

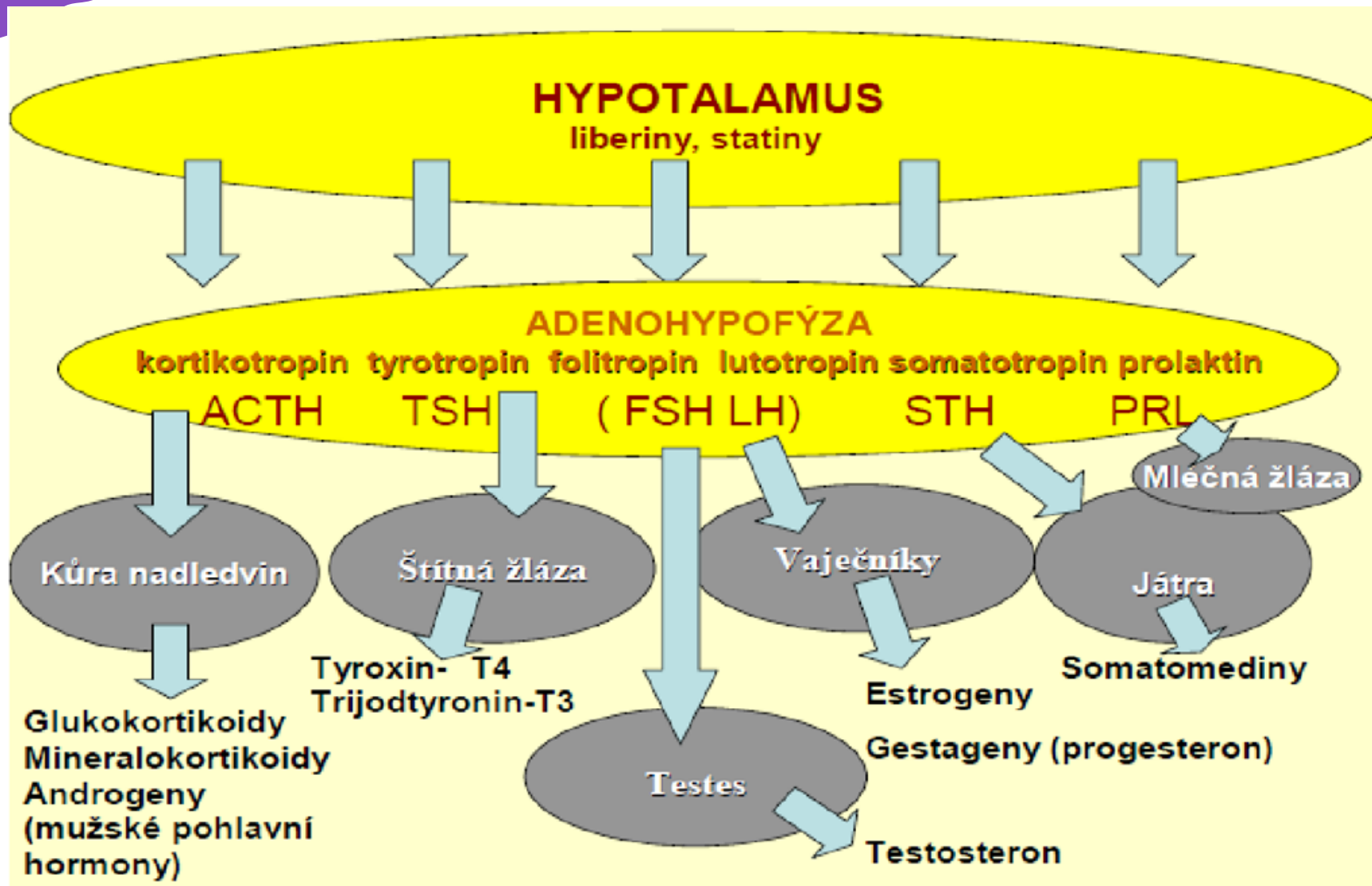


Fyziologie zátěže

Hormony regulující metabolismus během cvičení

MGR. VOJTĚCH GRÜN

