

Neurofyziologie a pohybový systém v ontogenezi IX

ONTOGENETICKÝ VÝVOJ

Prenatální vývoj

- ▶ Od oplození (splynutí vajíčka) do porodu
- ▶ Přibližně 266 dní (cca 38 týdnů) – **koncepční (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



gametogeneze

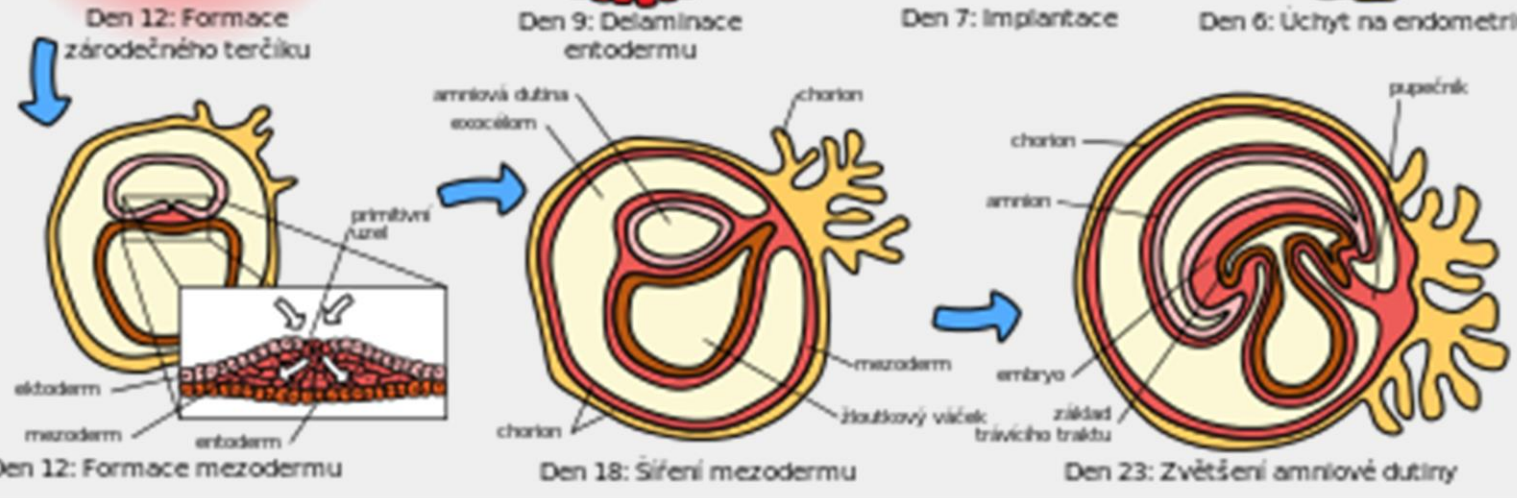
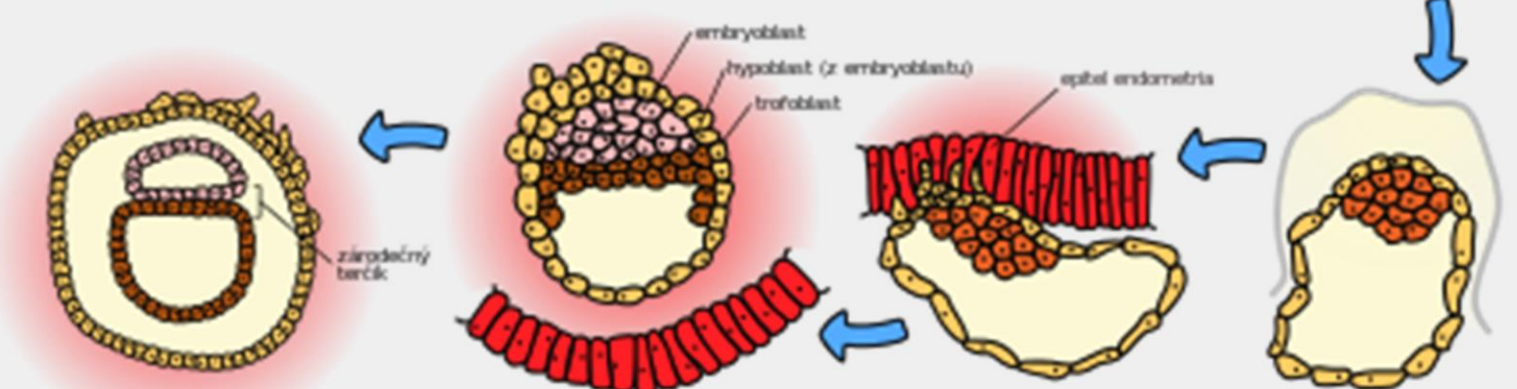
- ▶ Proces vývoje zralých pohlavních buněk (gamet) z příslušných buněk
- ▶ Redukce počtu chromozomů na poloviční redukčním dělením meiózou
- ▶ Vývoj spermií v pubertě - varle
- ▶ Ženské pohlavní buňky vývoj mezi 2.- 6. měsícem prenatálního života - vajíčka

