



# 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

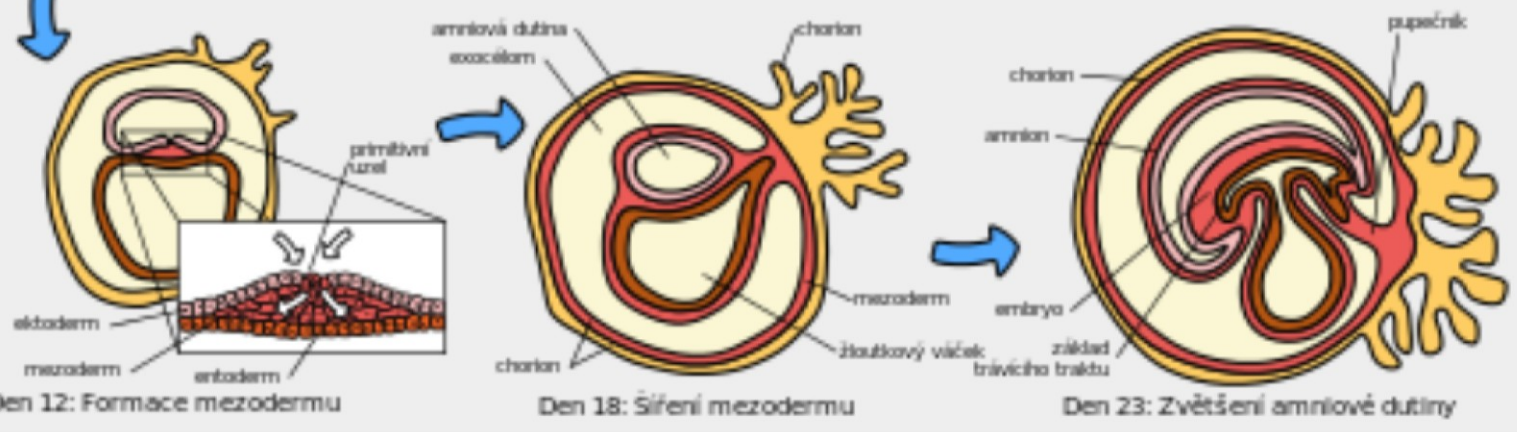
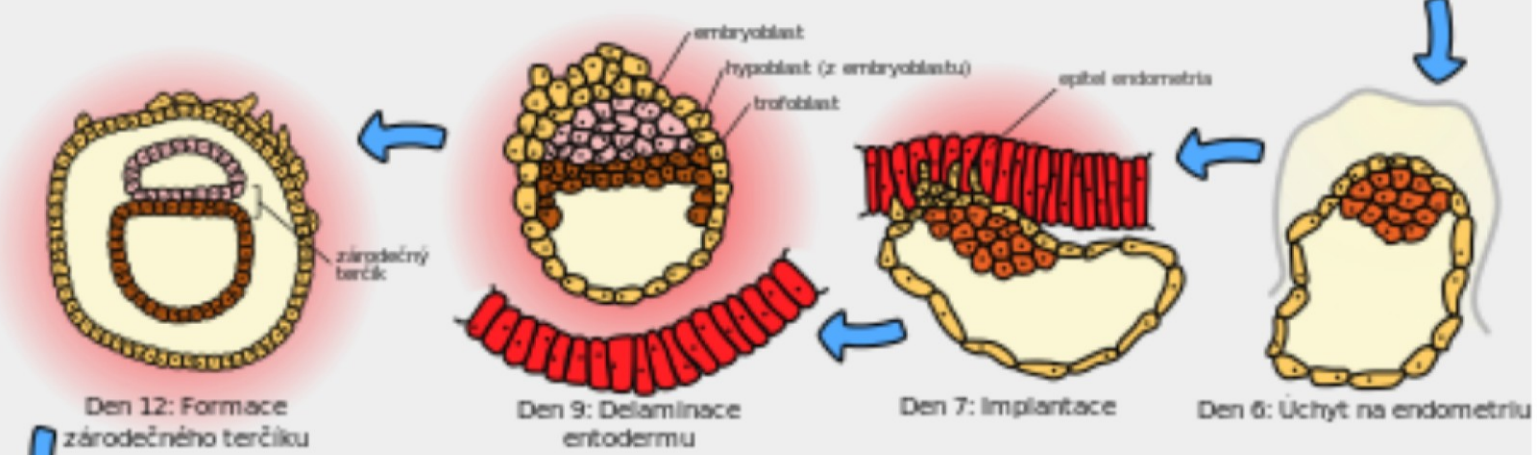
- ▶ První období ontogenetického vývoje
- ▶ Ze **zygoty** vznikne **embryo** ( morula za 60 hod, blastocysta za 96 – 120 hod)

