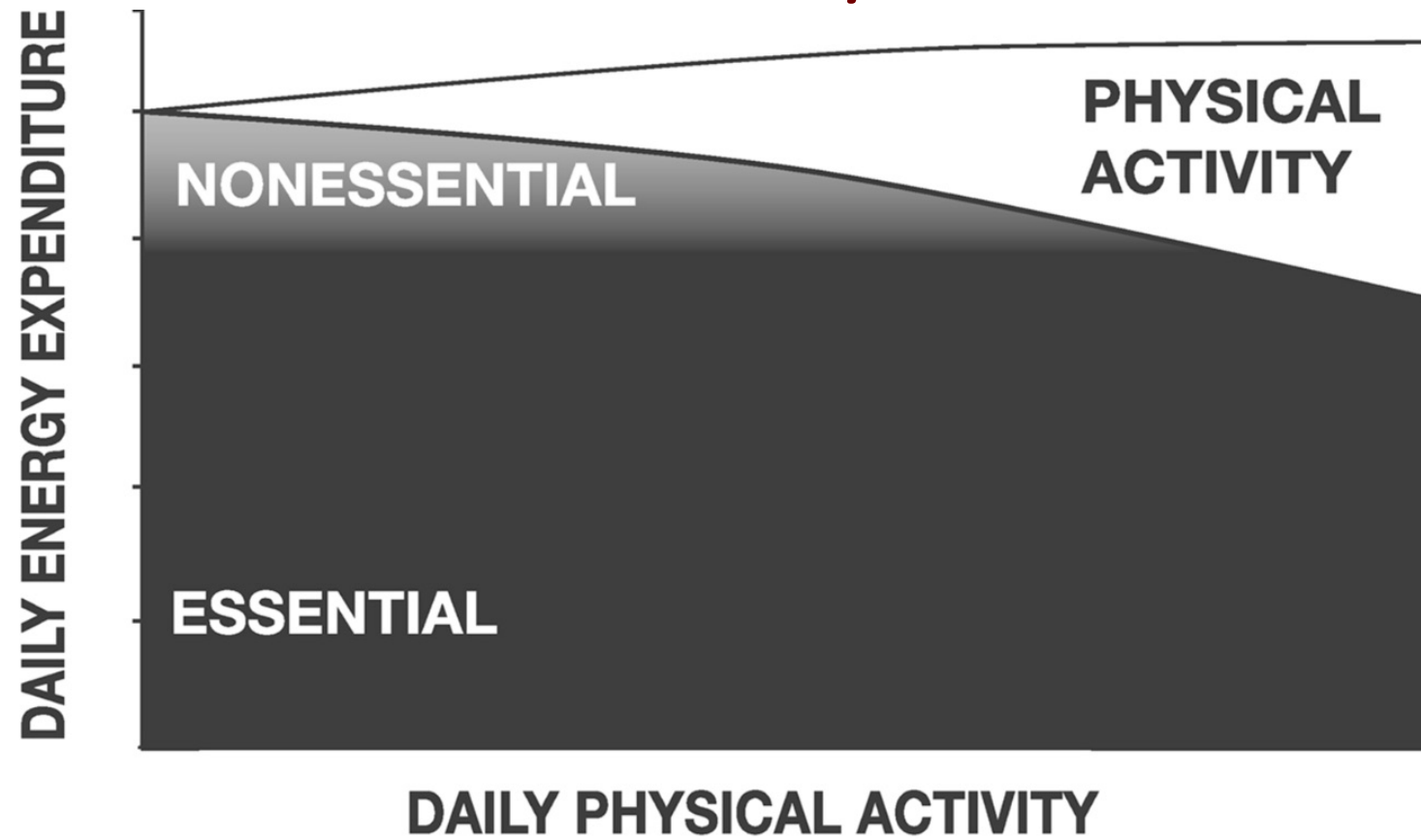


Na vině je metabolická kompenzace



Constrained Total Energy Expenditure and the Evolutionary Biology of Energy Balance

Obezitu nevyběháte!



SEDENTARY



ACTIVE



EXTREME

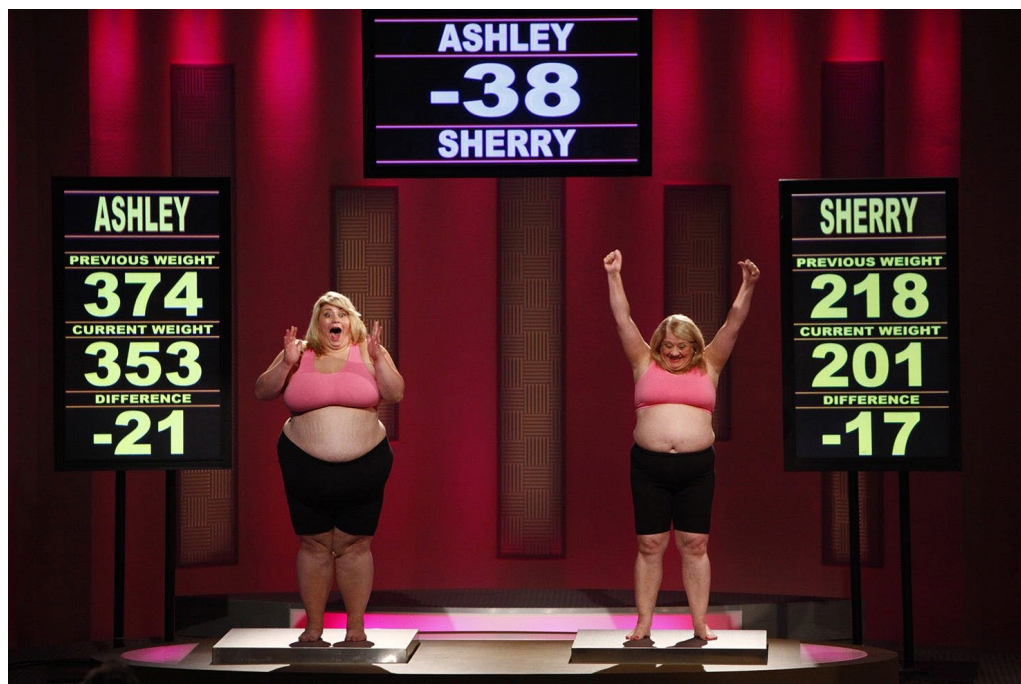
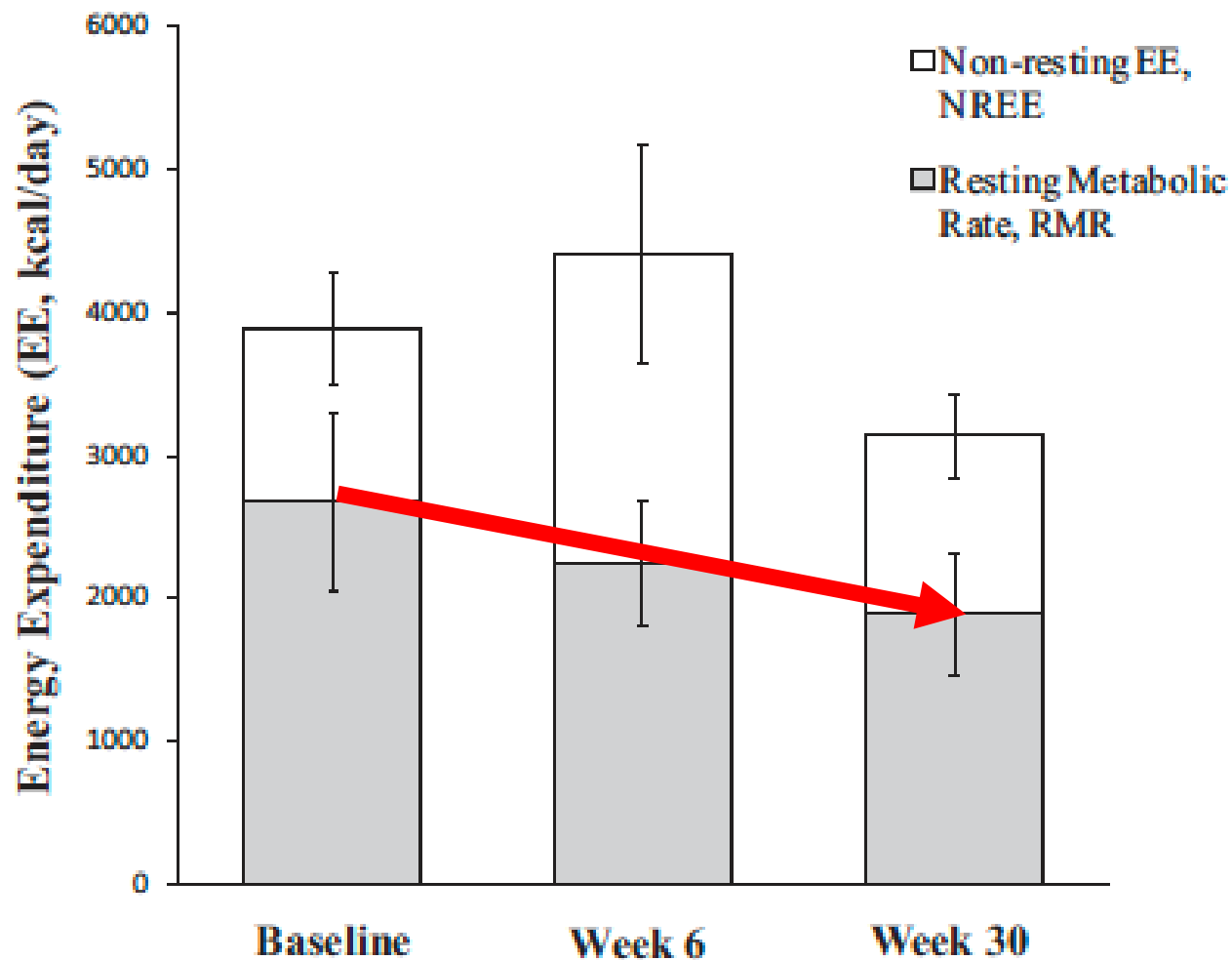