Hormonální produkce



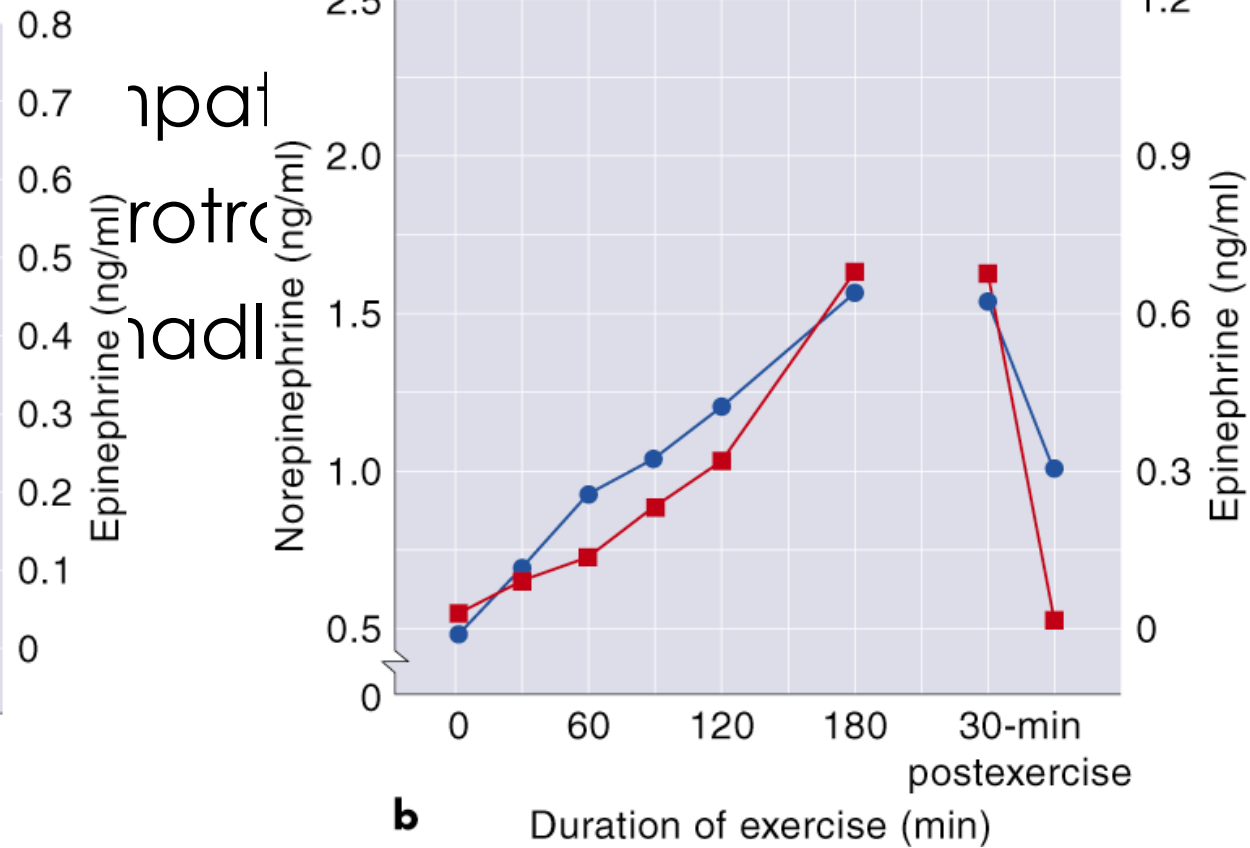
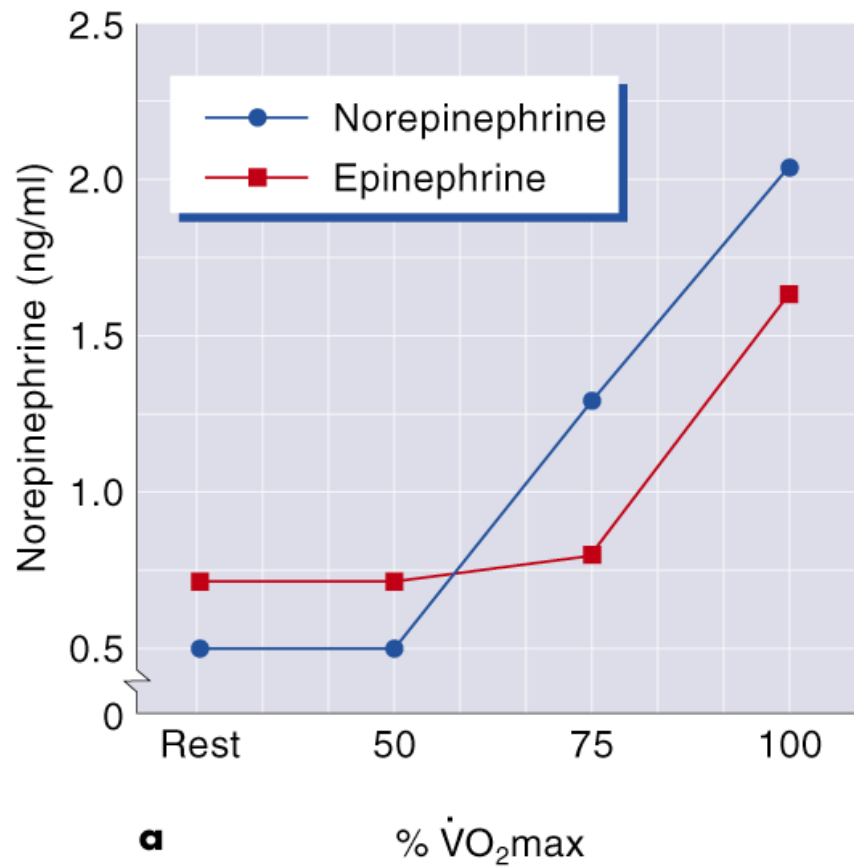
Časová osa hormonální aktivity při cvičení

