

# Evolutione kostry

## Postnatální ontogeneze



**Doc. Václav Vančata**

*Antropologický ústav PřF MU*

# Ontogeneze

- Proces kvalitativního i kvantitativního vývoje organismu v čase, který zahrnuje jak změny biologické (vývoj orgánů i organismu jako celků), tak změny psychické.
- Proces kvalitativních změn je obvykle označován jako vývoj,
- Proces kvantitativních změn jako růst.
- Oba procesy jsou velmi úzce spojeny a nelze je chápat odděleně. V určitých částech ontogeneze výrazně převládají kvalitativní změny, v jiných změny kvantitativní.
- Ontogenezi dělíme na prenatální, perinatální a postnatální
- Postnatální má pak následující fáze:
  - vývojová (růstová) – skelet postupně osifikuje a „dozrává“
  - dospělá a stárnutí – skelet se „opotřebovává“ a postupně degeneruje
- V novorozenecké a první části kojenecké se ještě velmi zřetelné kvalitativní – vývojové - změny

# Růst

= zvětšování velikosti (proliferace, hypertrofie)

- každá orgánová soustava má vlastní růstovou křivku
- růstová křivka – grafické znázornění velikostních změn za časovou jednotku života jedince
- každý jedinec má vlastní specifickou růstovou křivku
- každá populace má vlastní růstovou křivku
- populační růstová křivka = průměrná růstová křivka v dané populaci

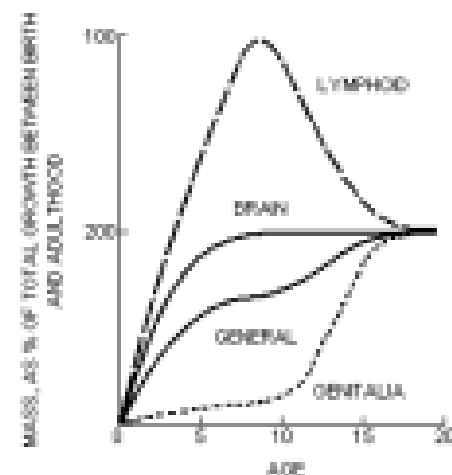
- růst různých tkání je postupný a hierarchicky provázaný

- je závislý na vzájemné regulaci

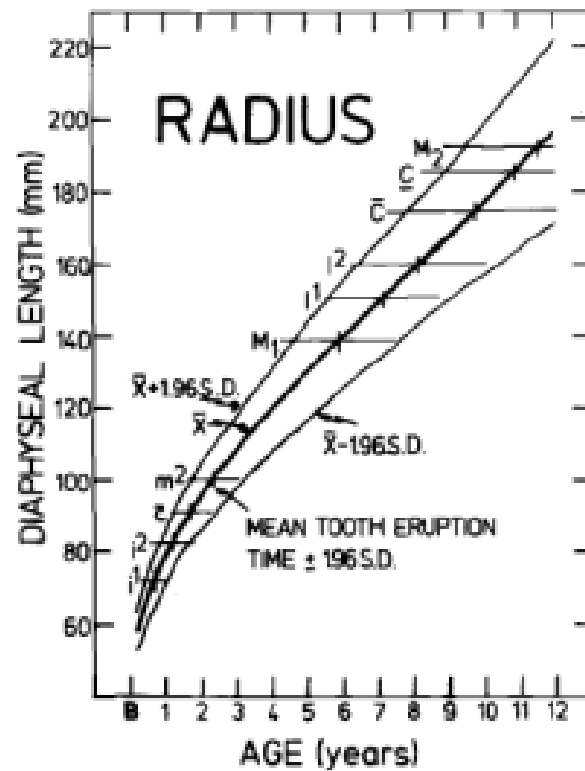
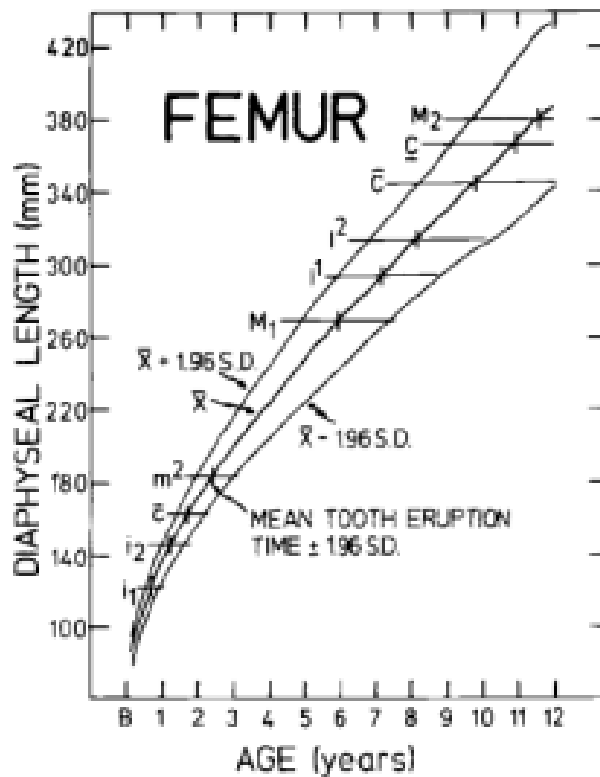
- vývoji kosterní soustavy předchází vývoj

- *nervové tkáně*
- *cévní a lymfatické tkáně*
- *ostatních pojivových tkání*

tvary kostí, prostorové uspořádání  
pozitivní, negativní reliéf

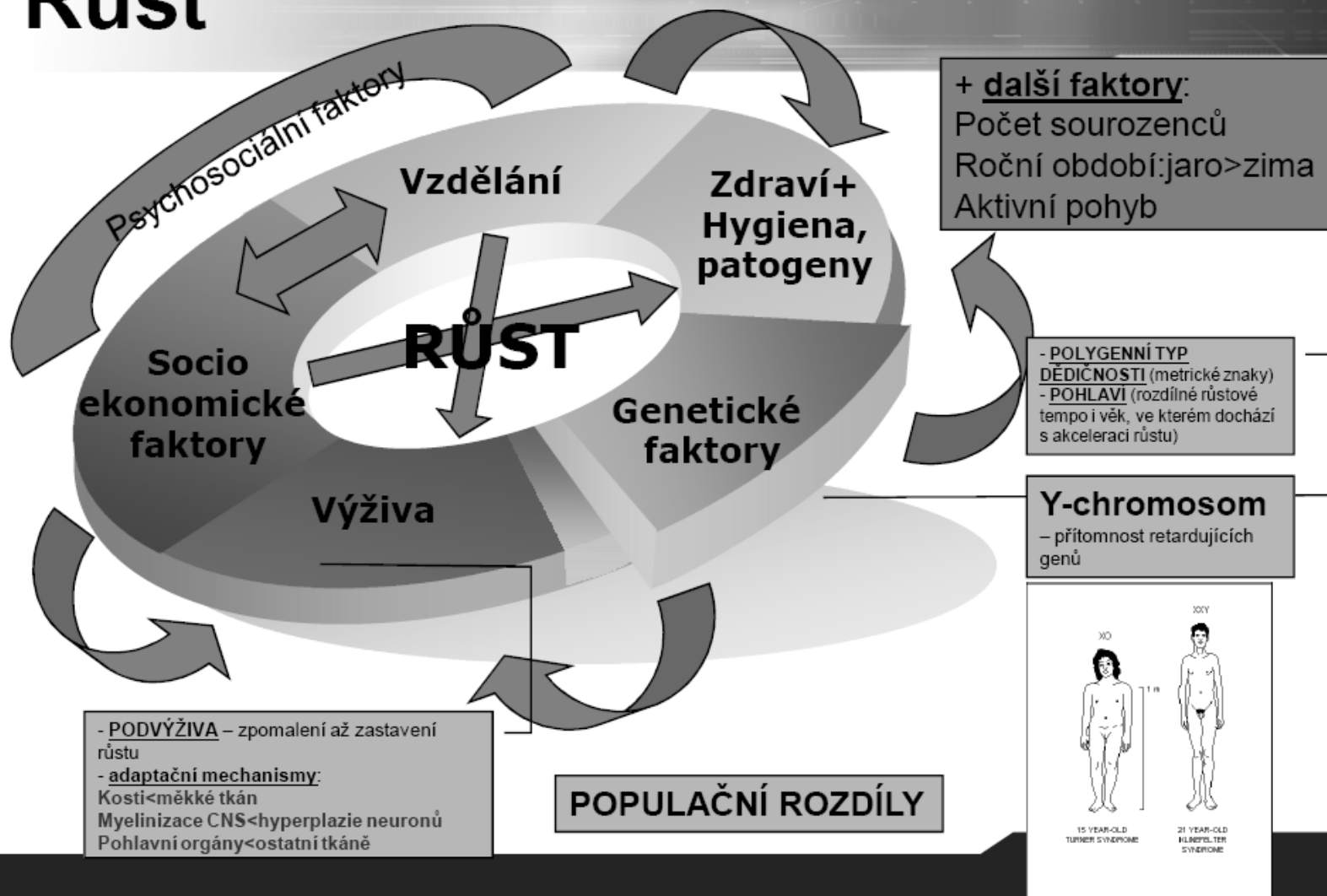


# Příklad růstu kostí



# Hlavní faktory ovlivňující postnatální růst

## Růst



# Regulační mechanismy

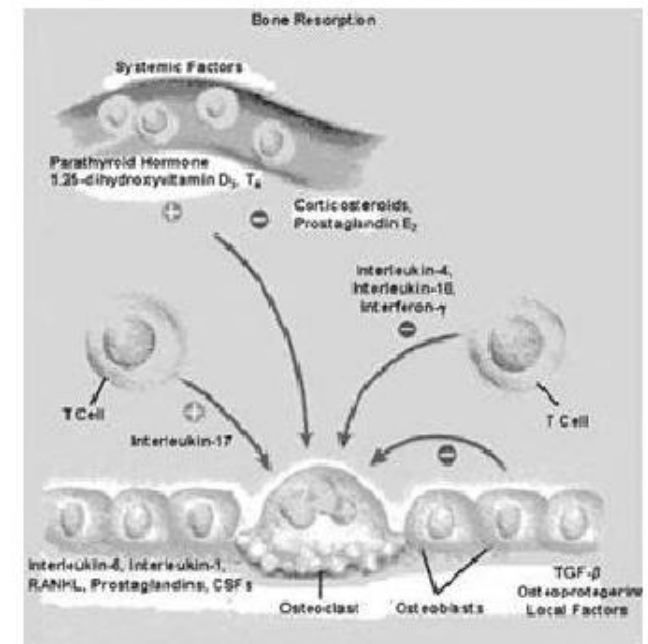
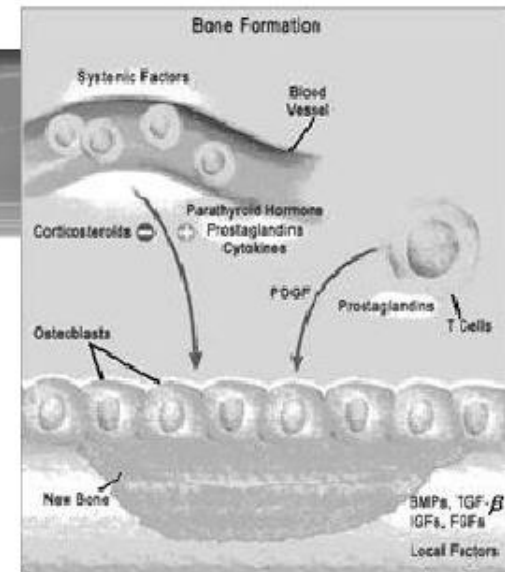
## SYSTÉMOVÉ FAKTORY = HORMONY

### METABOLISMUS VÁPNIKU

- kalcitonin – parafolikulární buňky štítné žlázy (C-buňky)
- parathormon – bň. přštítných tělísek

■ Kalcitonin	+	suprese osteoklastů
■ PTH	-	aktivace osteoklastů, inhibice syntézy kolagenu v osteoblastech
■ Vit. D3	+/-	nezbytný pro mineralizaci, vyšší koncentrace působí osteolyticky
■ Vápník	+	pouze v dětství, dospívání a ve stáří
■ Fluoridy	+	stimulují osteoblasty

- estrogen + aktivita osteoblastů
- testosteron + aktivita osteoblastů
- somatotropin
- inzulin – mineralizace
- IGF I, II + počet prekurzorových buněk a produkci kolagenu v osteoblastech



# Mechanismus růstu a vývoje kostí

## Primární centrum osifikace

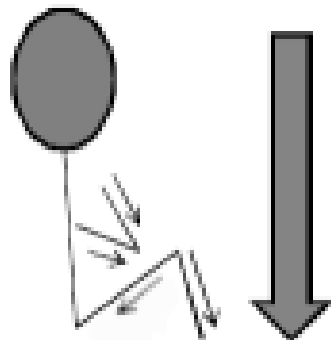
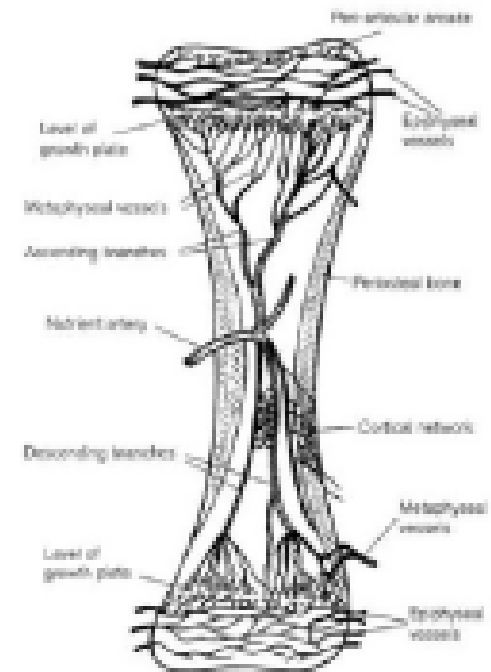
- u dlouhých kostí = diafýza
- ostatní typy – často jediné centrum osifikace