Metabolic Slowing with Massive Weight Loss despite Preservation of Fat-Free Mass

J Clin Endocrinol Metab, July 2012, 97(7):2489–2496

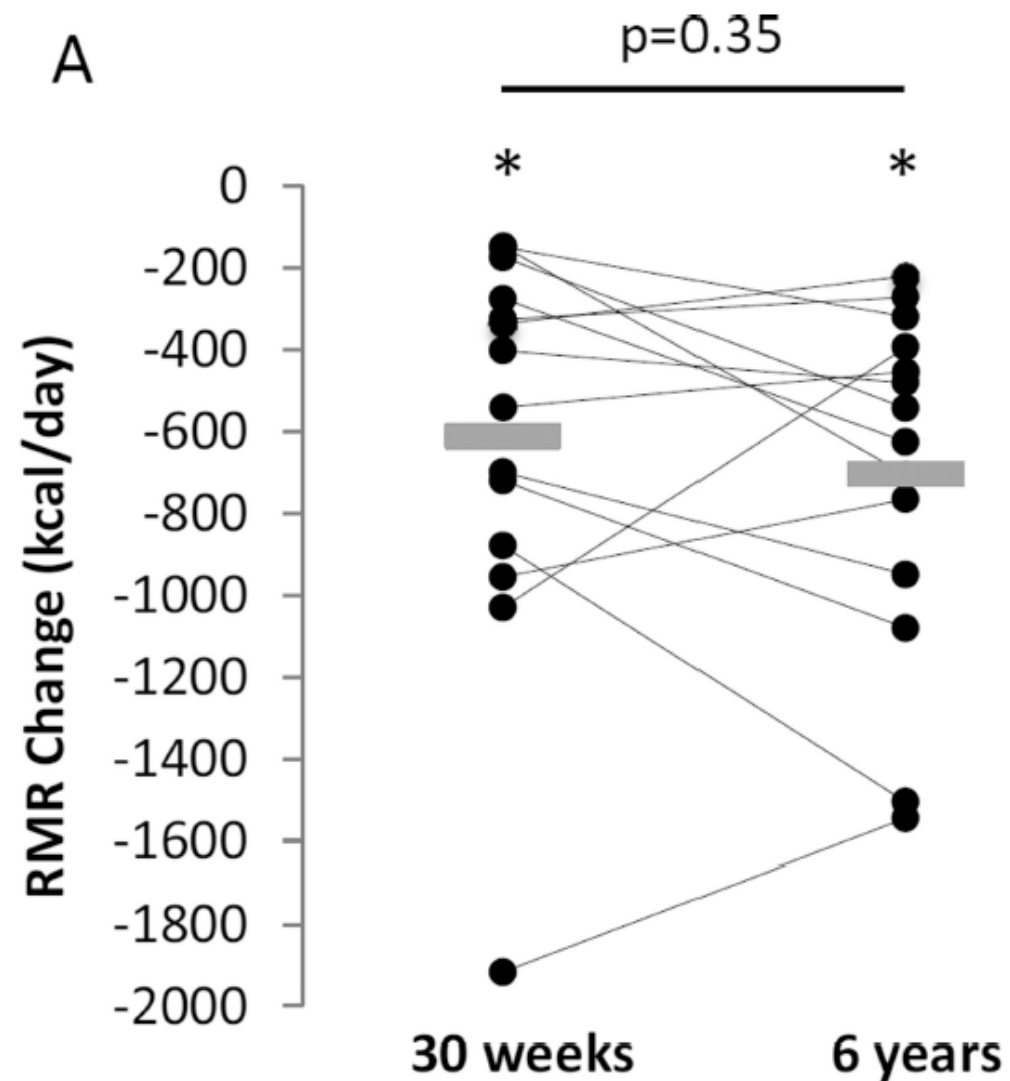
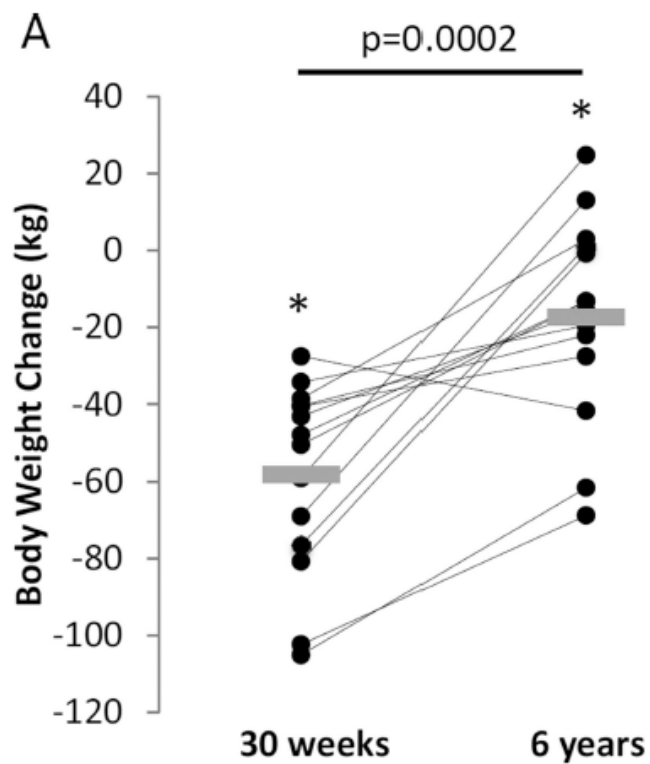
A





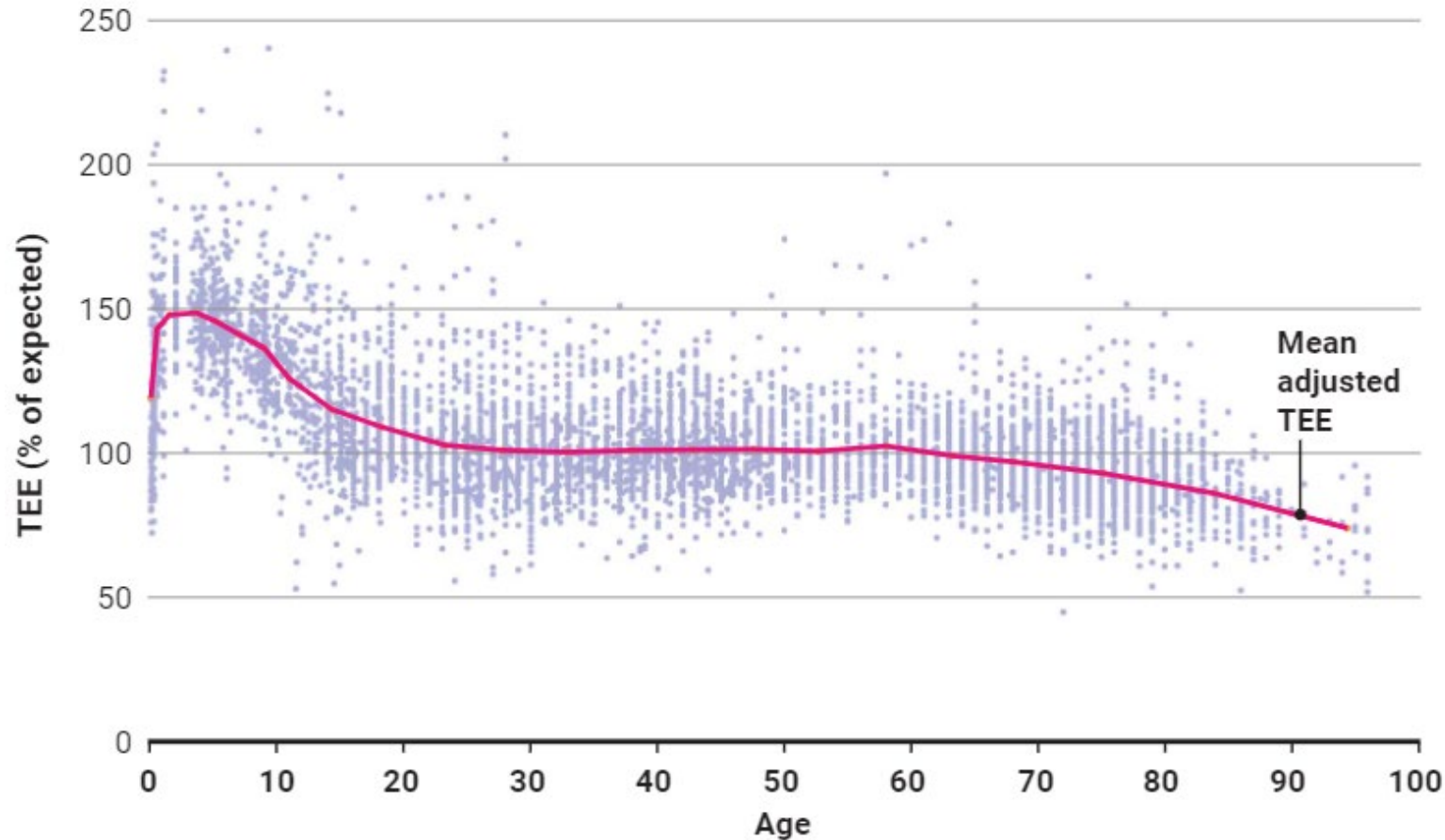
Persistent metabolic adaptation 6 years after The Biggest Loser competition

