



Fyziologie zátěže - ontogeneze

MUDR. KATEŘINA KAPOUNKOVÁ, PH.D.

Prenatální vývoj

- ▶ Od oplození (splynutí vajíčka) do porodu
- ▶ Přibližně 266 dní (cca 38 týdnů) – **gestační stáří**
- ▶ Někdy se uvádí termín **menstruační stáří** = stáří embrya od posledního dne menstruace matky (délka těhotenství o 14 dní delší, cca 280 dní – 40 týdnů)
- ▶ Většina času v děloze
- ▶ Z jediné buňky se vyvine zralý plod
- ▶ Těhotenství se dělí na :
 - z pohledu matky- trimestry
 - z pohledu plodu – germinační, embryonální a fetální

Z hlediska matky = gestace (období těhotenství)

Prenatální vývoj

- ▶ Těhotenství vyžaduje **přidělování matčiny energie** do rostoucího plodu a **ochránění** vyvíjejícího se plodu **před imunitním systémem** matky
- ▶ Zprostředkováno **hormonální komunikací** plodu, děložní tkáně, vaječníků a mozku matky:
 - **Choriový gonadotropin** – zabraňuje zániku žlutého tělíska
 - **Progesteron**- tlumí aktivitu myometria , stimuluje růst alveolů a tubulů v prsní tkáni
 - **Estrogen** – zvyšuje průtok krve dělohou
 - **Relaxin** – tlumí děložní kontrakce, změkčuje děložní krček

Na počátku těhotenství progesteron, estrogen a relaxin produkuje žluté tělísko, po 6. týdnu přejímá placenta

- ▶ Dítě je uloženo v plodových obalech v plodové vodě (vhodné prostředí pro vývoj)
- ▶ Výměna látek (výživa, vylučování, dýchání) mezi krví dítěte a krví matky probíhá přes **placentu**.
- ▶ Krev matky a dítěte se **nemísí**. Cévy matky a dítěte jsou v placentě vedle sebe a látky se filtrují přes jejich tenkou stěnu
- ▶ S placentou je dítě spojeno pupeční šňůrou

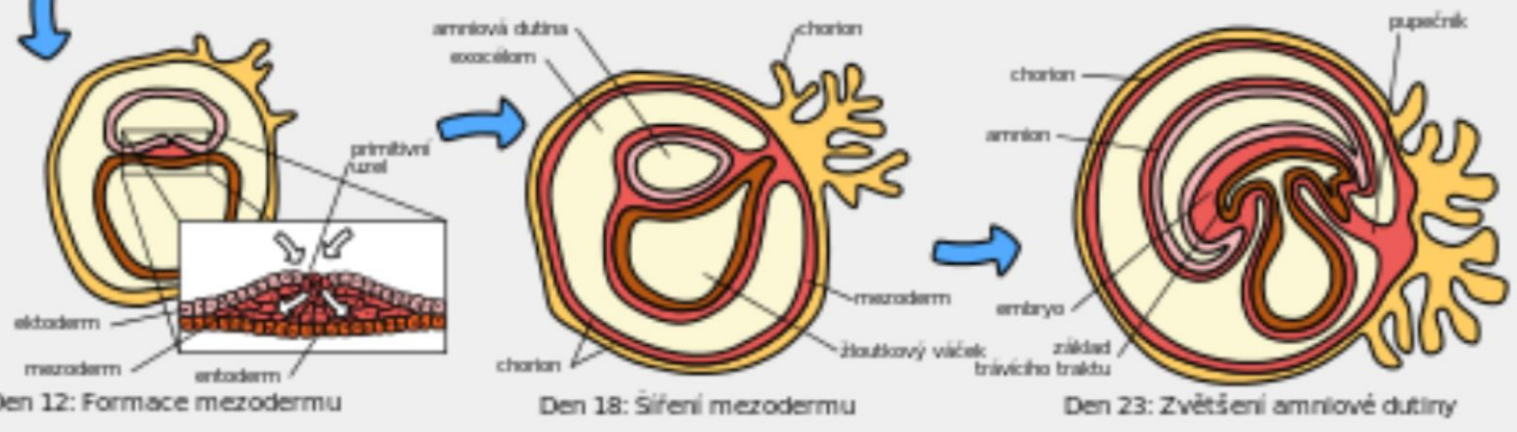
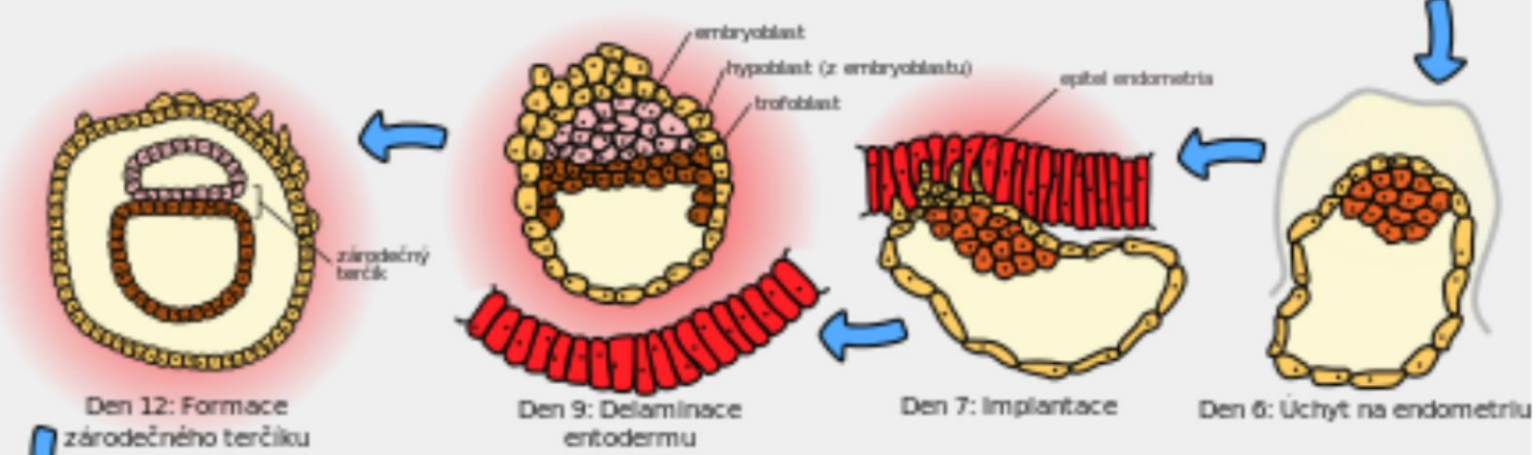