oplození



embryo

- ▶ **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

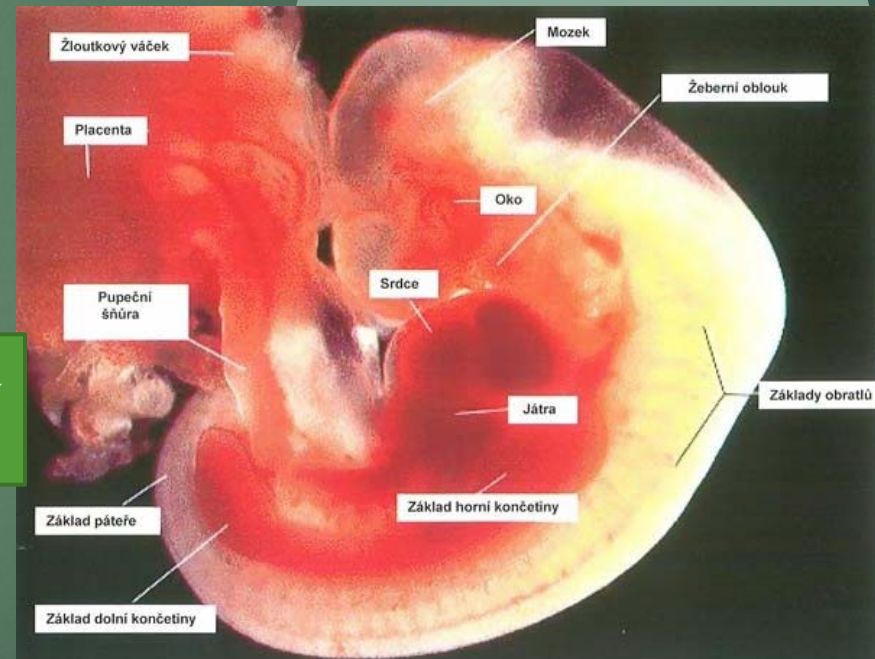


Embryo = zárodek

# 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

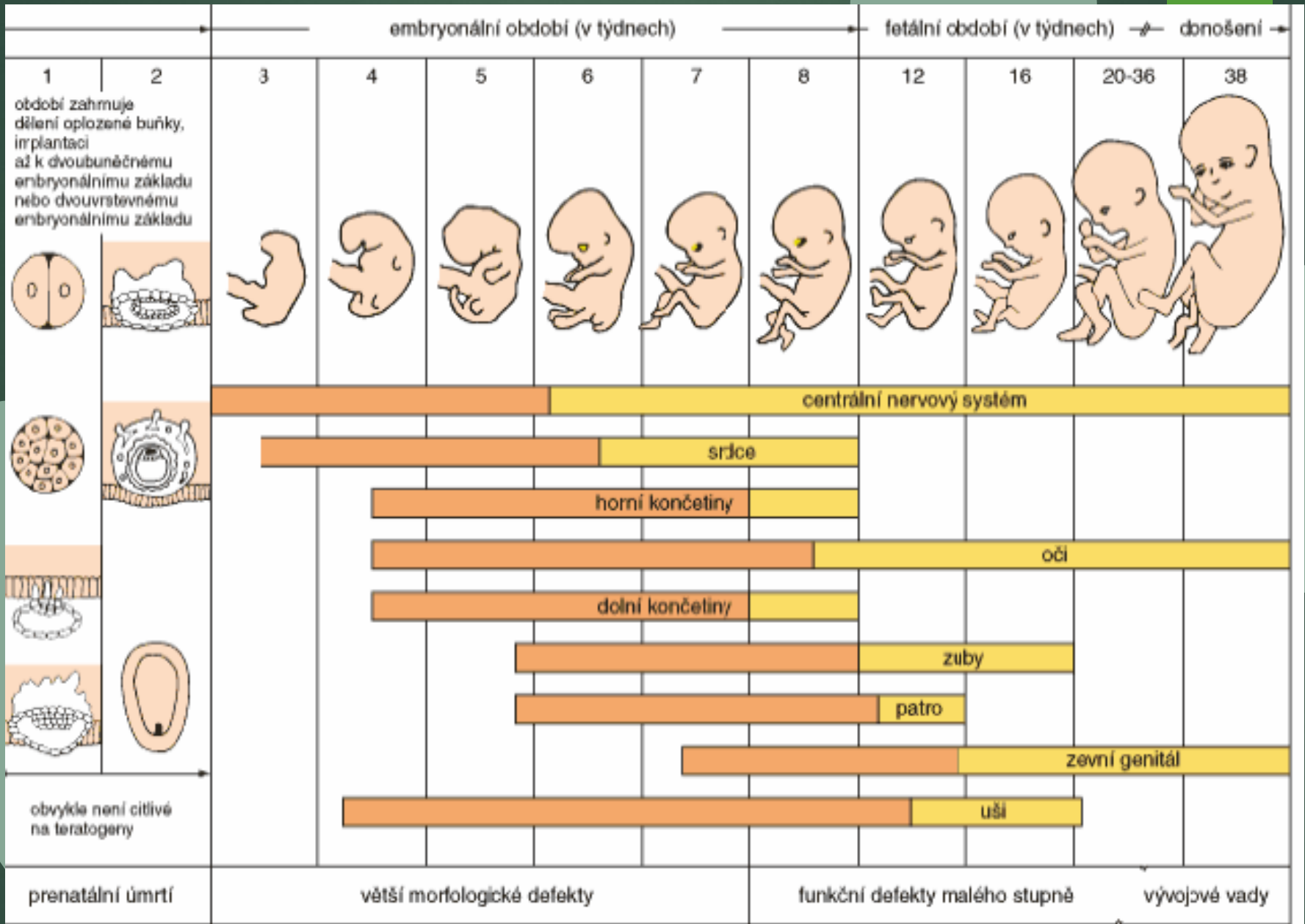