## Sekundární centrum osifikace

- u dlouhých kostí = epifýzy
- výběžky, tubercula

## Epifýzodiafýzární = růstová chrupavka

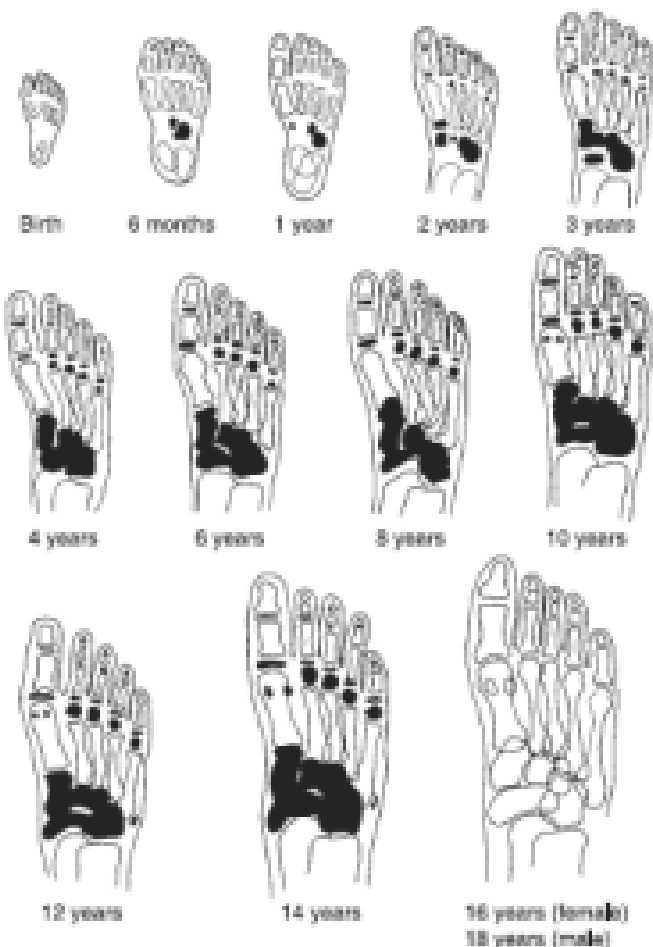
- tlakové epifýzy (*caput femoris*)
- trakční epifýzy (*apofýzy*)
- atavistické epifýzy
- „dominantní“ epifýza
- prenatální vývoj obě epifýzy
- rovnocenné
- později jedna z nich aktivnější



- platí, že centra okolo CNS – mozek, mícha – osifikují nejdříve, v závislosti na rozvoji nervové tkáně
- kosti dlouhých kostí ukončují vývoj jako poslední - důsledek prodloužené maturace kosterního svalstva – hlavně muži

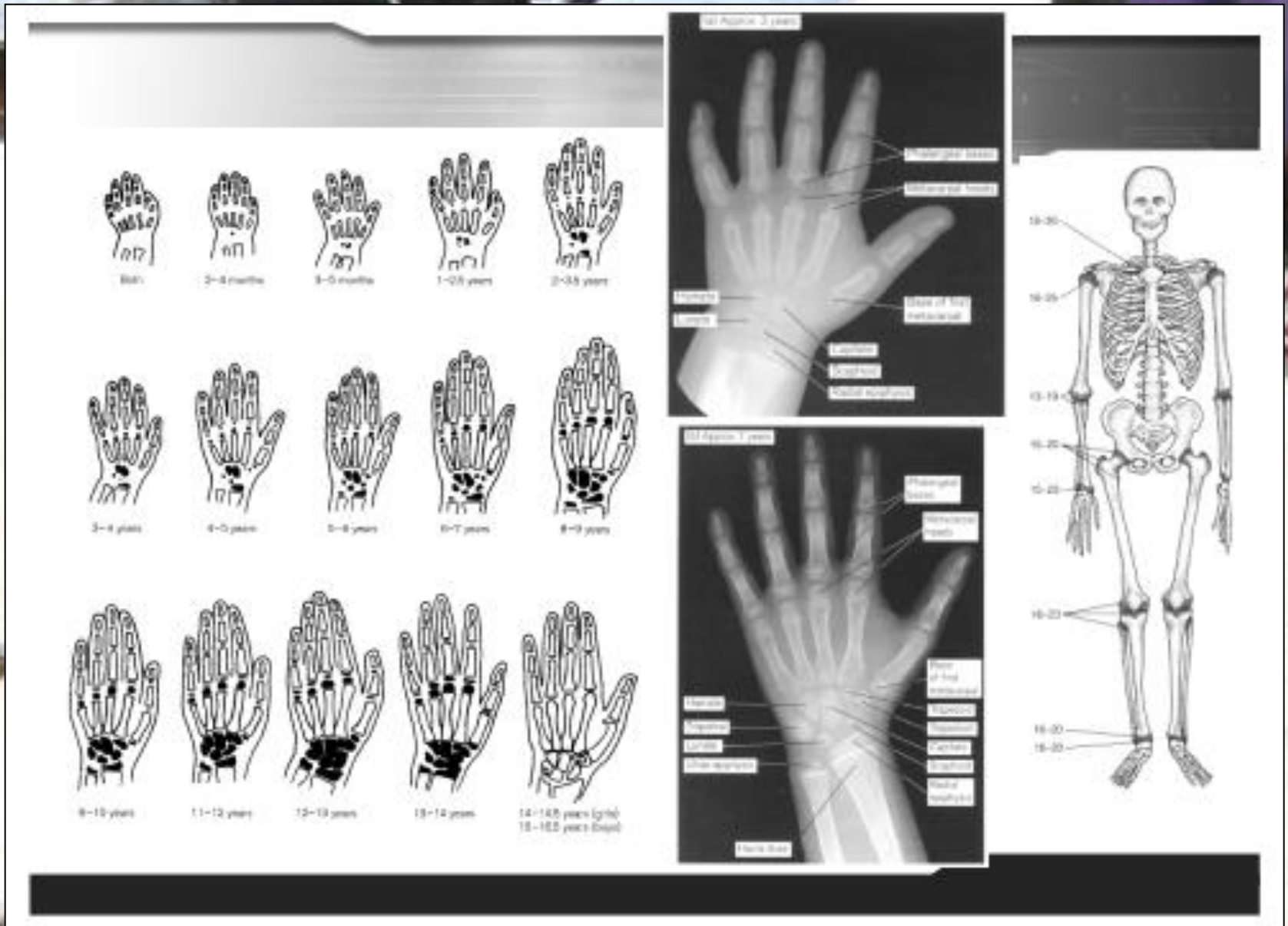
# Postnatální osifikační centra

- od narození po pozdní stádia dospívání
- zápěstí, kotník – primární osifikační centra
- epifyzy žebber, páteře, sternum, kosti pletence horní končetiny, dlouhé kosti končetin – sekundární osifikační centra
- určení kostního věku – ukazatel správného vývoje jedince, klinické výzkumy, odhad chronologického věku v oblasti soudního lékařství a forenzní antropologie
- TW2, TW3 – Tanner-Whitehouse





# Osifikace ruky a distálních epifýz předloketních kostí

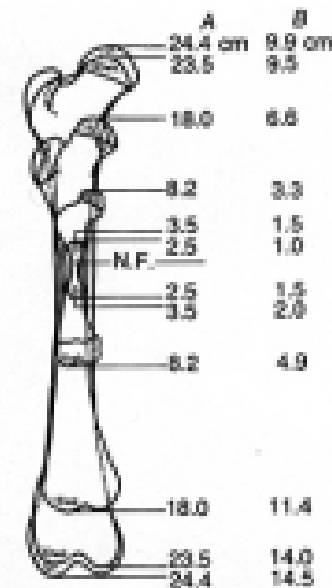


# Změny na úrovni kostí

- kosti rostou do délky a šířky
- růst do délky – funkce růstové chrupavky – proliferace chondroblastů
- růst do šířky – apozice z periostu – proliferace osteoblastů a tvorba kostní tkáně
- kosti podstupují remodelaci – kombinace resorpce a novotvorby kostní tkáně
- posun periostu a endostu tak, aby mechanika kloubů byla zachována  
= **kortikální a tuberkulární drift**

## ukončení růstu:

- zpomalení proliferace chrupavky
- postupné uzavírání chrupavek
- **mechanismus** – tlak, výživa, hormony

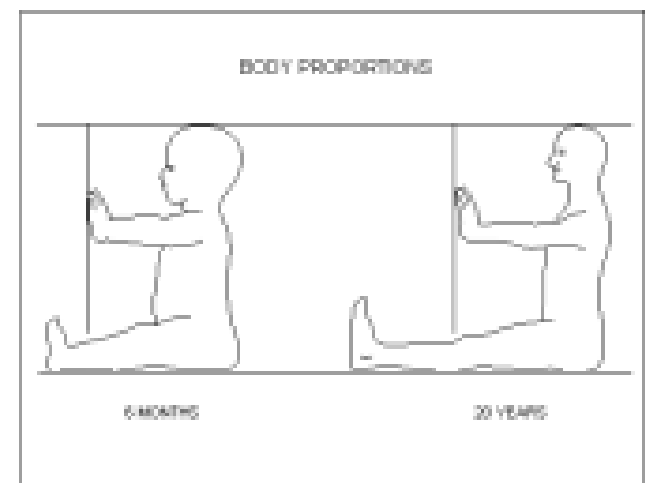
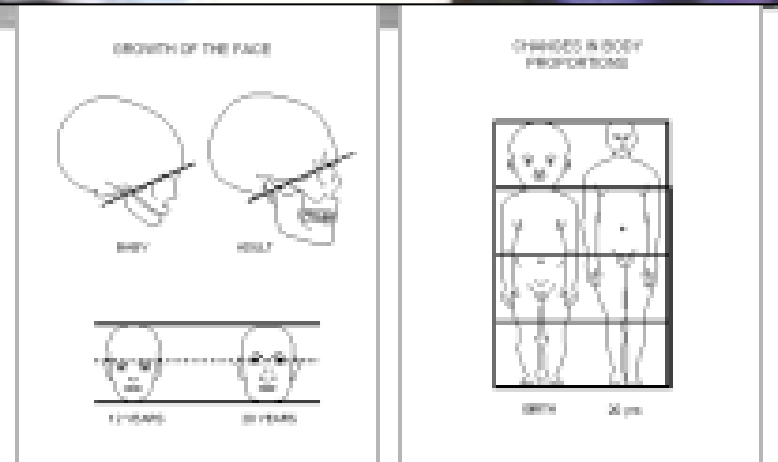
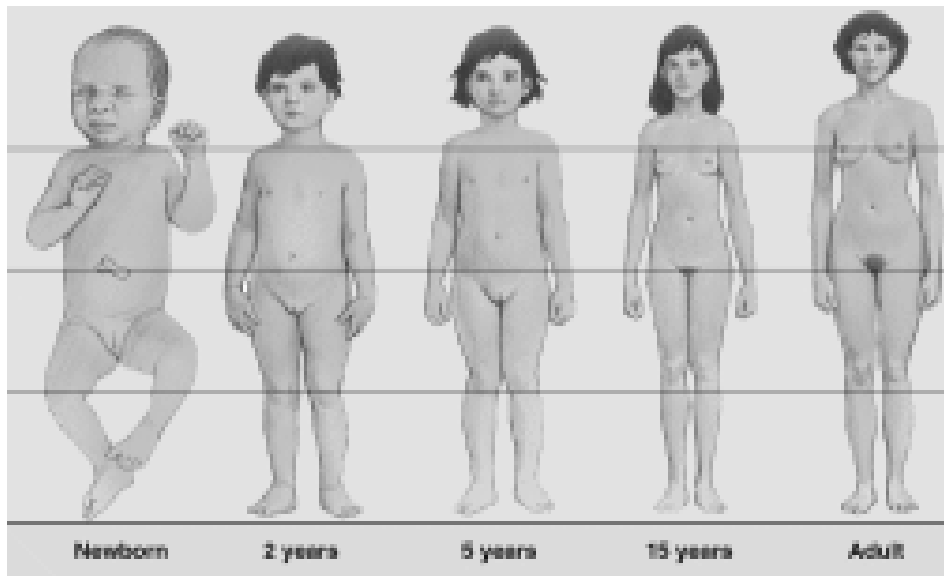