Germinační období

- ▶ První období ontogenetického vývoje
- ▶ Ze **zygoty** vznikne **embryo** (morula za 60 hod, blastocysta za 96 – 120 hod)



- ▶ **Oplození** : spermie prochází dělohou a vejcovodem, pronikne obaly vajíčka a **haploidní genotypy** obou gamet vytvoří **diploidní jádro**
- ▶ Okamžikem oplození určeno pohlaví zárodku
- ▶ Nastává rýhování vajíčka – **morula** – **blastocysta**
- ▶ Blastocysta cca 6 den se implantuje do děložní sliznice

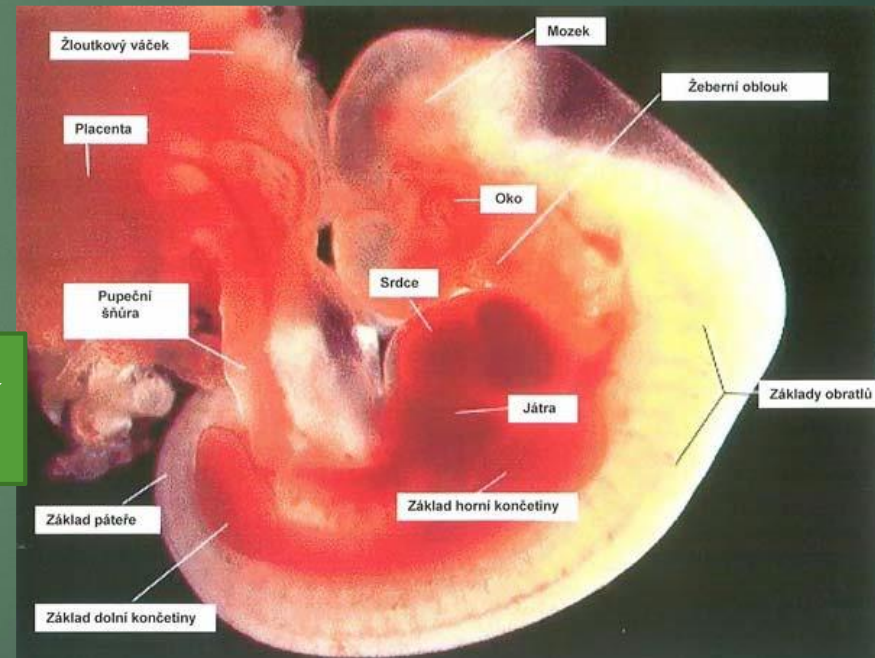


Embryo = zárodek

Embryonální období

- ▶ začátek 2. týdne až konec 8. týdne po oplození
- ▶ množení a diferenciaci buněk, formování orgánů a soustav
- ▶ zárodek velmi zranitelný – narušení vývoje = poškození orgánů, těžké vady
- ▶ vznik 3 zárodečných listů

V 8. týdnu zřetelné základy kostí



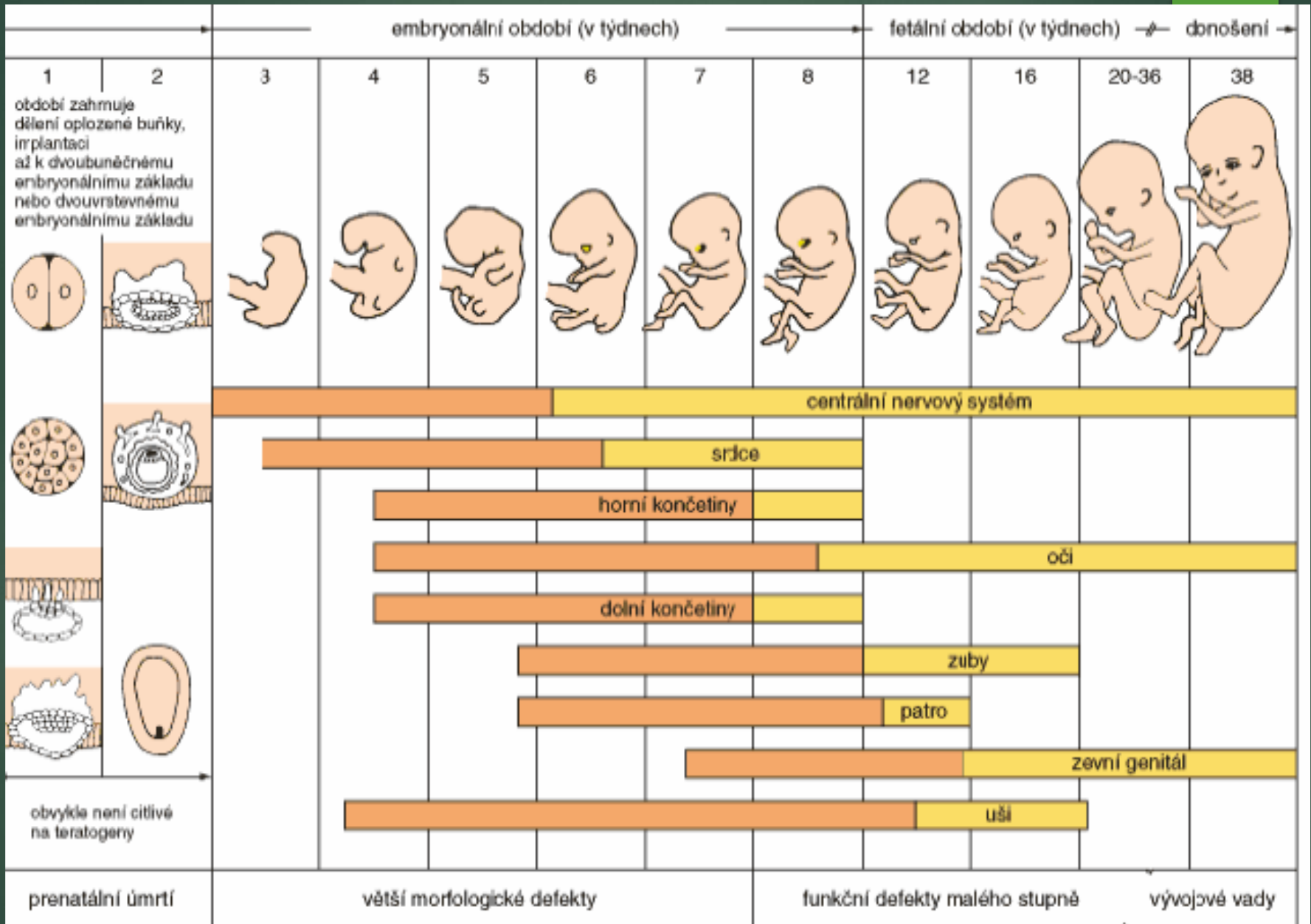
Současně i změny vnějšího tvaru embrya – roste do délky, zakřivuje se a ohýbá

