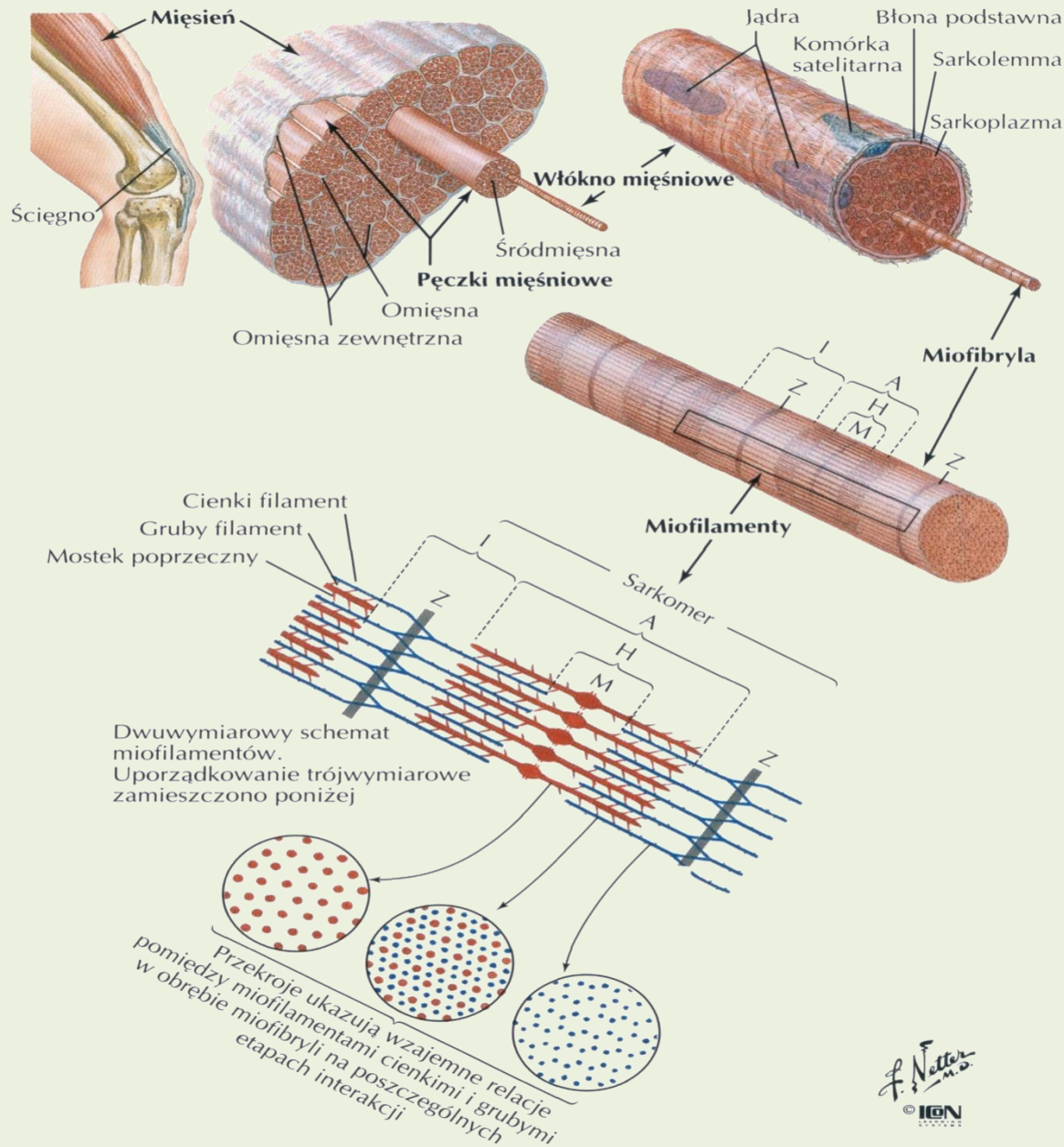


WYSIŁEK FIZYCZNY

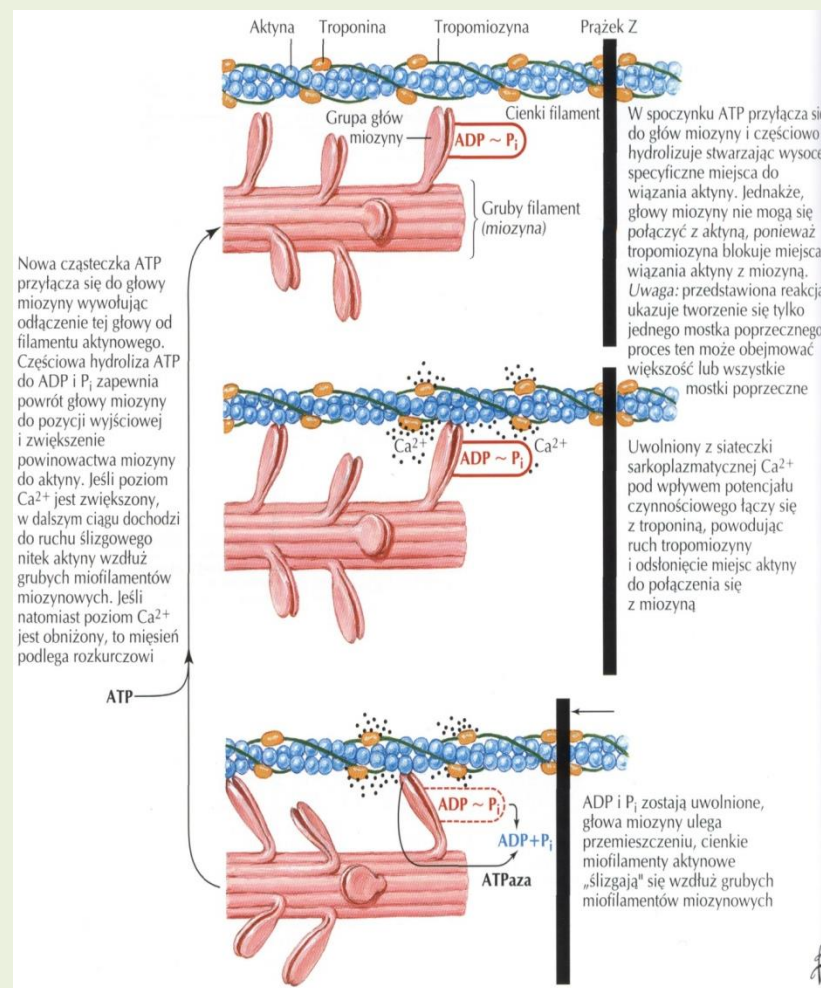
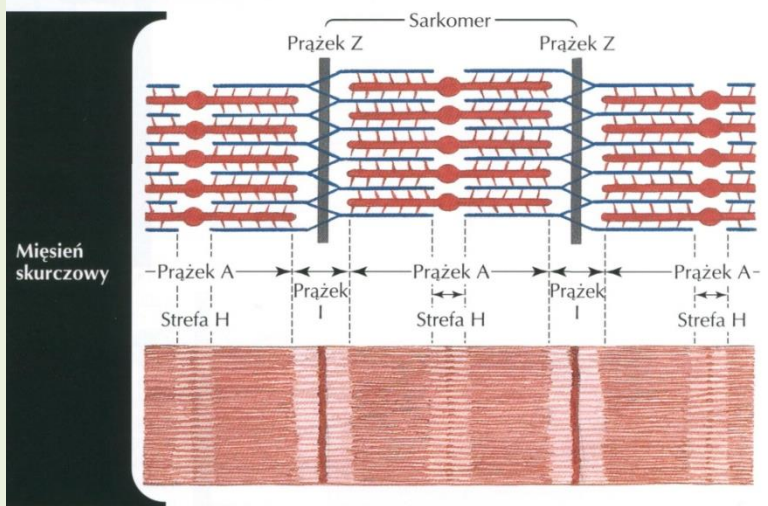
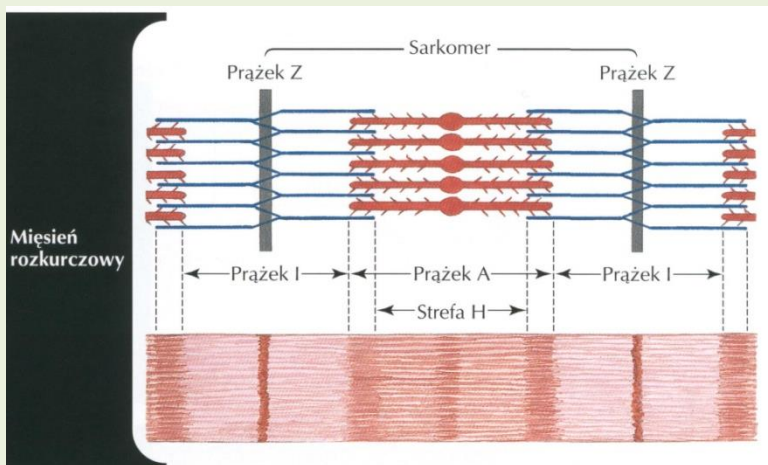
Wybrane zagadnienia

BUDOWA MIĘŚNIA SZKIELETOWEGO



- Miozyna
- Aktyna
- Troponina
(Podjednostki I, T, C)
- Tropomiozyna

MOLEKULARNY MECHANIZM SKURCZU MIĘŚNIA POPRZECZNIE PRĄŻKOWANEGO



Włókna mięśniowe mogą należeć do jednego z trzech typów:

