



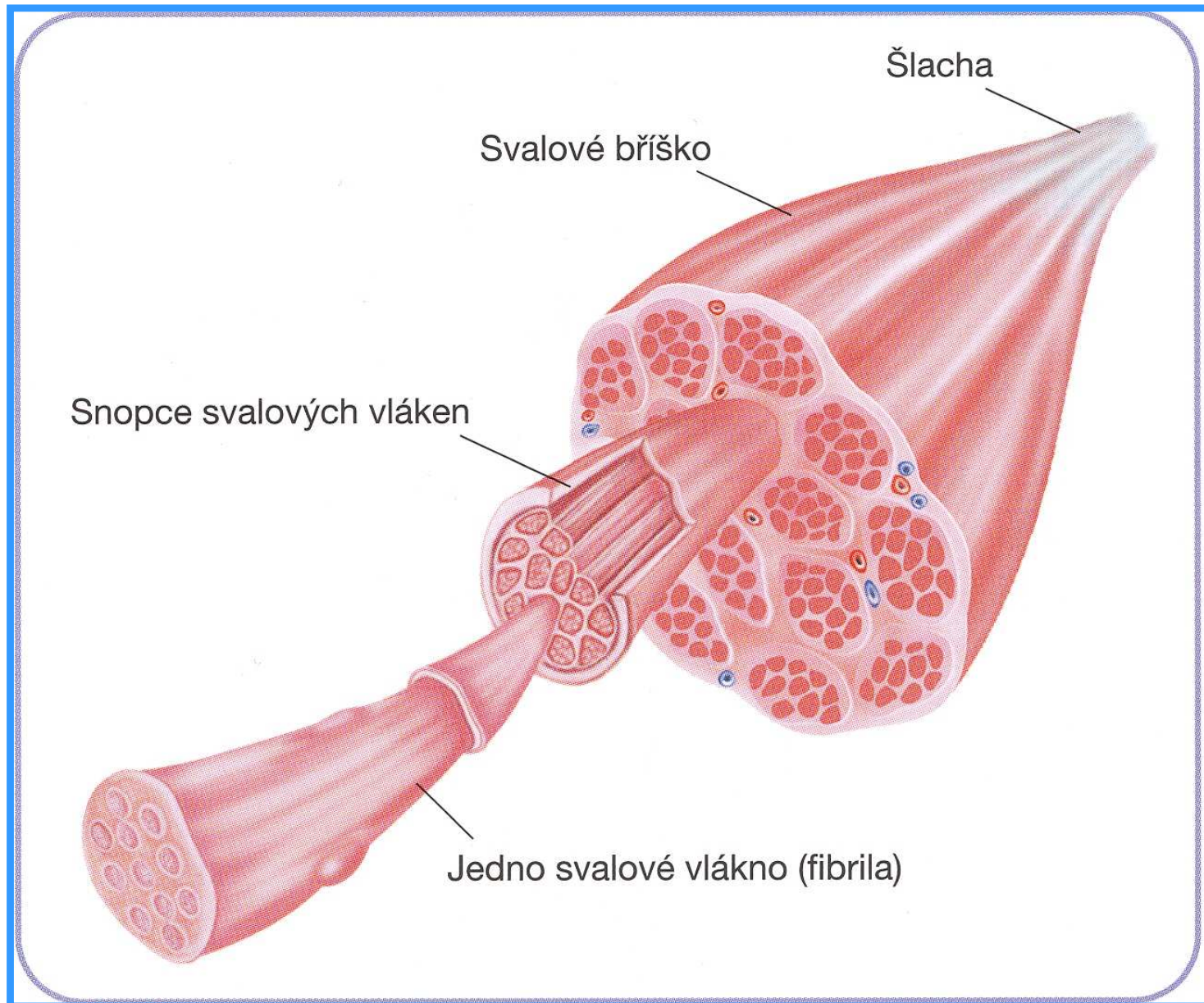
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

BIOENERGETIKA SVALOVÉ ČINNOSTI

David Zahradník, PhD.