Obesity (Silver Spring). 2016 August ; 24(8): 1612–1619.



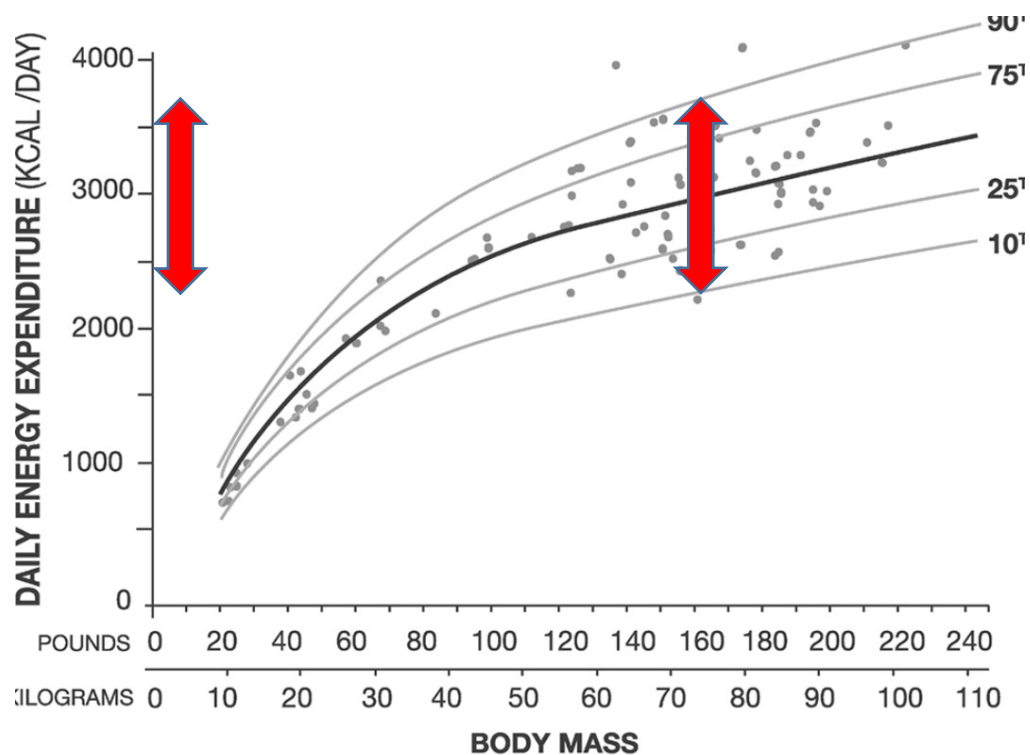
To víš, kamaráde, stárne mi metabolismus a tak tloustnu...

- Průměrný dospělý přibere každý rok průměrně cca 0,5 kg



Daily energy expenditure through the human life course Pontzer *et al.*, *Science* **373**, 808–812 (2021)

Ty se máš, ty máš rychlejší metabolismus



MALE: DAILY ENERGY EXPENDITURE = $1,105 \times \ln(\text{WEIGHT}) - 2613$

High energy expenditure is not protective against increased adiposity in children

Pediatr Obes. 2016 December ; 11(6): 528–534.

Energy expenditure does not predict weight change in either Nigerian or African American women¹⁻³

Am J Clin Nutr 2009;89:169–76

HALE!!! Existuje pozitivní korelace mezi „rychlostí“ metabolismu a množstvím jídla přijatého za den. Lidé s rychlejším metabolismem trpí nadváhou stejně jako ti s pomalým metabolismem.

Co z toho tedy plyne?

- Samotné zvýšení fyzické aktivity není dostatečným řešením současné exploze obezity.
- Měli bychom se více soustředit na kvalitu stravy, kterou přijímáme.
- Tato změna kvality by měla spočívat především v redukci příjmu stravy, která má vysokou míru energetické denzity (strava by měla mít méně energie na jedno kousnutí).
- Zatímco redukce příjmu energie je klíčem k řešení obezity, tak fyzická aktivita je klíčem ke zdraví a kvalitnímu životu.

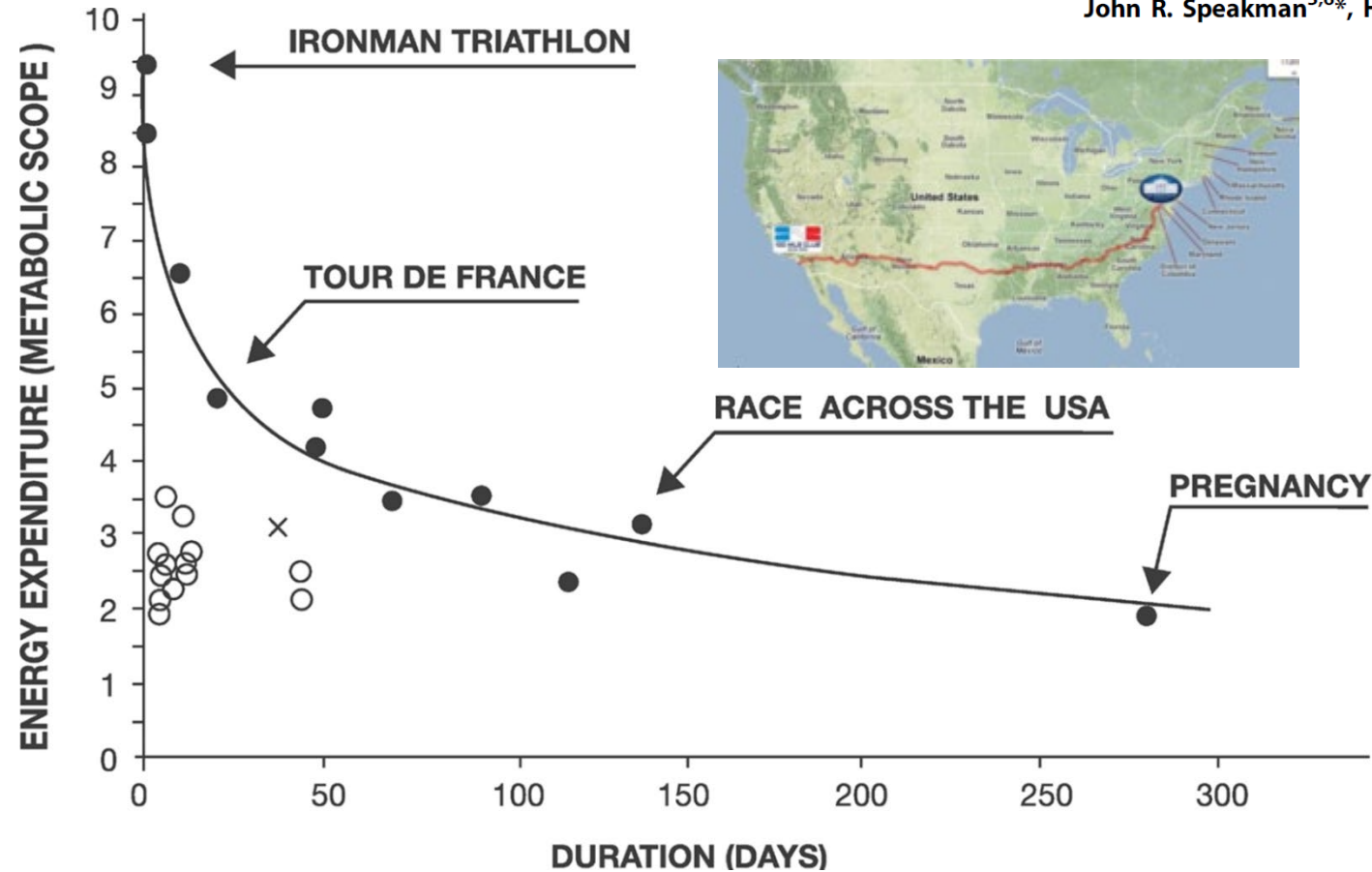
Existují limity maximálního energetického výdeje u vytrvaleckých výkonů?

