

ODHAD VĚKU DOŽITÍ Z KOSTRY

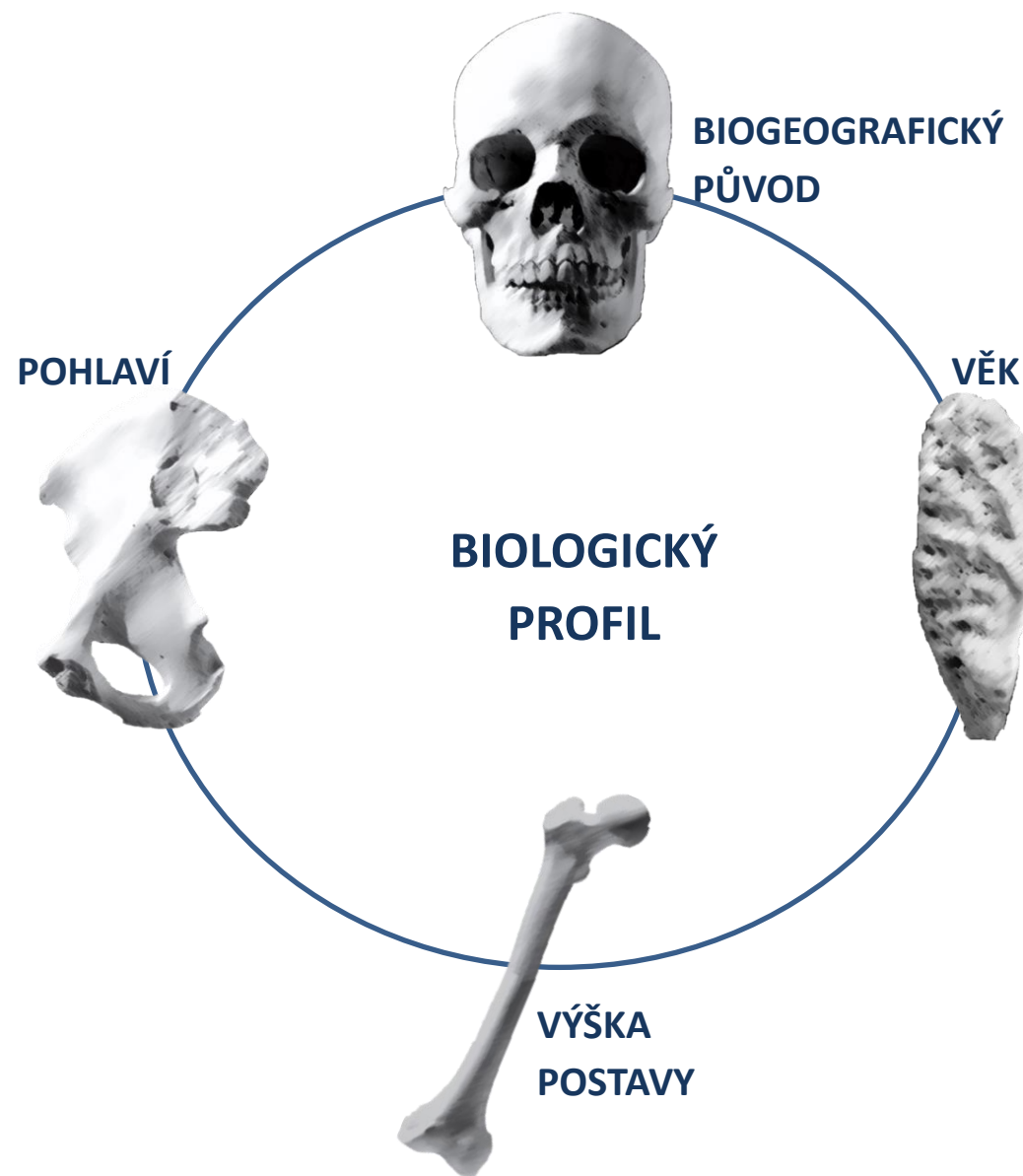


LS 2020/2021

Základní metody kosterní antropologie
Anežka Kotěrová (koterova.a@seznam.cz)