# Změny na úrovni rostoucího organismu

- změna proporcí těla  
= růstová alometrie
- alometrie = jakákoliv změna tvaru s velikostí

$$c = y/x$$

$$y = cx^a$$

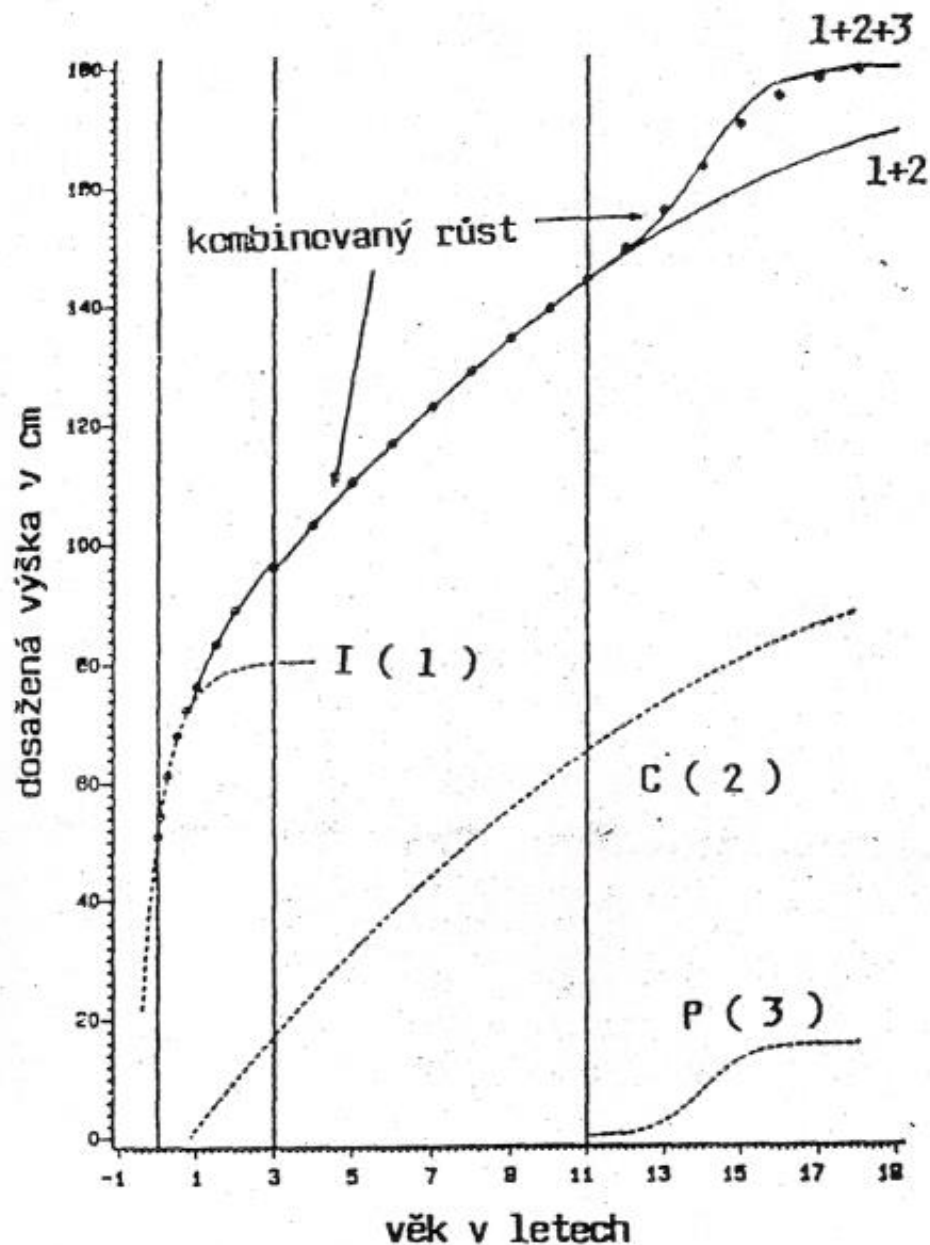


# Způsoby šetření růstových procesů

- **Průřezové** hodnocení růstu vzniká na základě jednorázového šetření vybrané skupiny jedinců, které probíhá v relativně časově omezeném časovém úseku, kdy údaje pro jedince jsou tříděny podle věkových kategorií. Za určitých podmínek, například měření několik let po sobě, může databáze obsahovat data opakovaně měřených jedinců
- **Semilongitudinální** hodnocení vytváří růstové křivky z veličin naměřených u jedinců v neporovnatelně dlouhých časových úsecích. V některých případech můžeme dosáhnout situace, že například časová perioda pro pubertu bude zjištěna pro dostatečný počet jedinců a pak data mají omezeně longitudinální charakter.
- **Longitudinální** hodnocení je založeno na dlouhodobém měření skupiny jedinců. Výsledkem jsou **růstové křivky skutečných „biologických jedinců“**

# Teoretické modely růstu

*růst a vývoj*



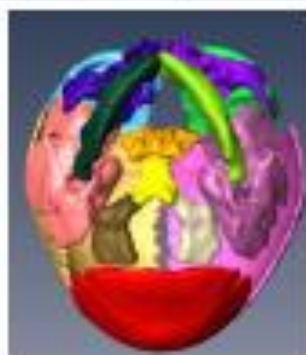
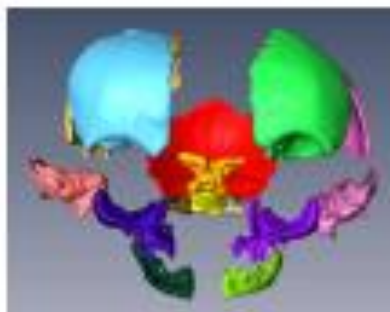
Obr. 1. ICP model růstu podle Karlberga

# Fáze novorozenecká

- Prvním obdobím postnatální ontogeneze je období novorozenecké, které je v podstatě přechodným obdobím adaptace na nový typ prostředí, samostatný způsob existence a také nový způsob přijímání potravy.
- Novorozenec musí začít dýchat, pomocí velmi intenzivní stresové reakce překonat tepelný šok (teplota těla může poklesnout až o 3 - 5 stupňů). K mobilizaci energetických rezerv využije nejprve obrovské množství adrenalinu, a posléze i další hormony uvolňující energetické rezervy. V poslední fázi je využívána tuková tkáň, což se projevuje v typickém novorozeneckém poklesu hmotnosti.
  - Tato reakce je zřejmě dána geneticky, protože se stejně intenzivně projevuje také u šimpanzů.
- Důležitým úkolem novorozence je znovu načerpat vyčerpané energetické zásoby, přestavět cévní systém, vyloučit zbytek fetálního hemoglobinu a snížit počet krvinek. Intenzivně se vytvářejí nové synapse, velké množství gliových buněk a myelinizuje se nervová soustava.
- K vývoji, zejména nervových buněk a synapsí potřebuje novorozenec velké množství spánku. Zdánlivá pasivita novorozence tedy znamená ve skutečnosti intenzivní vývoj a také jistou obranu pře přílišným množstvím vnějších podnětů.

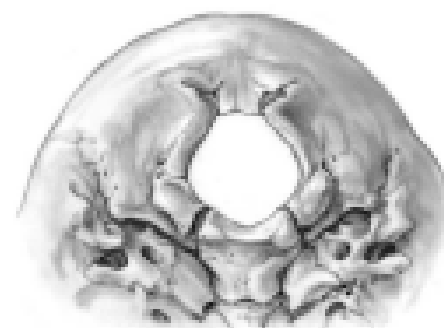
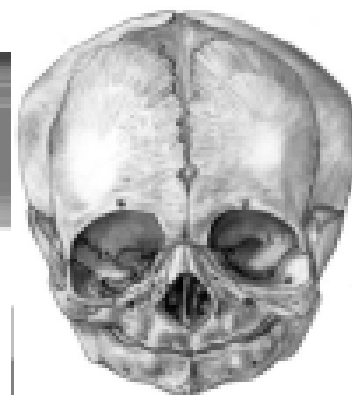
# Základní znaky novorozence

- kostra novorozence není zmenšená kostra dospělého člověka
- rozdíly kvalitativní a kvantitativní
- rozdíly na úrovni počtu kostí kosterní soustavy
- délka těl dlouhých kostí
- převaha primární kostní tkáně
- > množství nemineralizované složky kosti
- tvarové odlišnosti – faktory vnějšího prostředí – zatím < pohybu (pohybové vzorce již ve fetálním stadiu) (opora, ochrana, krvetvorba, metabolismus-ano)
- nejsou vyvinuté svalové úpony
- pouze biologické charakteristiky novorozence, nemusí vždy všechny znaky vykazovat

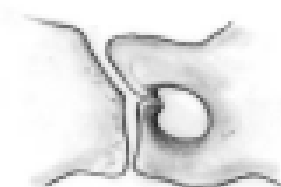


# Lebka novorozence

- základy *os sphenoidale*, *temporale*, *squama ossis occipitalis* – srostlé
- *os occipitale* – 4 části
- *canalis nervi hypoglossi* není srostlý (srůstá v jednom roce)
- *os temporale* – 2 části (petromastoideální, squamotympanická)
- *Huschkeho foramen* (*foramen tympanicum*) není vytvořen (2,5 roku)
- *os tympanicum* nemá vytvořeno *tuberculum anterius* (6 měsíců), *porus acusticus externus* otevřený
- *os sphenoidale* – tělo a malá křídla spojená, velká křídla a *processus pterygoideus* samostatně
- *os parietale* – výrazně hrboly
- *os frontale* – *squama* – výrazně hrboly, dvě poloviny
- čelisti nemají *dentici* – korunky v kryptách, *sinus maxillaris* prozatím nevytvořen, kalcifikace první trvalé stoličky
- *mandibula* – dvě části



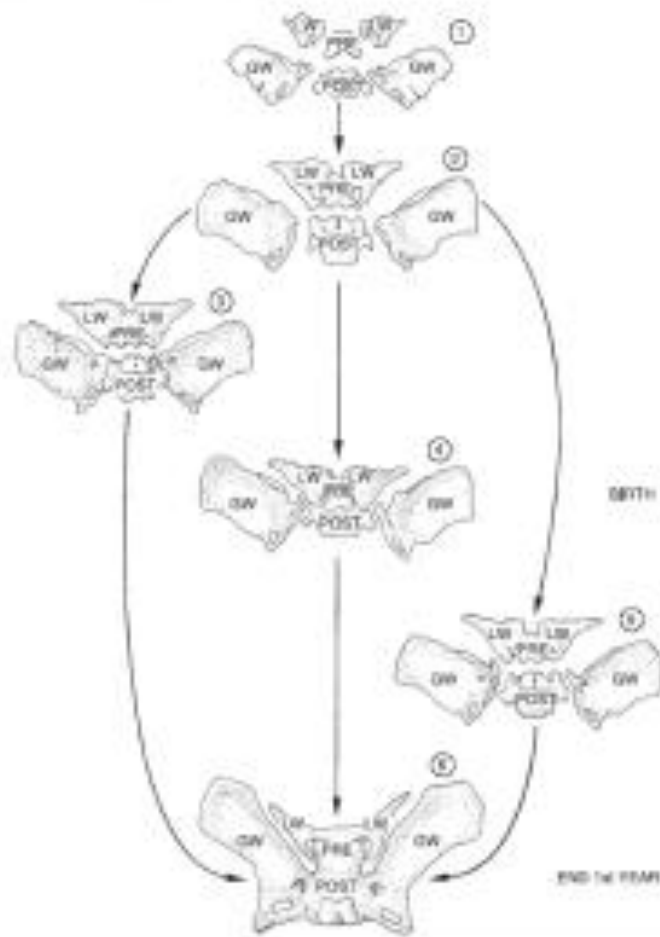
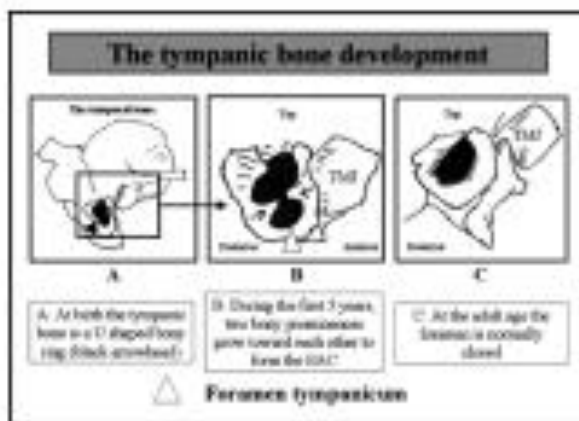
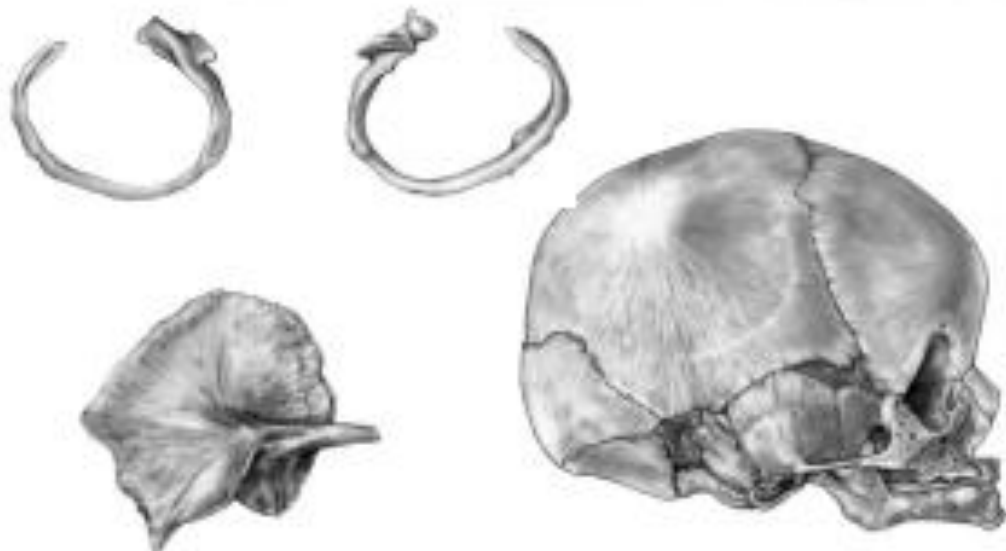
narození



1rok



# Lebka novorozence



# Postkraniální skelet novorozence



Všechny primární centra osifikace jsou přítomna s výjimkou distální části kostrče a předního oblouku C1