Extreme events reveal an alimentary limit on sustained maximal human energy expenditure

SCIENCE ADVANCES

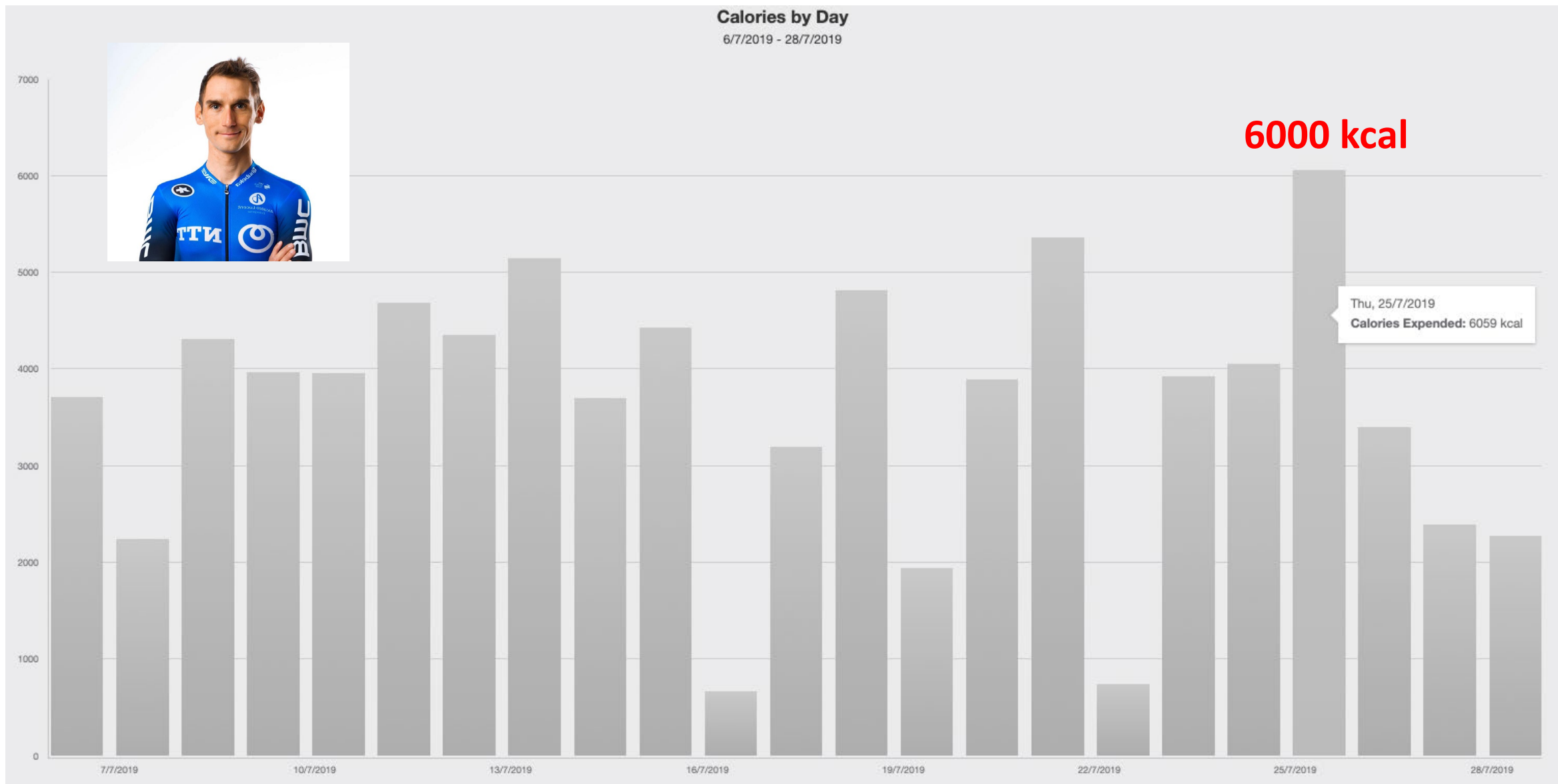
2019

Caitlin Thurber¹, Lara R. Dugas², Cara Ocobock³, Bryce Carlson⁴, John R. Speakman^{5,6*}, Herman Pontzer^{1,7,8*}



Metabolic scope = TEE/BEE (24h)

R.K. - výdej energie v průběhu etap na Tour de France 2019





Energy intake in the Tour de France

expressed in cheeseburgers



Unlock the Power of Science to Optimize Performance



@jeukendrup

www.mysportscience.com

8 AM
Breakfast



11 AM
Morning
snack



1 PM
Lunch



4 PM
Afternoon
snack



7 PM
Dinner



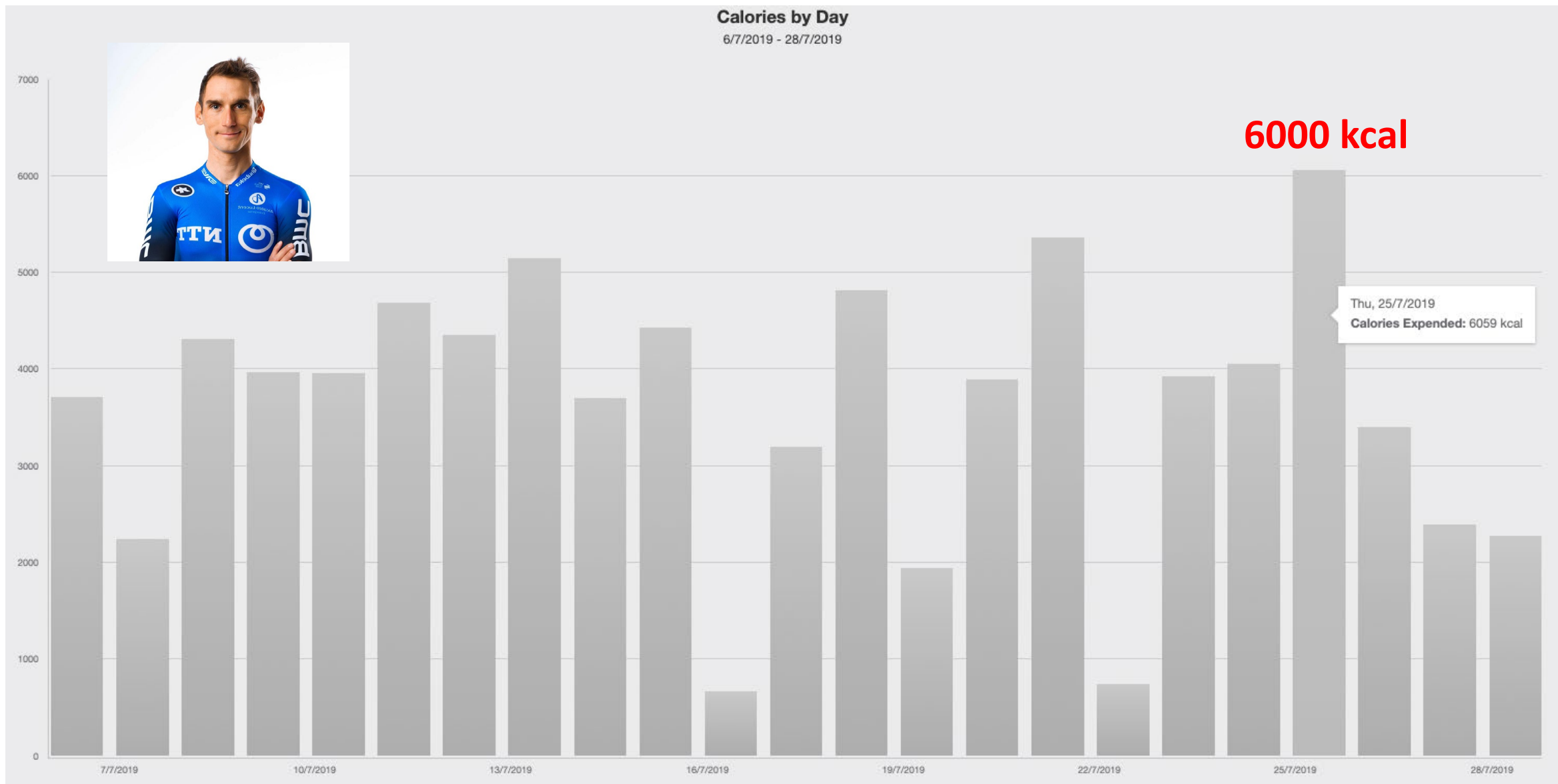
10 PM
Bedtime
snack



Based on 9000 kcal, the
highest daily energy
expenditure observed in
the Saris et al Study