- Před začátkem cvičení
 - Sympatoadrenální osa – adrenalin a noradrenalin
- Během cvičení
 - Sympatoadrenální soustava
 - hypotalamohypofyzární systém
 - hypotalamo-hypofyzárně-tyreoidální osa
- Po cvičení
 - Návrat do rovnovážného stavu + anabolické procesy

Před cvičením – sympatoadrenální osa

- „předstartovní stav“
- Aktivace mediátorů adrenalin a noradrenalin
- Sympatická vlákna v oblasti Th1-L2 → inervace hladké svaloviny cév a vnitřních orgánů
- Zahájení glykogenolýzy
- Sympatikus stimuluje kardiorepirační systém (transport) a napětí kosterních svalů

Během cvičení

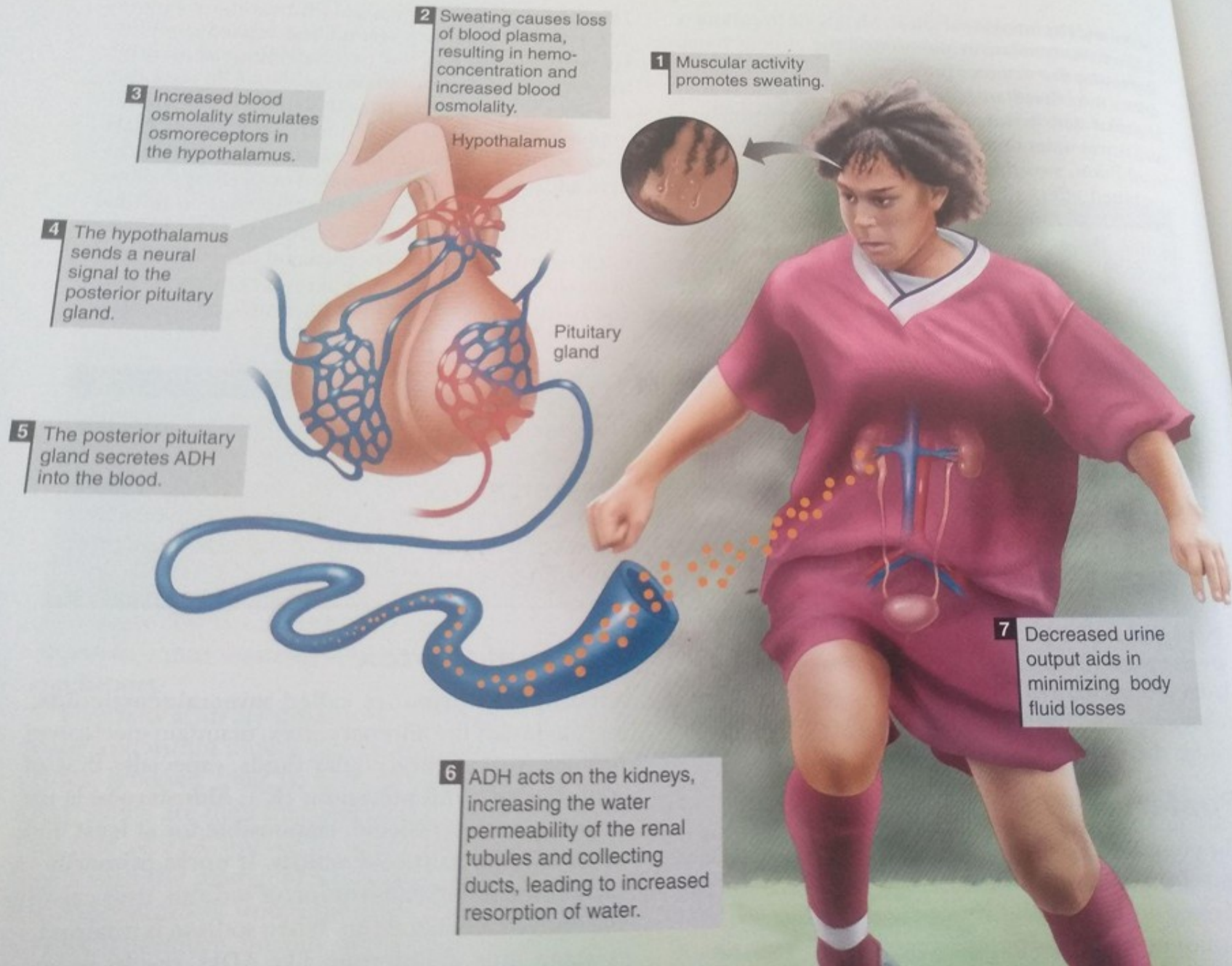


