



Ministerstwo
Sportu i Turystyki

SEMINARIUM SZKOLENIOWE W RAMACH PROGRAMU



Online
18.12.2022



KONFERENCJA METODYCZNO - SZKOLENIOWA
Rawa Mazowiecka 13-16 XII 2018

Polski Związek JUDO

Uwarunkowania rozwojowe dzieci w wieku 6-9 lat fizjologia wysiłku

Marcin Łuszczuk

Uwarunkowania rozwojowe dzieci w wieku 6-9 lat
fizjologia wysiłku: agenda

Polski Związek JUDO

- Czy dziecko jest miniaturą dorosłego?
- Dziecko 6-9 letnie na tle ontogenezy
- Efekty rozwoju biologicznego
- Termoregulacja
- Możliwości wysiłkowe
- Trainability

The clock face has a red hand pointing to approximately 10:10. The sports icons include judo, soccer, basketball, tennis, and others. Blue lines connect the text items to the clock face: 'Czy dziecko jest miniaturą dorosłego?' points to the 12 o'clock position, 'Dziecko 6-9 letnie na tle ontogenezy' points to the 1 o'clock position, 'Efekty rozwoju biologicznego' points to the 2 o'clock position, 'Termoregulacja' points to the 3 o'clock position, 'Możliwości wysiłkowe' points to the 4 o'clock position, and 'Trainability' points to the 5 o'clock position.



Ministerstwo
Sportu i Turystyki

SEMINARIUM SZKOLENIOWE W RAMACH PROGRAMU
„JUDO W SZKOLE” (online, 18.12.2022 r.)



WPŁYW WZROSTU I DOJRZEWANIA NA CZYNNOŚĆ MIĘŚNI SZKIELETOWYCH

dr Marcin Łuszczczyk

Zakład Fizjologii

Kierownik Zakładu Fizjologii: prof. dr hab. Radosław Laskowski



AKADEMIA WYCHOWANIA
FIZYCZNEGO I SPORTU
IM. JĘDRZEJA ŚNIADECKIEGO W GDAŃSKU

Dziecko to nie miniatura dorosłego

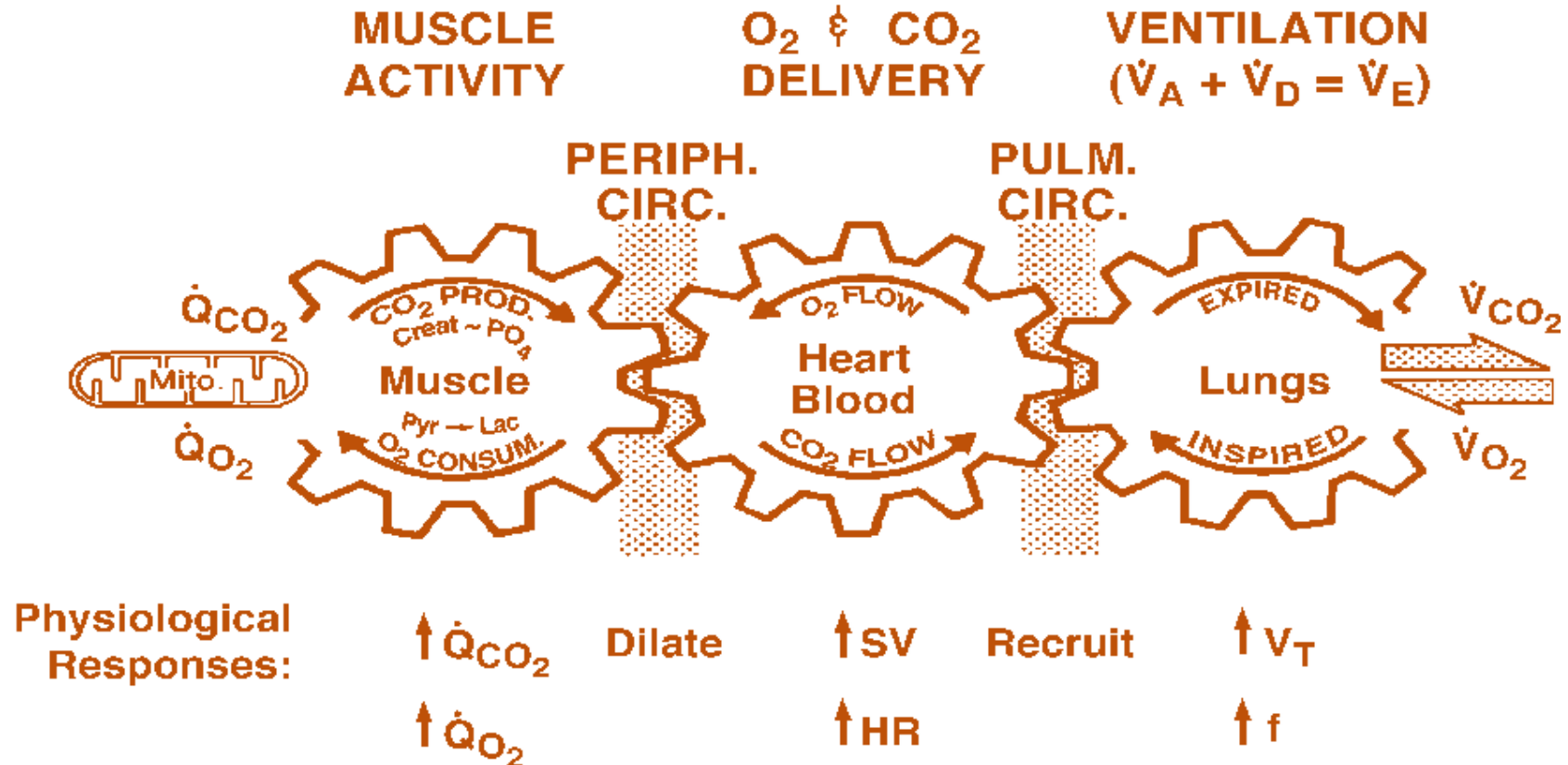


Wyniki badań naukowych – systematycznie aktualizowane



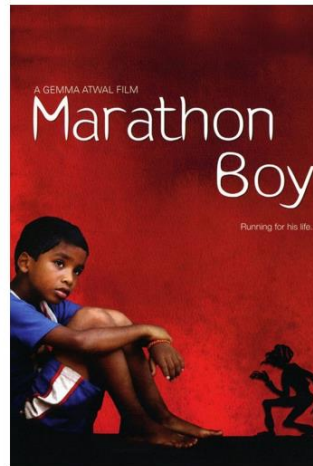
(Stephens i Paridon PCNA 2004)

EXERCISE TESTING AND INTERPRETATION



(Stephens i Paridon PCNA 2004)

Dziecko nie jest miniaturą dorosłego – łamanie reguł!