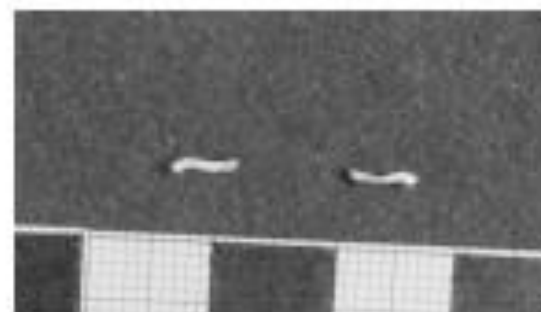
C1 - 2 části

C2 - 4 části

obratle - 3 části

sacrum 21 části

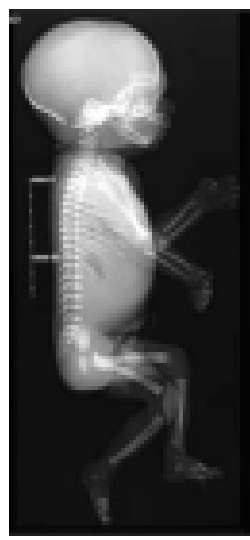
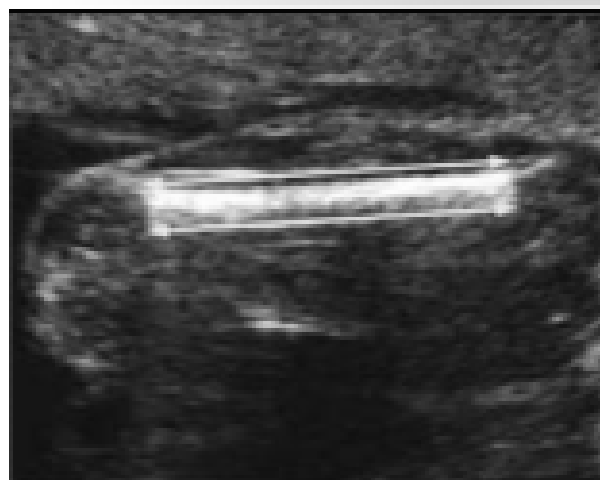
Clavicula – tělo, první kost, která osifikuje, a jedna z posledních, u které se uzavírá růstová chrupavka



# Postkraniální skelet novorozence



# Postkraniální skelet novorozence



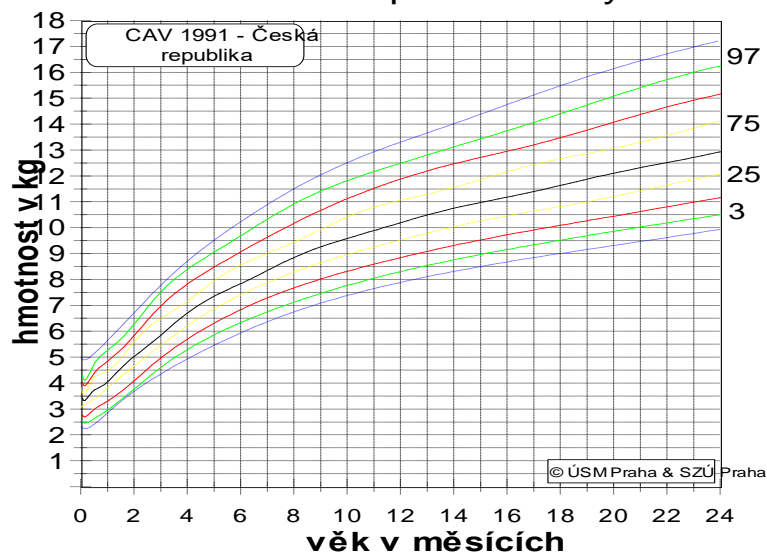
<b>Humerus</b>	Maximální délka	65,55
	Maximální mediolaterální šířka distálního konce	15,74
<b>Ulna</b>	Maximální délka	59,22
<b>Radius</b>	Maximální délka	50,97
<b>Os Ilium</b>	Délka (maximální vzdálenost spina iliaca anterior superior a spina iliaca posterior superior)	28,13
	Šířka (maximální vzdálenost mezi středem crista iliaca a konvexitou extemitas acetabularis)	33,57
<b>Os Ischii</b>	Délka (maximální délka mezi konvexitou extemitas acetabularis a koncem ramus ossis ischii)	18,46
	Šířka (maximální šířka horního výběžku)	12,01
<b>Os pubis</b>	Maximální vzdálenost mezi symfýzou a articulatio iliaca	14,27
<b>Femur</b>	Maximální délka	73,14
	Maximální mediolaterální šířka distálního konce	19,37
<b>Tibia</b>	Maximální délka	62,76
<b>Fibula</b>	Délka	59,17

	Mean (mm)	Range (mm)
Humerus	64.9	61.6–70.0
Radius	51.8	47.5–58.0
Ulna	59.3	55.0–65.5
Femur	74.3	69.0–78.7
Tibia	65.1	60.0–71.5
Fibula	62.3	58.0–68.5

# Vývoj hmotnosti v novorozeneckém a kojeneckém období

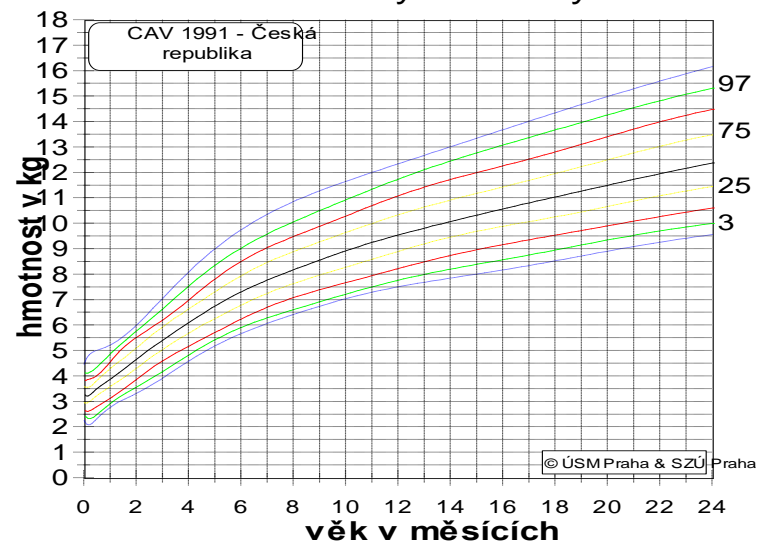
## HMOTNOST

Chlapci 0 - 2 roky



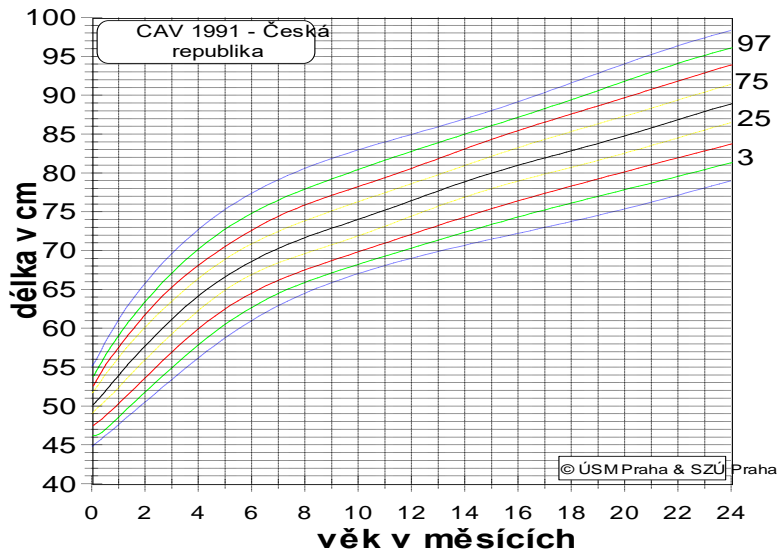
## HMOTNOST

Dívky 0 - 2 roky

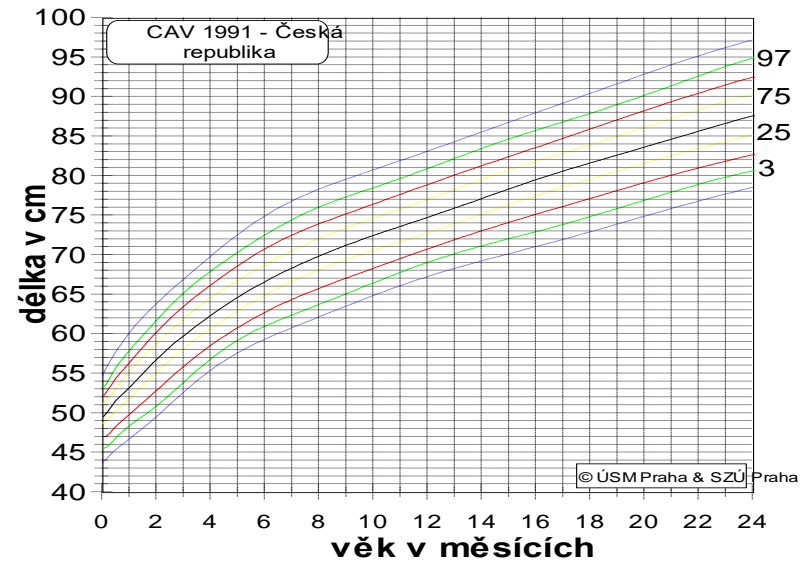


# Vývoj výšky v novorozeneckém a kojeneckém období

## Výška - Chlapci 0-2 roky



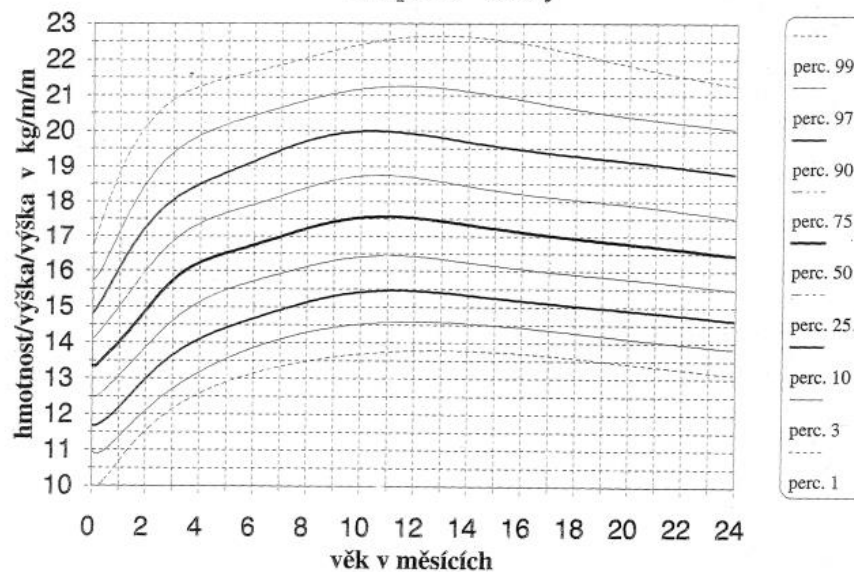
## Výška - Dívky 0 - 2 roky



# Vývoj BMI v novorozeneckém a kojeneckém věku

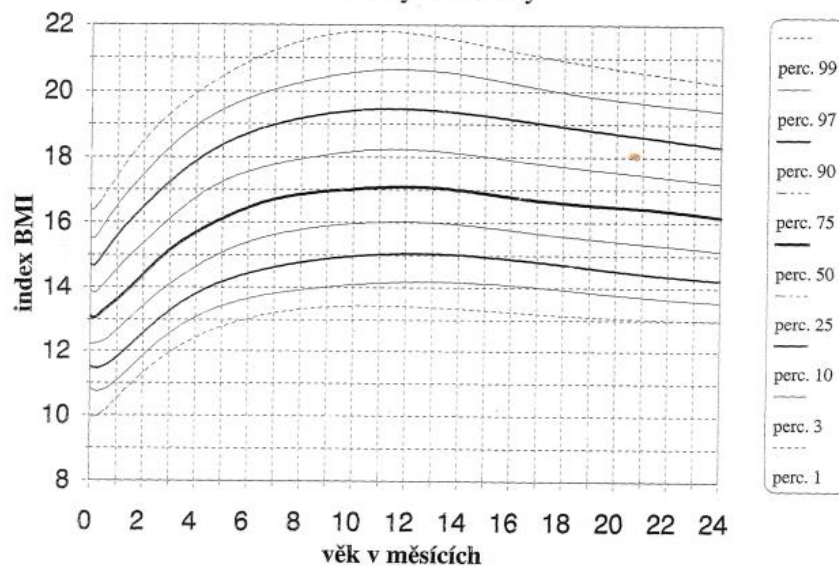
## BMI - index tělesné hmotnosti

Chlapci 0 - 2 roky



## BMI - index tělesné hmotnosti

Dívky 0 - 2 roky



# Regulační mechanismy

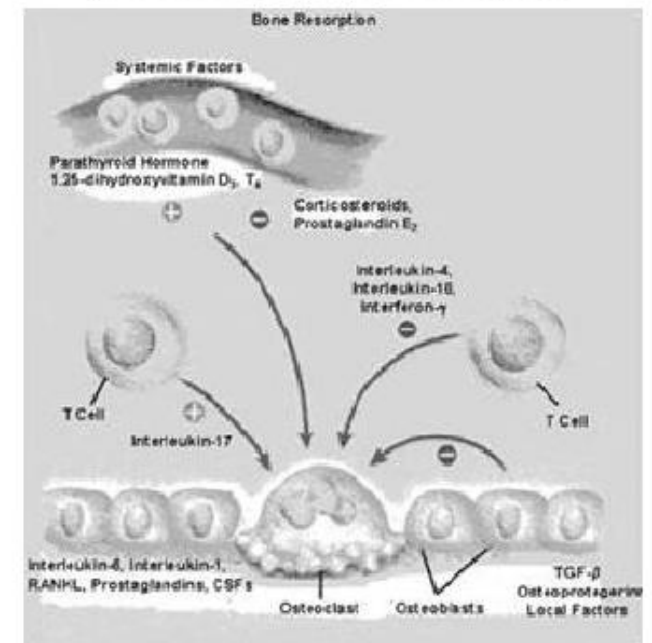
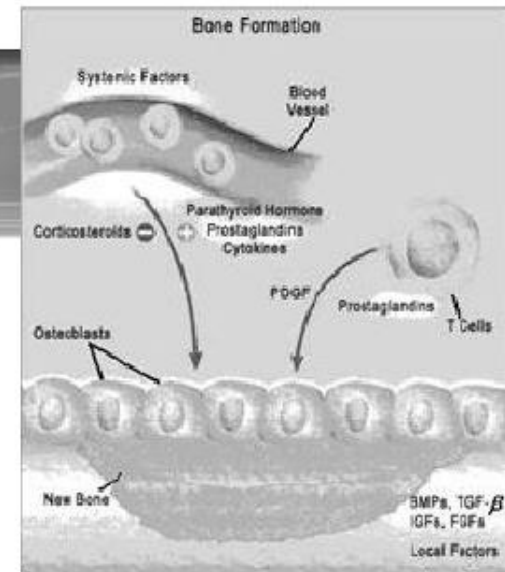
## SYSTÉMOVÉ FAKTORY = HORMONY