Germinační období

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



- ▶ **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**
- ▶ Buňky zevní obalové vrstvy produkují **choriový gonadotropin** – ovlivnění fyziologie mateřského organismu
- ▶ Blastocysta cca 6 den se implantuje do děložní sliznice



Oplození

Vznik dvojčat

- pravděpodobnost 1:80 (stoupá v důsledku umělých oplodnění)

Trojčata – 1:8000

- Dvojvaječná

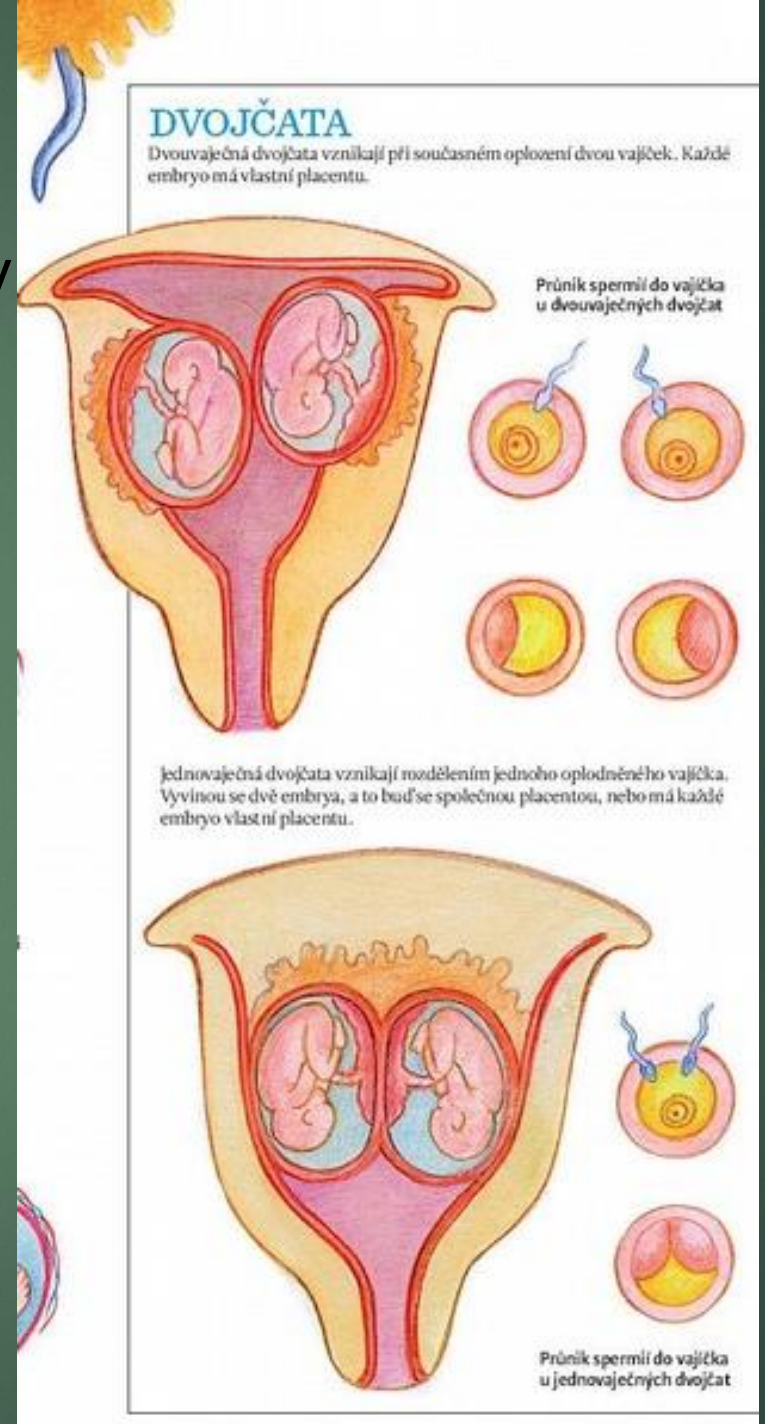
- uvolnění 2 vajíček, oplození 2 spermii