TYP	Barwa	Szybkość skurczu	Podatność na zmęczenie	Siła skurczu	Dominujący proces metaboliczny
FTa	czerwona	duża	mała lub średnia	wysoka	Glikoliza, utlenianie mitochondrialne
FTb	biała	duża	mała	wysoka	Glikoliza, beztlenowo
ST	czerwona	mała	bardzo mała „wytrzymałe”	niska	utlenianie mitochondrialne

FTa, FTb

sprinty, dynamiczne
wymachy czy rwania oraz
uderzenia w sportach
walki

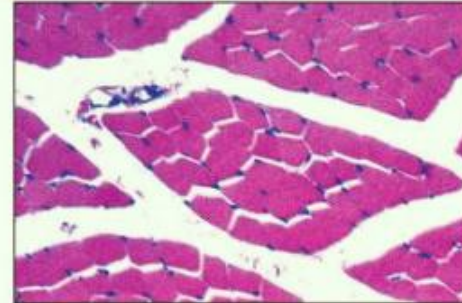
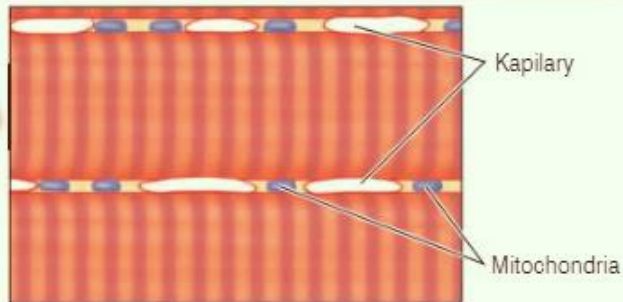
ST

bieganie długodystansowe
i typowo siłowych, takich
jak statyczne podnoszenie
ciężarów

Grupa mięśniowa	% włókien wolnokurczliwych
Biceps	45-65%
Triceps	29-49%
Klatka piersiowa	32-50%
Najszerszy grzbietu	56-76%
Czworogłowy nóg	zróżnicowana budowa
Łydki	61-81%

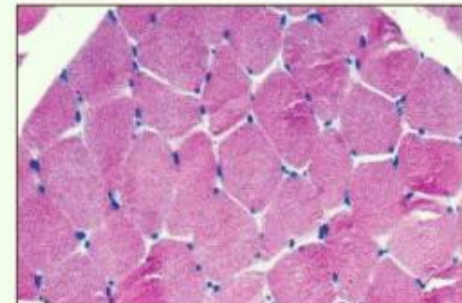
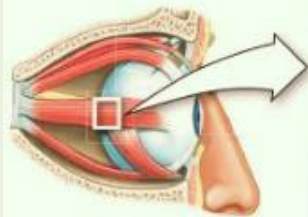
Wolno kurczący się mięsień tlenowy w przeciwieństwie do szybko kurczącego się mięśnia glikolitycznego zawiera duże ilości czerwonej mioglobiny, liczne mitochondria i rozbudowane kapilary dostarczające krew.

Wolno kurczące się mięśniowe włókna tlenowe. Zauważ mniejszą średnicę i ciemniejsze zabarwienie spowodowane przez obecność mioglobiny. Odporne na zmęczenie.



Przekrój poprzeczny wolno kurczących się włókien mięśniowych (LM x 170)

Szybko kurczące się mięśniowe włókna glikolityczne. Większa średnica, blade zabarwienie. Łatwo ulegają zmęczeniu.



Przekrój poprzeczny szybko kurczących się włókien mięśniowych (LM x 170)

REGULACJA SIŁY SKURCZU



Jednostka motoryczna: jedna komórka nerwowa, jej wypustka biegnąca do mięśnia i wszystkie komórki mięśniowe przez nią unerwiane

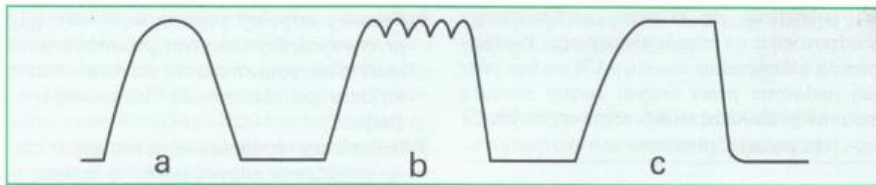
1. PRZES ZMIANĘ STOPNIA WSTĘPNEGO ROZCIĄGNIĘCIA
2. PRZES ZMIANĘ CZĘSTOTLIWOŚCI POBUDZEŃ
3. NA DRODZE REKRUTACJI JEDNOSTEK MOTORYCZNYCH

- W mięśniach siłowych (utrzymujących wyprostną postawę ciała) na jedną komórkę nerwową przypada średnio 200 komórek mięśniowych