Motorika v embryonálním období

- ▶ ke konci embryonálního období (cca od 7. týdne) – **spontánní pohyby**
- ▶ Jemné změny kontur embrya trvající asi 2 s
- ▶ Tyto pohyby po 2 týdnech ustávají
- ▶ Dochází i ke **slabé flexi a extenzi páteře**
- ▶ Od 8. týdne dochází i k tzv. **lekavým pohybům** = rychlému 1s trvajícímu trhnutí celého plodu

Velikost a hmotnost plodu

měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
velikost (cm)	1	4	9	16	25	30	35	40	45	50
hmotnost (g)	-	5	20	120	320	600	1200	1800	2700	3500



Fetální období

- ▶ Období plodu
- ▶ Začátek 9. týdne až porod
- ▶ Organogeneze prakticky skončila v embryonálním období, nyní orgány rostou, vyvíjejí se a začínají fungovat

Tělesný vývoj

- ▶ Ve 4. a 5. měsíci růst do délky, až do 20. týdne, pak se růst zpomaluje – závislé na koncentraci somatotropního hormonu
- ▶ Hmotnostní přírůstek zejména v posledních 2 měsících těhotenství (vytváří se i tukové zásoby)

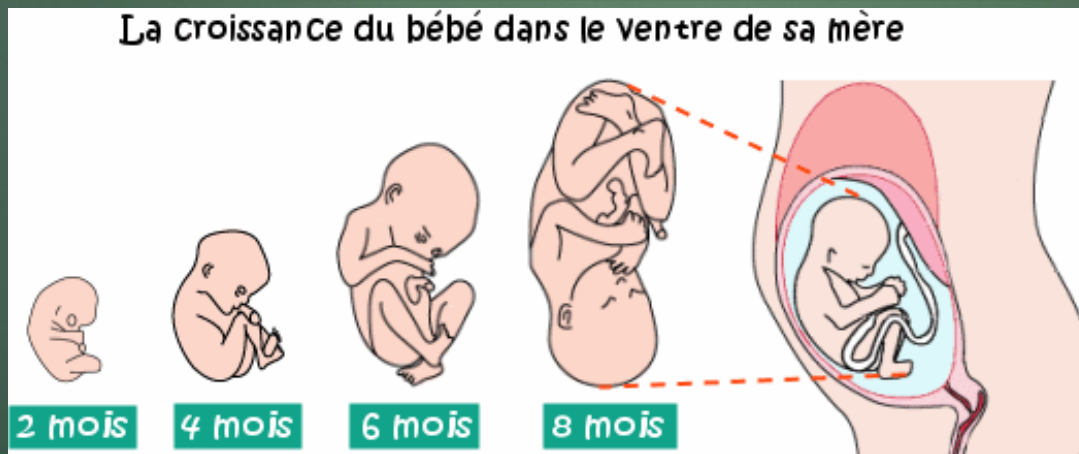
V polovině těhotenství cca 1% tukové tkáně
těsně před narozením – asi 15%

- ▶ V 2. trimestru se upravuje podoba obličeje
- ▶ Od 4. měsíce na povrchu těla lanugo
- ▶ Kůže vyvinuta, ale podkožní vazivo ještě na počátku ne
- ▶ Ve 20. týdnu genitálie vyvinuty (lze rozpoznat pohlaví ultrazvukem)

Fetální období

- ▶ Ve 20. týdnu první osifikační centra v dlouhých kostech a lebce
- ▶ V posledním trimestru k žádným dramatickým morfologickým změnám nedochází – vše dozrává
- ▶ V 11. týdnu má plod zubní zárodky, objevily se prsty na rukou a nohou, zatím jsou ale srostlé blánou
- ▶ Ve 24. týdnu jsou plíce vyvinuty natolik, že už může plod dýchat. Prozatím se jeho dýchací ústrojí plní plodovou vodou

Od 6. měsíce – dříve narozené děti – šance na přežití



Ve 38. týdnu svého vývoje je plod zralý

Fetální období

Motorika

- ▶ V 9. týdnu se objevuje **škvtání** – 1s trvající záchvěvy bránice
- ▶ Od 9. týdne **pohyby končetin a hlavy**
- ▶ Od 10. týdne **rozvoj pohybových schopností** – dotyky obličeje a rukou se současnými pohyby prstů, protahování, zívání, pohyby čelistí i pohyby jazyku
- ▶ Ve 12. týdnu cucání, polykání, **rotace rukou v zápěstí i jemnější pohyby prstů**
- ▶ V 15. týdnu – dochází k dočasnému **snížení** pohybové aktivity
- ▶ Po 24. týdnu jsou pozorovány i **pohyby obličejových svalů**