27 x

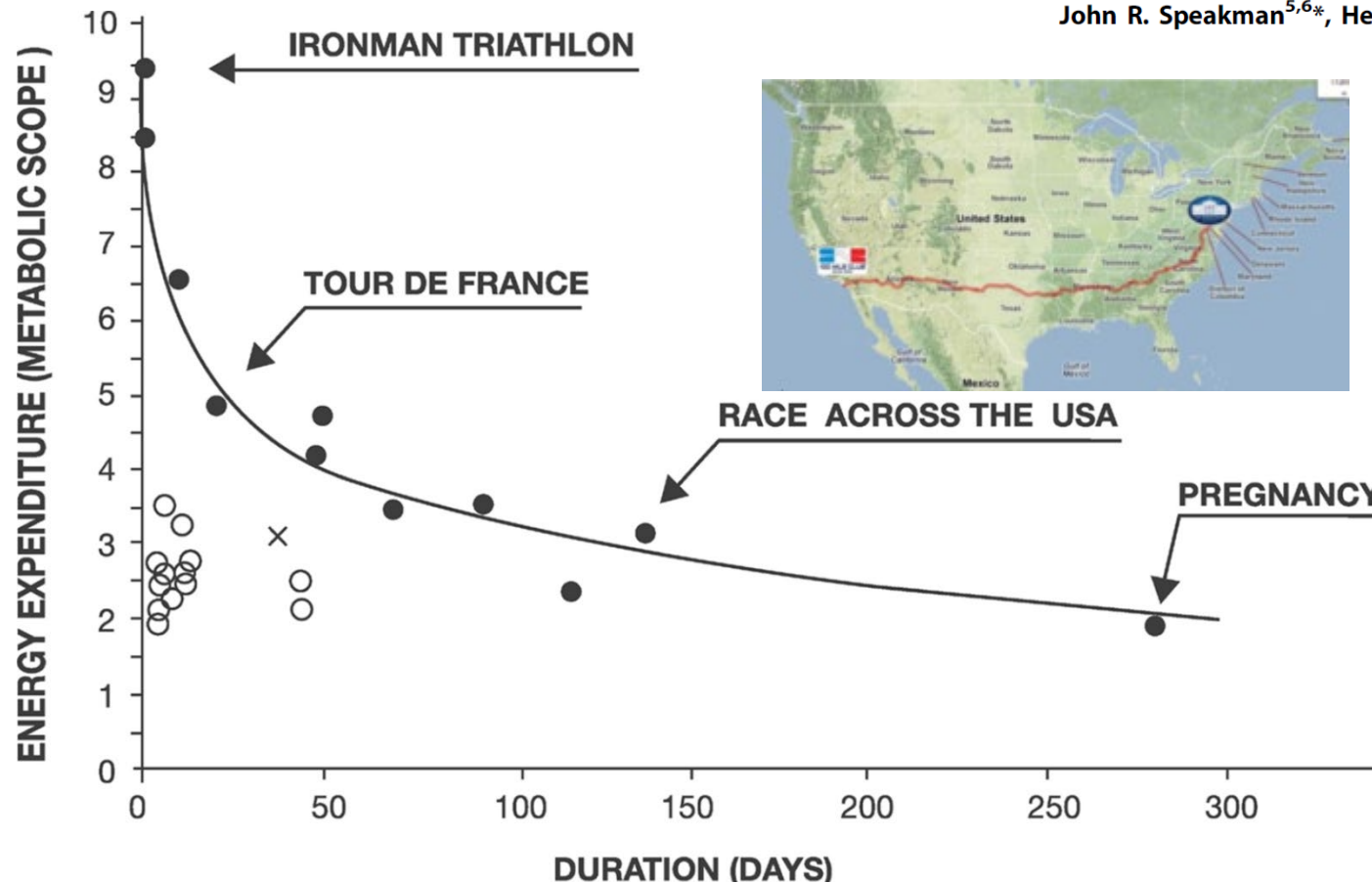
R.K. - výdej energie v průběhu etap na Tour de France 2019



Existují limity maximálního energetického výdeje?

Extreme events reveal an alimentary limit on sustained maximal human energy expenditure

Caitlin Thurber¹, Lara R. Dugas², Cara Ocobock³, Bryce Carlson⁴,
John R. Speakman^{5,6*}, Herman Pontzer^{1,7,8*}



~ 2.5 x BEE

Protože:

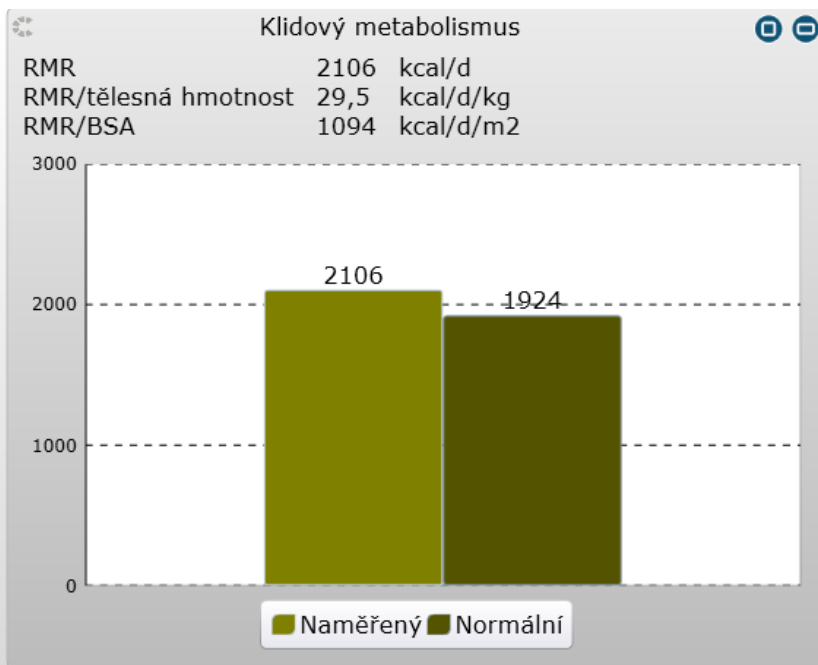
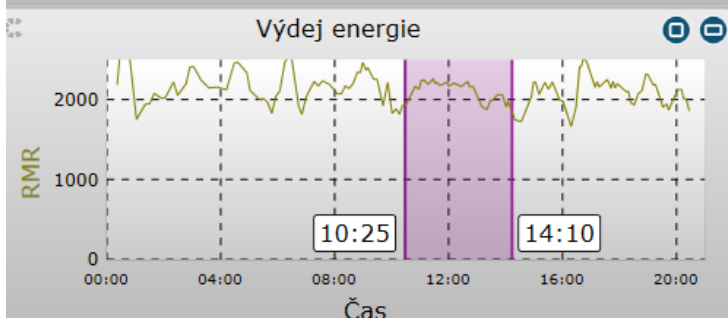
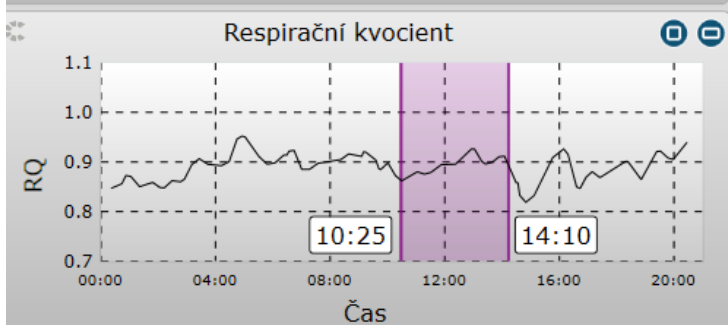
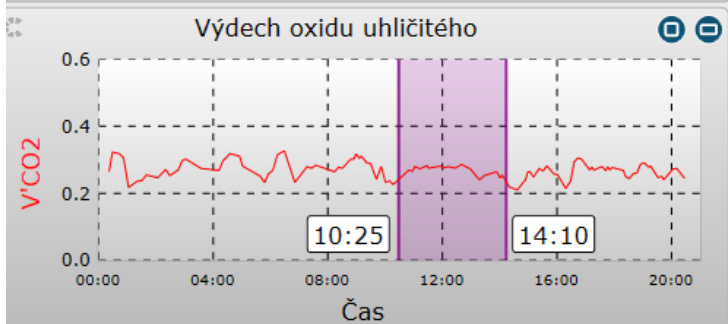
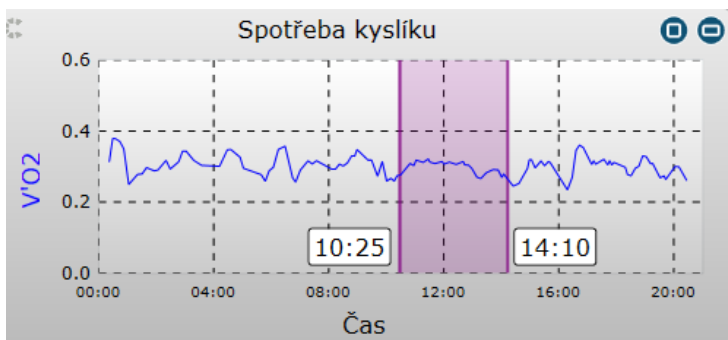
- To byli schopni ujít
- Nehubli
- Závod dokončili

Co je tedy tím limitérem u extrémních vytrvaleckých výkonů?