- Mięśnie np. gałki ocznej: jeden neuron unerwia średnio 10 komórek mięśniowych,

CZYLI MIĘŚNIE PRACUJĄCE PRECYZYJNIE KONTROLOWANE SĄ PRZES ZNACZNĄ LICZBĘ KOMÓREK NERWOWYCH

RODZAJE SKURCZÓW MIĘŚNI



Wykres skurczów mięśnia szkieletowego: a – skurcz pojedynczy, b – skurcz tężcowy niezupełny, c – skurcz tężcowy zupełny

- a. **Skurcz pojedynczy** - wywołany przez pojedynczy impuls nerwowy, trwa od kilku do kilkudziesięciu milisekund. Po skurczu następuje rozkurcz mięśnia; odstępy między impulsami są duże, większe niż czas trwania całego pojedynczego skurczu
- b. **Skurcz tężcowy niezupełny** - częstość impulsów nerwowych jest na tyle wysoka, że kolejne impulsy docierają do mięśnia, gdy ten nie uległ jeszcze pełnemu rozkurczowi. Skurcze tężcowe niezupełne mają charakter fizjologiczny. Wszystkie mięśnie szkieletowe przez większość czasu wykonują skurcze tężcowe niezupełne.
- c. **Skurcz tężcowy zupełny** - brak fazy rozkurczu, mięsień pozostaje w ciągłym skurczu. Występuje wówczas, gdy bodźce pobudzają mięsień w odstępach czasu krótszych niż trwa skurcz pojedynczy, czyli jeszcze zanim rozpocznie się rozkurcz.

Skurcz izotoniczny - długość mięśnia ulega zmianie, jednocześnie nie wykazując zmian w napięciu. Skurcz ten może być koncentryczny, gdy mięsień ulega skróceniu lub ekscentryczny, gdy mięsień ulega wydłużeniu

- *Skurcz izotoniczny koncentryczny*
- *Skurcz izotoniczny ekscentryczny*

Skurcz izometryczny - charakteryzuje się zwiększeniem napięcia mięśnia bez zmian jego długości. Funkcją jest utrzymanie ciała (lub jego części) w stałym położeniu.

Przykładem jest napięcie mięśni przy próbie podniesienia zbyt obciążonej sztangi.

Skurcze auksotoniczne - po początkowym okresie wzrostu napięcia bez zmian długości (faza skurczu izometrycznego) dochodzi do skrócenia mięśnia, już bez dalszych zmian jego napięcia (faza skurczu izotonicznego). Skurcze tego typu występują m.in. podczas chodzenia lub biegania.

Długotrwałe unieruchomienie mięśni:

- **Zanik mięśni**
- **Spadek siły i wytrzymałości**
- **Zaburzenia w układzie nerwowo-mięśniowym**
- **Zmniejszenie elastyczności i sztywności mięśni**
- **Utrata masy kostnej**

KLASYFIKACJA FIZJOLOGICZNA WYSIŁKÓW FIZYCZNYCH

- wysiłki statyczne
- wysiłki dynamiczne
- wysiłki długotrwałe (pow. 30-60 min.)
- wysiłki krótkotrwałe

Intensywność wysiłku (moc): ilość energii wydatkowanej w jednostce czasu)

- * wysiłki maksymalne (maksymalne nasilenie funkcji związanych z pobieraniem i transportem do mięśni tlenu)
- wysiłki submaksymalne

Klasyfikacja fizjologiczna wysiłków fizycznych

Wysiłki statyczne

PRZEWAGA SKURCZÓW IZOMETRYCZNYCH

Wysiłki dynamiczne

PRZEWAGA SKURCZÓW IZOTONICZNYCH



WYSIŁKI STATYCZNE:

- **MAŁE ZUŻYCIE ENERGII**
- **UTRUDNIENIE SWOBODNEGO PRZEPŁYWU KRWI PRZEZ PRACUJĄCE MIĘŚNIE**
- **NAGROMADZENIE PRODUKTÓW PRZEMIANY MATERII**
- **SZYBKI ROZWÓJ ZMĘCZENIA**
- **BÓLE MIĘŚNIOWE**

Konieczność utrzymywania postawy pod zwiększonym obciążeniem

- Konieczność usztywnienia klatki piersiowej i ograniczenie ruchów żeber oraz przepony
- Szybki ubytek mięśniowych zapasów
- Lokalne zakłócenie homeostazy.