Trening: 190 km tygodniowo



Dzień sławy (30°C) – rok 2005

łyk lemoniady
tempo 6.15 min/km
60 km (7 h biegu) - upadek

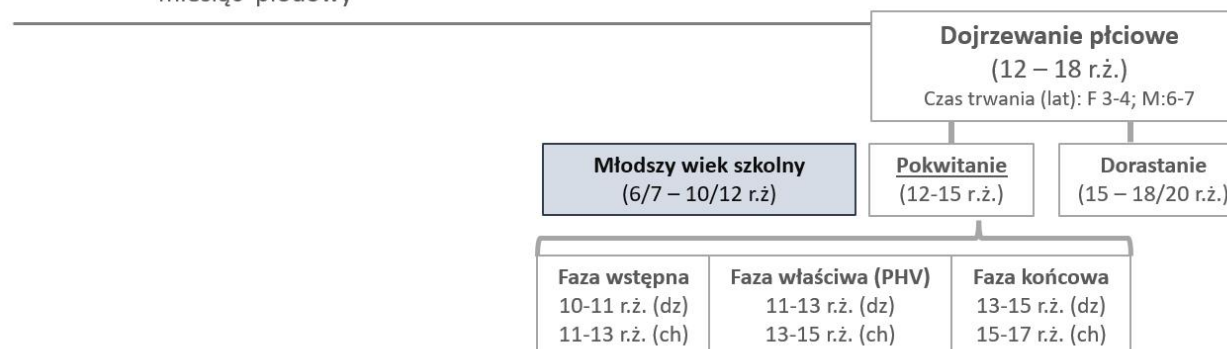
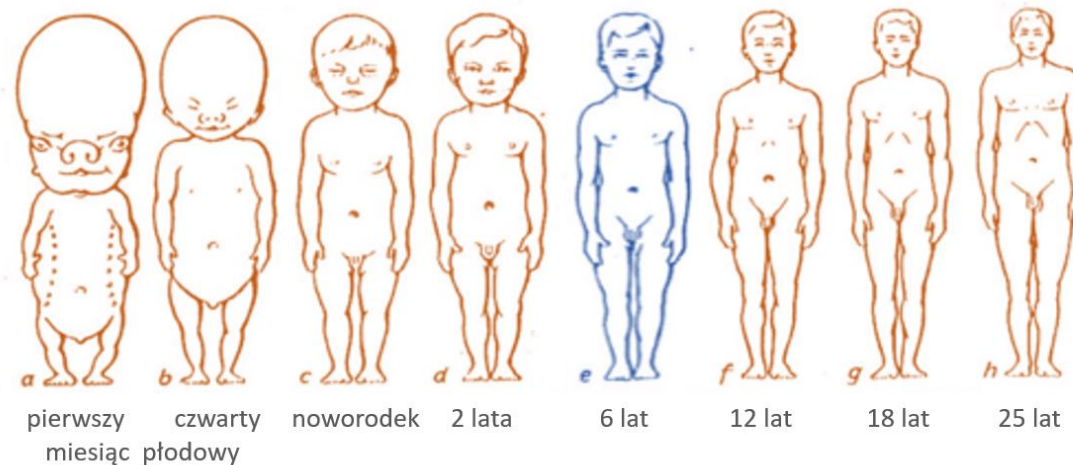


Budhia Singh
4 latek przebiega dystans 65 km

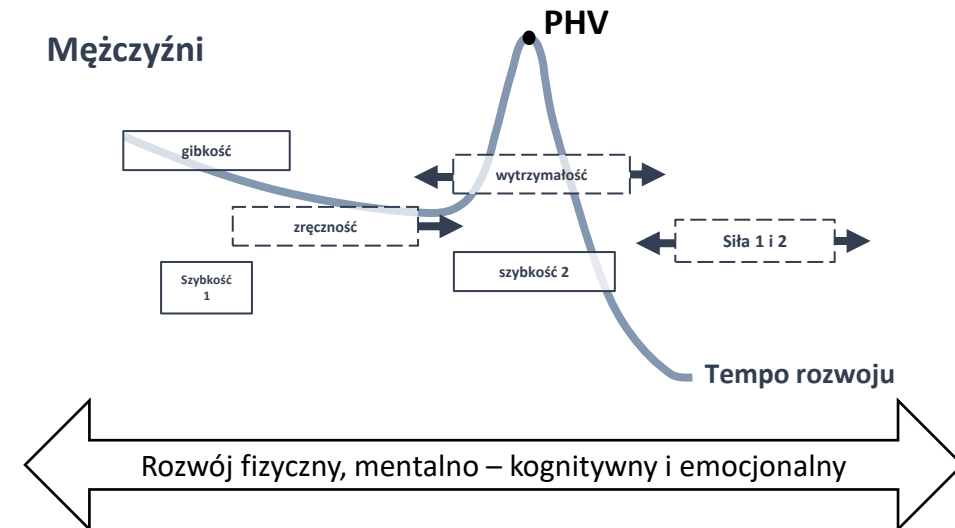
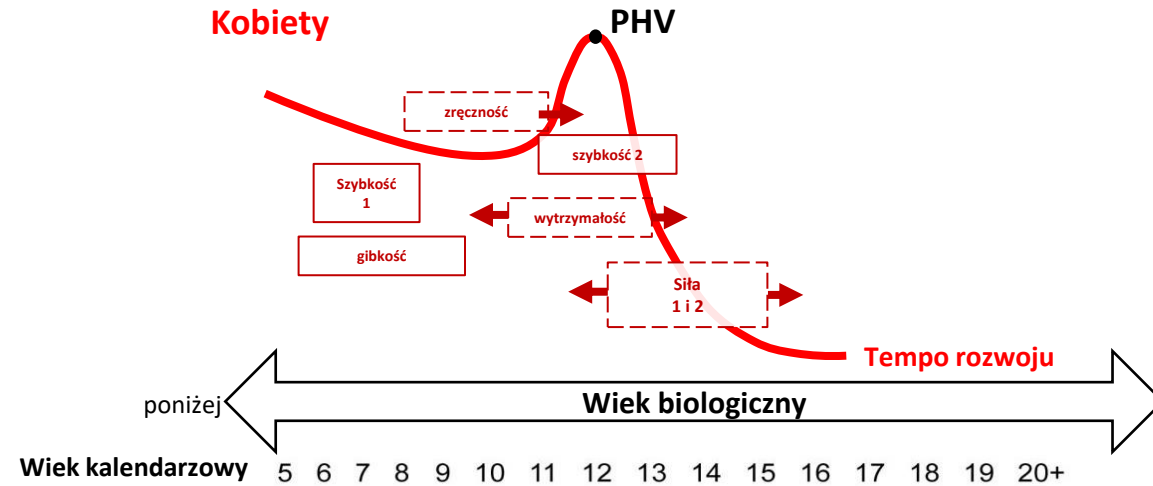
<https://www.amazon.com/Budhia-Singh-Born-Manoj-Bajpayee/dp/B071G8PTH6>
<https://www.youtube.com/watch?v=fewBfSTjjuA>

www.bbc.com, www.rediff.com

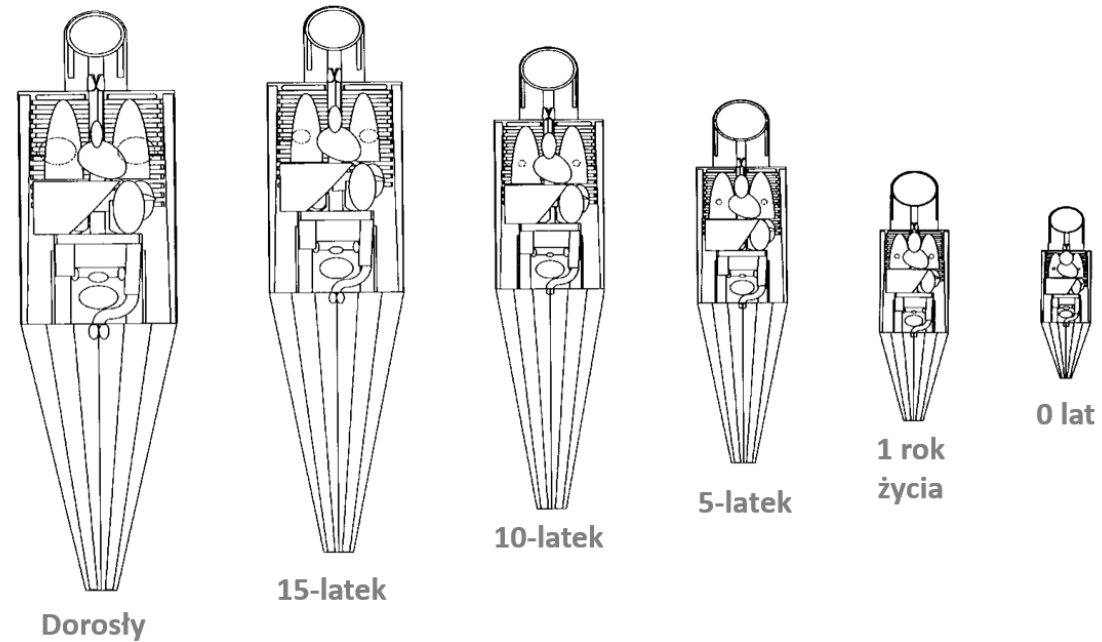
Proces rozwoju organizmu od momentu zapłodnienia