### METABOLISMUS VÁPNIKU

- kalcitonin – parafolikulární buňky štítné žlázy (C-buňky)
- parathormon – bň. přštítných tělísek

■ Kalcitonin	+	suprese osteoklastů
■ PTH	-	aktivace osteoklastů, inhibice syntézy kolagenu v osteoblastech
■ Vit. D3	+/-	nezbytný pro mineralizaci, vyšší koncentrace působí osteolyticky
■ Vápník	+	pouze v dětství, dospívání a ve stáří
■ Fluoridy	+	stimulují osteoblasty

- estrogen + aktivita osteoblastů
- testosteron + aktivita osteoblastů
- somatotropin
- inzulín – mineralizace
- IGF I, II + počet prekurzorových buněk a produkci kolagenu v osteoblastech





# Kojenecké období

- Kojenecké je obdobím intenzivního rozvoje motoriky a nervové soustavy obecně, vzniku předpokladů pro dvojnohou chůzi a řeč.
- Během prvních šesti měsíců roste zejména hlava, po půl roce se růst hlavy zpomaluje a zrychluje se růst trupu a končetin. Dítě je až do konce tohoto období (zhruba do roku), plně závislé na matce (měla dítě plně kojit).
- Ve třech měsících začíná dítě zvedat hlavu a vytváří se krční lordóza. V šesti měsících dítě sedí, vzniká hrudní kyfóza a počíná se vytvářet bederní lordóza.
- Dítě začíná záměrně vytvářet zvuky, avšak pouze dítě slyší. Výrazně se zlepšuje motorika, zejména manipulační schopnosti ruky, schopnost udržovat stabilitu a koordinace volných pohybů.
- Zlepšují se i reakce smyslové a analytické schopnosti. Po šestém měsíci začíná dítě lézt, a mezi desátým a dvanáctým měsícem se objevuje snaha stát. Po jednoho roce začíná chodit.
- Dvojnohé aktivity jsou individuální a mohou se objevovat dříve, ale i mnohem později. Variabilita tohoto jevu je vedle vývoje motorických schopností ovlivněna také psychikou, výchovou a dalšími faktory vnějšího prostředí.

# Růstové procesy – novorozenec a kojeneček

- novorozenec (porod-28.den) + kojenečský věk + časně období
- začíná v druhé polovině intrauterinního života doznívá mezi 3. a 4. rokem života (zde se kryje s komponentou C)
- postnatální příspěvek fetálního růstu, resp. jeho přímé pokračování kombinací genetického potenciálu plodu, fetálních hormonů, vlivu mateřského organismu a placenty
- korelace mezi délkou novorozence a konečnou výškou –  $r = 0,25$
- **matematické vyjádření křivky:**
  - prostá exponenciální funkce -  $Y = a + b(1 - \exp(-c \cdot t))$
- **regulační mechanismy: *inzulín, IGF I (embryonální, fetální i postnatální růst, IGF II (embryonální růst), IGFBP 1-6, placentární růstový hormon***
- **fetální hormony** – sekrece na konci intrauterinního a počátkem postnatálního života, fetální pohlavní hormony – **fetální testosteron** – chlapci rychlejší růst

# Motorický vývoj kojence

- novorozenec má polohu podobnou té nitroděložní, s ohnutými horními a dolními končetinami, vleže **hýbe hlavičkou** ze strany na stranu, ale neudrží ji
- od 2. – 3. měsíce kojenec **zvedá hlavu** a následně při lehu na břicho také část trupu („pase koníky“).
- od 4. měsíce **se otáčí z polohy na břicho na záda** a následně i opačně
- od 6. měsíce **udrží hlavu** proti působení gravitace i při sedu a poté se učí sedět bez pomoci
- od 8. měsíce dokáže dítě **sedět** bez problémů, naklánět se, otáčet a taky lézt, vidí tedy svět většinou v horizontální poloze (**nové zdroje podnětů**), i mimo jeho dosah.
- na konci 1. roku **s oporou stojí** a postupně **začíná chodit**.



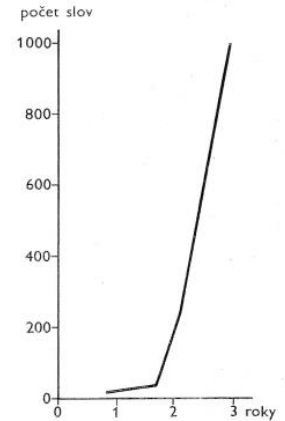
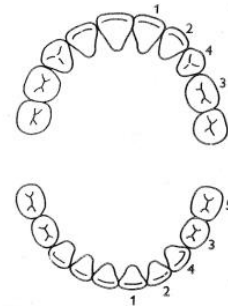
# Motorický vývoj kojence

- horní část těla je po celou dobu vývoje v předstihu před dolní částí, ruce jsou aktivnější než nohy.
- od poloviny 4. měsíce **udrží středně velké předměty**, ale má problém s předměty malými
- od 4. - 5. měsíce také dovede koordinovaně **uchopit věc v dosahu**, v této době ještě oběma rukama
- od 8. měsíce se vyvíjí **klíšťkový úchop (11 m.)**, užívá jednu ruku, nedovede předměty položit (pustí je nebo odhodí).
- kojenecké období je rozhodující pro vývoj koordinace systému oko–ruka.

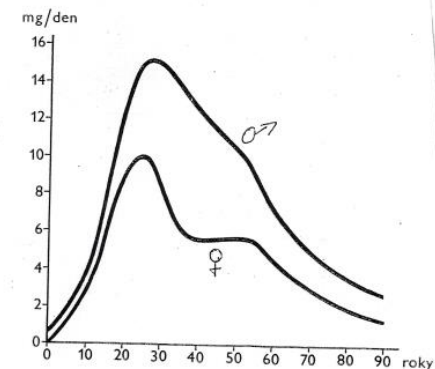
# Vývoj různých částí organismu a hodnocení tempa vývoje

- Chronologický (kalendářní) věk – doba od narození
- Kostní (biologický) věk
  - postup kostního vývoje jedince ve srovnání s normou
  - Osifikace kostí ruky a zejména distálních epifýz radiu a ulny
- Zubní věk
  - vývoj chrupu – pořadí prořezávání zubů – velmi individuální a nepřesné
  - zubů, přesněji přírůstky vrstev skloviny – za použití moderních technologií velmi přesná metoda – přesnost na měsíce

Obr. 183: Postup prořezávání zubů první dentice (horní a dolní oblouk)  
1 – první řezák (6. až 8. měsíc), 2 – druhý řezák (8. až 12. měsíc), 3 – první stolička (13. až 16. měsíc), 4 – špičák (16. až 20. měsíc), 5 – druhá stolička (20. až 30. měsíc)



Obr. 184: Růst aktivní slovní zásoby v prvních třech letech života (počáteční pomalý vývoj je kolem 21. měsíce vystřídán velkým zrychlením)



Obr. 196: Vylučování 17-ketosteroidů močí modře – muži, červeně – ženy

# Batoletčí období

- Batoletčí období je obdobím rozvoje dvojnohé chůze, motoriky obecně a řeči. Vznikají základní předpoklady pro sociální chování a vývoj osobnosti dítěte. V průběhu batoletčího období dorůstá mléčný chrup a uzavírají se lebeční lupínky.
- Za přelomové období je možno považovat zhruba věk dvou let, kdy se mění proporcionalita růstu z růstu kojeneckého na růst dětský. Velmi se zpomaluje růst hlavy a zrychluje se růst končetin. Rychleji se myelinizuje a dozrává mozek, výrazně se zlepšuje schopnost myslet a komunikovat.
  - Výhodnější proporce se spolu s rozvoje psychomotorických funkcí také odrážejí ve znatelném zlepšení a zefektivnění chůze.

# Rozvoj motoriky a nervové činnosti batolete

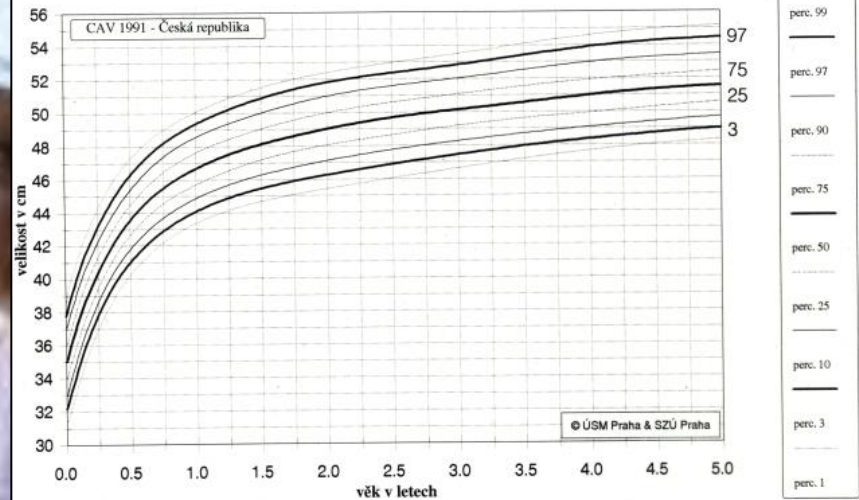
- Koncem 1. roku se dítě pokouší chodit, kolem 13. – 16. měsíce už samostatně chodí
- Ve dvou letech dítě dovedně utíká, překonává nižší překážky, efektivní chůze ze schodů se zpravidla objevuje až ve 3. roce života.
- V průběhu 2. roku zdokonaluje schopnost manipulovat s předměty, ve 2 letech standardně postaví věž z kostek
- Postupně stoupá cílevědomá samostatnost dítěte
- Od 2 let se rozvíjí komfortní chování (hygienické návyky, oblékání, česání)
- Změnám v pohyblivosti, schopnostech a zvědavosti dítěte musí odpovídat také prostředí, zejména jeho vhodnost a stimulace schopností dítěte

# Vývoj skeletu a velikosti hlavy



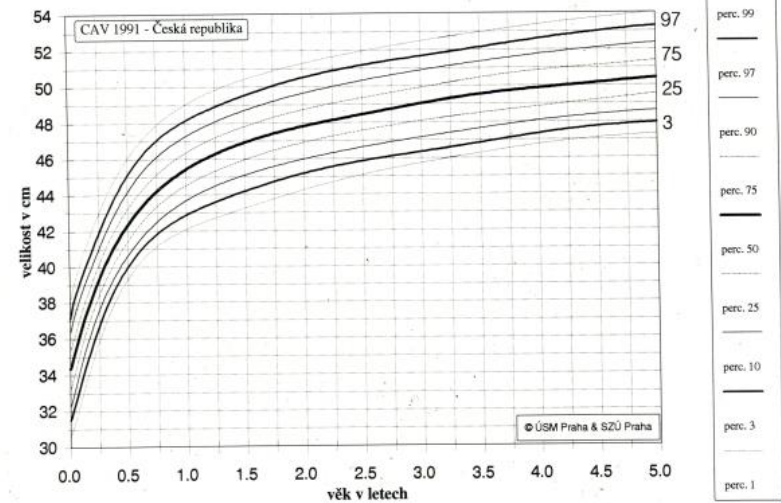
## OBVOD HLAVY

Chlapci 0 - 5 let



## OBVOD HLAVY

Članky 0 - 5 let





# Způsoby růstu skeletu

- Kostra roste dvojitým způsobem
  - **Do délky** – především v růstových chrupavkách
  - **Do šířky** – **aposisí** – přirůstáním lamel po „obvodu“ kosti
- V rané postnatální ontogenezi se uplatňuje více růst do délky a především proces osifikace
- V období dětství a maturace se uplatňuje růst kombinovaný
- V dospělosti a stáří převažuje aposice a degenerativní procesy

# Období dětství

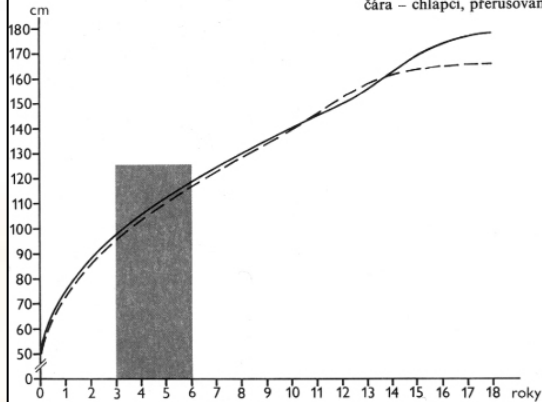
- **Dalším obdobím lidské ontogeneze je dětství, které se dělí na (vlastní) rané dětství a pozdní dětství.**
  - Předělem je výrazné urychlení růstu kostry mezi šestým a sedmým rokem, nazývané ve starší literatuře jako období první vytáhlosti, v současné době pak midspurt.
- **V *ranném dětství* se urychluje růst hmotnosti, a proto se také nazývá obdobím první plnosti. Na počátku se výrazně formuje osobnost dítěte, představivost a vyjadřovací schopnosti. V dalším průběhu se podstatně zvyšují socializační a komunikační schopnosti dítěte. Dítě si uvědomuje vlastní osobnost a vytváří si vlastní hodnotovou škálu – „období prvního vzdoru“**
- **Midspurt – středn dětství (*období první vytáhlosti*) .V období midspurtu, tedy zhruba v první třídě, dítě rychle roste, dokončuje se vývoj motoriky a logického myšlení.**
- **V období *pozdního dětství*, tzv. období druhé plnosti opět roste rychleji hmotnost než výška. Výrazně se rozvíjejí motorické schopnosti, vyjadřování a logické myšlení. Období je završeno dalším urychlením růstu a plynule přechází v proces dospívání, maturace.**

# Starší dětství a prepuberta

- První z fází procesu pohlavního dozrání se nazývá prepuberta a podle charakteristického výrazného růstu kostry, zejména kostry končetin, je nazývána také obdobím druhé vytáhlosti.
- Plynule navazuje na střední a zejména starší dětství. Ve starším dětství se výrazně zvyšuje hmotnost – období druhé plnosti, které pak následuje prepubertální růst.
- Kromě výrazného urychlení růstu dlouhých kostí, začínají působit pohlavní hormony, začíná na konci staršího dětství přestavba pohlavních orgánů a objevují první náznaky sekundárních pohlavních znaků.
- V období prepuberty se velmi výrazně zvyšuje sekrece růstových hormonů a mineralokortikoidů, ve druhé polovině prepuberty pak také glukokortikoidů a pohlavních hormonů. Hormonální změny výrazně ovlivňují psychiku prepubescentů.