- Podobnost jako jiní sourozenci

- Jednovaječná

- úplné oddělení 2 buněk při rýhování zygoty

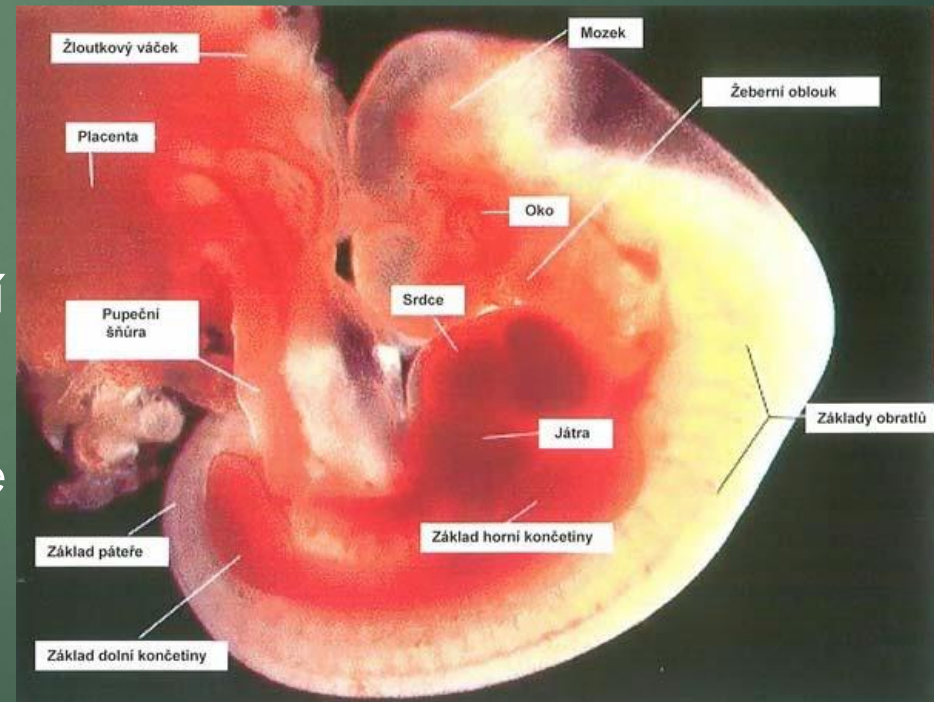
- stejná genetická výbava



Embryonální období

Embryo = zárodek

- ▶ začátek 2. týdne až konec 8. týdne po oplodnění
- ▶ množení a diferenciaci buněk, formování orgánů a soustav
- ▶ zárodek velmi zranitelný – narušení vývoje = poškození orgánů, těžké vady
- ▶ vznik 3 zárodečných listů
- ▶ Ve středním zárodečném listu (mesodermu) se formuje
 - **primitivní chorda** a laterálně od ní prvosegmeny (**somity**)
- ▶ Zakládají se nejprve kraniálně a postupně se objevují další kaudálním směrem



Embryonální období

- ▶ Do konce 5. týdne vznikne cca 42 – 45 somitů = **somitové stádium**
- ▶ Podle počtu somitů lze určit stáří embrya

Další vývoj somitů

- ▶ Rozdělí se na :
 - **Myotom** (později vytvořeno kosterní svalstvo)
 - **Sklerotom** (vznik osového skeletu)
 - **Dermatom**(pojivová složka kůže)

Další tkáně vzniklé z mesodermu: cévy, vylučovací soustava (bez močového měchýře), slezina, nadledvina

V 8. týdnu zřetelné základy kostí

Embryonální období

Spolu s utvářením somitů se na dorzální ploše diferencuje z **ektodermu**:

- základ **nervové tkáně**- neuronální ploténka, později neuronální trubice
- epitel sluchového, zrakového a čichového ústrojí, hypofýza, mléčné a potní žlázy, sklovina