Demografické
charakteristiky

„SILNÁ ČTYŘKA“



NENÍ VĚK JAKO VĚK

VĚK CHRONOLOGICKÝ (kalendářní)



= měřený počtem let od narození; nezávislý na okolních faktorech

Neinformuje o stupni biologického vývoje

VĚK BIOLOGICKÝ (fyziologický)

= zhodnocení fyziologického stavu jedince; vyjadřuje souhrn opotřebení; ovlivňován vnitřními i vnějšími faktory (aktivita, výživa, nemoci)

Z kosterních pozůstatků odhadujeme vždy věk **BIOLOGICKÝ**

Dále věk kosterní, dentální...

NENÍ VĚK JAKO VĚK

PRŮBĚH ŽIVOTA

1. Růst organismu

objevování primárních osifikačních center

2. Zrání organismu

spojování původních osifikačních center, kompletace kostry přídatnými osifikacemi

3. Stárnutí organismu

vznik degenerativních změn

4. Smrt organismu

degenerativní změny ve stupni neslučitelném se životem



NENÍ VĚK JAKO VĚK

Odhad věku využívá

Projevy vývoje, růstu a stárnutí organismu, kt. probíhají v určitém pevně daném pořadí, probíhají však různou rychlostí



S chronologickým věkem ale do určité míry korelují

Metody odhadu věku dožití jsou založeny na
korelaci mezi biologickým a chronologickým věkem

Míra korelace se liší v různých obdobích života člověka

NENÍ VĚK JAKO VĚK

Nedospělý věk

- Organismus roste a vyvíjí se – procesy jsou dané geneticky (z většiny)
 - ➡ užší vztah CH a B věku ➡ odhad věku je přesnější a spolehlivější

Dospělý věk

- Růst a vývoj organismu je dokončen
- nastávají degenerativní změny – ovlivňované vnějšími faktory
 - ➡ vztah B a CH věku se rozvolňuje
(s delším působením vnějších vlivů)



číselné hodnoty CH
a B věku se **nemusí
vždy shodovat**

Věk **odhadujeme**, **ne určujeme**

(age-at-death estimation/assessment/evaluation)

Metody odhadu věku v době smrti

Schopnost odhadovat z kosterních pozůstatků pouze biologický věk

Založené na pozorování změn na kostře u populace/vzorku známého věku

➡ zobecnění pozorovaných změn a návrh vlastní metody

Rychlost průběhu degenerativních změn je ovlivnitelná

➡ různé ekogeografické skupiny (populace) mohou stárnout „jinak rychle“

➡ variabilita ovšem i v rámci těchto skupin (populací)

Referenční vs testovací soubor – riziko tzv. „**age mimicry**“

- Věková distribuce referenčního souboru ovlivňuje distribuci testovacího; metody mají tendenci kopírovat distribuci vzorku, na kterém byly navrženy

Metody odhadu věku v době smrti

při odhadu věku je důležitý:

➡ Výběr metody dle zachovalosti pozůstatků, dospělý x nedospělý, charakteru případu (forenzní x bioarcheologický), její finanční dostupnost, náročnost na vybavení,...

➡ Znalost metody – z jakého materiálu byla odvozena (populace, pro které pohlaví je určena, její přesnost a jakou poskytuje spolehlivost)

➡ Použít více indikátorů – pozor na interpretaci výsledků

Přesnost/Úspěšnost metod – jak přesné výsledky dává vzhledem k chronologickému věku (shoda mezi odhadem a CH věkem)

(v anglické literatuře často – *accuracy*)

Spolehlivost metod – jak daná metoda funguje v jiné populaci (jestli tak dobře, jako v testovací); metoda je spolehlivá, když je úspěšnost v referenčním i testovacím vzorku cca stejná

(v anglické literatuře často – *reliability*)

! AJ pojmy často používány v opačném/trochu jiném smyslu ➡ odvodit z daného textu

x **Precision (přesnost)** - se týká přesnosti měření měřidla nebo přesnost vyhodnocování znaků zahrnutých do metod (shoda mezi odhady)