# Midspurt – filipínská míra - období školní zralosti

Obr. 185: Průměrná výška chlapců a dívek od narození do 18 let (CAV 1981) – růstové křivky zeleně vyznačeno období předškolního věku, plná čára – chlapci, přerušovaná čára – dívky



Obr. 186: Průměrná hmotnost chlapců a dívek od narození do 18 let (CAV 1981) – růstové křivky modře vyznačeno období předškolního věku, plná čára – chlapci, přerušovaná čára – dívky

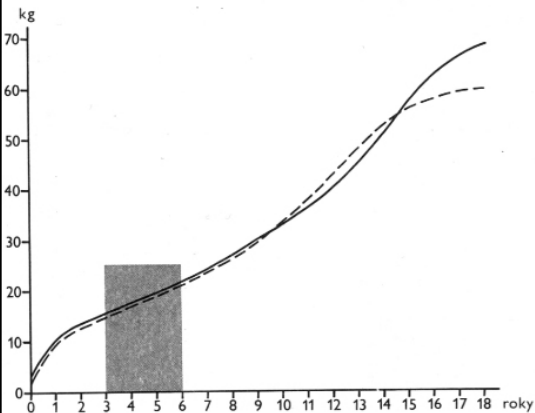


Foto 11: Filipínská míra u pětiletého dítěte



Foto 12: Filipínská míra u šestiletého dítěte



# Proces maturace

- Pro proces maturace, pohlavního dozrávání, jsou typické tři, u obou pohlaví rozdílné, fáze – prepuberta, puberta a adolescence.
- Tyto tři fáze se v mnoha rysech zásadně liší, a to jak charakterem růstu, tak charakterem regulačních mechanismů a hormonů, které se na nich podílí, a také změnami psychickými, sociálními a obecným významem daného období pro jedince i societu.
- Plně biologicky, reprodukčně i sociálně zralý jedinec je zformován až na konci adolescence. Proces pohlavního dozrávání je různý u obou pohlaví a je také různý u různých etnik, kde může být navíc ovlivněn vnějšími podmínkami, sociálními i podmínkami prostředí.

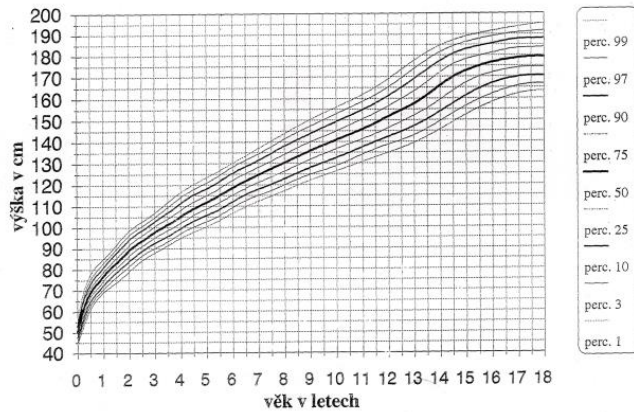
# Prepuberta

- První z fází procesu pohlavního dozrání se nazývá prepuberta a podle charakteristického výrazného růstu kostry, zejména kostry končetin, je nazývána také obdobím druhé vytáhlosti.
- Kromě výrazného urychlení růstu dlouhých kostí, začínají působit pohlavní hormony, začíná přestavba pohlavních orgánů a objevují první náznaky sekundárních pohlavních znaků, Prepuberta trvá přibližně dva roky, u dívek ve střední Evropě začíná okolo 11 roku života a u chlapců zhruba o dva roky později. V prepubertě dosahují obě pohlaví výšky, která se již blíží výšce jedince v dospělosti, hmotnost je však podstatně nižší.
- Na přechodu od prepuberty k pubertě, se začínají měnit také pohlavní orgány (u dívek se objevuje první menstruace, u hochů pak v různé míře objevuje poluce a mění se tvar hrtanu a tím i hlas). U chlapců roste penis a varlata, u dívek pak prsy a mění se tvar vnějších pohlavních orgánů. Začíná se vytvářet typické sekundární pohlavní ochlupení.
- V období prepuberty se velmi výrazně zvyšuje sekrece růstových hormonů a mineralokortikoidů, ve druhé polovině prepuberty pak také glukokortikoidů a pohlavních hormonů. Hormonální změny výrazně ovlivňují psychiku prepubescentů.