Okna przyspieszonej adaptacji treningowej

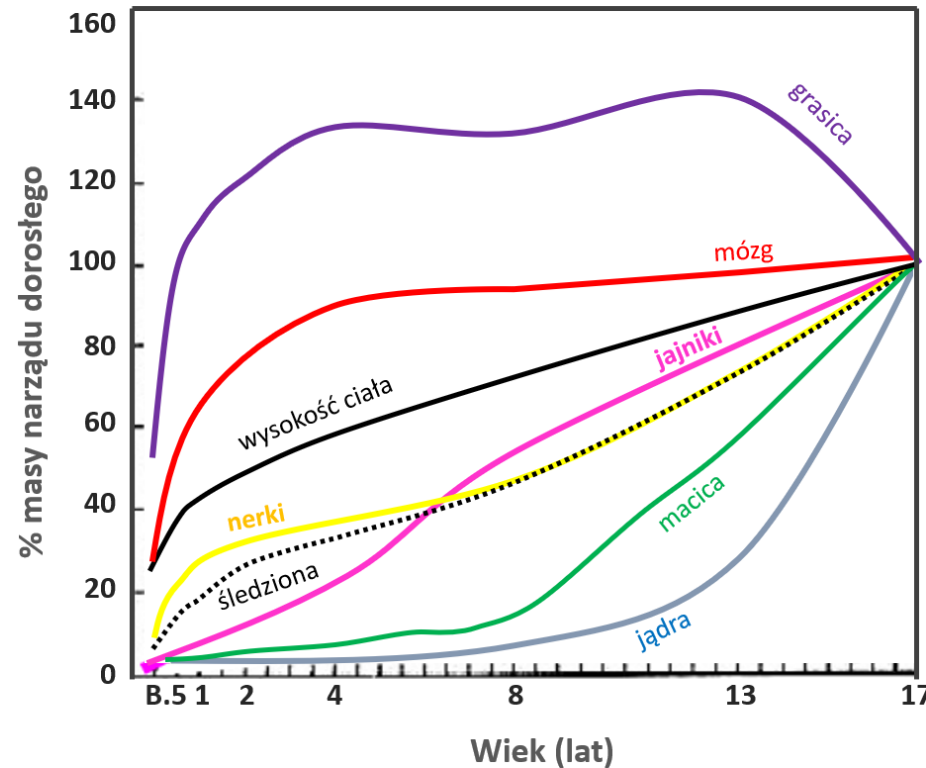


Efekty rozwoju biologicznego
wzrastanie, dojrzewanie i różnicowanie



(<http://train.air.asn.au/>)

Efekty rozwoju biologicznego
– wzrastanie, dojrzewanie i różnicowanie



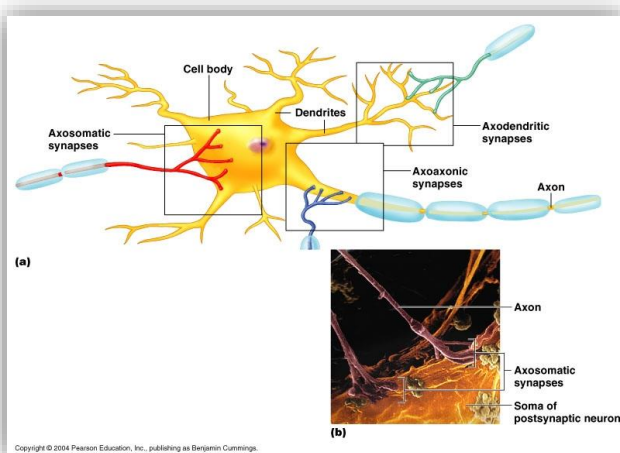
Rozwój narządów

- mózg
- płuca
- nerki
- narządy płciowe

Funkcje fizjologiczne

- CUN
- układ immunologiczny
- układ dokrewny

(Altman, FASEB, 1962)



Efekty rozwoju biologicznego
rozwój układu nerwowego: synaptogeneza i mielinizacja

| | Cell proliferation | Migration of neurons | Subplate neurons | Synapse formation | Myelination |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| Prenatal period (months) | 0 | Radial glia and neurons | Brain and spinal cord | Marginal zone | |
| | 1 | | | Subplate | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| | 4 | | | | |
| | 5 | | | Hippocampus | |
| | 6 | | | Reticular formation | |
| | 7 | | | Visual cortex | |
| | 9 | Glia | External granular | | |
| Postnatal period (years) | 1 | | | Association cortex | Somatosensory |
| | 2 | | Layer cerebellum | | Roots of spinal nerves |
| | 3 | | | | |
| | 4 | | | | |
| | 5 | | | | |
| | 10 | | | | |

- wzrost włókien nerwowych - ruch i mowa (4-17 rż)
- adolescencja - ekstensywna eliminacja wybranych synaps
- **twór siatkowaty** – czynności wegetatywne kontrola ruchu gałek ocznych
- włókna kojarzeniowe
- **włókna spidłowe** – funkcje poznawcze i ruchowe

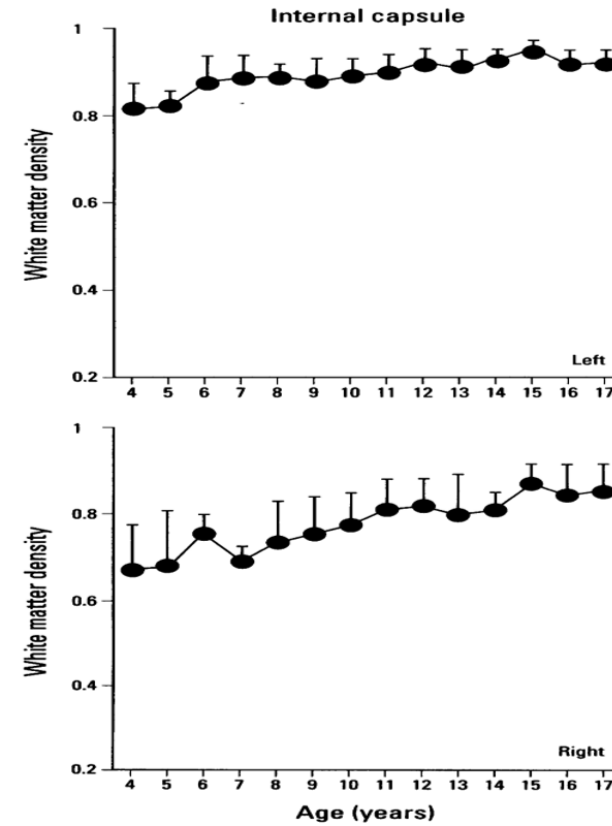
(Rice, EHP, 2000)