OBCIĄŻENIE WZGLĘDNE

% SIŁY MAKSYMALNEGO SKURCZU DOWOLNEGO (MVC):

- Praca statyczna może być wykonywana bez objawów zmęczenia, jeżeli siła niezbędna do jej wykonania nie przekracza **15%** maksymalnej siły zaangażowanych mięśni
- Przy długotrwałej pracy statycznej siła niezbędna do jej wykonania nie powinna przekraczać **5%** MVC

Wysiłki dynamiczne:

- **przewaga skurczów izotonicznych**
- **znaczna aktywność ruchowa**
- **może być wykonywana bez objawów zmęczenia
gdy siła niezbędna do wykonywania
czynności nie przekracza 30% maksymalnej siły
zaangażowanych mięśni**
- **uaktywnienie układów: krążenia, oddechowego,
termoregulacji**

UKŁAD KRAŻENIA:

- *wzrost objętości wyrzutowej serca
- *wzrost częstości skurczów serca na minutę
- * wzrost pojemności minutowej serca

- *zmiany miejscowego przepływu krwi:
 - zwiększa się przepływ krwi przez pracujące mięśnie i skórę*
 - zmniejsza się przepływ krwi przez obszar naczyniowy układu pokarmowego, wątroby i nerek*

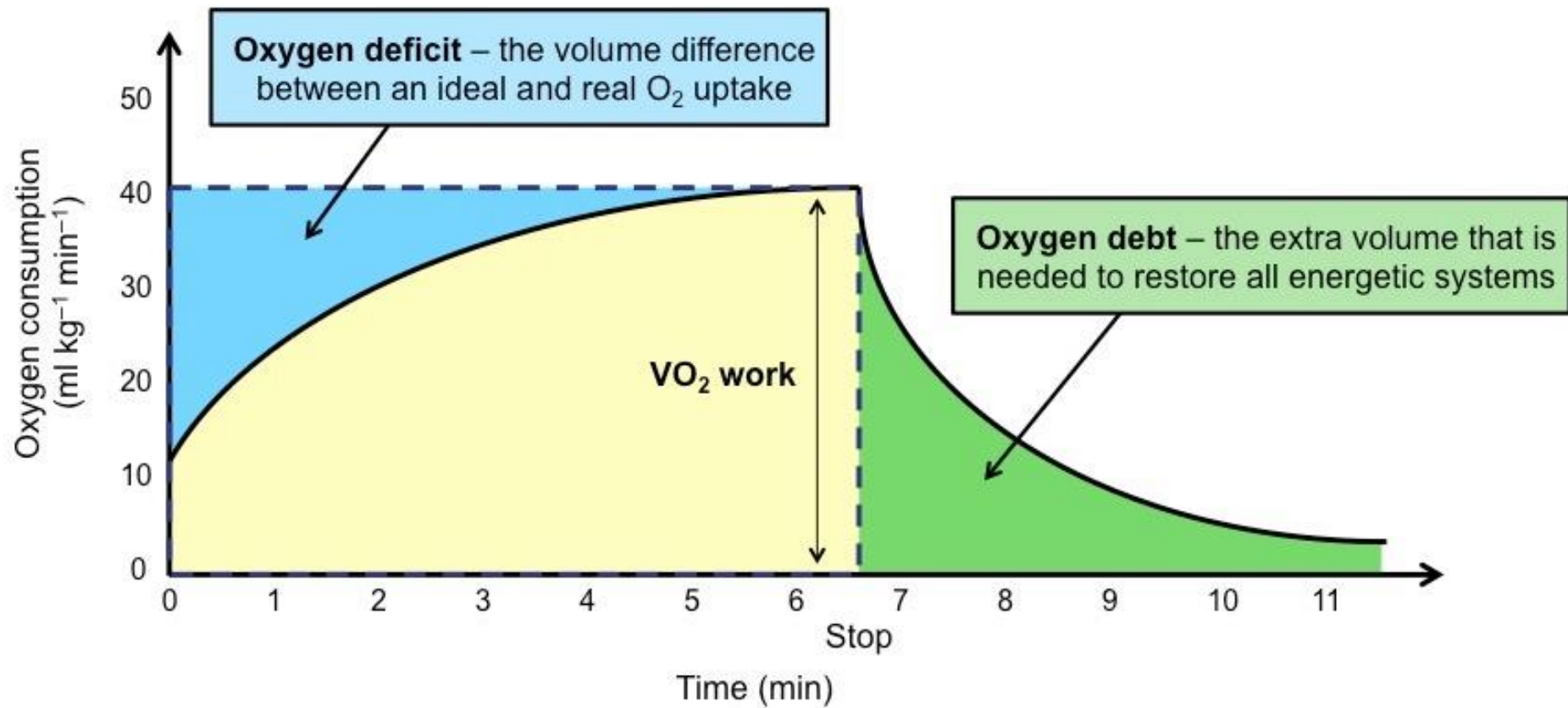
- * ciśnienie tętnicze krwi:
 - ciśnienie skurczowe wzrasta proporcjonalnie do intensywności wysiłku;*
 - ciśnienie rozkurczowe nie zmienia się*