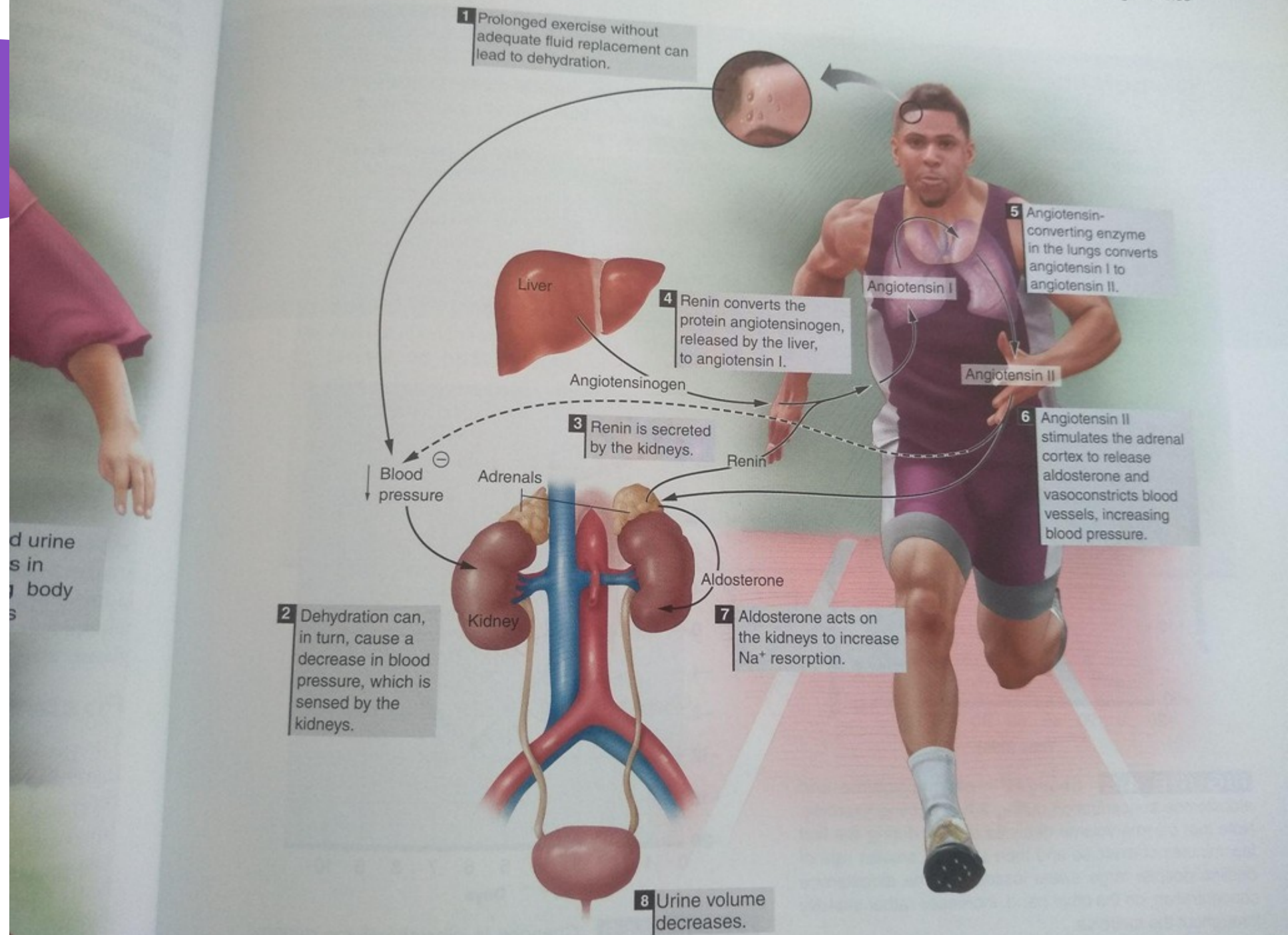
Během cvičení osa hypothalamus-hypofýza-nadledvina

- Hypothalamus
 - Kortikoliberin (CRH) + arginin-vazopresin (AVP)
- Hypofýza
 - Přeměna AVP na vazopresin/antidiuretický hormon (ADH)
 - Produkce CRH, adrenokortikotropní hormon (ACTH) a kortizol (do 60 s od zahájení cvičení) – čím vyšší intenzita cvičení, tím vyšší produkce

↑ produkce katecholaminů (dřeň nadledvin) = ↑ produkce CRH a ACTH

↓ produkce glukokortikoidů (kůra nadledvin) = ↑ produkce CRH a ACTH





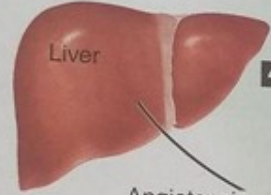
1 Prolonged exercise without adequate fluid replacement can lead to dehydration.