Efekty rozwoju biologicznego rozwoj układu nerwowego: gęstość istoty białej

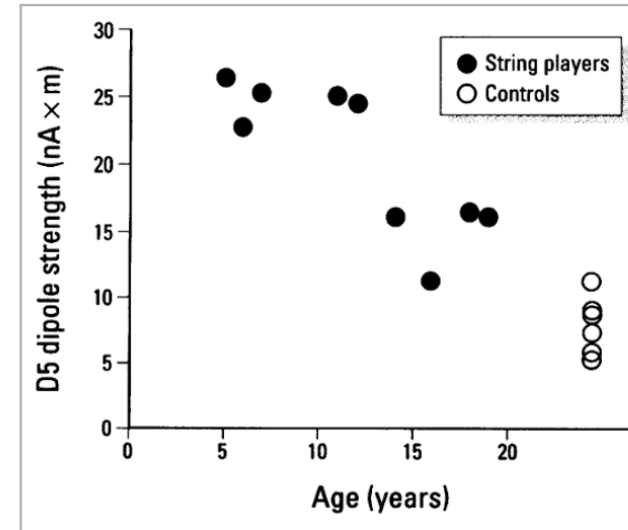
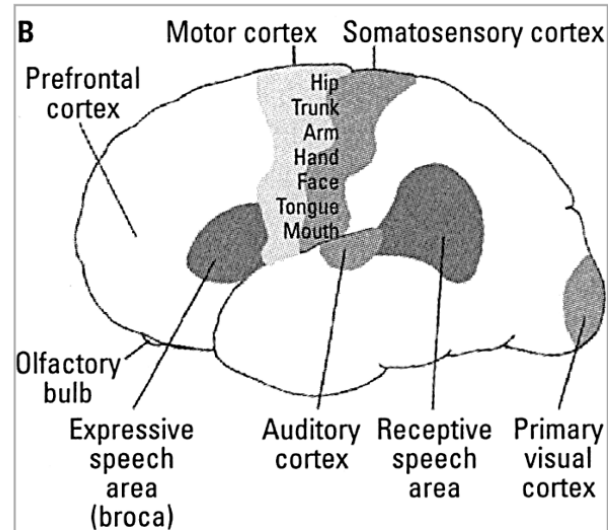
melanizacja aksonów

- torebka wewnętrzna – motoryka

(Rice,EHP, 2000)

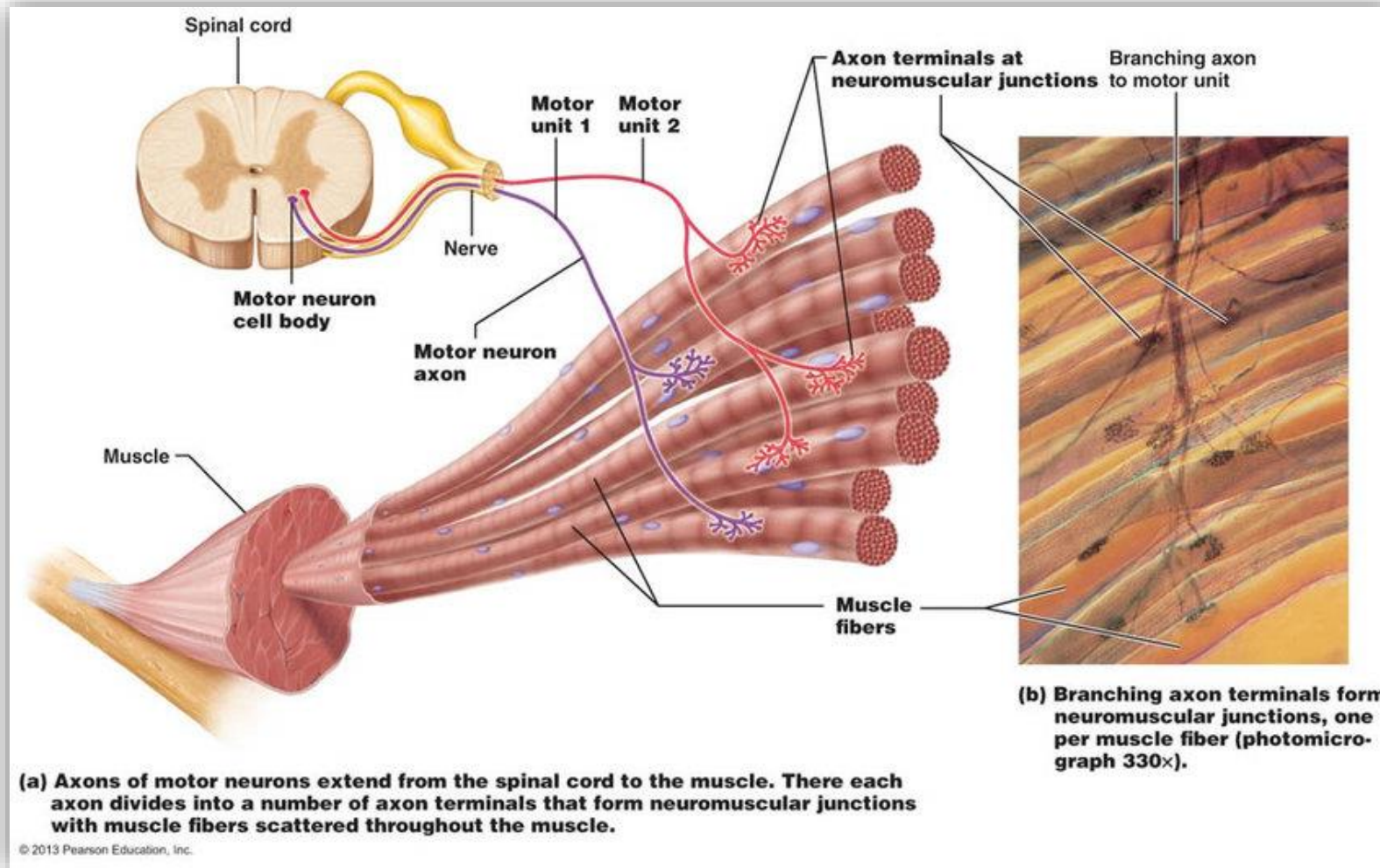


Efekty rozwoju biologicznego
aktywność ma wpływ na strukturę mózgu

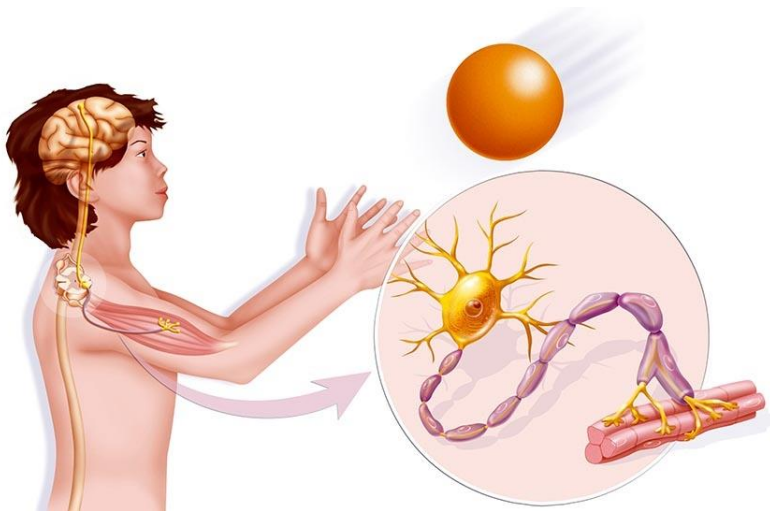


- **Rozwój kory somatosensorycznej** – warunkowany czasem rozpoczęcia a nie dawką treningu
- **Klinicznie zaburzenia** - wynik ingerencji w normalną ontogenezę procesów rozwojowych w UN

(Rico i Barone Jr, EHP, 2000)



Zmiany rozwojowe w aktywności mięśni =
podłoże różnic w zakresie możliwości
wysiłkowych (dziecko vs. dorosły)



Dziecko to nie miniatura dorosłego



[Pediatr Exerc Sci](#). Author manuscript; available in PMC 2013 Oct 21.