- Naším limitérem tedy nejsou naše svaly, ale naše střeva! Což může být možná i další z parametrů, kterým mohou být hvězdní vytrvalci výjimeční. Svalem těchto sportovců může tedy být i jejich střevo.
- O možnostech zvyšovat příjem energie parenterálně lékaři profesionálních cyklistů z 80.letých vědí své 😊
- Jeden problém je schopnost sníst dostatek energie celkově za den, navíc další problém je sníst dostatek v průběhu vlastního závodu. I střevo se dá trénovat – tzv. „training the gut“.

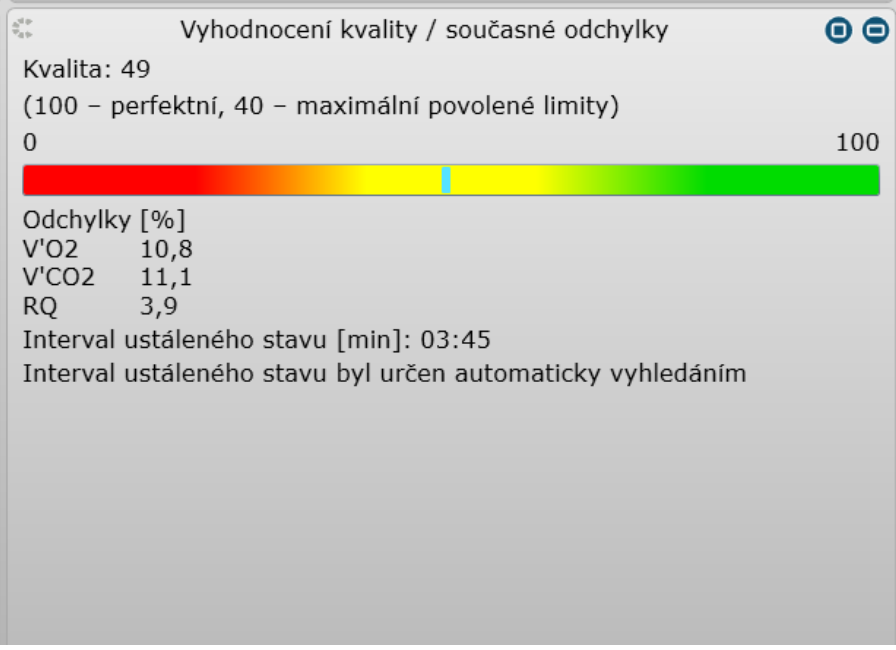
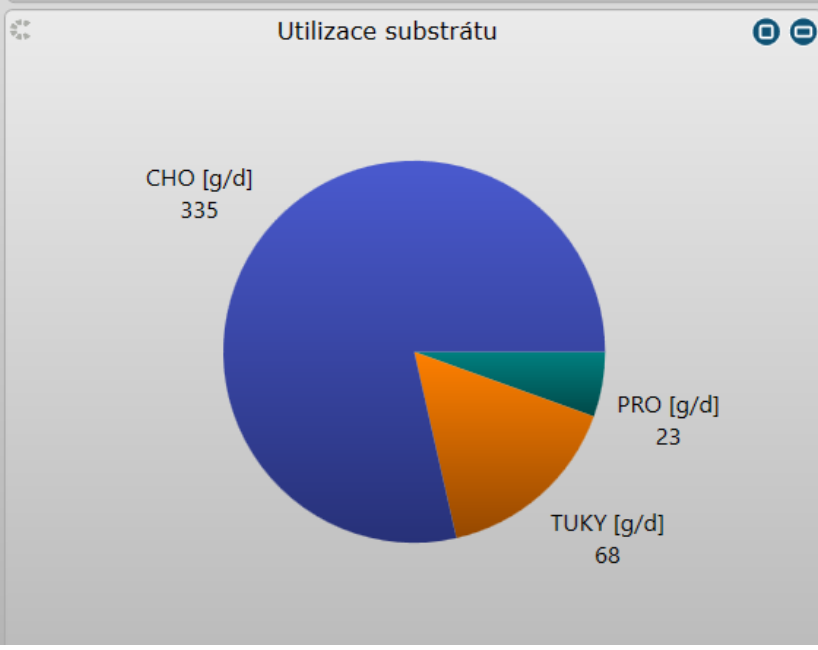
Děkuji za pozornost

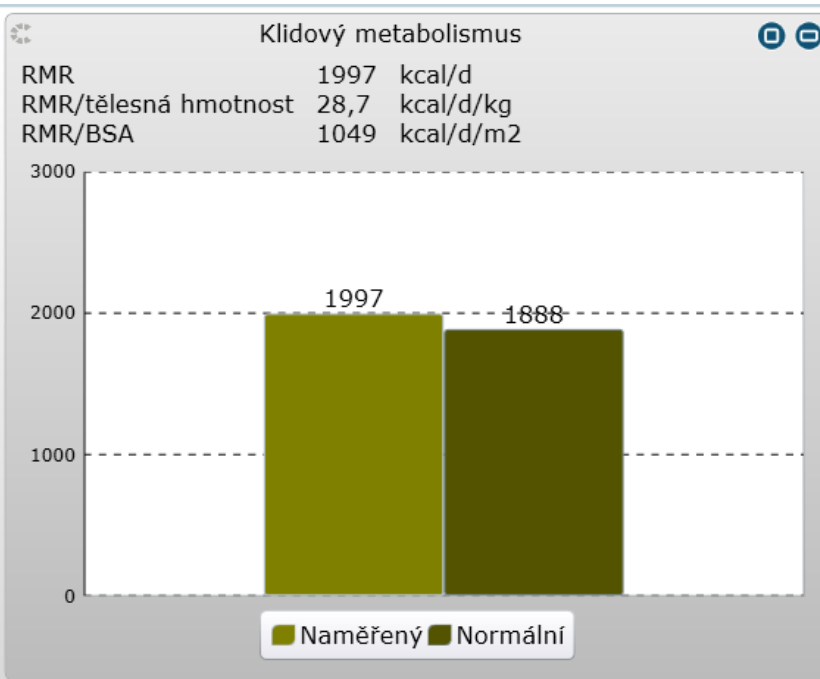
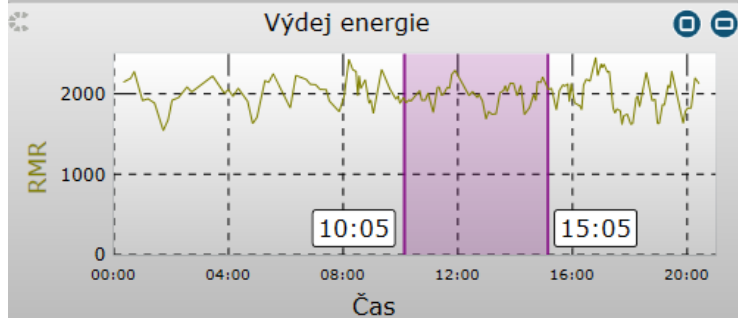
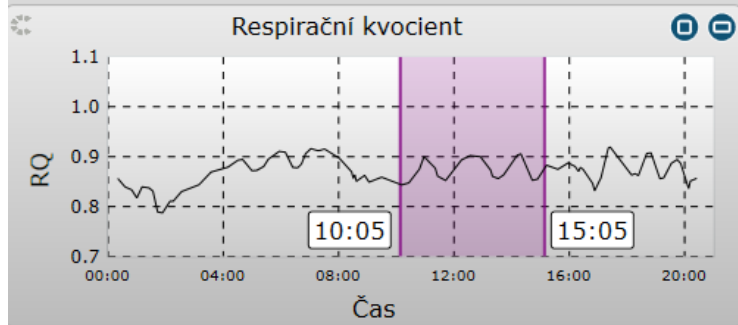
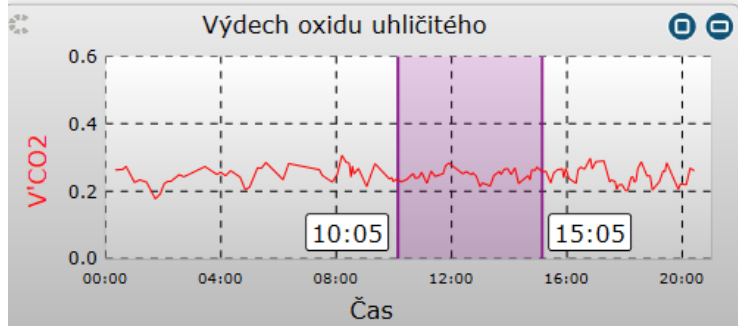
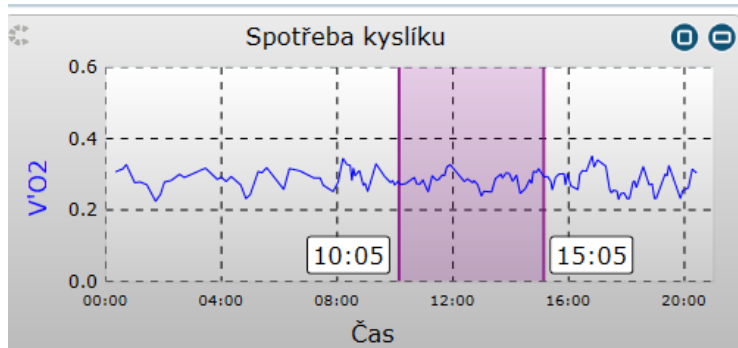