2 Dehydration can, in turn, cause a decrease in blood pressure, which is sensed by the kidneys.

Blood pressure \ominus

3 Renin is secreted by the kidneys.



4 Renin converts the protein angiotensinogen, released by the liver, to angiotensin I.

Angiotensinogen

Renin

Angiotensin I

5 Angiotensin-converting enzyme in the lungs converts angiotensin I to angiotensin II.

Angiotensin II

6 Angiotensin II stimulates the adrenal cortex to release aldosterone and vasoconstricts blood vessels, increasing blood pressure.



Adrenals

Kidney

Aldosterone

7 Aldosterone acts on the kidneys to increase Na^+ resorption.

8 Urine volume decreases.

d urine
s in
y body
s

Během cvičení osa hypothalamo-hypofýzárně-tyreoidální

Tyreotropin uvolňující hormon (TRH)



tyreotropin (TSH)



Trijodtyronin (T3) a tyroxin (T4)

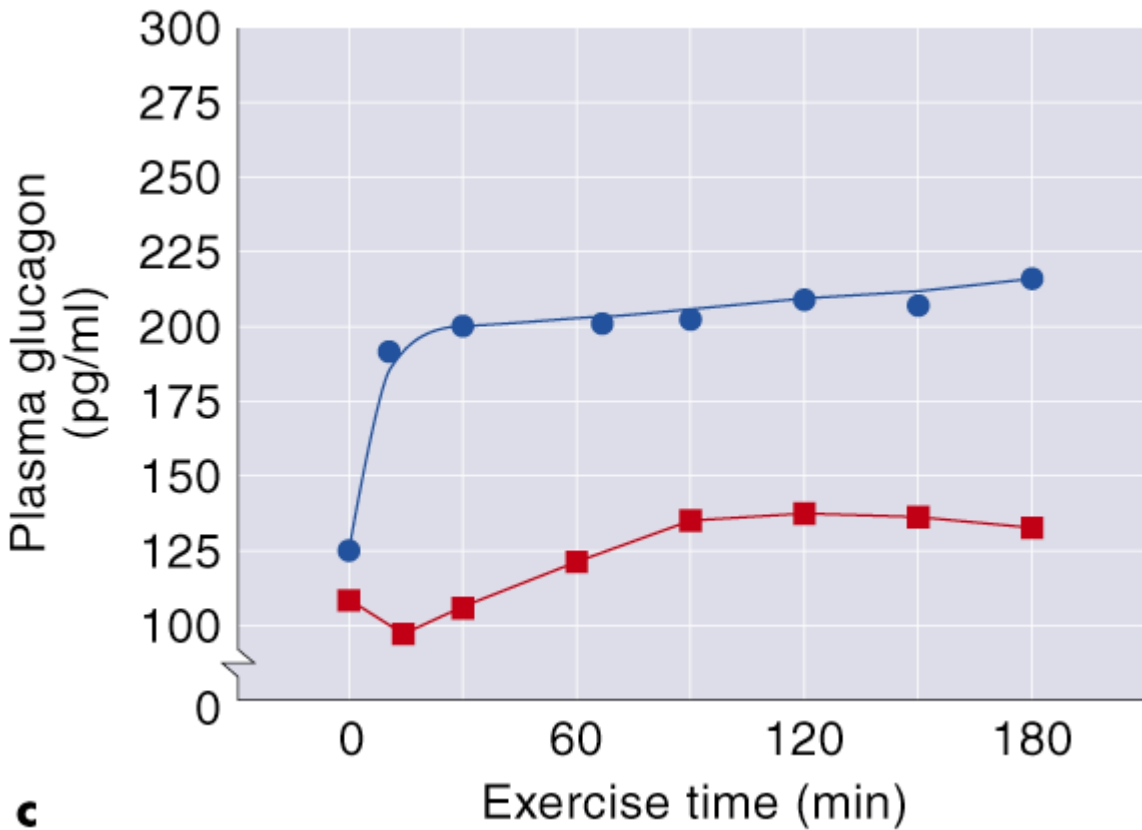
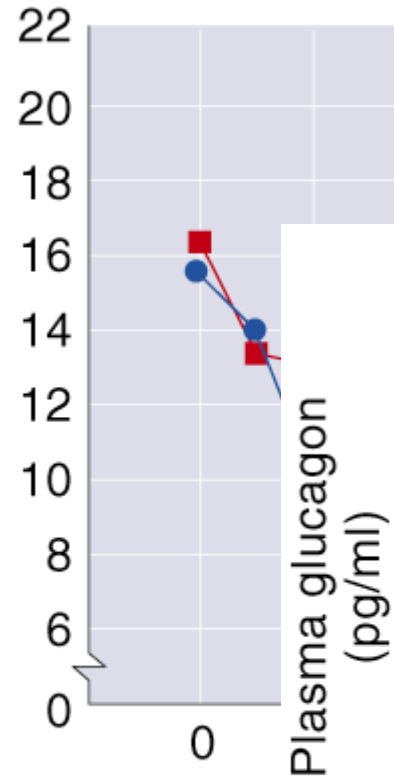
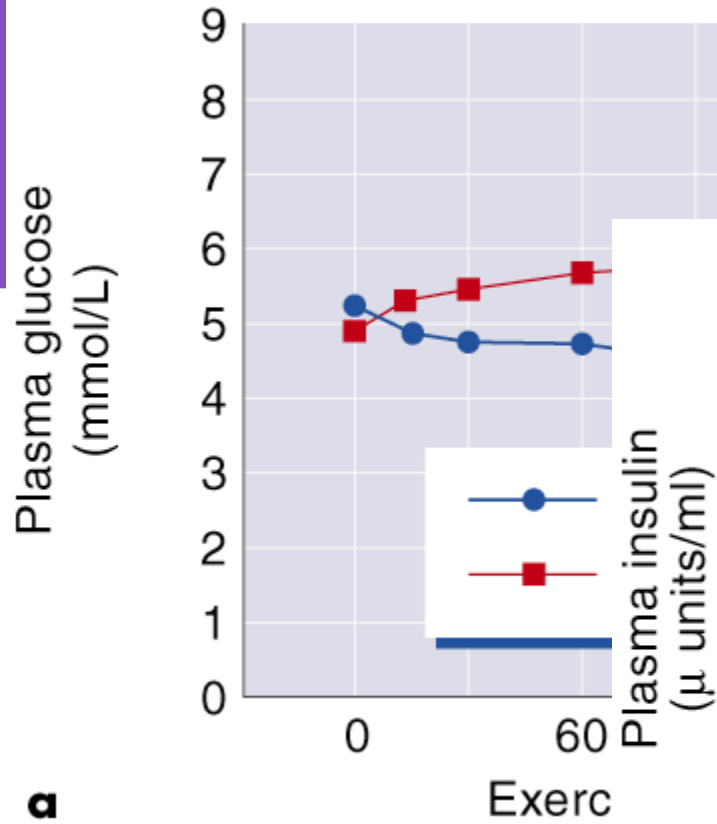
- Oddálený nástup, ale dlouhodobější účinek
- Zasahují do metabolismu glykogenolytickým a lipolytickým efektem