Projekt: Zvyšování jazykových kompetencí pracovníků FSpS MU a inovace výuky v oblasti kinantropologie, reg.č.: CZ.1.07/2.2.00/15.0199

Svalové vlákno



Druhy svalových vláken

Klíčová kritéria pro klasifikaci druhů svalových vláken:

- 1. Schopnost dodávat dostatečné množství energie pro svalovou kontrakci**
- 2. Schopnost odolávat únavě**

Rozlišujeme svalová vlákna:





Červená
Bílá

nebo

Typ I.
Typ IIa, IIx





Základní charakteristika

Typ I (červená)

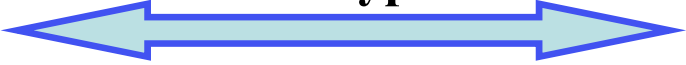
-  Odolné únavě
-  Vysoká kapacita pro aerobní dodávku energie
-  Nevhodná pro činnosti s rychlým nárůstem síly
-  Nízký anaerobní výkon

pomalá

Typ II (bílé)

-  Rychle unavitelná
-  Vysoká kapacita pro anaerobní dodávku energie
-  Vhodná pro činnosti s rychlým nárůstem síly
-  Nízký aerobní výkon

rychlá

	<p style="text-align: center;">Fiber types</p> 		
	pomalá		rychlá
Characteristic	Type I	Type IIa	Type IIx
Motor neuron size	Small	Large	Large
Nerve conduction velocity	Slow	Fast	Fast
Contraction speed	Slow	Fast	Fast
Relaxation speed	Slow	Fast	Fast
Fatigue resistance	High	Intermediate/Low	Low
Force production	Low	Intermediate	High
Power output	Low	Intermediate/High	High
Endurance	High	Intermediate/Low	Low
Aerobic enzyme content	High	Intermediate/Low	Low
Anaerobic enzyme content	Low	High	High
Capillary density	High	Intermediate	Low
Myoglobin content	High	Low	Low
Mitochondria size / density	High	Intermediate	Low
Fiber diameter	Small	Intermediate	Large
Color	Red	White/red	White