# Motorika v embryonálním období

- ▶ 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)

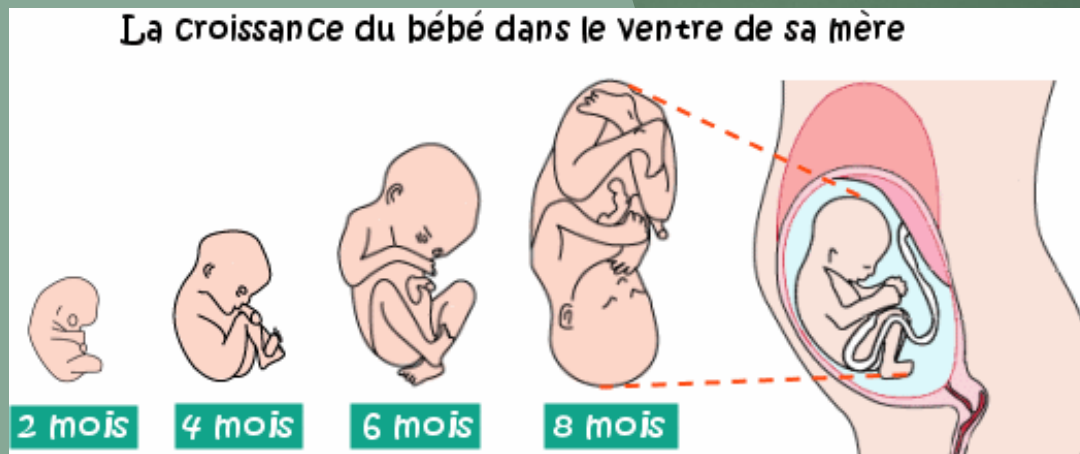
V polovině těhotenství cca 1% tukové tkáně  
těsně před narozením – asi 15%