Třetí zárodečný list **entoderm**:

- epitel trávicího traktu, dýchacích cest, močový měchýř, střední ucho, Eustachova trubice, parenchym štítné žlázy, jater, pankreatu

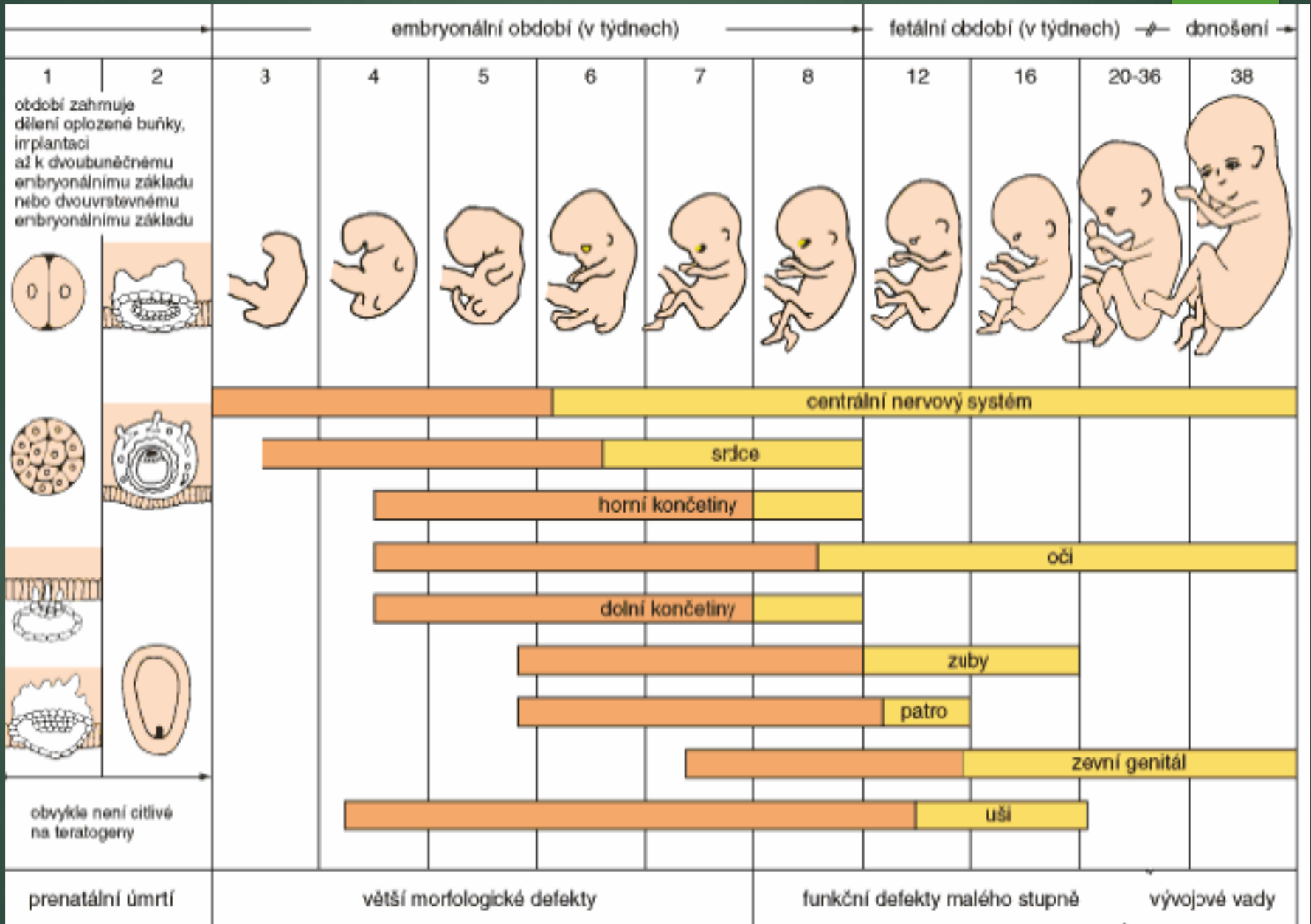
Současně i změny vnějšího tvaru embrya – roste do délky, zakřivuje se a ohýbá

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)