UKŁAD ODDECHOWY

- wzrost częstości i głębokości oddechów
- wzrost wentylacji płuc
- wzrost pojemności dyfuzyjnej płuc
(powiększenie czynnej powierzchni wymiany gazowej w płucach)

Zmiany fizjologiczne podczas pracy fizycznej

Stopień ciężkości pracy	Wielkość wydatku energetycznego		Parametry fizjologiczne				
	Brutto/ min kJ	Netto/ 8h pracy, kJ	Częstość oddechów na min	Wentylacja płuc l/min	Pochłanianie tlenku l/min	Częstość skurczów serca / min	Temperatura wewnętrzna ciała
Bardzo lekka	Do 10	1250	Do 20	8-10	Do 0,5	75	37,0
Lekka	10-20	1250-3500	20-25	10-20	0,5-1,0	75-100	37,0-37,5
Średnia	20-30	3500-6300	25-30	20-30	1,0-1,5	100-125	37,5-38
Ciężka	30-42	6300-8400	30-35	30-50	1,5-2,0	125-150	38,0-38,5
Bardzo ciężka	42-52	8400-12500	35-40	50-65	2,0-2,5	150-175	38,5-39,0
Krańcowo ciężka	>52	>12500	>40	>65	>2,5	>175	>39,0



ENERGETYKA WYSIŁKU FIZYCZNEGO

Wykorzystywanie podczas pracy określonych substratów energetycznych zależy od:

- intensywności wysiłku fizycznego**
- czasu trwania wysiłku**
- stanu wytrenowania organizmu**
- rodzaju diety**

ENERGETYKA WYSIŁKU

- ATP
- rozpad fosfokreatyny
- beztlenowy rozpad glukozy
- tlenowy proces produkcji ATP

**Substraty: produkty rozpadu glukozy,
kwasów tłuszczowych, aminokwasów**

GLUKOZA:

- rozpad glikogenu mięśniowego
- rozpad glikogenu wątrobowego
- glukoneogeneza

WOLNE KWASY TŁUSZCZOWE:

- Lipoliza tłuszczów zmagazynowanych w tkance tłuszczowej

***POCZĄTEK WYSIŁKU FIZYCZNEGO:**

ATP, fosfokreatyna, glikogen mięśniowy

***WYSIŁKI O BARDZO WYSOKIEJ
INTENSYWNOŚCI** (zwykle krótkotrwałe):

Glikogen mięśniowy

***WYSIŁKI O NIEWIELKIEJ
INTENSYWNOŚCI** (długotrwałe):

Wolne kwasy tłuszczowe (FFA), glukoza z krwi (z glikogenolizy i glukoneogenezy)

WYDOLNOŚĆ FIZYCZNA I KRYTERIA JEJ OCENY

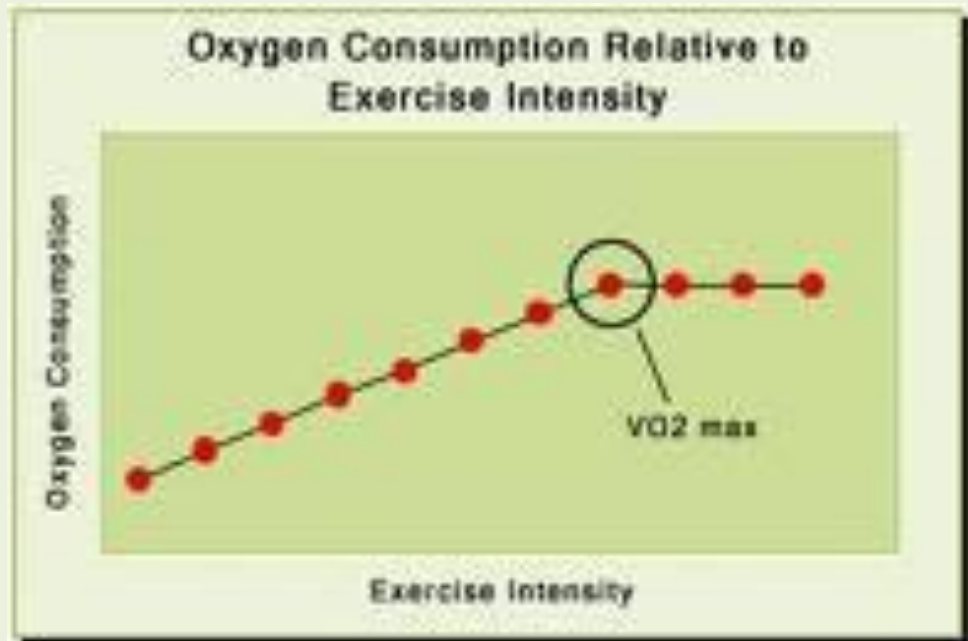
Zdolność do ciężkich lub długotrwałych wysiłków fizycznych, wykonywanych z udziałem dużych grup mięśniowych, bez szybko narastającego zmęczenia i zmian w środowisku wewnętrznym organizmu.