- ▶ 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 vyrostle 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 – zpevňování 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 <b>zhoršení o 10% - 30%</b> .
Nižší starší věk	65 – 75 roků	Začátek důchodového věku. Další ztráty biologických funkcí, <b>zachovaná homeostáza</b> .
Střední starší věk	75 – 85 roků	Podstatné zhoršení funkcí v průběhu denních aktivit, výraznější ztráta homeostázy, <b>schopnost nezávislého života</b> .
Vyšší starší věk	> 85 roků	<b>Neschopnost nezávislého života</b> , 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

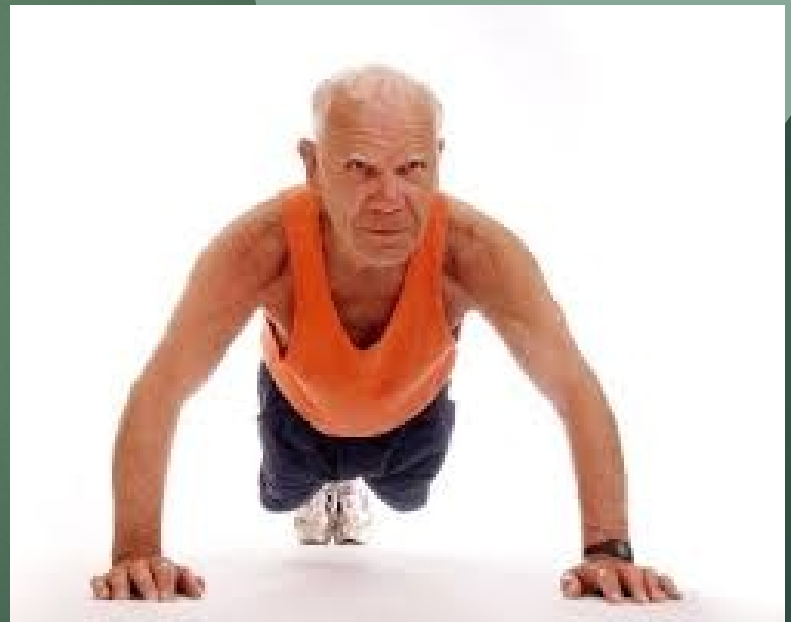
se prodlužuje

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 ... ?