Fetální pohyb je nutný k procvičení systémů , stimulaci některých smyslů a zamezení srůstu s plodovými obaly

Fetální období

- ▶ Pohyb je nutný pro správný vývoj pohybového ústrojí (příklad špatně vyvinuté klouby u novorozenců s fetálním alkoholovým syndromem – alkohol tlumí aktivitu plodu)

Denní aktivita plodu

- ▶ Každý plod individuální vzorec denní aktivity

Percepce

- ▶ Senzitivní dráhy pro bolest od 20.týdne
- ▶ Chuť od 3.trimestru
- ▶ Sluch vyvinut v 37. týdnu (reakce plodu na zvuk, ale zaznamenána od 32.týdne)
- ▶ Vývoj oka dokončen mezi 7.-8. měsícem těhotenství

POROD

- ▶ Kritický přechod mezi prenatálním a postnatálním obdobím

Děloha = tekuté prostředí o konstantní teplotě 37°C

Plynné prostředí s proměnlivými podmínkami



Vývojová postnatální období

rané dětství - od narození do 3 let

novorozenec - od narození do 1 měsíce

kojenec - od 1 měsíce do 1 roku

batole - od 1 roku do 3 let

předškolní věk - od 3 let - 6 let

mladší školní věk - od 6 let - 11, 12 let

starší školní věk - od 11, 12 let - 20 - 22 let

puberta - od 11, 12 let - 15 let

adolescence - od 15 let - 20 - 22 let

dospělost - od 20 - 22 let - 65 let

časná dospělost - od 20 - 22 let - 31 let

střední dospělost - od 31 let - 45 let

pozdní dospělost - od 45 let - 65 let

stáří - od 65 let do smrti

nižší starší věk - 65-75 let

střední starší věk - 75 - 85 let

vyšší starší věk - 85 a starší

biologický X kalendářní věk
(akcelerace – urychlení
vývoje, decelerace –
zpomalení vývoje, nebo
biologický věk odpovídá
kalendářnímu)

Senzomotorický vývoj novorozence

- ▶ reakce na světlo a tmu
- ▶ nevidí detaily obličeje, rozlišuje pouze obrysy
- ▶ matku na základě zraku rozlišuje až kolem sedmého měsíce
- ▶ hlas matky rozezná již 3 dny po porodu (dává mu přednost před jinými a snaží se dostat do takové polohy, aby hlas matky slyšelo lépe –otáčí hlavičku apod.)
- ▶ při podstupování bolestivého zákroku dává jasně najevo, že bolest cítí
- ▶ důležitá dotyková stimulace
- ▶ čich se rozvíjí až po porodu, matku pozná již za 45 hodin po narození



Postnatální vývoj – kojenecké období

- ▶ od 1 měsíce do 1 roku
- ▶ je charakterizováno prudkým psychickým vývojem, tělesným růstem a zráním CNS
- ▶ do jednoho roku vyroste kojeneček asi o 25cm, tělesnou hmotnost zvýší přibližně na trojnásobek
- ▶ změny proporcí kostry těla a lebky
- ▶ specifický psychomotorický vývoj
- ▶ spánek (od 3. měsíce dochází ke střídání fází spánku – 2 fáze spánku během dne a 3 fáze bdění)

- ▶ **komunikace** –první úsměv (od šestého týdne), první známka socializace
- ▶ záporné emoce projevuje **pláčem**
- ▶ od šestého měsíce –**diferencovaná socializace** –rozlišuje matku mezi ostatními (fixace)
- ▶ zdokonaluje se **zraková ostrost**
- ▶ reaguje na různou intenzitu světla
- ▶ **ve třetím měsíci pozná tvář matky**, zhruba o měsíc později rozlišuje osoby blízké a cizí
- ▶ od **čtvrtého měsíce** je plně rozvinuté **barevné vidění**
- ▶ **zpočátku** rozlišuje **chuť sladkou a mléčnou**
- ▶ kolem šestého měsíce se změnou jídelníčku rozlišuje postupně další chutě

- ▶ velmi citlivě reaguje na chlad, teplo (termoregulace)
- ▶ okolo třetího měsíce se objevuje mimovolní sahání po předmětech
- ▶ v devátém měsíci uchopí předmět (palec v opozici)

Lokomoce – pohyb celého těla

- ▶ vyvíjí se od hlavy k patě
- ▶ nejdříve pohyb hlavy – zpevnování šíjového svalstva
- ▶ mezi druhým a čtvrtým měsícem obracení z boku na bok
- ▶ mezi čtvrtým a šestým měsícem převracení na břicho
- ▶ mezi sedmým a osmým měsícem lezení po čtyřech, aktivní sed, postupné postavování a chůze

V 1. roce
života -krok



Vývoj řeči

- ▶ asi dva týdny po porodu se objevuje „broukání“, trvá do tří měsíců
- ▶ kolem šestého měsíce kojenec napodobuje zvuky z okolí = mimovolní echolálie
- ▶ mezi sedmým a devátým měsícem vnímá slova a nabývají pro něj určitého významu
- ▶ na konci prvního roku se objevují záměrně kladená slova

vývoj řeči: porozumění, napodobení, stadium jednoslovných vět

Postnatální vývoj – období batolete

- ▶ 1 až 3 roky
- ▶ Lokomoce je hlavní motorickou činností
- ▶ Předpoklady ke správnému držení těla se neustále zlepšují
- ▶ Po prvním roce dítě ujde asi 20 kroků
- ▶ Nemá představu o vzdálenostech předmětů – zvláště o hloubce
- ▶ Od jednoho roku dítě kutálí míčem a hází. Před hodem a skokem se vždy zastaví

vývoj řeči:

- ▶ konec 1. roku: 3 – 5 slov (máma, táta)
- ▶ 2. rok – 200 slov „ne“, věty 2 – 3 slova, „co je to?“
- ▶ 3. rok: značné rozšíření (až 1000 slov, otázka „proč?“, krátká básnička, „já“.