WSKAŹNIKI:

MAKSYMALNE POCHŁANIANIE TLENU PRZEZ USTRÓJ

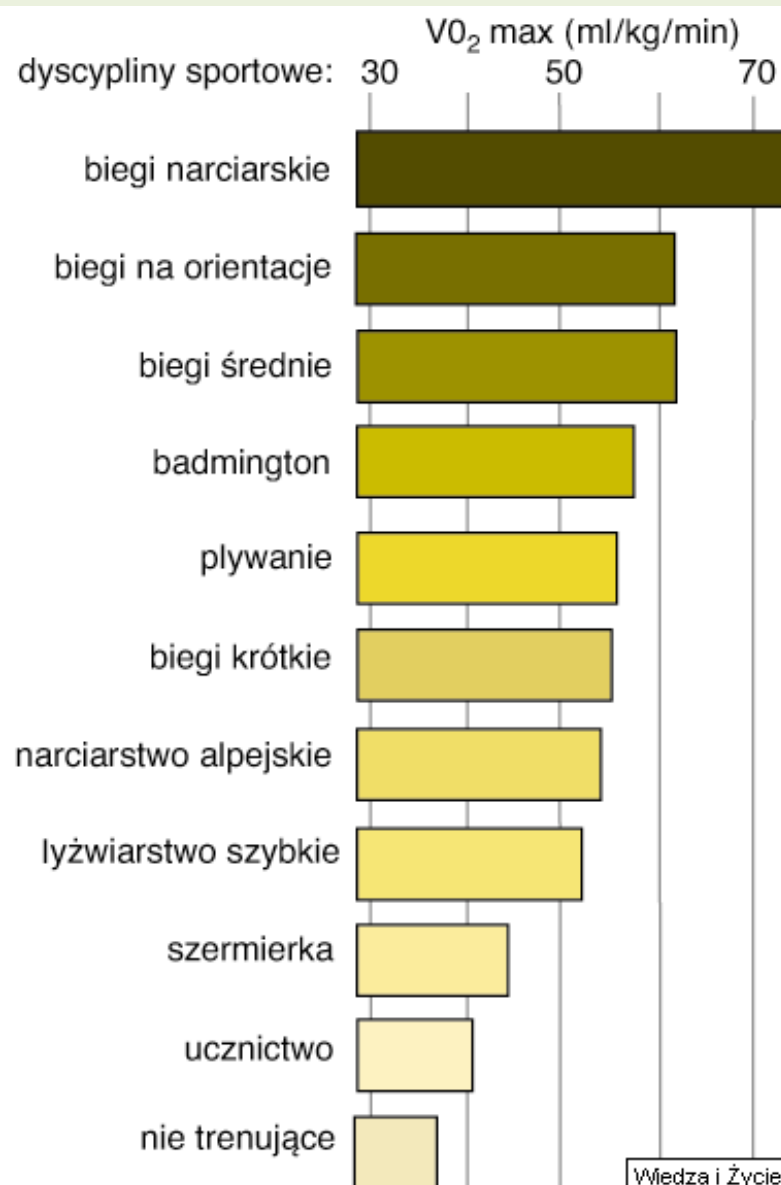
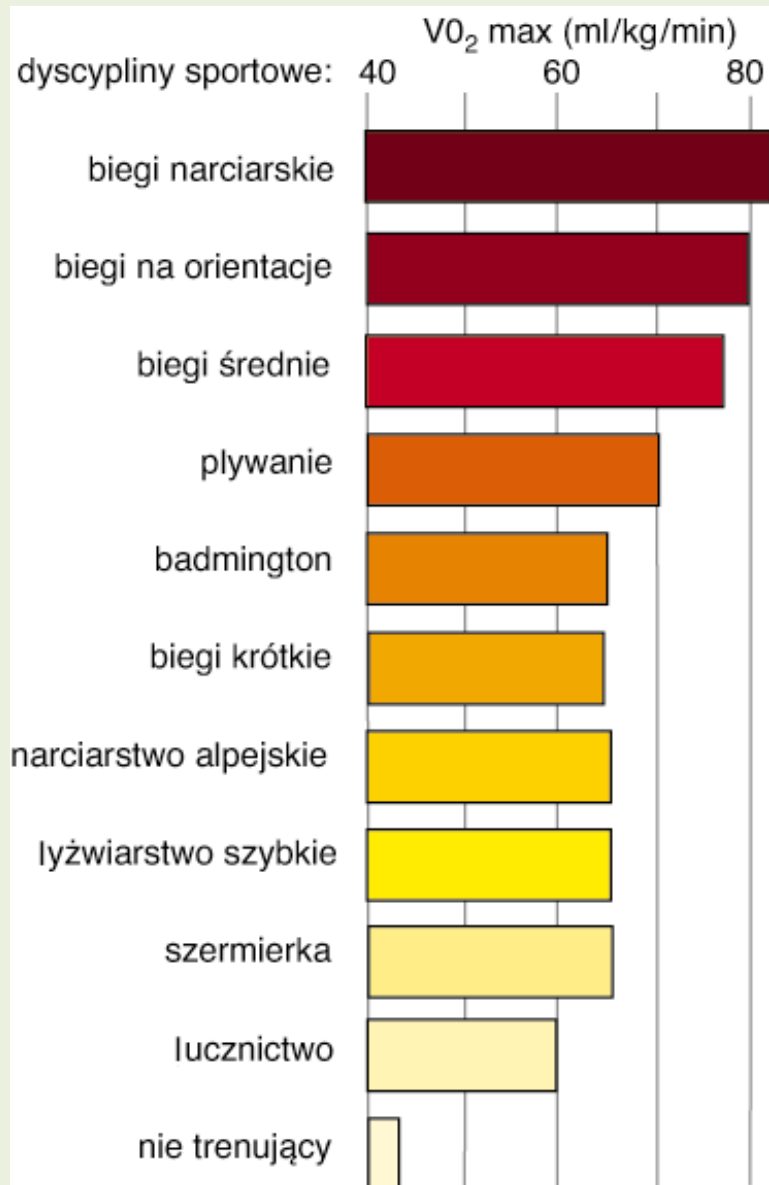
tzw. PUŁAP TLENOWY