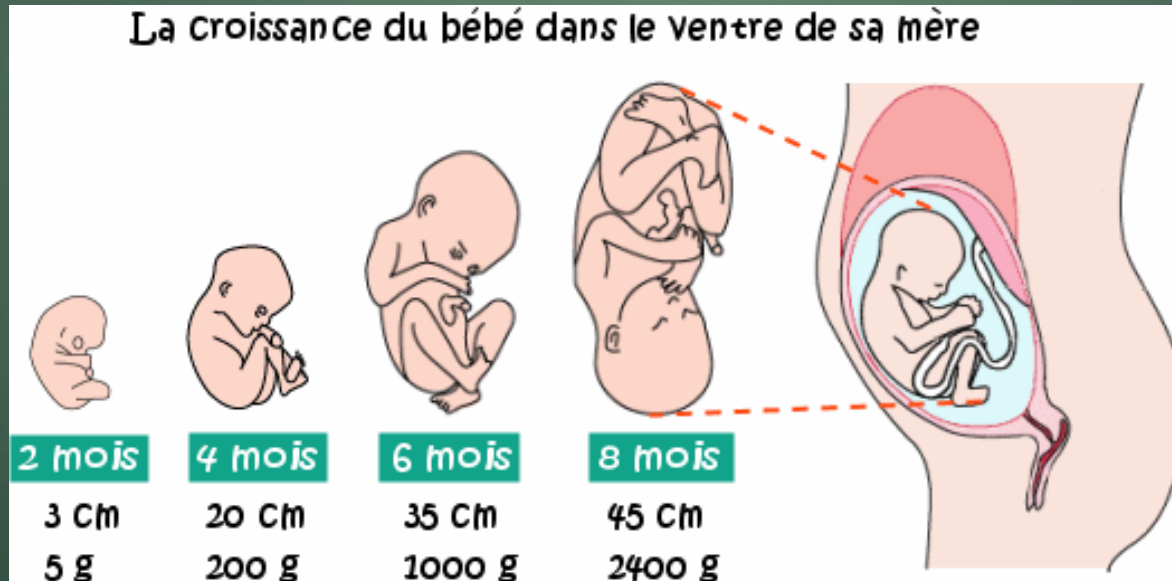
V polovině těhotenství cca 1% tukové tkáně
těsně před narozením – asi 15%

- ▶ 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

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



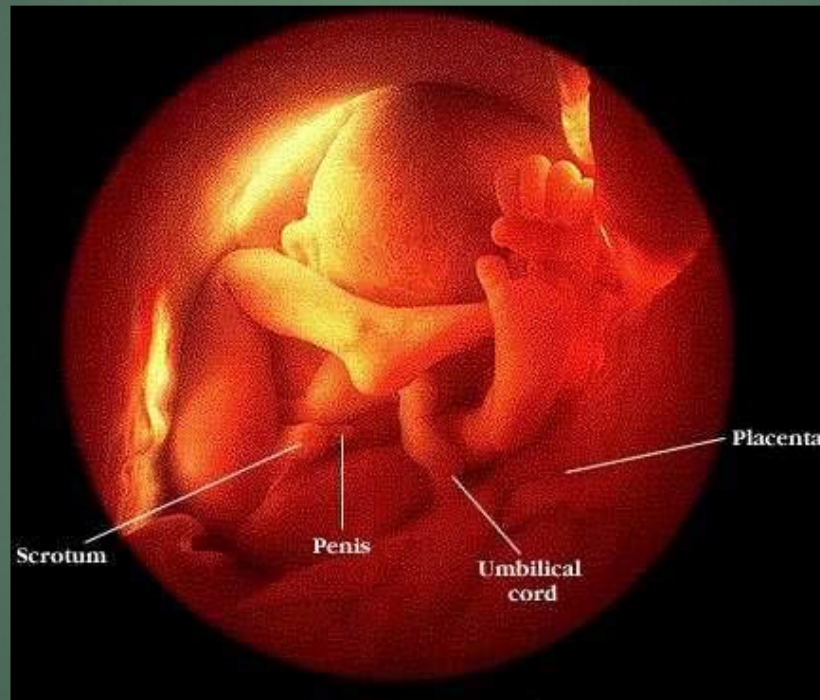
Fetální období

- ▶ V pátém měsíci začínají růst vlasy i řasy a tělo je pokryto mastnou vrstvou, která chrání jemnou kůži
- ▶ Ve 24. týdnu jsou plíce vyvinuty natolik, že už může plod dýchat. Prozatím se jeho dýchací ústrojí plní plodovou vodou