Published in final edited form as:

[Pediatr Exerc Sci](#). 2012 Feb; 24(1): 2–21.

Child—Adult Differences in Muscle Activation — A Review

[Raffy Dotan](#), [Cameron Mitchell](#), [Rotem Cohen](#), [Panagiota Klentrou](#), [David Gabriel](#), and [Bareket Falk](#)

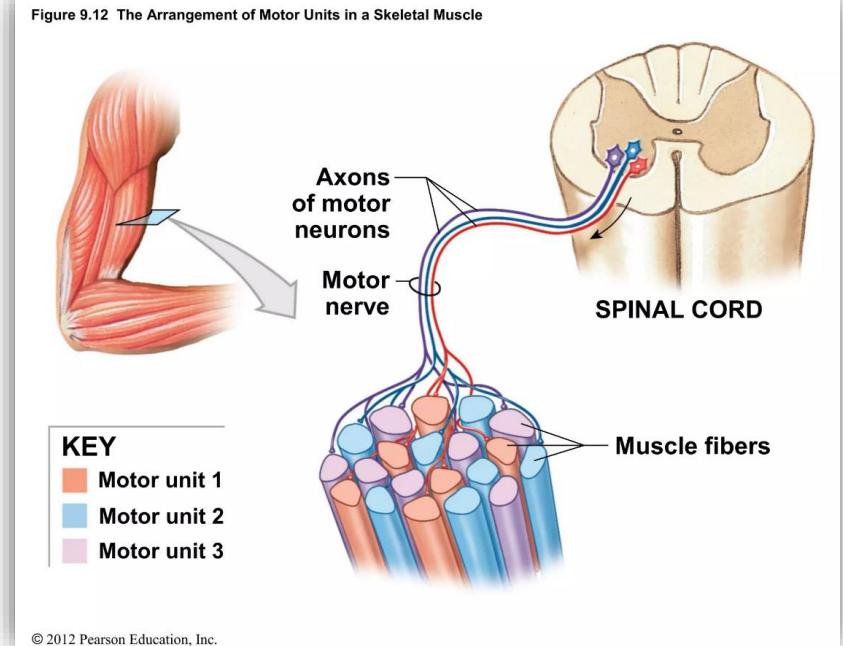
Hipoteza 1 (Erling Asmussen 1955)

Zakres wykorzystania mięśni szkieletowych
jest u dziecka < w porównaniu z dorosłym



Hipoteza 2 (Falk i Dotan 2006)

**Zakres wykorzystania włókien mięśniowych
typu II jest u dziecka < w porównaniu z dorosłym**





Dzieci vs dorośli

POZIOM KWASU MLEKOWEGO KRWI DZIECI 10-12 LETNICH W WARUNKACH WYSIŁKU FIZYCZNEGO

| Intensywność (% VO ₂ max) | Poziom mleczanu (mmol/L) |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 43.9 | 0.51 |
| 56.2 | 0.62 |
| 68.6 | 1.11 |
| 79.7 | 2.43 |
| 100 | 9.00 |

(Shephard RJ, 1982, Physical Activity and Growth)





Dzieci vs. dorośli

AKTYWNOŚĆ FOSFOFRUKTOKINAZY WE WŁÓKNACH MIĘŚNIOWYCH

($\mu\text{mol/g}$ masy mięśniowej/min)

| Dzieci | Dorośli |
|--------|-----------------|
| | 9.40 (typ I) |
| 8.4 | 14.0 (typ II A) |
| | 20.0 (typ II B) |

(Shephard RJ, 1982, Physical Activity and Growth)





Dzieci vs. dorośli

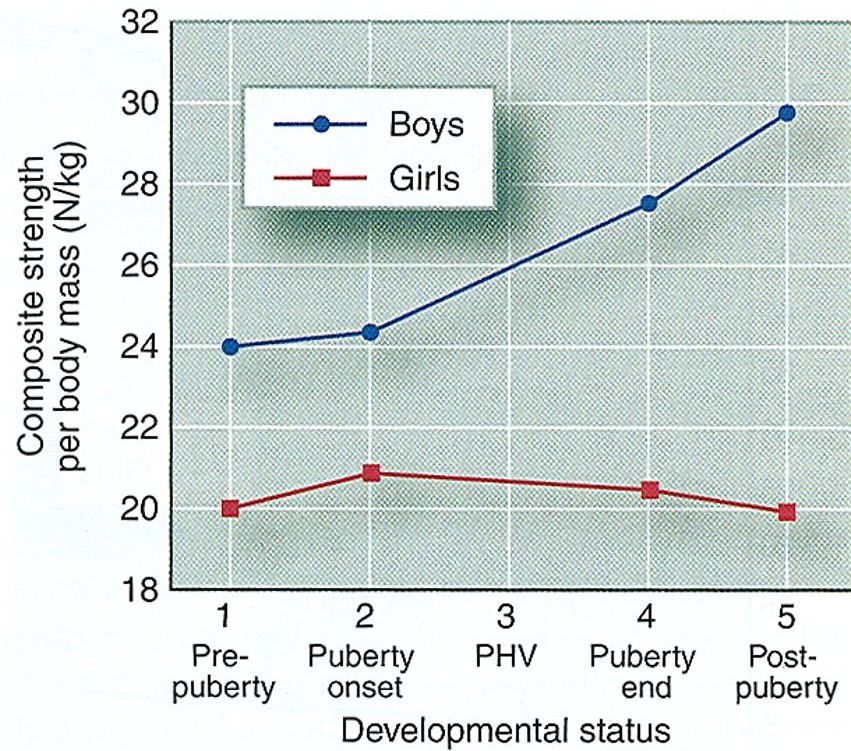
PRZEWIDYWANY MAKSYMALNY POZIOM KWASU MLEKOWEGO U DZIECI

| Wiek (lat) | Poziom mlecza (mmol/L) | |
|------------|------------------------|-----------------------|
| 10 | 9.30 | } Zawody 2 x 3 min |
| 11 | 13.5 | |
| 12 | 14.3 | |
| 13 | 20.8 | |
| 14 | 21.7 | |
| 15 | 21.5 | |
| 16 | 23.4 | |
| 17 | 21.6 | |
| 18 | 22.0 | |

Buttner et al. (NRD)



MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE siła vs. wiek i płeć



(Froberg i Lammert 1996)

MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE moc beztlenowa vs wiek i płeć

Chłopcy - przyrost $P_{max_{WAnT}}$

- **I okres** = szybki (8 - 11 r.ż.)
- **II okres** = wolny (> 11 r.ż.)