$VO_2\max$



Obliczenie VO₂max na podstawie tętna (w ml/kg/min) – swój VO₂max obliczysz podstawiając do poniższego wzoru swoje tętno maksymalne (HRmax) i tętno spoczynkowe (HRsp): $VO_2\text{max} = 15 \times (HR\text{max}/HR\text{sp})$

Obliczenie VO₂max na podstawie wieku, wagi i HRsp (w l/min) – ta metoda również nie wymaga dodatkowego testu, wystarczy wpisać swój wiek, wagę i tętno spoczynkowe: $VO_2\text{max} = 3.542 + (-0.014 \times \text{wiek}) + (0.015 \times \text{waga [kg]}) + (-0.011 \times HR\text{sp})$



Człowiek może przez dłuższy czas pracować bez zmęczenia, gdy zapotrzebowanie na tlen podczas pracy nie przekracza określonego odsetka $V_{O_2}max$

- *ludzie o niskiej wydolności - 30-40% obciążenia max.*
- *ludzie o średniej wydolności - 40-50% obciążenia max.*
- *ludzie o wysokiej wydolności – 50-60% obciążenia max.*

Wydolność fizyczna kobiet jest o 20-30% niższa niż mężczyzn.

NASILONA AKTYWNOŚĆ RUCHOWA I TRENING FIZYCZNY

ZMIANY OGÓLNOUSTROJOWE:

- Zwiększa się pojemność życiowa płuc
- Wzrasta maksymalna wentylacja płuc
- Zwykle zwiększa się objętość krwi krążącej
- Zmniejsza się przepływ trzewny krwi
- Wzrost maksymalnej pojemności minutowej serca, dzięki zwiększeniu objętości wyrzutowej serca (przerost mięśnia sercowego).

ZMIANY W OBRĘBIE MIĘŚNIA

- Zwiększa się liczba mitochondriów
- Zwiększa się zawartość enzymów
- Zwiększa się zawartość mioglobiny
- Zwiększa się zdolność do gromadzenia glikogenu
- Zwiększa się zużycie FFA jako źródła energii

TRENING TYPU SIŁOWEGO *DODATKOWO*:

- ✓Przerost komórek mięśniowych
- ✓Zwiększenie zawartości białek kurczliwych w komórkach

ZMĘCZENIE: Zmniejszenie zdolności do pracy, które wystąpiło podczas pracy i w wyniku jej wykonywania.

- zjawisko biologicznie korzystne
- bariera chroniąca organizm przed przeciążeniem wysiłkiem

*** Zmęczenie ogólne**

(procesy hamowania w ośrodkowym układzie nerwowym; hipoglikemia, zwłaszcza podczas wysiłków długotrwałych)

*** Zmęczenie miejscowe (lokalne zmiany biochemiczne)**

- ZMNIEJSZENIE ZAWARTOŚCI GLIKOGENU W KOMÓRKACH MIĘŚNIOWYCH
- ZMNIEJSZENIE ZAWARTOŚCI FOSFOKREATYNY
- WZROST ZAWARTOŚCI KWASU MLEKOWEGO
- WZROST STĘŻENIA JONÓW WODOROWYCH