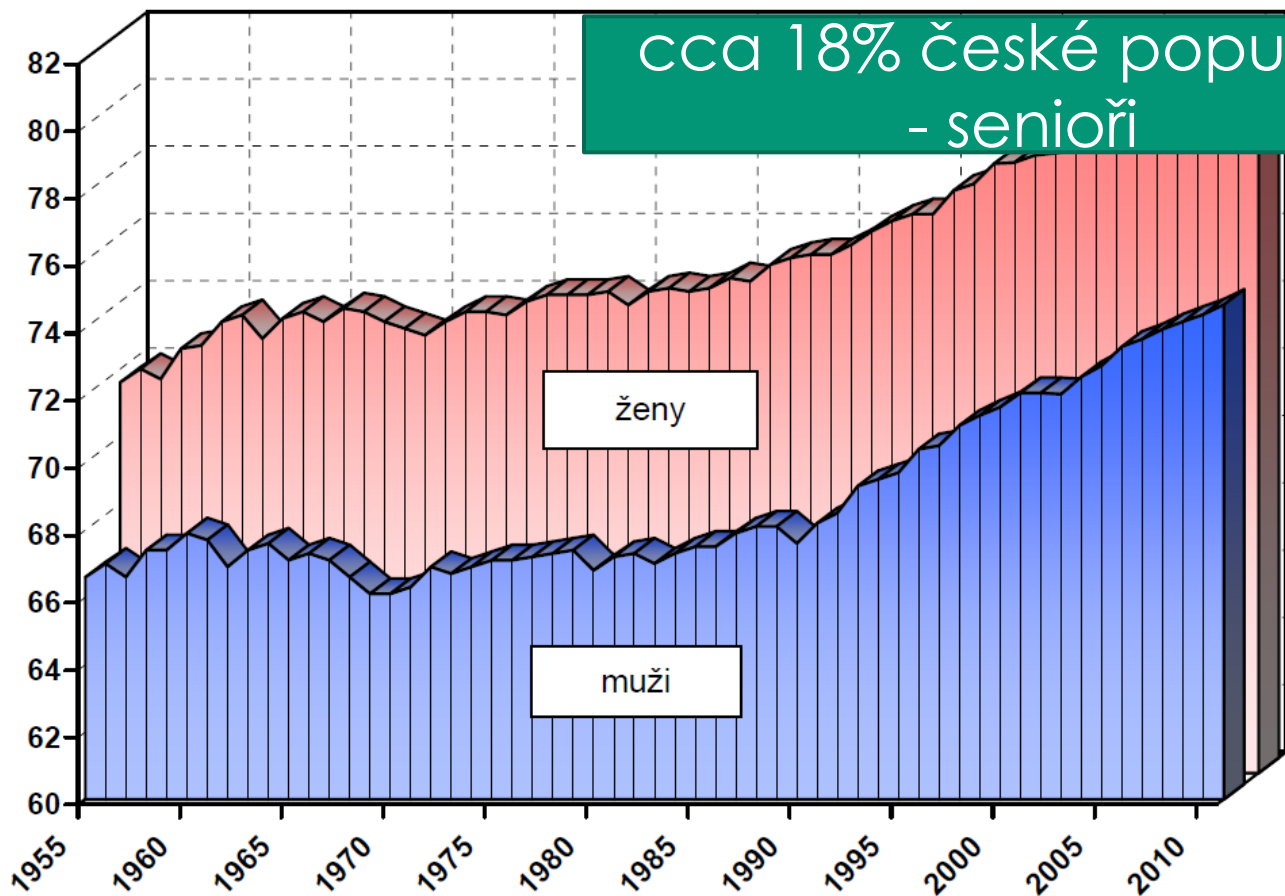


## Tabulka 10 zemí s nejvyšší délkou života podle OSN