Relativní zastoupení typů svalových vláken v různých sportech

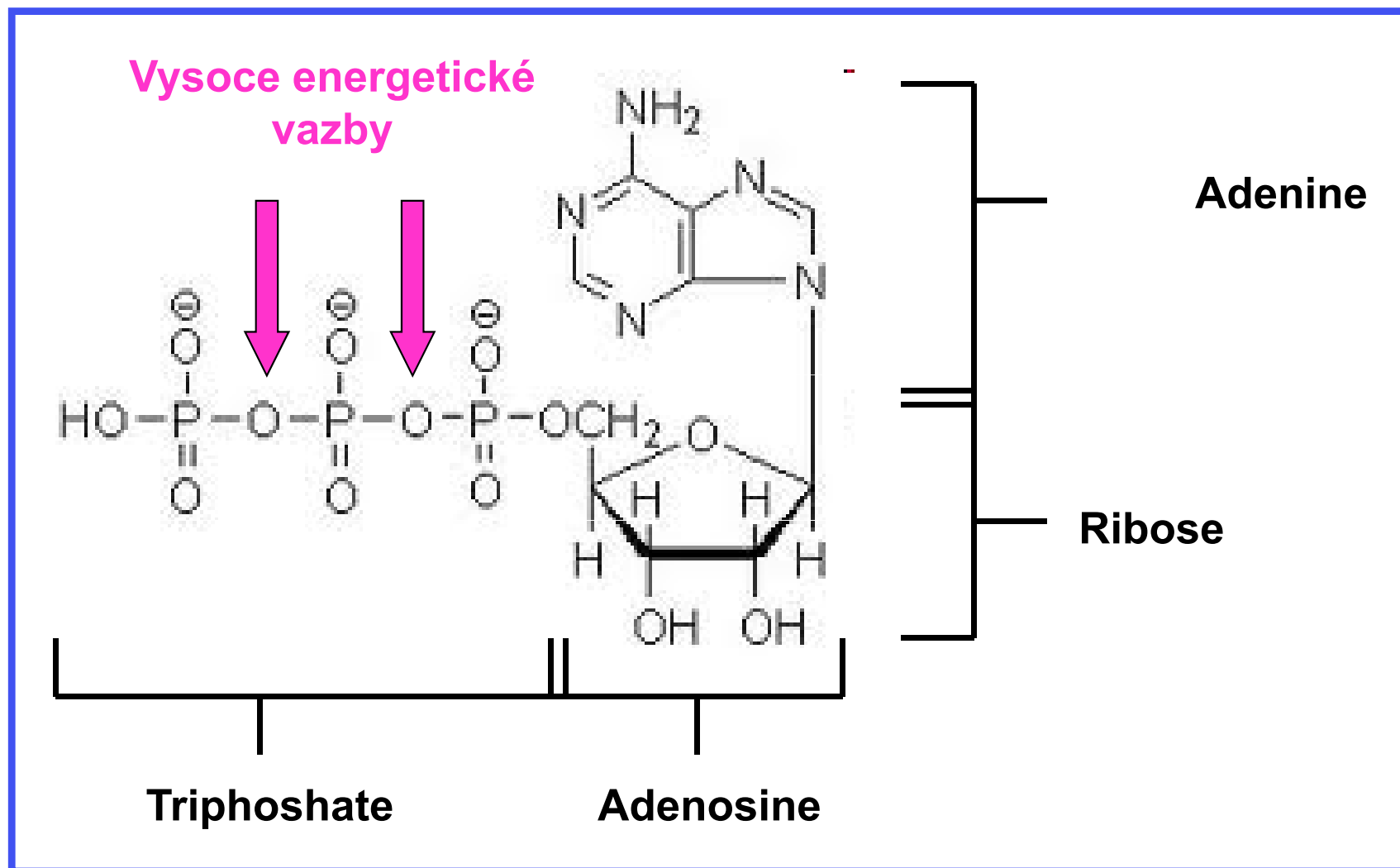
Event	Type I	Type II
100 m sprint	Low	High
800 m run	High	High
Marathon	High	Low
Olympic weightlifting	Low	High
Soccer, hockey	High	High
Basketball	Low	High
Distance cycling	High	Low
Baseball pitcher	Low	High
Boxing	High	High
Cross-country skiing	High	Low
Tennis	High	High

Metabolismus zatížení

Základní terminologie:

- **Metabolismus**, neboli tok energie v biologické soustavě, zahrnuje především přeměnu makroergních substrátů (uhlovodanů, bílkovin a tuků), které obsahují chemickou energii.
- **Energie** vzniká rozkladem chemických vazeb ve výše uvedených energetických substrátech, což zajišťuje energii k vykonání biologické práce.
- **Katabolismus** je rozklad velkých molekul na menší molekuly, což je spojeno s uvolněním energie (např. rozklad glykogenu na glukózu).
- **Anabolismus** je opak katabolismu. Je to syntéza větších molekul z menších molekul (např. syntéza bílkovin z aminokyselin).

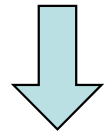
Adenosine triphosphate (ATP)



- Jediné možné „palivo“, kosterního svalu

Princip úhrady energie v těle

Makroergní substráty (sacharidy, tuky, bílkoviny)



ENERGETICKÝ
SYSTEM

Volba energetického systému závisí primárně na:

← O₂ ano
← O₂ ne

- ←
1. Intenzitě zátěže
 2. Objemu zátěže

Vznik ATP

→ Aerobně
→ Anaerobně

Hydrolýza ATP

→ energie →



nízká

intenzita

vysoká

aerobně

Jak?

anaerobně

Mitochondrie

Kde?