Postnatální vývoj – předškolní věk

děti normomotorické 60% volného času v pohybu
děti hypermotorické 80% volného času v pohybu
děti hypomotorické 40% volného času v pohybu

- ▶ 3 – 6 let
- ▶ zautomatizování chůze a běhu
- ▶ Dítě ve čtyřech letech dokáže spojit běh se skokem
- ▶ V šesti letech teprve dítě dokáže spojit chytání a házení
- ▶ Touha po společnosti
- ▶ Hra s tvořivými prvky a s pravidly
- ▶ Metaboličtí nespecialisté (více oxidativním způsobem)

Prudký rozvoj slovní zásoby, opakuje básničky, delší a složitější věty

Sociální vývoj – důležitý dětský kolektiv, probíhá socializace

Postnatální vývoj- *mladší školní věk*

- ▶ *6-11 let*
- ▶ Zakřivení páteře není trvalého charakteru, proto je třeba dbát na správné držení těla a návykům
- ▶ V osmi letech je **výkonnost chlapců a dívek přibližně stejná** v desíti již se od sebe výrazně liší
- ▶ oblíbené začínají být **kolektivní hry**. Děti v osmi létech již dokáží organizovaně spolupracovat při hře
- ▶ Začínají se objevovat značné rozdíly ve výkonnosti jedinců vlivem odlišného působení vnějšího prostředí a rozvoje individuálních vloh
- ▶ Období **8 – 12 let** se popisuje jako **zlatý věk motorického učení**

Začátek povinné školní docházky

Hlavní činnost je učení

Nejpozději v tuto dobu se projeví malá mozková postižení:

ADHD a specifické poruchy učení (SPU):

dyslexie, dysgrafie, dysorthografie, dyskalkulie, dyspraxie...

Postnatální vývoj- *pubescence*

- ▶ 11-15 let
- ▶ Zrychlený a nerovnoměrný růst kostí a svalů způsobuje disproportionálnitu a s ní související nekoordinované pohyby + změna proporcí
- ▶ Objevují se druhotné pohlavní znaky - vývojová nevyrovnanost mezi chlapci a dívkami
- ▶ V testech motoriky jsou lepší chlapci

Na konci tohoto období můžeme pozorovat typicky ženskou a mužskou motoriku

Žena: zaoblenost a plynulost pohybu

Muž : silový projev

- ▶ V tuto dobu často vznikají **vady držení těla** a páteře (skolióza, kulatá záda).
- ▶ Dokončuje se prořezávání trvalých zubů

Typické pro toto období je : neklid, rozpornost, přecitlivělost, labilita nálad, impulsivnost

Postnatální vývoj- dospělost

- ▶ Je dosaženo pohlavní dospělosti, dokončují se pubertální změny
- ▶ Ve dvaceti letech je člověk na vrcholu své tělesné motoriky, i když se dále rozvíjí pohybové schopnosti
- ▶ Objevují se obrovské rozdíly mezi trénovanými a netrénovanými jedinci
- ▶ Ženy mají nižší sportovní výkonnost než muži, jen v ohebnosti jsou výrazně lepší

časná dospělost - od 20 - 22 let - 31 let

střední dospělost - od 31 let - 45 let

pozdní dospělost - od 45 let - 65 let

- ▶ V tomto období se ještě dá zlepšovat technika (např. tenis, lyžování atd.)
- ▶ Objevuje se však pomalejší regenerace po sportovním výkonu
- ▶ V šedesáti letech může mít muž až 80 % svého maxima síly
- ▶ U necvičících dochází ke značnému poklesu výkonnosti již v období do 30 let

Postnatální vývoj- stáří

- ▶ Funkční stav závisí na širokém okruhu fyziologických, psychologických a sociologických ukazatelů
- ▶ Individuálně rozdílné subjektivní hodnocení funkčnosti jednotlivých systémů
- ▶ Stařecká motorika je strnulá a stereotypní, mizí harmonie pohybu
- ▶ Uvedené negativní znaky stařecké motoriky jsou nevyhnutelné, ale dají se oddálit pravidelným vhodným cvičením.



KLASIFIKACE VĚKU A PRŮBĚH STÁRNUTÍ:

Klasifikace	Typický věk	Sociální a biologická charakteristika
Střední věk	40 – 65 roků	Druhá polovina pracovní kariéry. Biologické systémy zhoršení o 10% - 30% .
Nižší starší věk	65 – 75 roků	Začátek důchodového věku. Další ztráty biologických funkcí, zachovaná homeostáza .
Střední starší věk	75 – 85 roků	Podstatné zhoršení funkcí v průběhu denních aktivit, výraznější ztráta homeostázy, schopnost nezávislého života .
Vyšší starší věk	> 85 roků	Neschopnost nezávislého života , institucionální a opatrovatelská péče.

Interindividuální rozdíly

- ❖ Funkční stav závisí na širokém okruhu fyziologických, psychologických a sociologických ukazatelů
- ❖ Individuálně rozdílné subjektivní hodnocení funkčnosti jednotlivých systémů

**Interindividuální diference se zvyšují s věkem
biologický věk**



DÉLKA ŽIVOTA

se prodlužuje

1. snížení výskytu infekčních onemocnění
2. pokles frekvence předčasných úmrtí
3. zlepšení životních podmínek a úrovně lékařské péče

Další vlivy

- **pohlaví**
- **dědičnost**
- **socioekonomický stav**

pohybová aktivita



VLIV POHLAVÍ NA DÉLKU ŽIVOTA

- ▶ Ženy žijí déle v průměru o 5 až 9 roků, podobně v celé živočišné říši
- ▶ Většina lidí vysokého věku jsou ženy (kolem 60%)
- ▶ Ženy mají nižší mortalitu v nižším a středním věku
- ▶ Žena produkuje estrogeny – ochrana proti ateroskleróze
- ▶ Ženy mají nižší mortalitu na ICHS a rakovinu plic
- ▶ V minulosti kouřilo tabák více mužů, dnes ... ?
- ▶ Při autohaváriích zemře více mužů ... ?