# Růst v období maturace

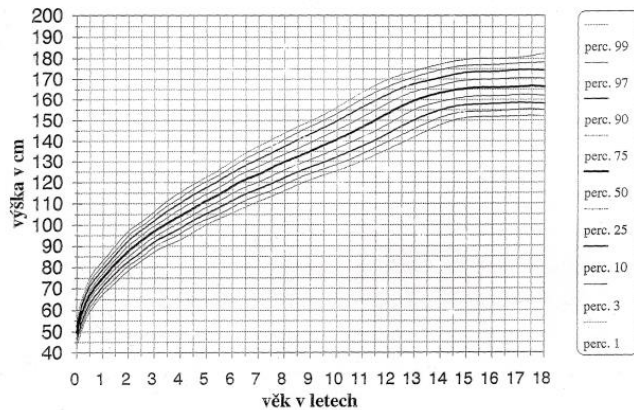
## TĚLESNÁ VÝŠKA

Hoši 0 - 18 let



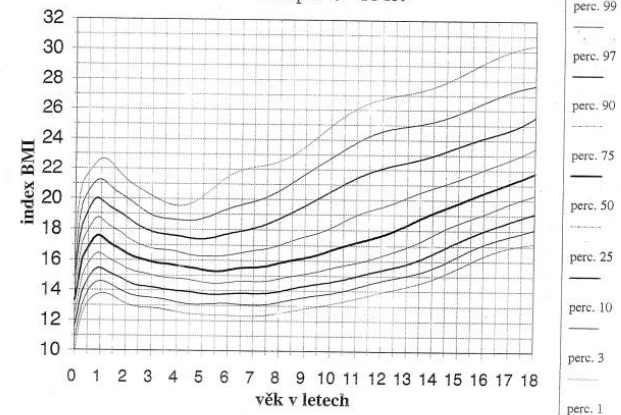
## TĚLESNÁ VÝŠKA

Dívky 0 - 18 let



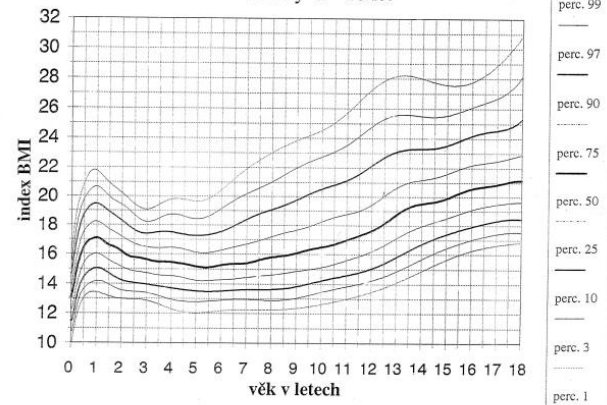
## BMI - index tělesné hmotnosti

Chlapci 0 - 18 let



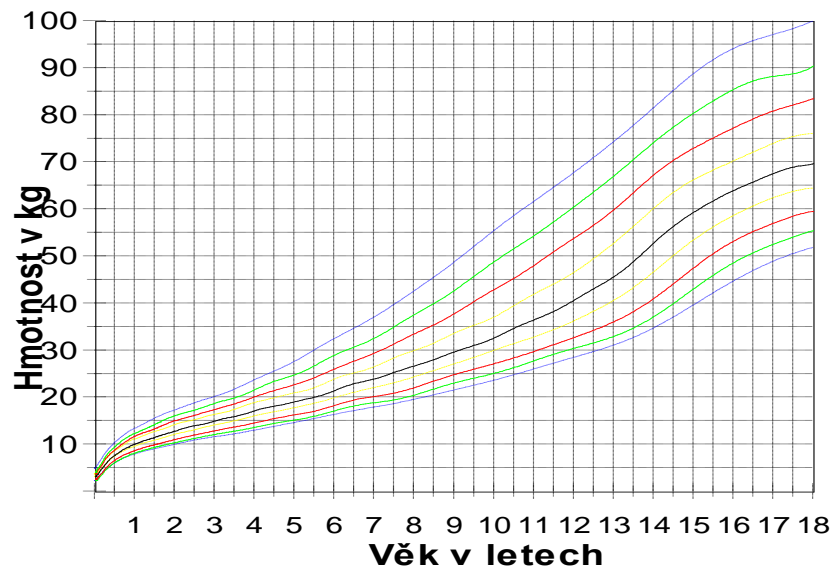
## BMI - index tělesné hmotnosti

Dívky 0 - 18 let

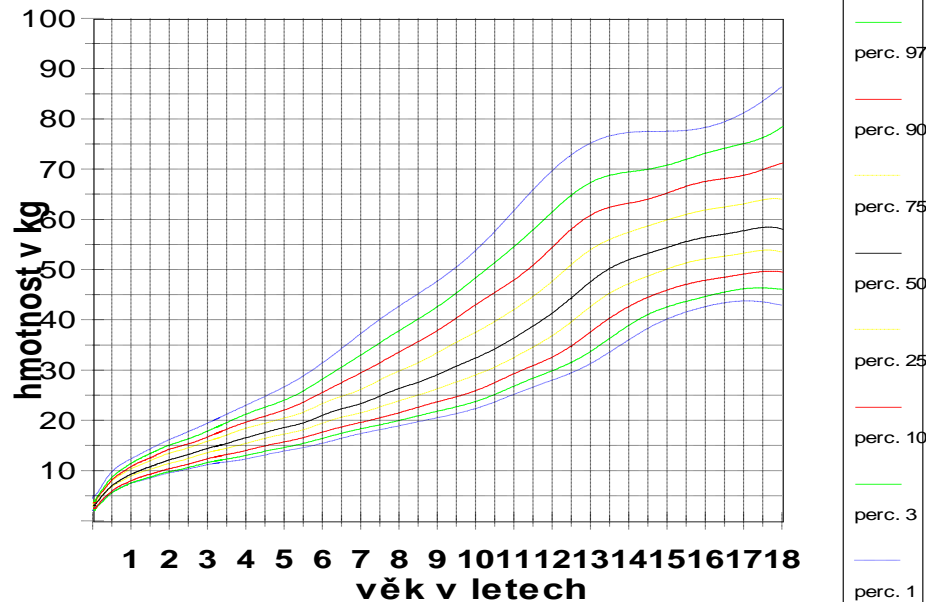


# Změny hmotnosti období maturace

## Tělesná hmotnost - chlapci



## Tělesná hmotnost - dívky





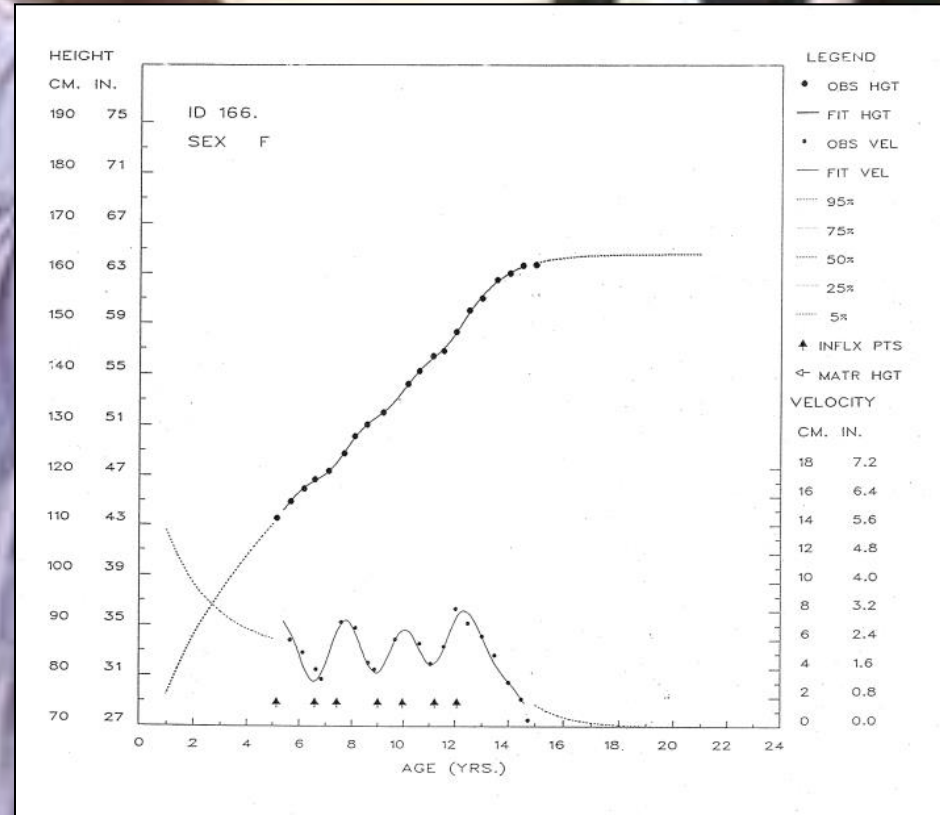
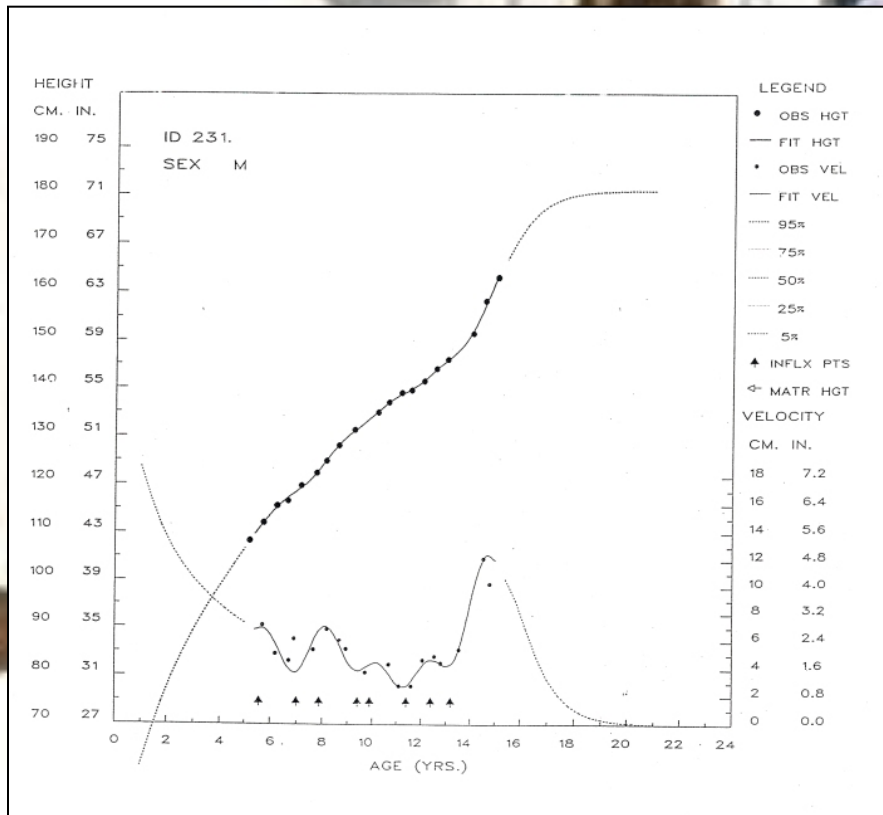
# Puberta

- **Následující období, puberta, je typické přestavbou pohlavních orgánů, které začínají produkovat oplození schopné pohlavní buňky, vývojem sekundárních pohlavních znaků a také výrazným růstem hmotnosti.**
- **Prvním znakem puberty u dívek je první menstruace, u chlapců se uvádí mutace hlasu, která je ale velmi často neprůkazná. V tomto období, které v průměru trvá tři roky, se také dokončuje formování osobnosti, psychiky a sociálního i pohlavního zaměření jedince.**
- **Na konci puberty se výrazně zpomaluje růst kostry a, až na nepatrné výjimky, jsou růstové štěrby kostí na konci puberty plně uzavřeny.**
- **V pubertě se nejvíce uplatňují pohlavní hormony, androgeny a testosteron u chlapců a estrogeny a progesteron u dívek. Sekrece pohlavních hormonů je ale nestejněměrná, což ovlivňuje také labilnější chování pubescentů.**

# Tempo růstu

- Pro lidský model růstu od narození do dospělosti je typické střídání fází rychlého růstu, obvykle se jim říká růstové akcelerace nebo spurty, a fáze pomalého růstu.
- Je přímo ovlivňován komplexem růstových hormonů (somatotropní hormon, somatomedin C – IGF 1, vazné proteiny), glukokortikoidy a pohlavními hormony (testosteron nebo progesteron, androgeny a estrogeny) a hormony štítné žlázy.
- První výrazný spurt je v období mezi šestým a sedmým rokem, tzv. období první vytáhlosti, dále pak jsou spurty prepubertální, období druhé vytáhlosti, velmi výrazný spurt pubertální a u člověka méně výrazný spurt adolescentní, který se u člověka projevuje především nárůstem hmotnosti.

# Růstové rychlosti a maturace



# Adolescence

- **Posledním obdobím maturace je adolescence. V tomto období se dokončuje vývoj sekundárních pohlavních znaků a definitivně se formuje postava dospělého jedince. Postupně se zcela zastavuje růst kostí.**
- **U mužů je typický poměrně velký nárůst svalové hmoty, dokončuje se vývoj sekundárního pohlavní ochlupení, zejména pak vousy, případně dalších etnicky typických partií ochlupení. U žen pak dokončuje formování typicky ženského tvaru postavy, například dorůstá žensky pohlavně typická tuková tkáň, např. na hýždích, bocích a prsou. I tento vývoj je závislý na daném etniku. Také je často ovlivňován, jak ukázaly některé výzkumy, módními trendy ve výživě.**
- **Doladuje se vývoj pohlavních funkcí, např. u žen se plně synchronizuje menstruace a ovulace. Završuje se vývoj psychiky a osobnosti, zejména s ohledem na socializaci jedince a jeho postavení ve společnosti.**
- **U žen končí adolescence zhruba v 18 letech, u mužů pak v 21 letech nebo i později. V 18 letech dosahují muži výšky téměř 180 cm a hmotnosti 71 kg, ženy pak výšky 167 cm a hmotnosti asi 60 kg.**
- **Od roku 1951 se výška české populace, vztaženo k 18 roku života, zvýšila o 6 cm u mužů a asi o 4 cm u žen, hmotnost se zvýšila u mužů zhruba o 6 kg, u žen se prakticky nezměnila. Zvětšování tělesné výšky se od roku 1980 výrazně zpomalilo.**

# Změny v ontogenezi rodu Homo – výzkum chrupu a zubů

## Šimpanz

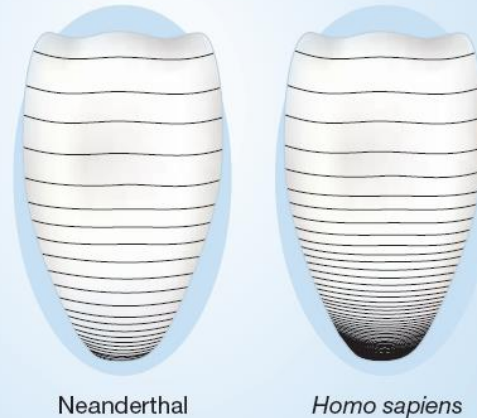
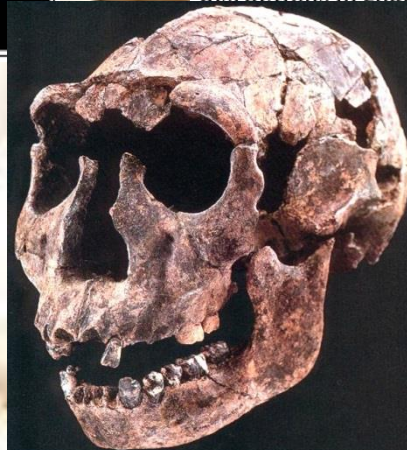
Samice



Samec



- U všech hominidů s výjimkou AMČ se zuby prořezávají nejpozději ve 4 letech



Neanderthal

*Homo sapiens*

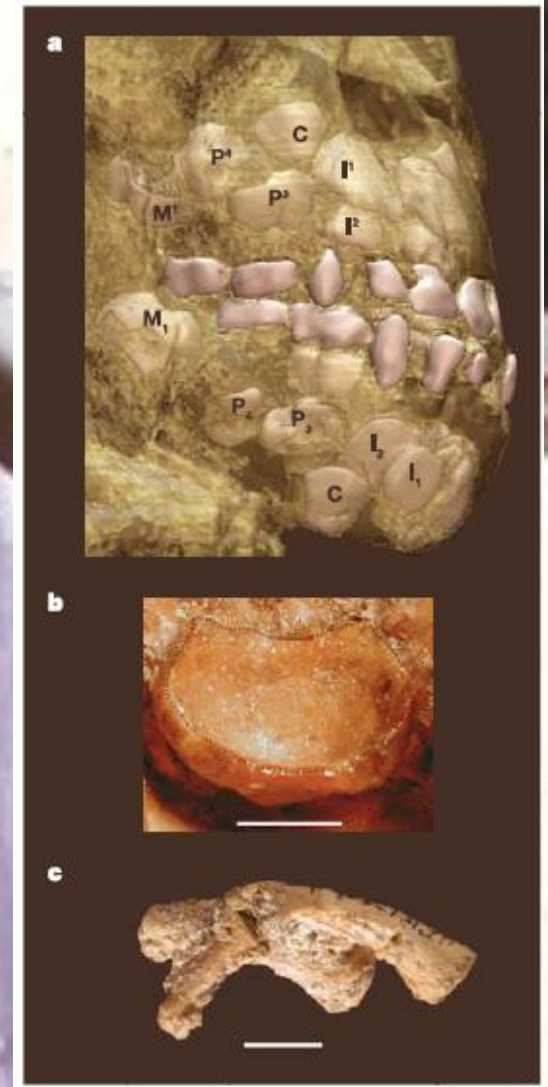
Figure 1 Representations of the incisor surface of a Neanderthal (left) and Palaeolithic *Homo sapiens* (right). The horizontal ridges, or perikymata, are caused by brief, periodic disruptions in enamel deposition. Each of these

presents the developing time of the disruption as this will become the base of the crown. The direction of these disturbances is individual, they can be used to estimate crown extension rate and the timing of tooth crown formation. Bermudez de Castro<sup>8</sup> shows that densely packed perikymata towards the base of the crown indicate that crown formation was more rapid, and the overall duration of crown formation shorter, than in *H. sapiens*.



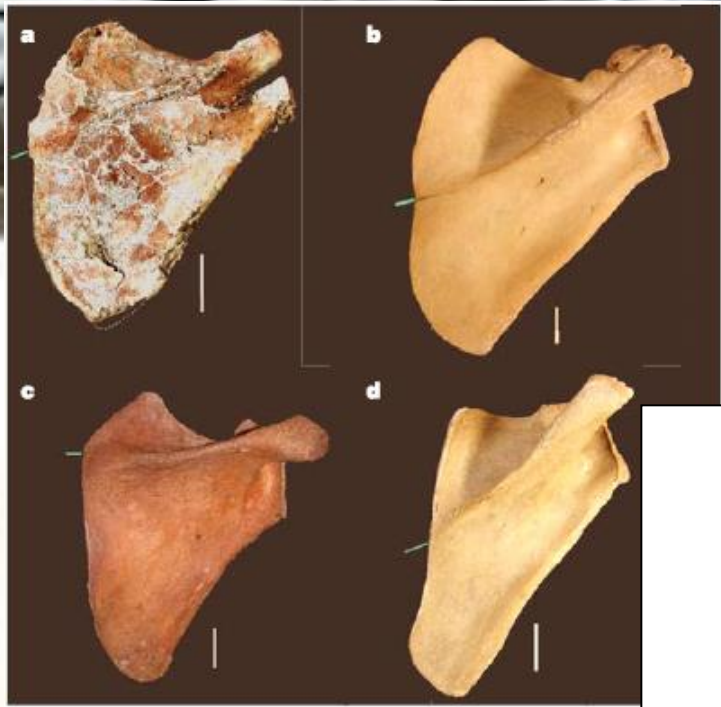
- U anatomicky moderního člověka se tempo ontogenetického vývoje zpomaluje a zuby se prořezávají až v 6 letech