Během cvičení

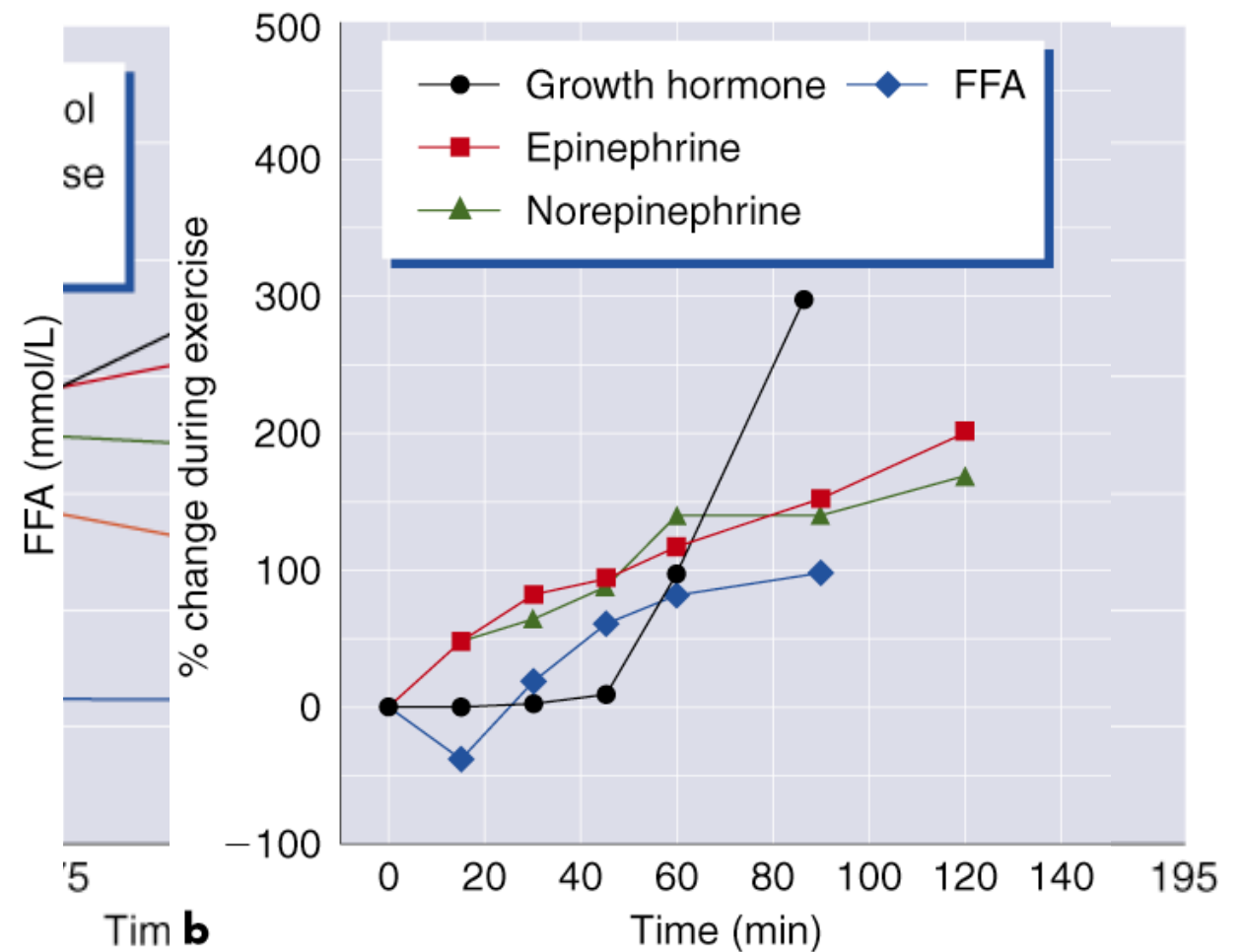
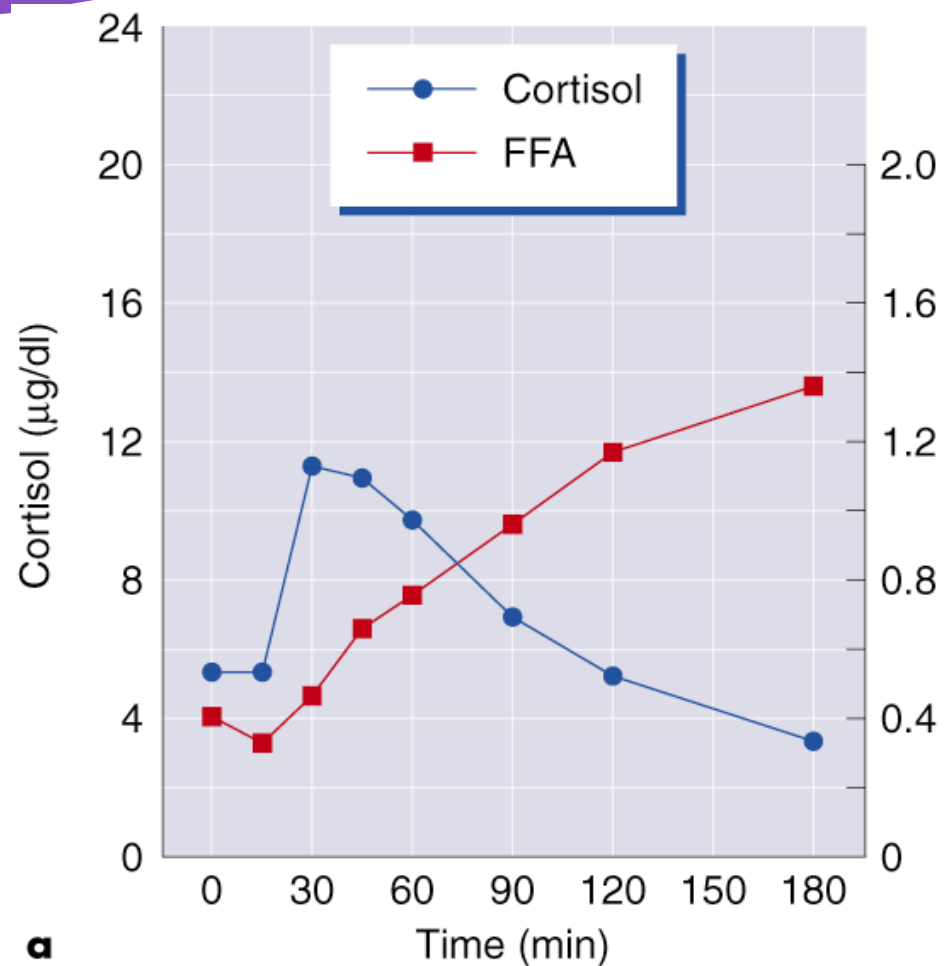
↑ produkce glukagonu (10-30 min od začátku cvičení)
↓ produkce inzulínu