Sarkoplazma

Sacharidy

substrát

Sacharidy

Tuky

bílkoviny

Energetický
systém

Pomalá
glykolýza

Rychlá
glykolýza

Oxidativní
systém

ATP-CP
systém
(fosfasgenový)

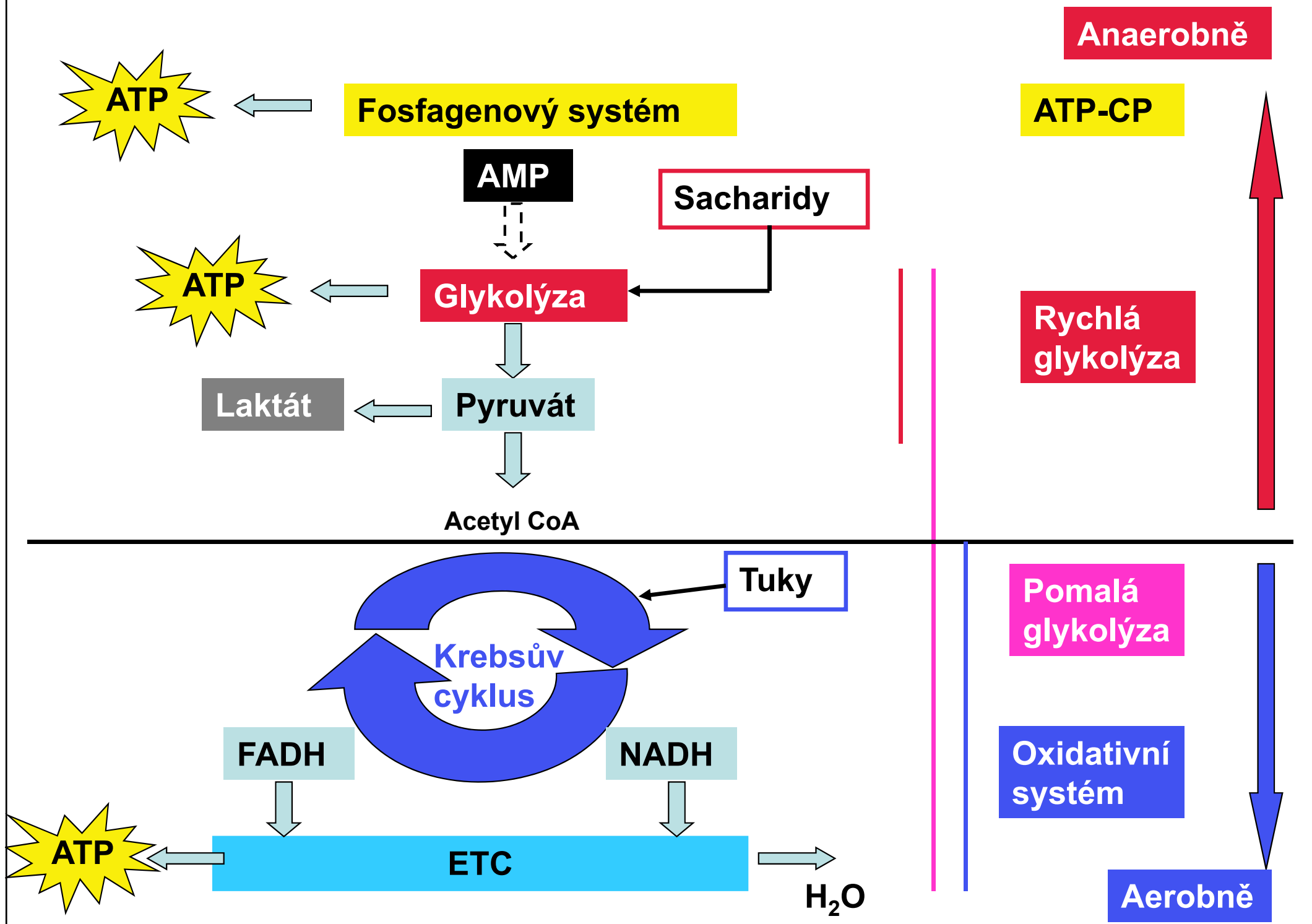
Energetické systémy

- Fosfagenový (ATP-CP)

- Rychlá glykolýza (LA)