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

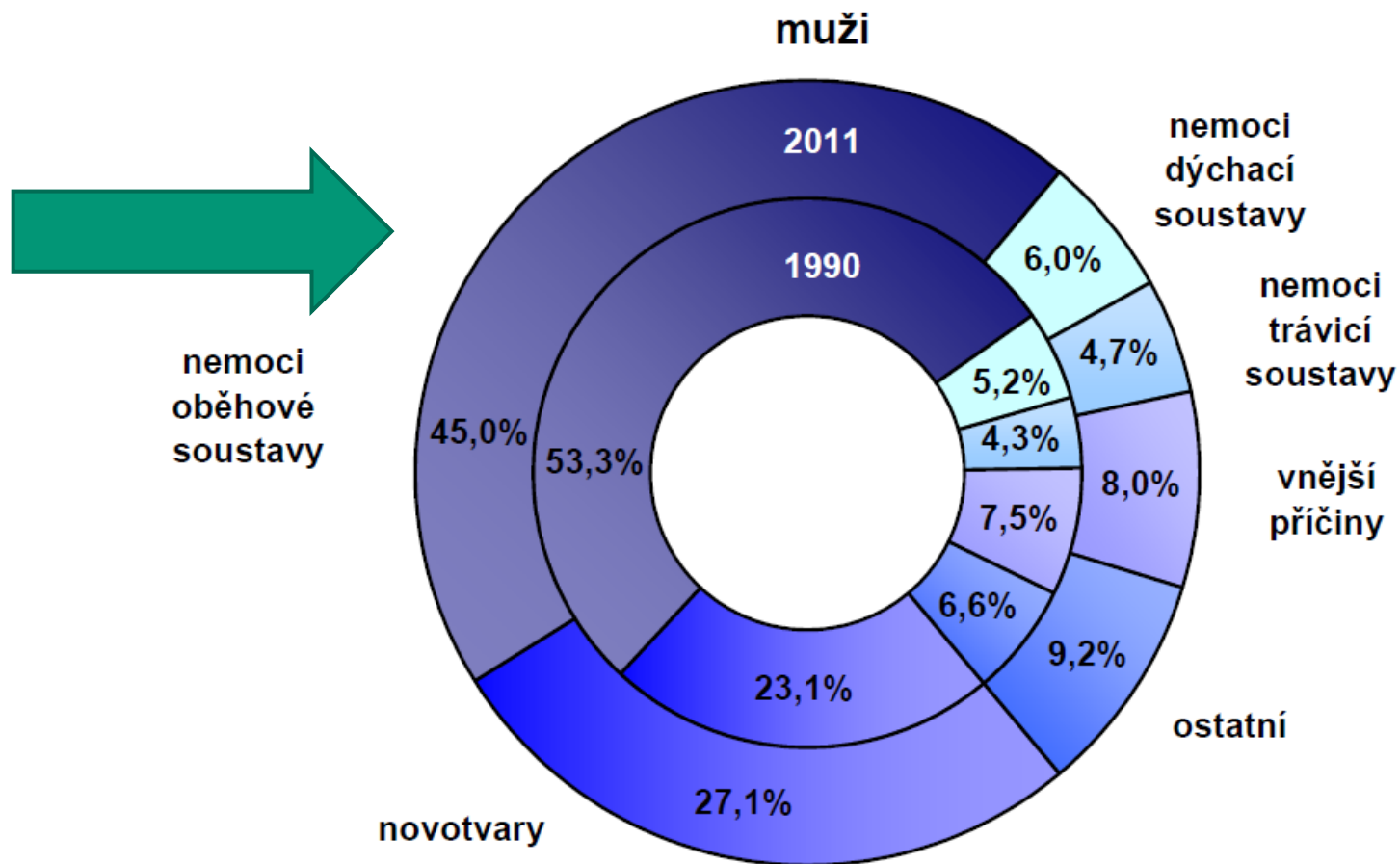
### Nejčastější příčiny úmrtí v ČR ( 2011 )