Průměrné hodnoty

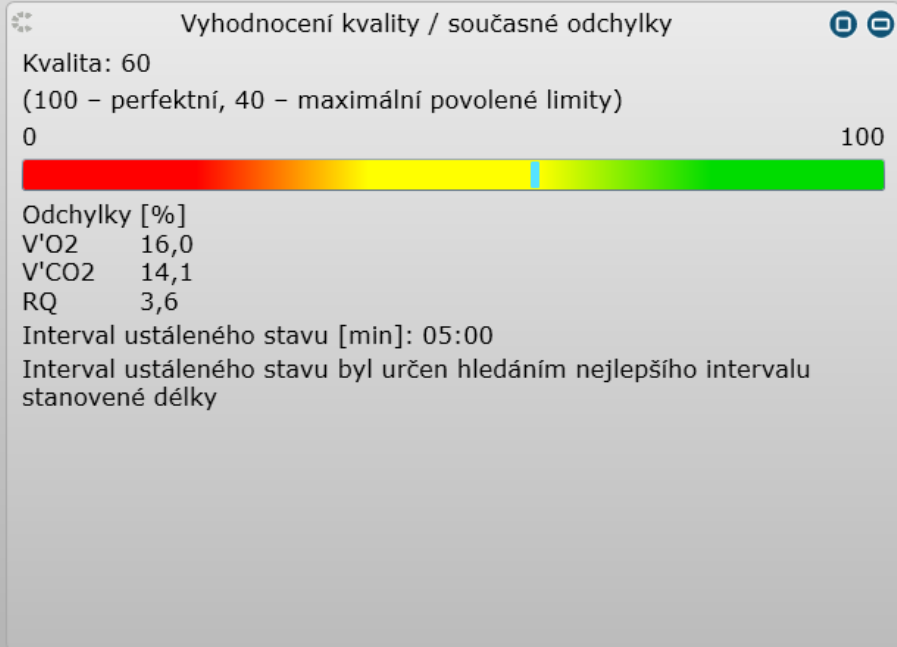
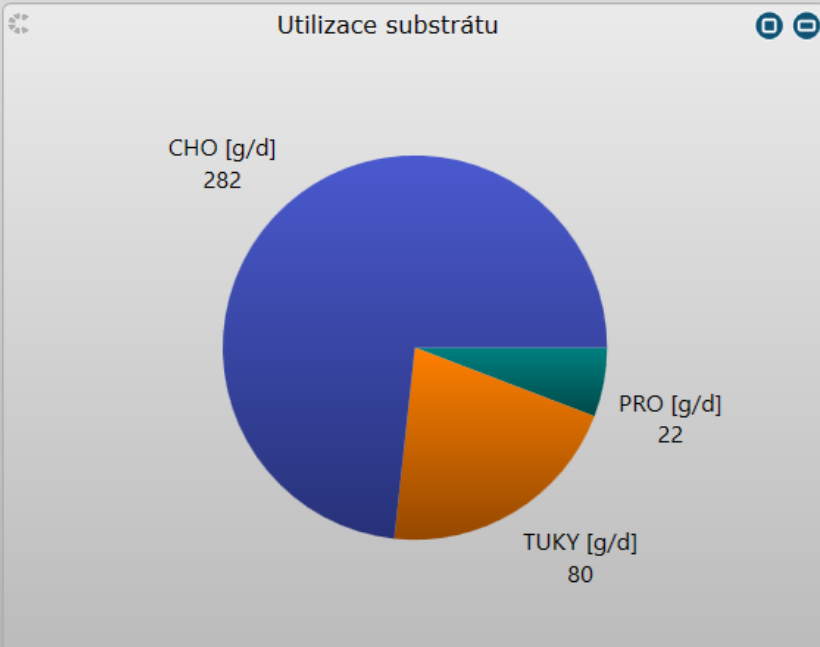
Proměnná	Jednotka	Hodnota
V'O ₂	L/min	0,30
V'CO ₂	L/min	0,27
RQ		0,90
RMR/kg	kcal/d/kg	29,5
RMR/BSA	kcal/d/m ²	1094
CHO	g/d	335
TUKY	g/d	68
PRO	g/d	23
EECHO	kcal/h	57
EEFAT	kcal/h	26
EEPRO	kcal/h	4



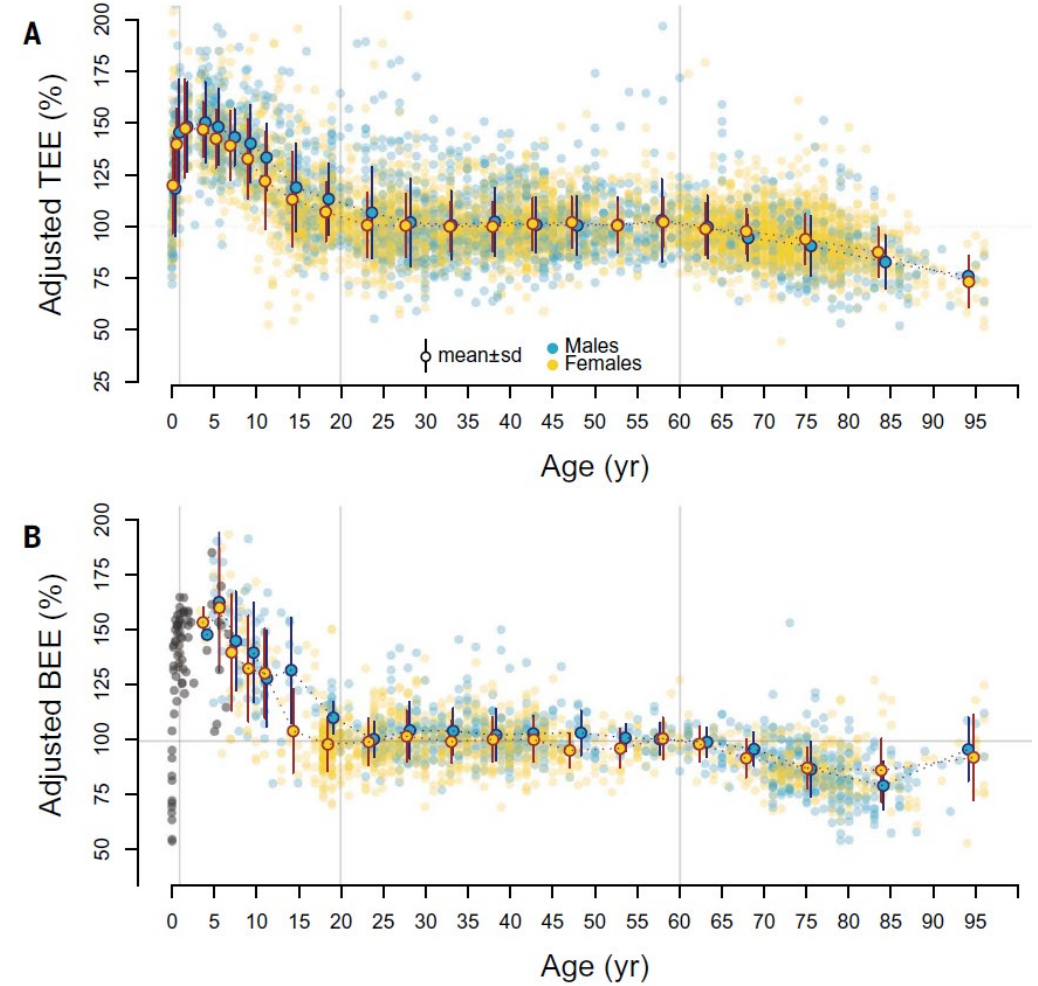
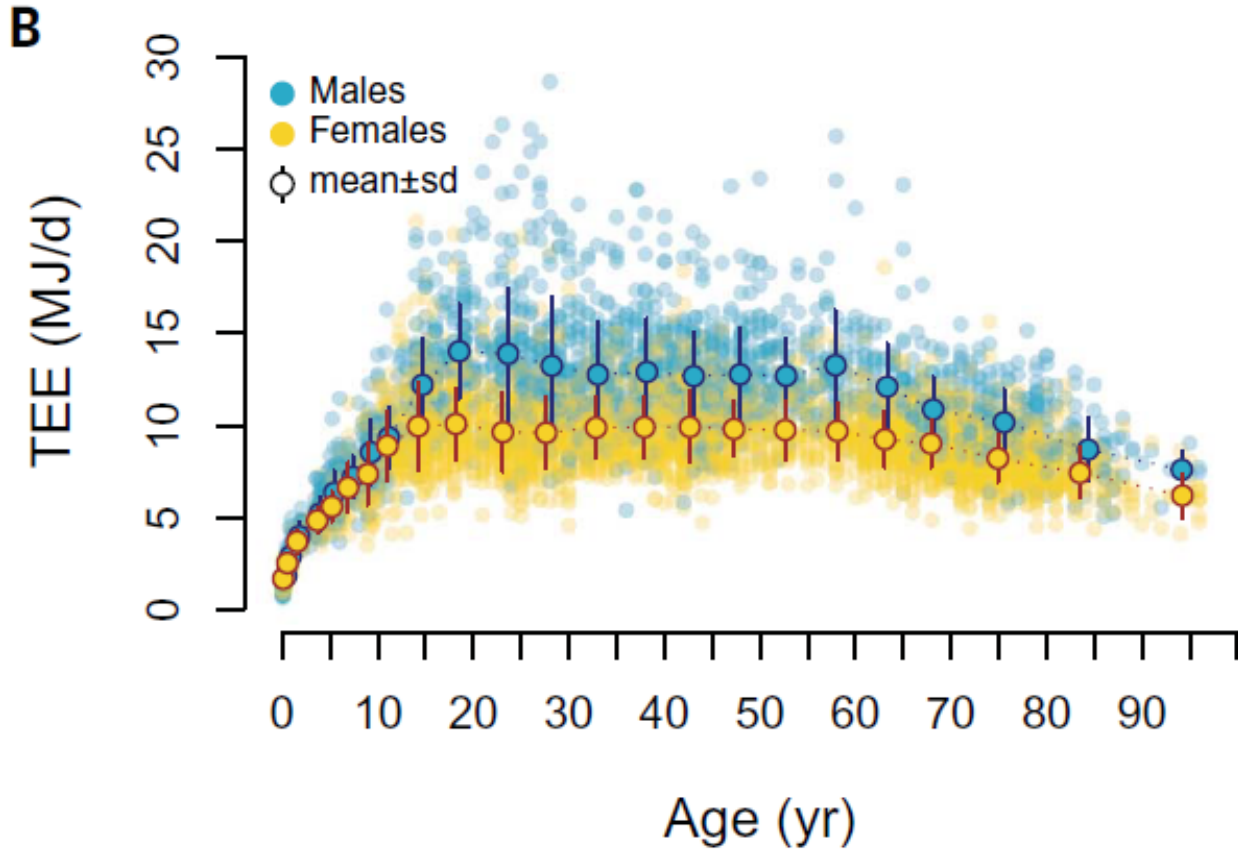