Dále také ↑ produkce endorfinů a enkefalinů

Glukagon během



Změna hladiny hormonů během cvičení na 65 % VO₂max



Hormon	Účinek	Při zatížení
Katecholaminy	Met. cukrů a tuků	+
STH – somatotropní h.	Glykolýza a lipolýza, proteosyntéza	+
ACTH a kortizol	Stimulace kůry nadledvin a aldosteronu	+
T3 a T4	Zvýšení metabolismu	+
glukagon	Glykogenolýza, lipolýza a glukoneogeneze	+
inzulin	Utilizace glukózy v bb., proteosyntetický a lipogenetický účinek	-
Vasopresin (ADH)	Retence vody (snížení diurézy)	+
Renin-angiotensin-aldosteron	Retence Na a vody	+
Testosteron	Metabolismus cukrů a tuků	+

Po cvičení

- Nutnost nastolit homeostázu
- Důležitá funkce anabolických hormonů
 - Testosteron, STH, tyroxin (T4) a inzulin
- Ale také aldosteron a vasopresin – snižují produkci moči

TABLE 23.6 Hormones and Their Responses to Endurance Training

Hormone	Training Response
Hypothalamus–pituitary hormones <i>Growth hormone</i> <i>Thyrotropin</i> <i>ACTH</i> <i>Prolactin</i> <i>FSH, LH, and testosterone</i>	No effect on resting values; less dramatic rise during exercise No known training effect Increased exercise values Some evidence that training lowers resting values Trained females have depressed values; reduced testosterone in males (testosterone levels may increase in males with long-term resistance training)
Posterior pituitary hormones <i>Vasopressin (ADH)</i> <i>Oxytocin</i>	Slightly reduced ADH at a given workload No research results available
Thyroid hormones <i>Thyroxine (T_4)</i> <i>Triiodothyronine (T_3)</i>	Reduced concentration of total T_3 and increased free thyroxine at rest Increased turnover of T_3 and T_4 during exercise
Adrenal hormones <i>Aldosterone</i> <i>Cortisol</i> <i>Epinephrine and norepinephrine</i>	No training adaptation Slight elevation during exercise Decreased secretion at rest and at the same absolute exercise intensity after training
Pancreatic hormones <i>Insulin</i> <i>Glucagon</i>	Increased sensitivity to insulin; normal decrease in insulin during exercise greatly reduced with training Smaller increase in glucose levels during exercise at absolute and relative workloads
Kidney enzyme and hormone <i>Renin and angiotensin</i>	No apparent training effect

- Tréninková hormonální adaptace

Hormon	změna	účinek
Adenohypofyzární hormony		
růstový (STH)	0+	klid beze změny, dlouhodobý stres +
tyreotropní (TSH)	0	není známý tréninkový efekt
adrenokortikotropní (ACTH)	+	trénink zvyšuje zátěžové hodnoty
prolaktin (PRL)	-	trénink snižuje klidové hodnoty
folikulstimulující (FSH) a luteinizační (LH)	-	ženy vytrvalkyně snižené hodnoty
Neurohypofyzární hormony		
vasopresin (ADH)	-	trénink mírně snižuje hladinu při dané zátěži
oxytocin	0	není známý tréninkový efekt
Tyreoidální hormony		
Tyroxin (T4)	+	u trénovaných zvýšený obrat při cvičení, zvýšení v klidu
Trijodtyronin (T3)	+	zvýšený potrénninkový obrat při cvičení
nadledvinkové hormony		
aldosteron	0	bez tréninkové adaptace
Kortizol	+	u trénovaných lehké zvýšení při cvičení
adrenalin	-	potrénninkové snížení sekrece v klidu a při stejném zatížení
noradrenalin	-	potrénninkové snížení sekrece v klidu a při stejném zatížení
pankreatické hormony		
inzulin	+	zvýšená potrénninková senzitivita receptorů, snížený pokles při cvičení
glukagon	+	mírné potrénninkové zvýšení glukózy při cvičení
pohlavní hormony		
testosteron	+/-	zvýšené klidové hodnoty u silových sportovců; snížené klidové hodnoty u vytrvalců
estrogeny	-	snížené klidové hodnoty, zejména vytrvalkyně
renální hormony		
renin	0	bez známého tréninkového efektu
angiotenzinogen	0	bez známého tréninkového efektu
erythropoetin	0	bez známého tréninkového efektu

Kazuistiky (práce ve skupině)

Který hormon(y) má souvislost v jednotlivých případech?

1. Silniční cyklistka pojede závod v 30°C horku a má obavy z dehydratace.
2. Vzpěrač si všiml po pravidelném měsíčním tréninku 4x týdně, že došlo k nárustu objemu svalů.
3. Běžkyně na 3000 m si všimla, že poslední kolo (400m) má v závodě vždy rychlejší a má vyšší tepovou frekvenci i v případě, že celý závod běží pocitově na svém maximu.
4. Skokan do výšky před závodem pociťuje zvýšenou TF a tenzi ve svalech.

Kazuistiky (práce ve skupině)

Který hormon(y) má souvislost v jednotlivých případech?

1. ADH, aldosteron
2. STH, testosteron
3. T3 a T4
4. Adrenalin, noradrenalin, kortizol