# Dikika – Lucy's daughter

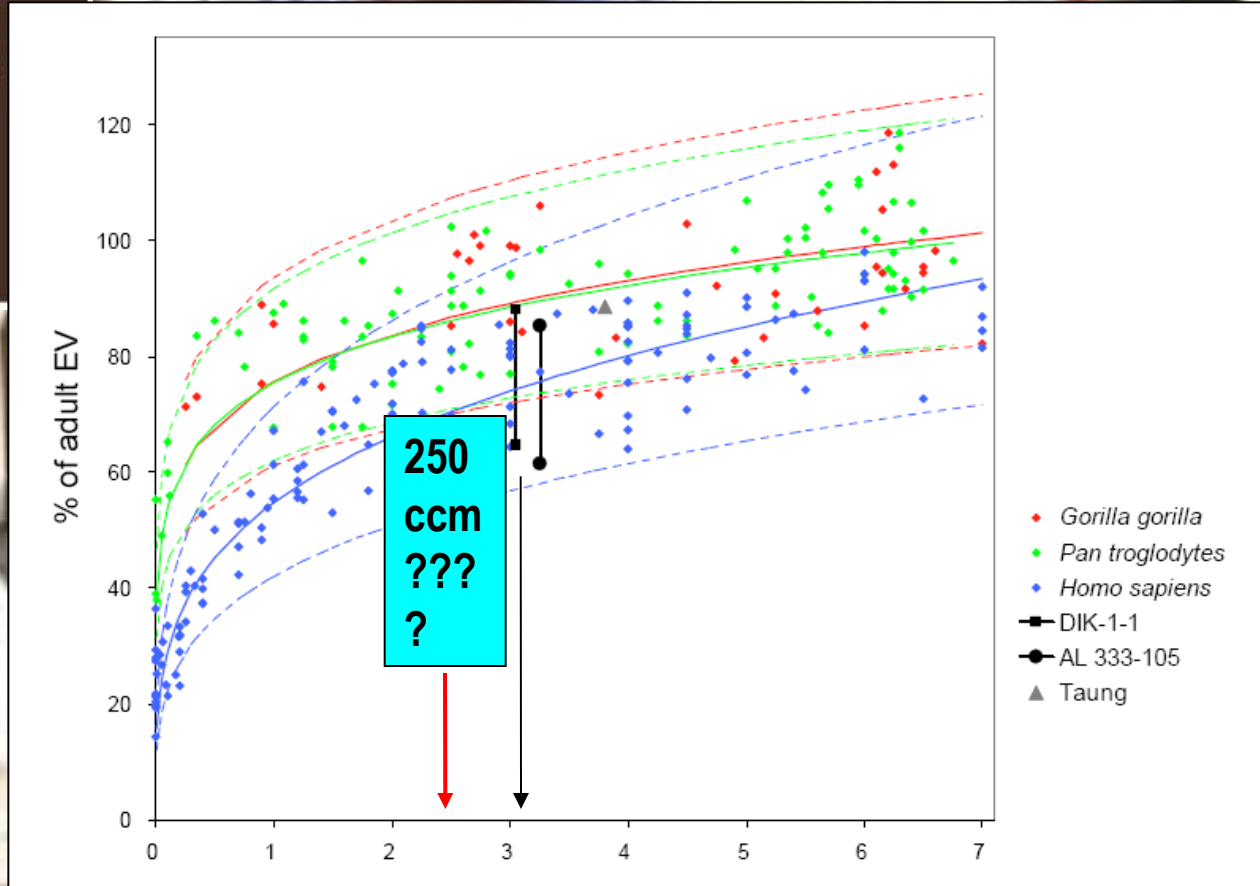


# Dikika – Lucinka nebo Lucínek??

## Jaká byla lokomoce a jak byl velký mozek??

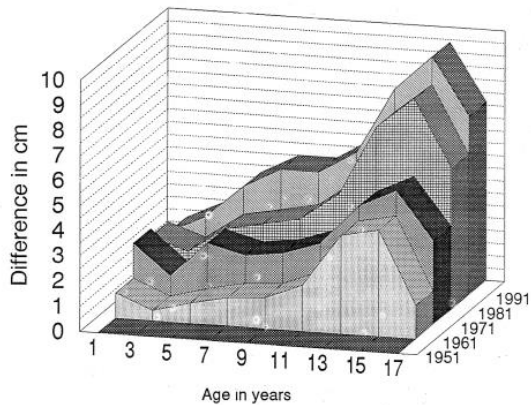


Gorila???  
Šimpanz ???

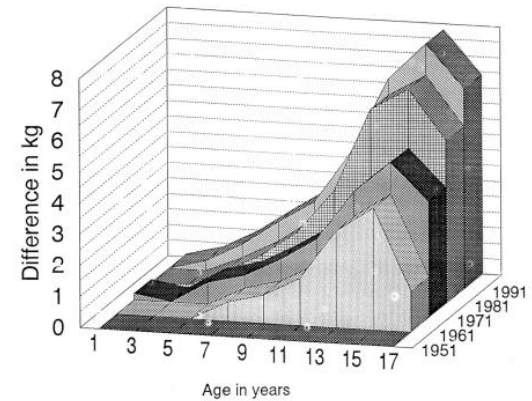


# Sekulární trend

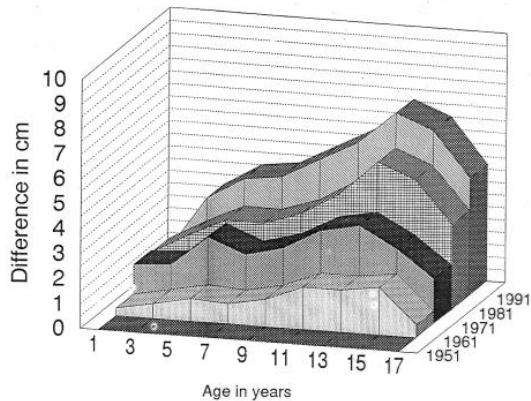
**Czech boys-body height**  
Secular trend 1951 - 1991



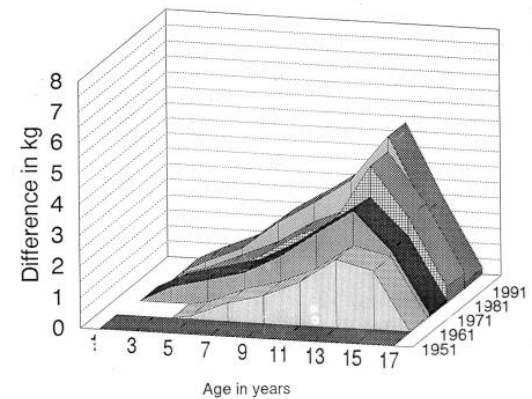
**Czech boys-body mass**  
Secular trend 1951 - 1991



**Czech girls-body height**  
Secular trend 1951 - 1991



**Czech girls-body mass**  
Secular trend 1951 - 1991





# Stárnutí

- Proces stárnutí je nejlépe prozkoumán u člověka a zabývá se jím lékařský obor gerontologie. U člověka začíná stárnutí v pozdní dospělosti, u žen je spojené se vznikem klimakteria, u mužů není tato hranice příliš zřetelná a je pravděpodobně více variabilní.
- Stárnutí je spojeno se změnami metabolismu a hormonální činností, včetně snížení termoregulačních schopností, degenerativními procesy v nervovém systému spojenými se zhoršenou pamětí, sníženou motorikou a zpomalením reakcí. Typické jsou degenerativní změny na kostech a kloubech, např. zvýšená mineralizace kostí a jejich vyšší lámavost u žen.
- Pro pozdní stáří je rovněž typická atrofie svalová, pomalejší trávení a změny kůže a kožních derivátů (např. šedivění vlasů).

# Stárnutí kostní tkáně

## • složení

- úbytek kolagenu
- nárůst mineralizované kosti

## • mikrostruktura

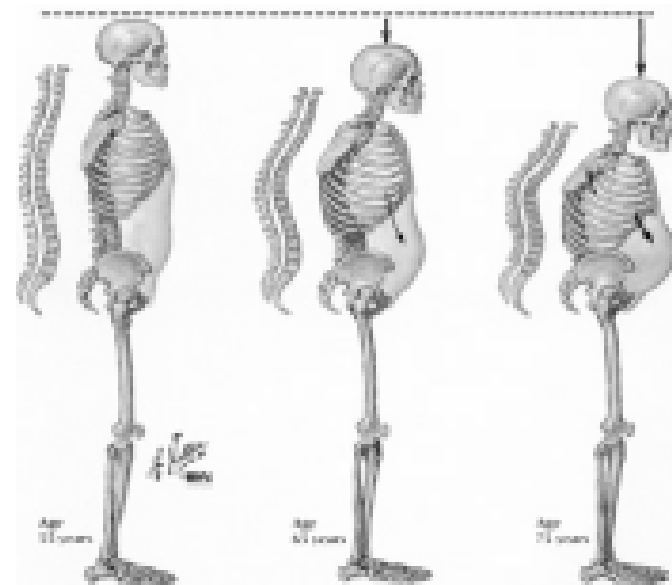
- úbytek obvodových lamel
- úbytek osteonů
- zvětšování velikosti Haversových kanálků
- zmenšování velikosti osteonů = osteoporóza
- ztráta osteocytů (akcelerace po 35.roce)
- změna zásobování kosti

## • substruktura

- snižování hustoty kostní tkáně
- ztenčování kortikální kostní tkáně
- rozšiřování medulární dutiny

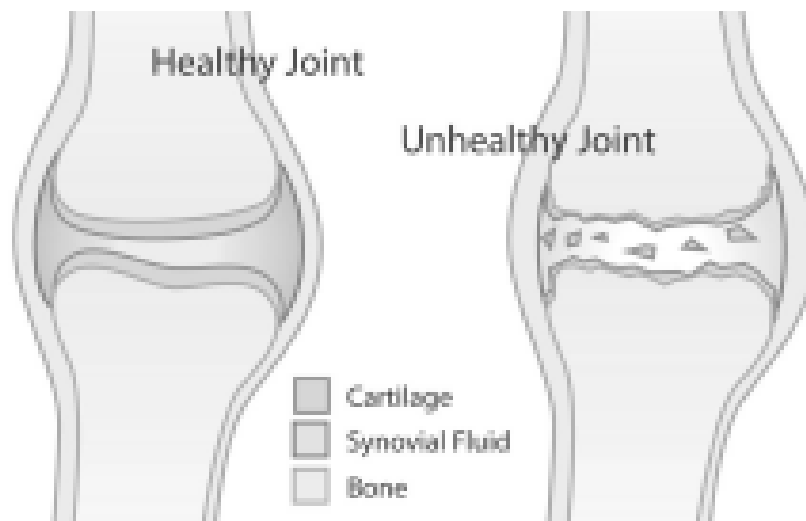
## morfologie:

- synostózy (lebeční švy)
- zvětšování velikosti kostí (apozice)
- deformace kloubů
- zvyšování/snižování reliéfu kosti (opakovaná námaha nebo postupná remodelace – např. po ztrátě zubů)
- osteofyty

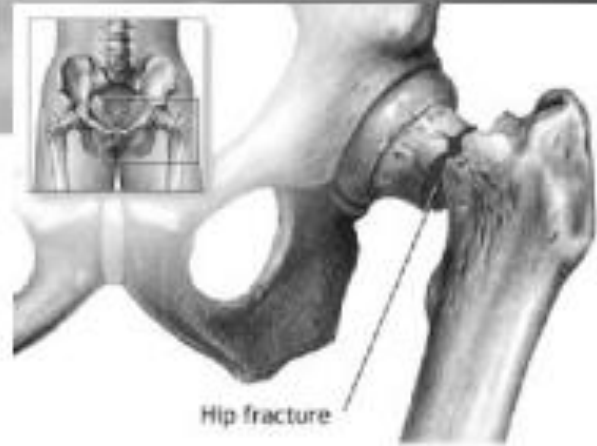
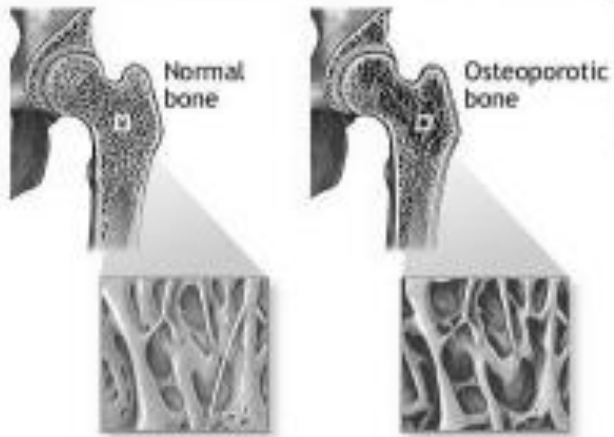


# Stárnutí ostatních komponent

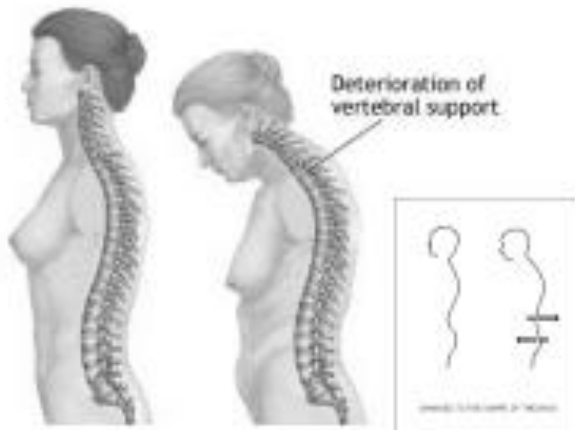
- Úbytek kambiové vrstvy v periostu
- Opotřebování kloubních chrupavek
- Úbytek synoviální tekutiny
- Flexory a ligamenta méně rezistentní



# Degenerativní změny skeletu

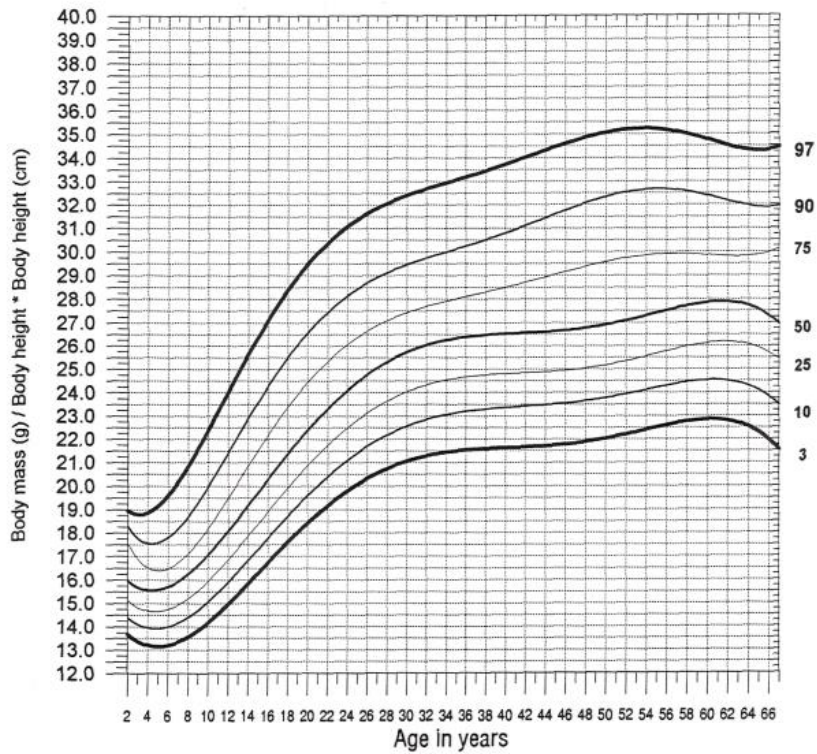


#ADAM.



# Stárnutí

Percentile graph - Body Mass Index  
males - 2 - 67 years



Percentile graph - Body Mass Index  
females - 2 - 67 years