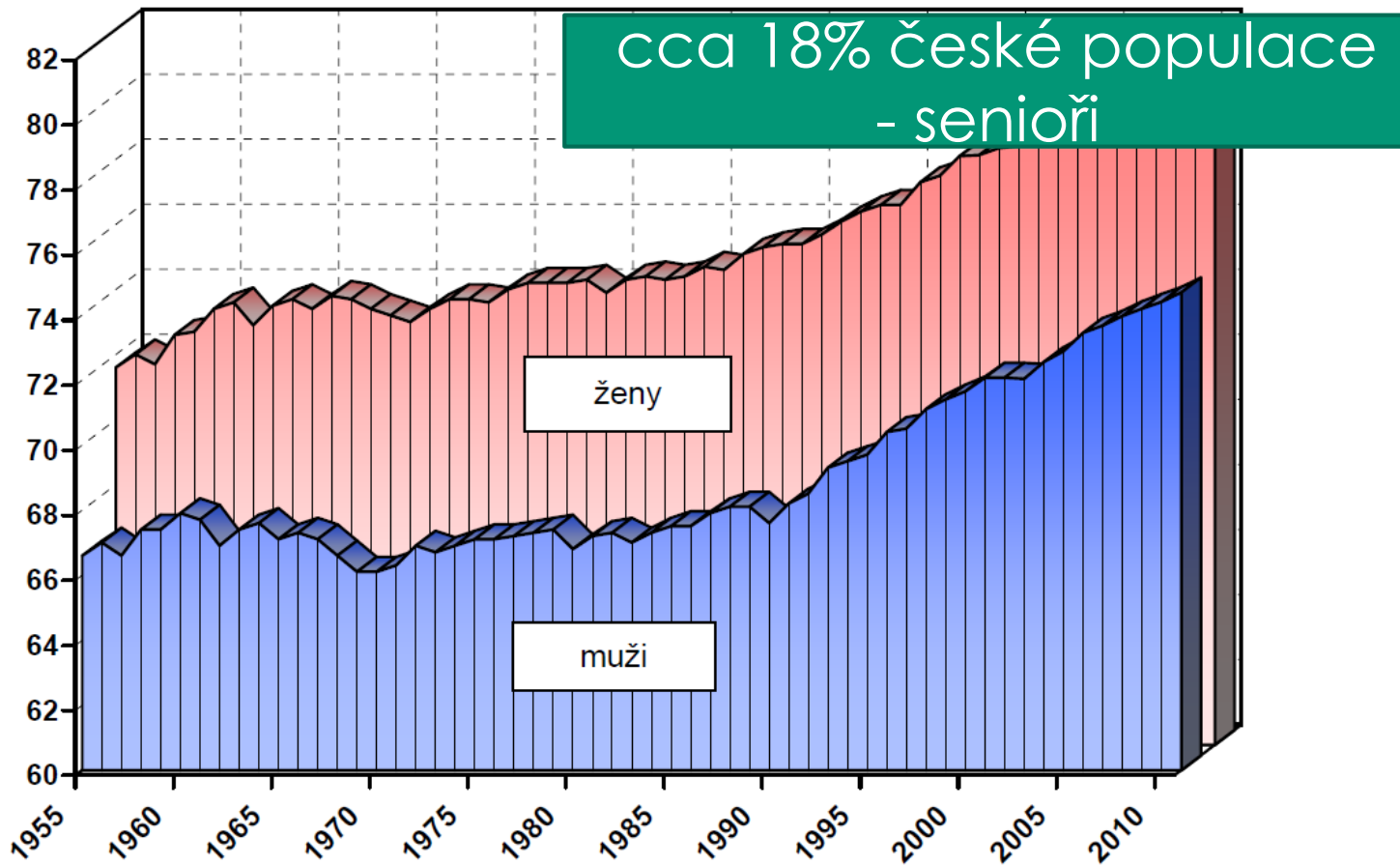


Tabulka 10 zemí s nejvyšší délkou života podle OSN

	Země	(očekávaná délka života (v letech))
1	Japonsko	82,6
2	Hong Kong	82,2
3	Švýcarsko	82,1
4	Izrael	82,0
5	Island	81,8
6	Austrálie	81,2
7	Španělsko	80,9
8	Švédsko	80,9
9	Macao	80,7
10	Francie	80,7

Roky	muži	ženy
1960	67,90	73,40
1990	67,60	75,40
2000	71,65	78,35
2011	74,69	80,74

Vývoj střední délky života při narození



Dlouhodobě dochází k populačnímu stárnutí.

Počet osob ve věku 65 let a více převyšuje počet dětí ve věku 0–14 let (od roku 2006) – 3/5 členských zemí Evropské unie (Německo, Itálie)