Fetální období

- ▶ V 7. měsíci vypije asi litr plodové vody denně
- ▶ Obličej a tělo dosáhnou vzhledu, jaký budou mít při porodu
- ▶ V 8. měsíci ve střevech je primitivní stolice (smolka)



Ve 38. týdnu svého vývoje je plod zralý

Fetální období

Motorika

- ▶ V 9. týdnu se objevuje škytání – 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 je pohy – dochází k dočasnému snížení pohybové aktivity
- ▶ Po 24. týdnu jsou pozorovány i pohyby obličejových svalůbový rejstřík téměř kompletní

Fetální pohyb 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)
- ▶ Prenatálně se vyvíjejí některé reflexy: od 28.týdne tonický šíjový a uchopovací reflex

Denní aktivita plodu

- ▶ Každý plod individuální vzorec denní aktivity
- ▶ Po 30. týdnu byl u plodu zaznamenán REM spánek (70-80% času)

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

Fetální období

Psychický vývoj

- ▶ Bioelektrickou aktivitu mozku lze vysledovat od začátku fetálního období

Imunita

- ▶ Zárodečné buňky ze kterých se diferencují buňky lymfoidní tkáně a krevní buňky se poprvé objevují od 21. dne ve stěně žloutkového vaku
- ▶ V 60. dni migrují do jater a od 90. dne vývoje do kostní dřeně
- ▶ Imunitní systém je schopen prenatálně reagovat na antigeny od 20.týdne

POROD

- ▶ Porod ukončuje těhotenství
- ▶ Je způsoben stahy děložní svaloviny vyvolanými hormonem **oxytocinem**
- ▶ **Skládá se ze 3 dob porodních:**
 - **doba otevírání** – začíná smršťováním děložní svaloviny a končí otevřením děložního hrdla
 - **doba vypuzování** – končí vypuzením plodu
 - **doba lůžková** – do porodu plodového lůžka



POROD

- ▶ Kritický přechod mezi prenatálním a postnatálním obdobím

Děloha = tekuté prostředí o konstantní teplotě 37°C



Plynné prostředí s proměnlivými podmínkami

Znaky donošeného novorozence

- ▶ Hmotnost 2500 – 4000g
- ▶ Délka 50 cm
- ▶ Vyvinutý podkožní tuk
- ▶ Růžová kůže krytá mázkem, lanugo může pokrývat povrch těla, ale jen zbytkově
- ▶ Vytvořeny všechny deriváty kůže (vlasy, nehty přesahují okraj prstů)
- ▶ U chlapců varlata sestouplá do šourku, labia majora překrývají labia minora u dívek



Hodnocení zdravotního stavu novorozence

Apgar skóre

- ▶ počet srdečních tepů
- ▶ dýchání
- ▶ napětí svalů
- ▶ odpověď na podráždění
- ▶ barva kůže

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

Postnatální vývoj – novorozenecké období

- ▶ od narození do 28. dne života
- ▶ dítě začíná samostatně dýchat

Vrozené reflexy

- ▶ **Moorův reflex** – při prudkém šubnutí dítě roztáhne ruce na obě strany
- ▶ **tonicko – šíjový reflex** – „šermíř“
- ▶ **Babinského reflex** – při zatlačení na šlapku nohy se prsty od sebe odpojí
- ▶ **reflex chůze** – nad podložkou reflexně „řape“, ale s chůzí to nemá nic společného
- ▶ **reflex lezení**
- ▶ **plovací reflex** – dítě se nenadechne, pokud nemá hlavu nad vodou

Vyživovací reflexy

- ▶ orální – spojen se sacím reflexem
- ▶ polykací
- ▶ sací
- ▶ hledací automatizmus

Obranné reflexy

- ▶ úchopový reflex
- ▶ kašlání
- ▶ kýčání
- ▶ dávivý reflex
- ▶ zívání



Novorozenecké období



Senzomotorický vývoj novorozence

- ▶ reakce na světlo a tmou
- ▶ 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 vyrostе kojenec 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)
- ▶ nasycení –kojení (doporučováno do čtyř až šesti měsíců, dále kombinace s nemléčnými přípravky)

- ▶ **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 **cefalokaudálním směrem** (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**

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

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.