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

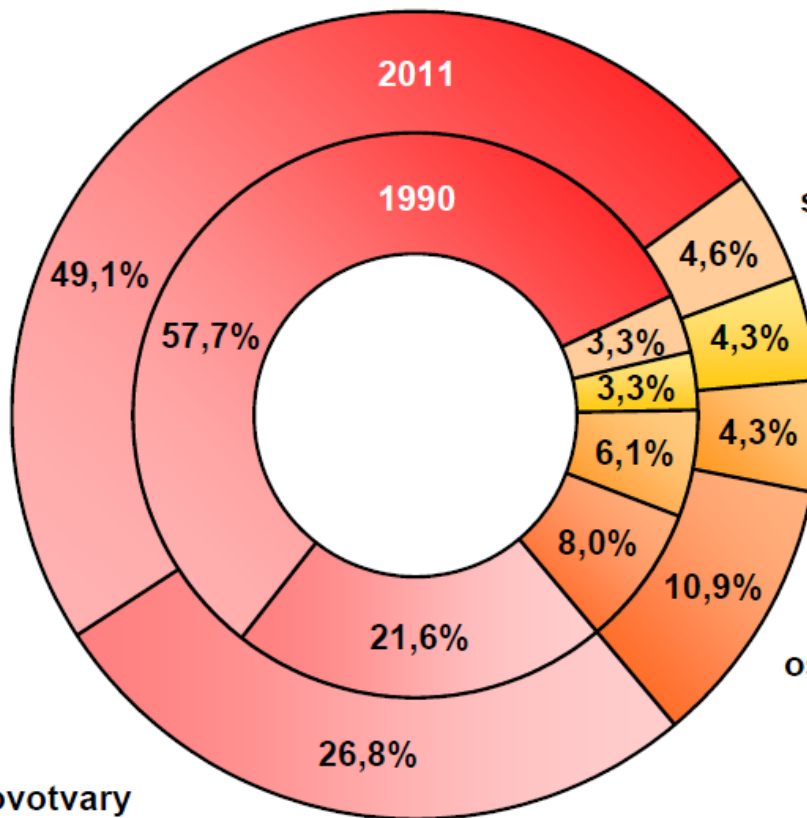
novotvary

nemoci  
dýchací  
soustavy

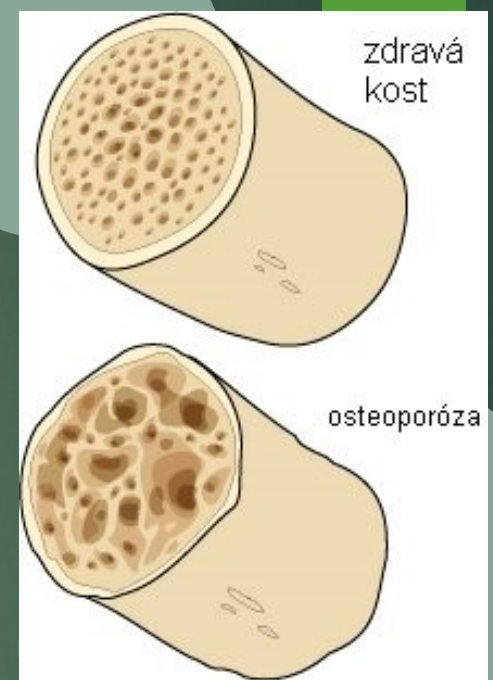
nemoci  
trávicí  
soustavy

vnější  
příčiny

ostatní



# 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

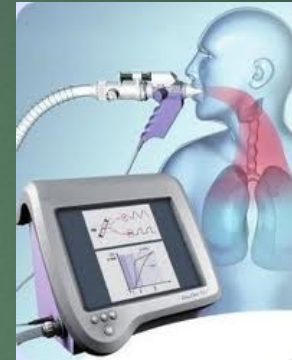
- Progresivní **pokles SF<sub>max</sub>**
- **Maximální srdeční výkon klesá** paralelně s **VO<sub>2</sub> max**
- Progresivní **vzestup systolického TK**
- Zvyšující se vegetativní dystonie vede k **vzestupu výskytu posturální hypotenze**

## 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

sympatikus

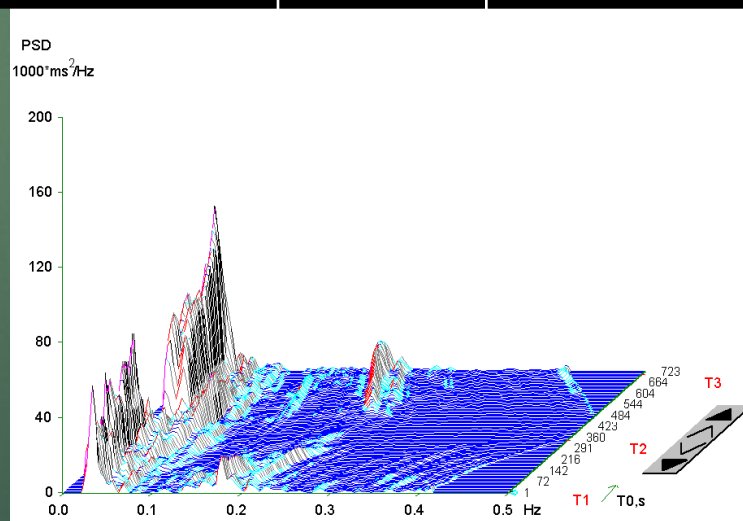
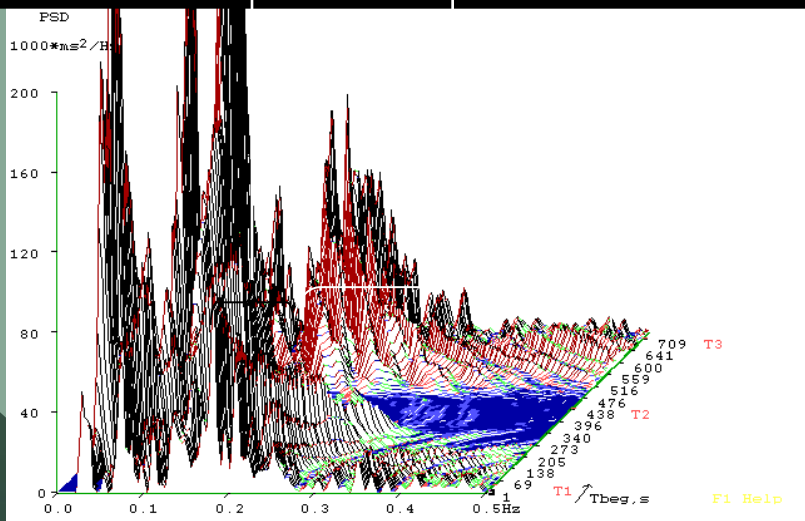
vagus

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