Průměrné hodnoty

Proměnná	Jednotka	Hodnota
V'O ₂	L/min	0,28
V'CO ₂	L/min	0,25
RQ		0,87
RMR/kg	kcal/d/kg	28,7
RMR/BSA	kcal/d/m ²	1049
CHO	g/d	282
TUKY	g/d	80
PRO	g/d	22
EECHO	kcal/h	48
EEFAT	kcal/h	31
EEPRO	kcal/h	4



Pálí ženy méně než muži ?



**Daily energy expenditure through the human
life course** Pontzer *et al.*, *Science* **373**, 808–812 (2021)

Děti nejsou malí dospělí!

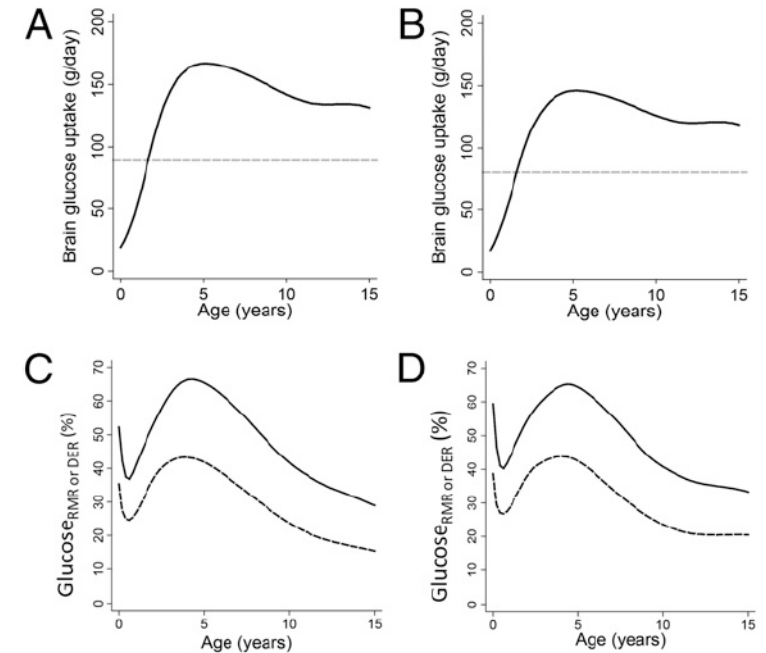
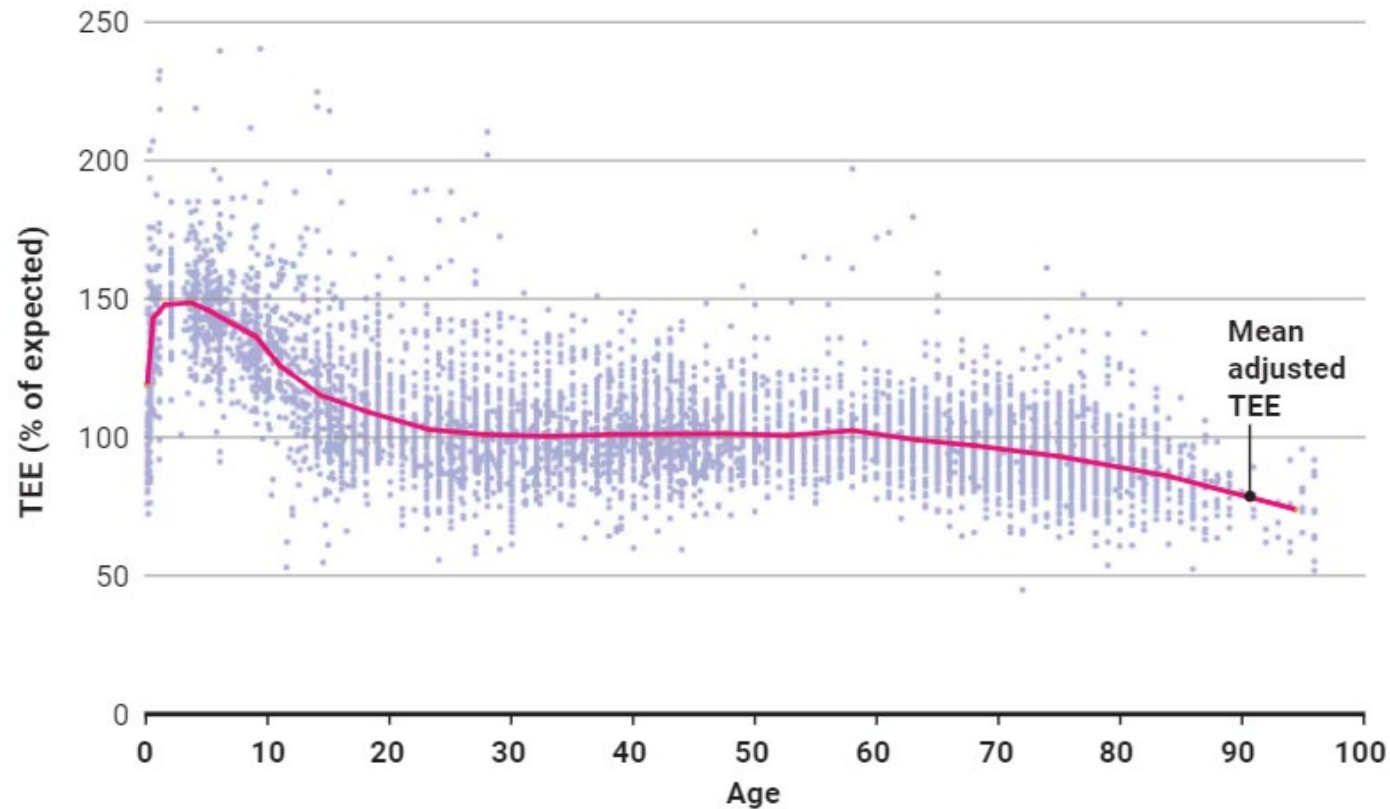


Fig. 1. Glucose use of the human brain by age. (A) Grams per day in males. (B) Grams per day in females; dashed horizontal line is adult value (A and B). (C) Glucose_{RMR}% (solid line) and glucose_{der}% (dashed line) in males. (D) Glucose_{RMR}% (solid line) and glucose_{der}% (dashed line) in females.

Effects of Intermittent Fasting on Health, Aging, and Disease

N ENGL J MED 381;26 NEJM.ORG DECEMBER 26, 2019