(8 - 14 r.ż. przyrost maksymalnej mocy
beztlenowej osiąga 43 % wartości początkowej)

↑ poziom wydolności beztlenowej
↓
↑ wytrzymałości

(Santos i wsp. 2002)

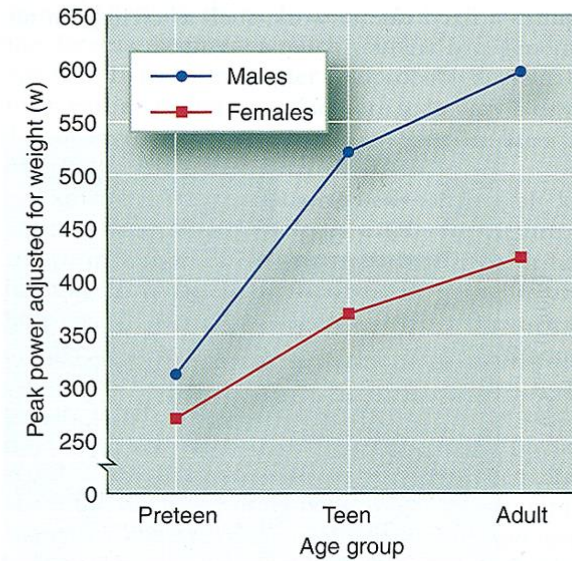
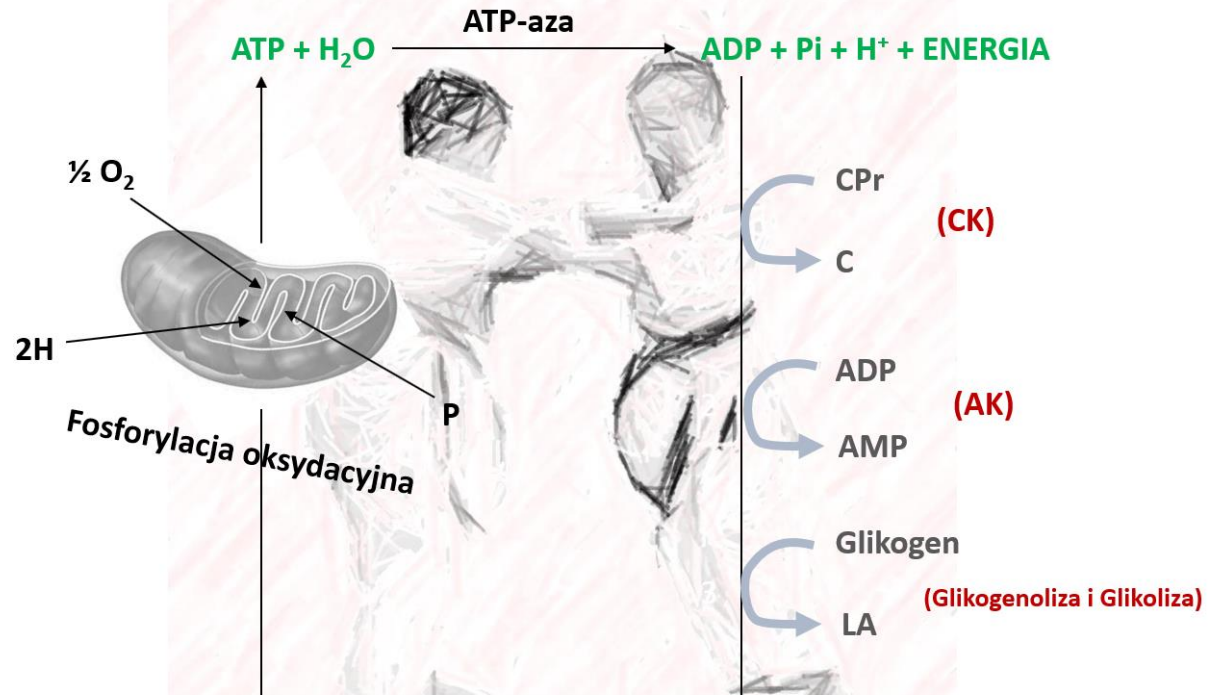


Figure 16.8 Optimal peak power output (anaerobic power) statistically adjusted for body mass in preteenagers (9-10 years old), teenagers (14-15 years old), and adults (mean age of 21 years). These values represent anaerobic power independent of body size.

Data from Santos et al., 2002.

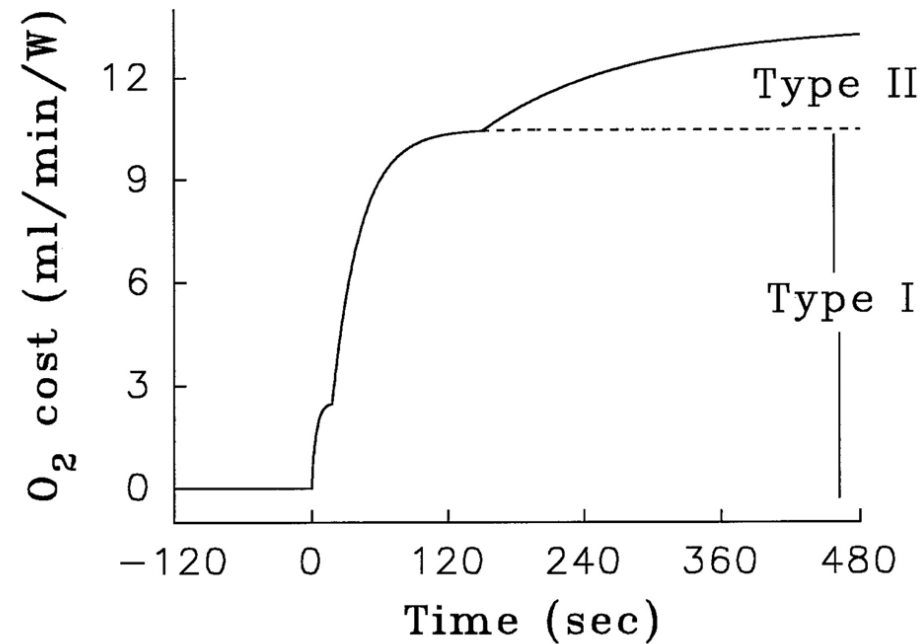
MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE u dzieci dominuje metabolizm tlenowy



Rozpad ATP oraz jego resynteza są sobie równe

MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE Kinetyka poboru tlenu

Schematic of hypothesis 1, showing predicted influence of type II (fast-twitch) muscle fibers on whole body O_2 uptake (VO_2) response during heavy exercise.

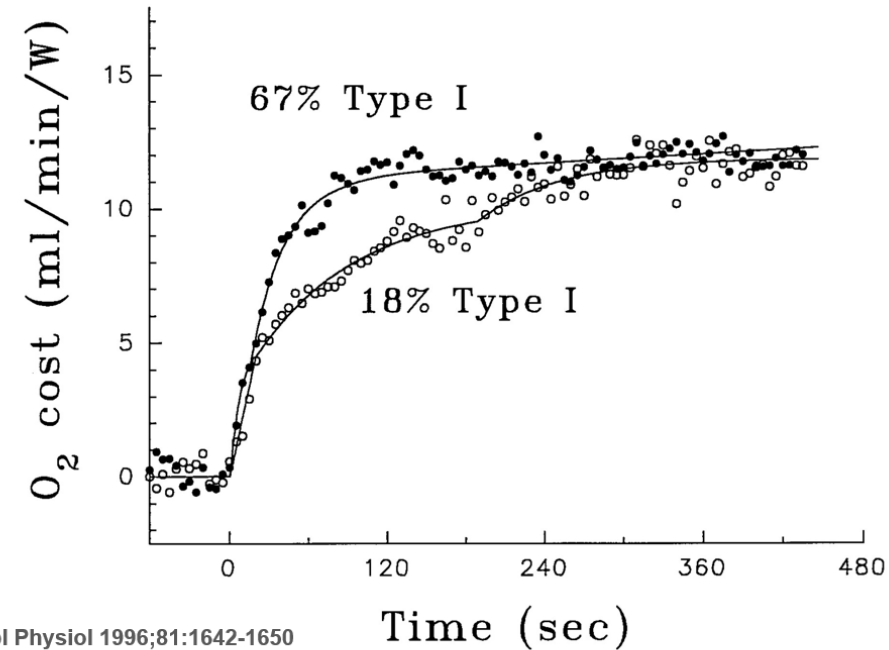


Barstow T J et al. J Appl Physiol 1996;81:1642-1650

MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE Kinetyka poboru tlenu

Większa stabilność metaboliczna

Summary of observed relationship between muscle fiber type and kinetics of VO_2 (normalized as O_2 cost) during heavy exercise, shown at 60 rpm for 2 subjects.