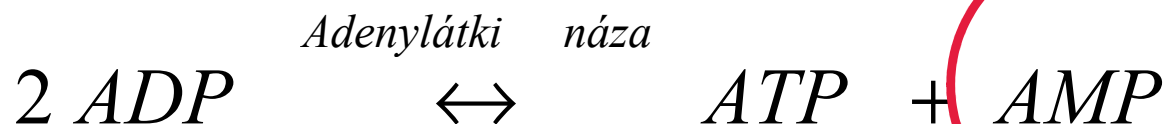
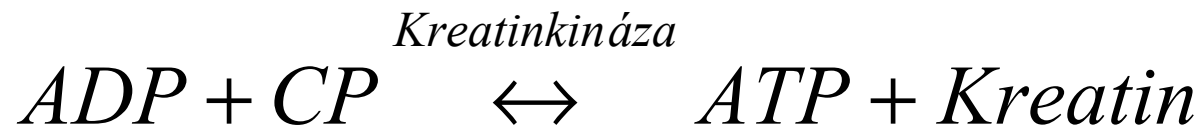
- Pomalá glykolýza (O_2)*

- Oxidativní systém (O_2)



Fosfagenový systém (ATP-CP)

Fosfagenový systém zajišťuje ATP primárně pro krátkodobé činnosti s velkou intenzitou (např. odporový trénink a sprint) a je **aktivní na začátku všech cvičení bez ohledu na intenzitu.**



Glykolýza

Glykolýza znamená rozklad sacharidů – buď glykogenu uloženého ve svalu, nebo glukózy dodané do krve – k resyntéze ATP.

Konečným výsledkem glykolýzy je pyruvát a ten může pokračovat jedním ze dvou následujících směrů:

- 1. Pyruvát může být přeměněn na laktát**
- 2. Pyruvát může být přesunut do mitochondrií**

Oxidativní systém

Oxidativní systém, primární zdroj AT v **klidovém stavu** a během **činností nízké intenzity**, vyžívá jako substrát především sacharidy a tuky.

Po začátku činnosti, kdy intenzita cvičení narůstá, začínají být jako substrát upřednostňovány místo tuků sacharidy.

Tvorba energie, kapacita

- Fosfagenový, glykolytický a oxidativní systém se liší svou schopností dodávat energii pro činnosti různé intenzity a trvání.
- Obecně platí **obrácený vztah** mezi maximální tvorbou ATP daného energetického systému (tj. ATP vytvořenou za jednotku času) a celkovým množstvím ATP, které je systém schopen vytvořit během delšího časového úseku.
- Výsledkem je, že **fosfagenový** energetický systém dodává primárně ATP pro činnosti o **vysoké intenzitě a krátkém trvání (např. běh na 100 m)**, **glykolytický systém** pro činnosti se **střední až velkou intenzitou a krátkým až středně dlouhým trváním (např. běh na 400 m)** a **oxidační systém** pro činnosti s **nízkou intenzitou dlouhého trvání (např. maraton)**.
- Míra, do jaké tyto tři energetické systémy přispívají k tvorbě ATP, záleží **primárně na intenzitě svalové aktivity** a **sekundárně na délce trvání**. **Nikdy, ať už během cvičení či odpočinku, nezajišťuje celkový přísun energie pouze jeden samotný systém.**

Vliv délky trvání činnosti a intenzity na to, který energetický systém bude využit jako primární

Délka trvání činnosti	Intenzita činnosti	Primární energetický systém (systémy)
0-6 sekund	Extrémně velká	Fosfagenový
6-30 sekund	Velmi velká	Fosfagenový a rychlá glykolýza
30 sekund až 2 minuty	Velká	Rychlá glykolýza
2-3 minuty	Střední	Rychlá glykolýza a oxidační systém
>3 minuty	Malá	Oxidativní systém

Měřítko stupně a kapacity tvorby ATP

System	Stupně tvorby ATP	Kapacita tvorby ATP
Fosfagenový	1	5
Rychlá glykolýza	2	4
Pomalá glykolýza	3	3
Oxidace uhlovodanů	4	2
Oxidace tuků a bílkovin	5	1

Pozn.: 1 = nejrychlejší/největší; 5 = nejpomalejší/nejmenší



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Děkuji za pozornost