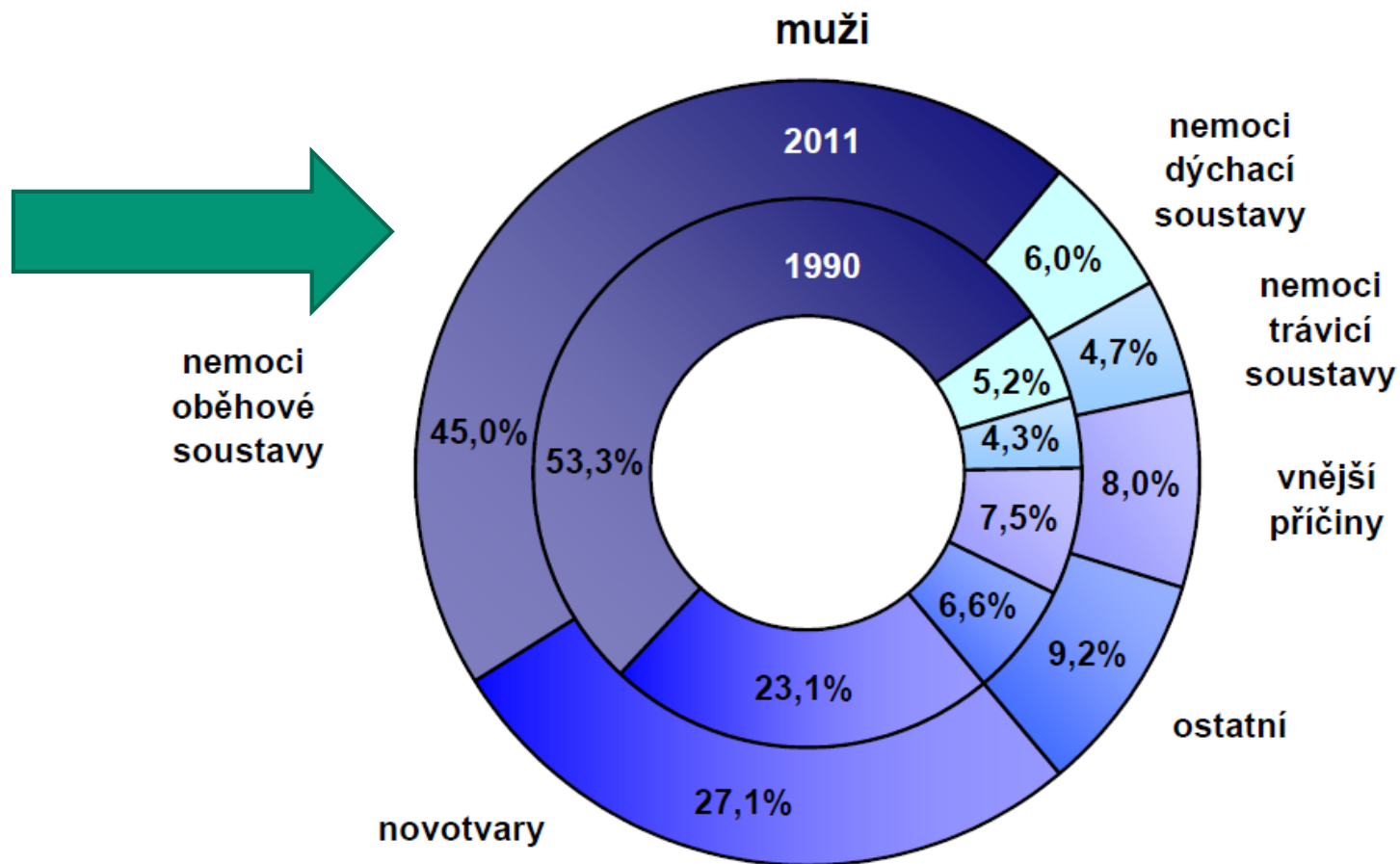
Nejčastější příčiny úmrtí v ČR (2011)

1. místo : nemocí oběhové soustavy (49,3%)
- 2.místo : novotvary způsobily (25,8 %)
- 3.místo : vnější příčiny (poranění a otravy) 5,6 %
- 4.místo : nemoci dýchací soustavy (5,3 %)

Je pokles pohybové aktivity součástí stárnutí?



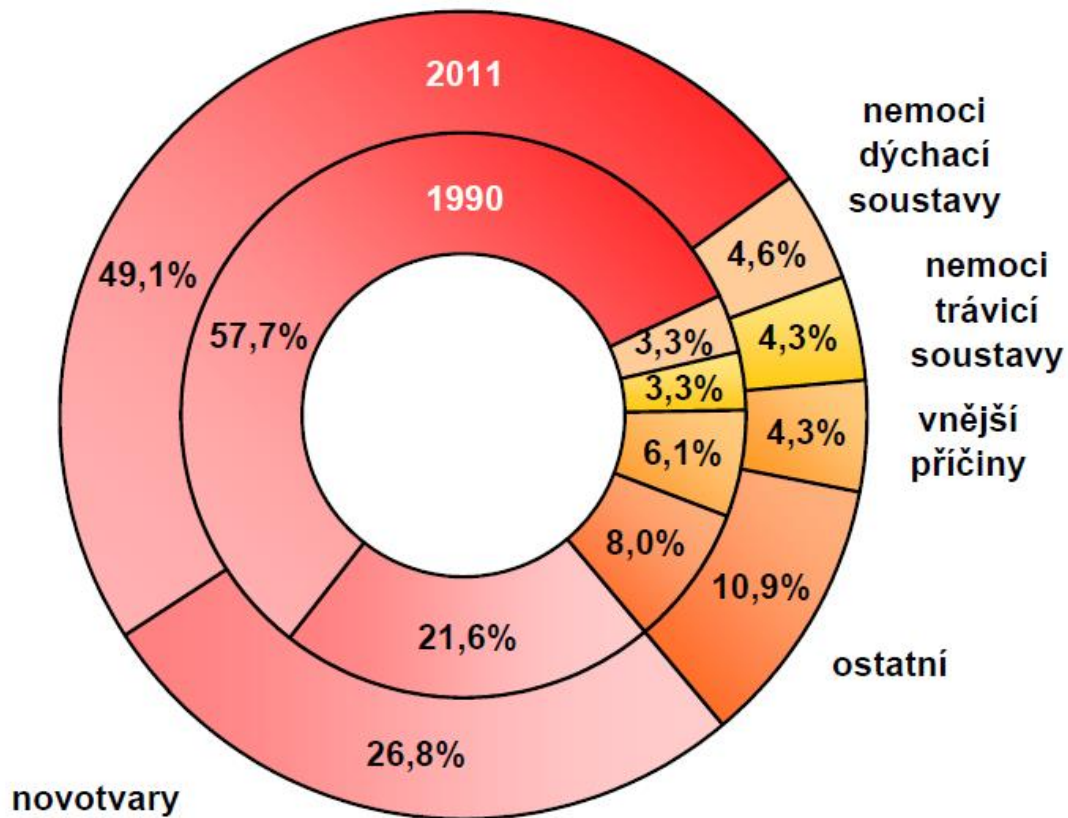
Struktura standardizované úmrtnosti





ženy

nemoci
oběhové
soustavy



nemoci
dýchací
soustavy

nemoci
trávicí
soustavy

vnější
příčiny

ostatní

novotvary

VLIV STÁRNUTÍ NA pohybový systém



- ❖ **Pokles tělesné výšky** (zvyšující se hrudní kyfóza a komprese intervertebrálních disků)
- ❖ Zvýšení tělesné hmotnosti už v průběhu středního věku, stabilizace ve starším věku, **pokles aktivní tělesné hmoty zvyšování podílu tuku**
- ❖ Ztráta svalové hmoty vede k progresivnímu **poklesu svalové síly a vytrvalosti**..... (involuční sarkopenie)
 - Více na DKK, od 40 let ztráta svalové hmoty 5% za dekádu
- ❖ Progresivní ztráta kostních minerálů a matrix a progresivně **zvyšující se tendence ke zlomeninám**
- ❖ Poškození kloubních chrupavek vede k většímu **výskytu artróz**
- ❖ Ztráta pružnosti šlach a vazů predisponuje k porušení těchto útvarů a k **podvrtnutím**

KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM

- Progresivní **pokles** SF_{max}
- **Maximální srdeční výkon klesá** paralelně s $VO_2 max$
- Progresivní **vzestup systolického TK**
- Zvyšující se vegetativní dystonie vede k **vzestupu výskytu posturální hypotenze**

Jak jste na tom vy?

Krevní tlak	Systolický	Diastolický
Optimální	nižší než 120	nižší než 80
Normální	120-129	80-84
Vysoký normální	130-139	85-89
Hypertenze 1. stupně (mírná)	140-159	90-99
Hypertenze 2. stupně (středně závažná)	160-179	100-109
Hypertenze 3. stupně (závažná)	180 a vyšší	110 a vyšší
Izolovaná systolická hypertenze	140 a vyšší	nižší než 90

RESPIRAČNÍ SYSTÉM

- Ztuhlost hrudního koše a ztráta elasticity plicní tkáně.
- **Pokles vitální kapacity a vzestup reziduálních objemů**
- **Nestejněměrná distribuce plynů**

CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM A SMYLOVÉ orgány

- **Vzrůstající problémy s krátkou pamětí,**
poznáváním a **s učením se novým úkolům, poruchy spánku**
- **Zhoršení vidění a slyšení a zpomalení rychlosti reakce** snižuje
možnosti vykonávat některé pohybové aktivity
- **Při doporučování pohybové aktivity musí být zohledněno**
zhoršení chůze, **třes, ztráta rovnováhy a zvýšená tendence k**
pádům



AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Klesá aktivita obou větví, **pokles aktivity vagu** je větší, s věkem se zvyšuje převaha sympatiku

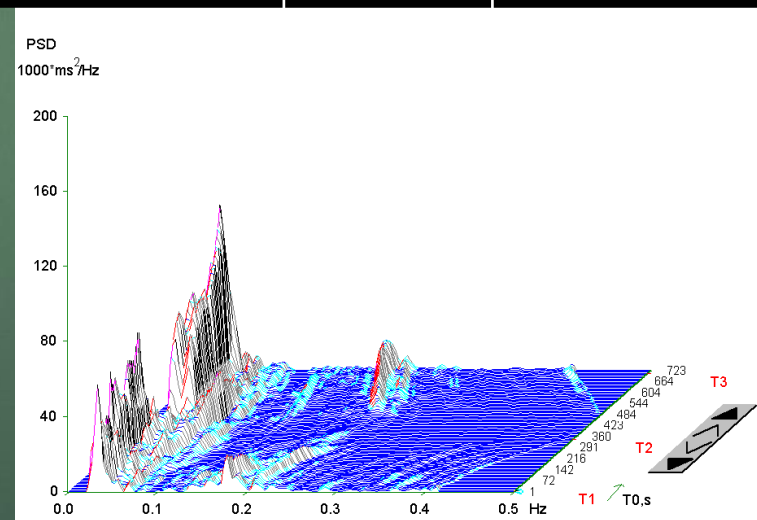
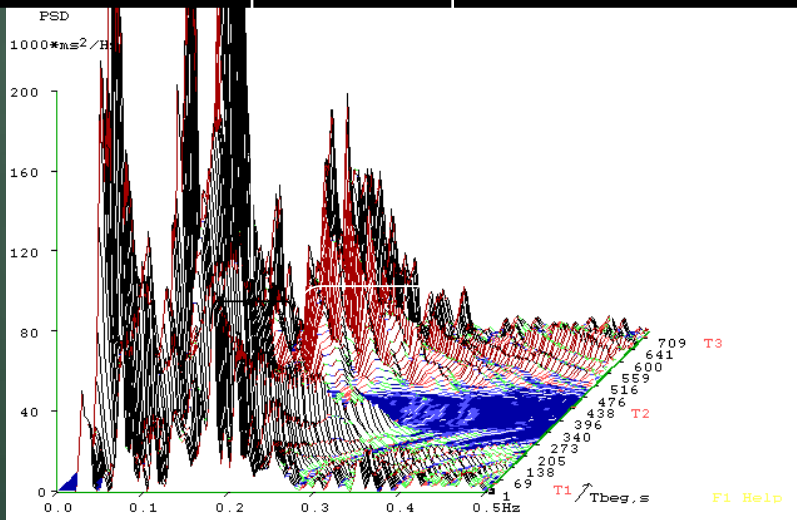


Spektrální analýza variability srdeční frekvence

sympatiku

vagus

S



ENDOKRINNÍ SYSTÉM

- snížení **senzitivity adrenergických receptorů**
- snížení **produkce kortizolu a aldosteronu**
- snížení **produkce pohlavních hormonů**
- snížení **produkce inzulínu**, snížení glukózové tolerance
- ztráta diurnálního rytmu **produkce růstového hormonu** (funguje jako biochemický zesilovač zátěží modulované syntézy svalových proteinů, zvyšuje mobilizaci tuků a tím chrání proteiny při negativní energetické bilanci)
- **zvýšení hladiny parathormonu** a **snížení hladiny kalcitoninu**

Zhoršené podmínky pro udržování stálého vnitřního prostředí během prolongované pohybové aktivity

IMUNITNÍ SYSTÉM

Zhoršení různých komponent imunitního systému může limitovat reparační procesy po intenzivní práci