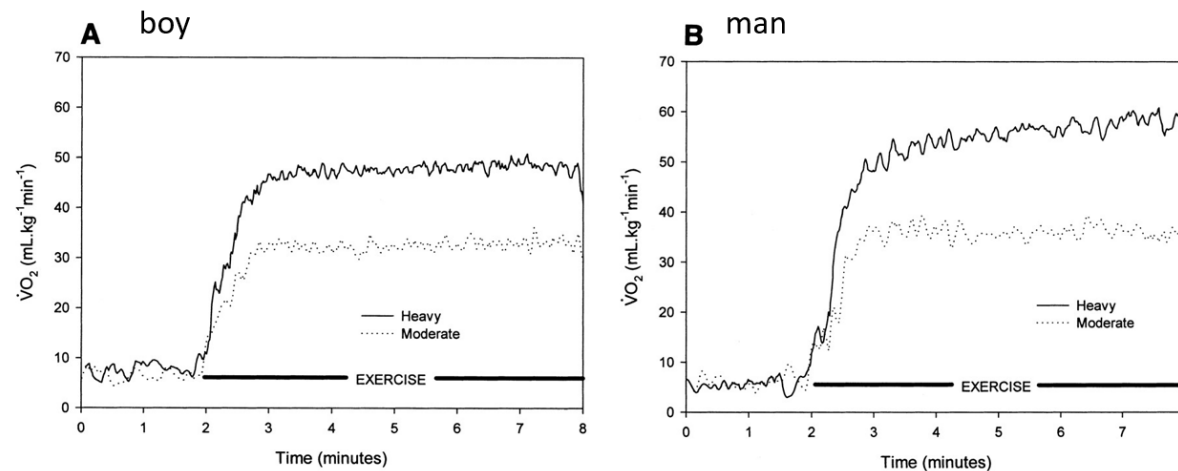
Barstow T J et al. J Appl Physiol 1996;81:1642-1650

Journal of Applied Physiology

MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE Kinetyka poboru tlenu

dzieci - mniejszy slow component i większa kinetyka $\dot{V}O_2$

Oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) response to moderate and heavy exercise in 2 subjects (A: boy; B: man)



Williams C A et al. J Appl Physiol 2001;90:1700-1706

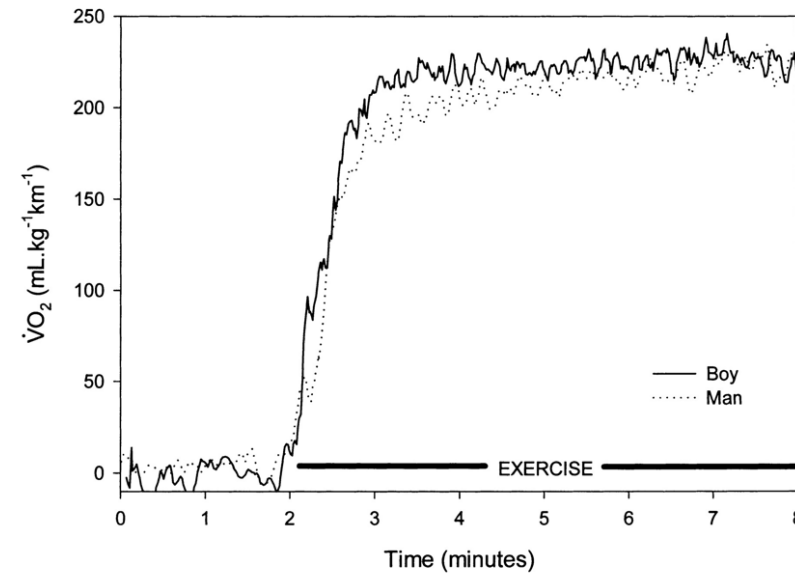
Journal of Applied Physiology

©2001 by American Physiological Society

MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE Kinetyka poboru tlenu

Brak ograniczeń resyntezy ATP

The gain of the primary component during heavy exercise in 2 typical subjects.



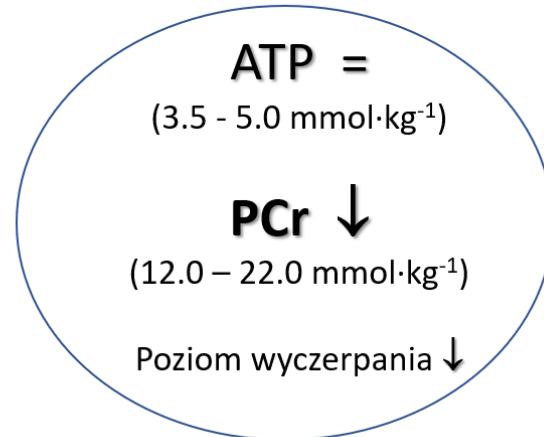
Williams C A et al. J Appl Physiol 2001;90:1700-1706

Journal of Applied Physiology

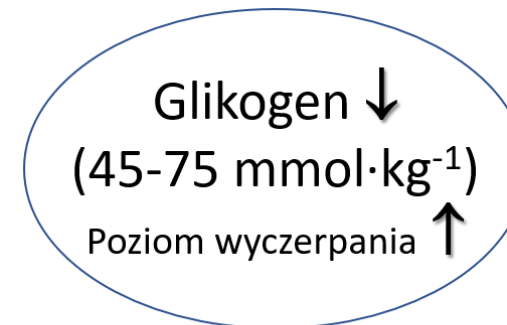
©2001 by American Physiological Society

MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE potencjał energetyczny organizmu dziecka

Stężenie substratów energetycznych w mięśniach dziecka
↓
< moc beztlenowa vs. dorosły



- ↓ aktywność enzymów glikolitycznych (PFK)
- ↓ zdolność do buforowania LA
- ↓ stężenie NA
- ↓ zawartość % FT





MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE

Zdolności enzymatyczne mięśni szkieletowych dziecko vs. dorosły

BEZTLENOWE

- 3 * ↓ aktywność PFK u dzieci 11-13 r.ż. vs dorośli 21-50 lat
- ↓ aktywność LDH
- ↓ aktywność CK oraz AK
- ↓ glikolityczna pojemność enzymatyczna => ↓ moc beztlenowa
- 2-3 * ↓ stężenie LA^- we krwi zarówno po wysiłku $< VO_{2max}$ i $= VO_{2max}$
- ↓ nasilona kwasica metaboliczna (↓ kwasowe pH) po wysiłku $> VO_{2max}$ (10 vs. 25 r.ż.)
- ↑ efekt wypoczynkowy, co sprzyja możliwości powtarzania wysiłku $> VO_{2max}$
- ↓ stężenie LA^- we krwi po powtarzonym wysiłku $> VO_{2max}$





MOŻLIWOŚCI WYSIŁKOWE

Zdolności enzymatyczne mięśni szkieletowych dziecko vs. dorosły

TLENOWE

- ↑ aktywność dh bursztynianowej oraz fumarazy
- podobna aktywność enzymów katalizujących reakcje utleniania WKT (thiolaza acetylo-CoA, dh 3-hydroksyacylo-CoA)
- ↑ utlenianie WKT podczas wysiłków < VO_{2max}
- ↑ utlenianie WKT przed i po wysiłku nawet po spożyciu CHO
- 3 * ↑ stosunek CPT do LDH
- ↓ utlenianie CHO podczas wysiłków o intensywności submaksymalnej
- podobna (lub 25 % ↓) aktywność kompleksu OGDH
- 16 % ↑ stosunek CPT do OGDH ($p < 0.16$)
- ↑ aktywność dh izocytrynianowej, dh jabłczanowej, syntazy cytrynianowej
- ↑ udział włókien mięśniowych typu I (ST)

⇒ **wielkość $MP_{VO_{2max}}$ u dzieci charakteryzuje się zbliżonym poziomem do dorosłych**





Evaluation of Possible Factors in Explaining the Observed Child—Adult Differences in Muscular Performance and Metabolic Response to Exercise

| Observed Differences (Dimensionally normalized; relative to adults) | Factors | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----|
| | Muscle Anatomy | | Muscle Metabolism | | Muscle Function | | | |
| | ↓ Relative Muscle Size | ↓ Type-II Muscle-Fiber Composition (*) | ↓ Anaerobic, ↑ Oxidative Profile | ↑ Agonist- Antagonist Co-Activation (**) | ↓ Intra-Muscular Synchronization | ↓ Volitional Muscle Activation | ↓ Type-II Motor-Unit Activation | |
| Acute Exercise | ↓ Maximal Isometric Strength | ✓ | ✓✓ | — | — | ✓ | ✓✓ | ✓✓ |
| | ↓ Short-Term Power | ✓ | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ | ✓✓ |
| | ↓ Force Kinetics | — | ✓✓ | — | ✓ | ✓✓ | — | ✓✓ |
| | ↓ Force-Velocity Relationships | — | ✓✓ | — | ✓ | ✓✓ | — | ✓✓ |
| | ↓ Q30 & Mean Power Frequency | — | ✓✓ | — | — | ✓✓ | — | ✓✓ |
| | ↑ Muscle Endurance | — | ✓✓ | ✓✓ | — | ✓ | ✓ | ✓✓ |
| | ↑ Recovery | — | ✓✓ | ✓✓ | — | — | ✓ | ✓✓ |
| Response to Resistance Training (non-hypertrophic) | — | — | — | ✓ | ✓ | ✓✓ | ✓✓ | |
| Metabolic Responses | ↓ Peak [La] | ✓ | ✓✓ | ✓✓ | — | — | ✓ | ✓✓ |
| | ↑ Lactate Threshold in Blood & Muscle | — | ✓✓ | ✓✓ | — | — | ✓ | ✓✓ |
| | ↑ Intra-Cellular Pi/PCr Threshold | — | ✓✓ | ✓✓ | — | — | ✓ | ✓✓ |
| | ↑ Intra-Cellular PCr-Recovery Kinetics | — | ✓✓ | ✓✓ | — | — | ✓ | ✓✓ |
| | ↑ Fat, ↓ CHO Utilization | — | ✓✓ | ✓✓ | — | — | — | ✓✓ |
| | ↑ VO2 Kinetics | — | ✓✓ | ✓✓ | — | — | — | ✓✓ |

(Dotan i wsp. 2012)

Naturalny wzór aktywności fizycznej dziecka



(Ratel i wsp. 2005, Eston i Parfitt 2006)

Fundamentalne zdolności ruchowe =
fundamentalne umiejętności sportowe



Agility



Balance



Co-ordination



Speed



Jumping



Climbing



Walking



Skating



Hopping



Swimming



Skipping



Balance



Throwing



Dribbling



Kicking



Throwing

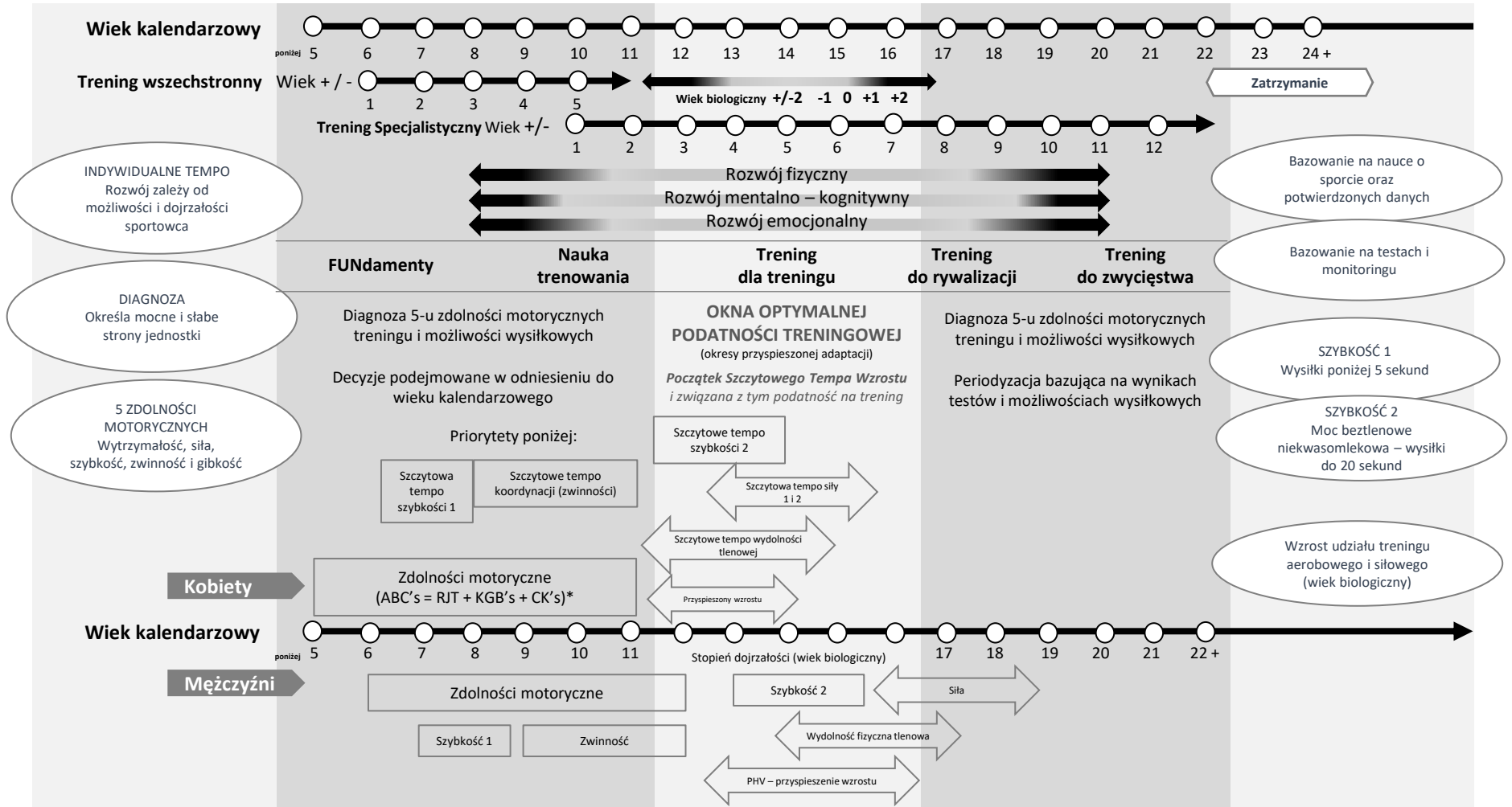


Hitting



Catching

FUNDamenty
= Specjalista AF w szkole



* ABC's zwinność, równowaga, koordynacja, szybkość + RJT bieg, skok, rzut + KGB's = propriocepcja, ślizg, uderzenie w obiekt + CK's = chwyt, kopnięcie, uderzenie w ciało

Hipoteza 1: Niska sprawność \Rightarrow sztywność mięśni lub zaburzona czynność neuronu ruchowego

Wynik badań: osoby z zespołem Downa mogą realizować wzorce aktywacji mięśniowej jakościowo nieodróżnialne od realizowanych przez osoby neurologicznie zdrowe

(Latasha i wsp. 1994)

Sport dzieci niepełnosprawnych

wyzwanie

potrzeba



Dziękuję za uwagę



SPECJALNOŚCI
KSZTAŁCENIA
25



NAUCZYCIELI
AKADEMICKICH
174



OBIEKTÓW
SPORTOWYCH
25