Metody odhadu věku v době smrti

MORFOLOGICKÉ

Juvenilní období – osifikace skeletu, přirůstání epifýz

Dospělé období – degenerativní změny

METRICKÉ

Juvenilní období – rozměry kostí

HISTOLOGICKÉ

Dospělé období – mikroskopická struktura kostní tkáně

BIOCHEMICKÉ

(CHEMICKÉ A MOLEKULÁRNÍ)

Racemizace kyseliny asparagové, zkracování telomer, methylace DNA

KVANTITATIVNÍ ve 3D

Automatické kvantitativní hodnocení morfologických změn

Metody odhadu věku v době smrti

- Metody odhadu věku podle kostry mohou být založeny na různých indikátorech (kosterní, dentální)
- Různé indikátory vykazují různou míru korelace s chronologickým věkem
- V nějakém období života vykazují korelaci vyšší než v jiném (kde je vhodné se obrátit spíše na jiný indikátor)

nejvhodnější kritéria pro výběr indikátorů - kvalitativní změny probíhající v krátkém časovém úseku s malou variabilitou

Použití více indikátorů – ALE není zatím standardizované jak je kombinovat

Odhad věku

Rozlišení věkových kategorií – různé podle různých autorů

Prenatální vývoj		plod	10 fetálních měsíců
Postnatální vývoj	nedospělí	novorozenec (neonatus)	
			infans I (do 6 let)
		dětství (infans)	infans II (do 14 let)
	dospělí	dospívání (juvenis)	do 19 let
		mladý dospělý věk (adultus)	adultus I (do 29 let)
			adultus II (do 39 let)
		dospělý věk (maturus)	maturus I (do 49 let)
			maturus II (do 59 let)
		stařecký věk (senium)	nad 60 let

Dobisíková, 1999

Fetus	
Newborn	
Infant	0–6 years
Child	7–12 years
Adolescent	13–20 years

Baccino et al. 2013

Fetus	
Infant	0–3 years
Child	3–12 years
Adolescent	12–20 years
Young adult	20–34 years
Middle adult	35–49 years
Old adult	50+ years

Buikstra and Ubelaker 1994

ODHAD VĚKU U NEDOSPĚLÝCH JEDINCŮ

- Dochází k růstu a vývoji kostry – na tom je odhad věku založen
 - Vývojová stádia jsou dobře známá s dobře predikovatelným načasováním
- + korelace mezi B a CH věkem je vysoká
-  odhad je možný celkem přesně a spolehlivě

prenatální a časný postnatální období - odhad věku možný v rámci týdnů a měsíců, u mladších dětí 1–3 roky, později rozmezí 4 let

Čím blíže k dospělému věku, tím se vztah CH a B věku začíná více rozvolňovat

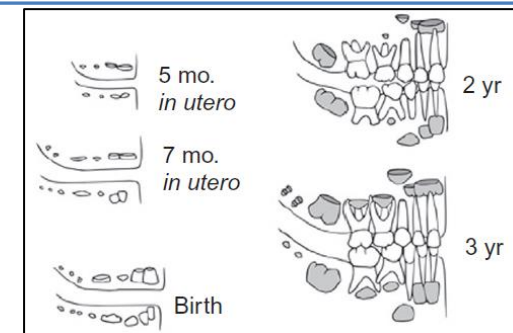
Odhad věku u nedospělých jedinců

Odhad na základě **dentice** či **růstu a vývoje skeletu**

1) Dentální vývoj (mineralizace a erupce, vývoj kořene) – silná korelace, nejpřesnější a nejspolehlivější odhady věku

(je méně ovlivněn externími faktory než maturace kostry)

= DENTÁLNÍ VĚK



2) Růst a vývoj skeletu (stupeň osifikace, délka dlouhých kostí, připojení epifýz)

– ovlivnitelnější vnějšími faktory

nemoci a malnutrice mohou ovlivnit růst dlouhých kostí (spíše než mineralizaci zubů)

= KOSTNÍ VĚK

rozkol mezi dentálním a skeletálním věkem

I za fyziologických podmínek nemusí souhlasit!

Cca do 5 let věku jedince nejmenší rozdíly



Odhad věku u nedospělých jedinců

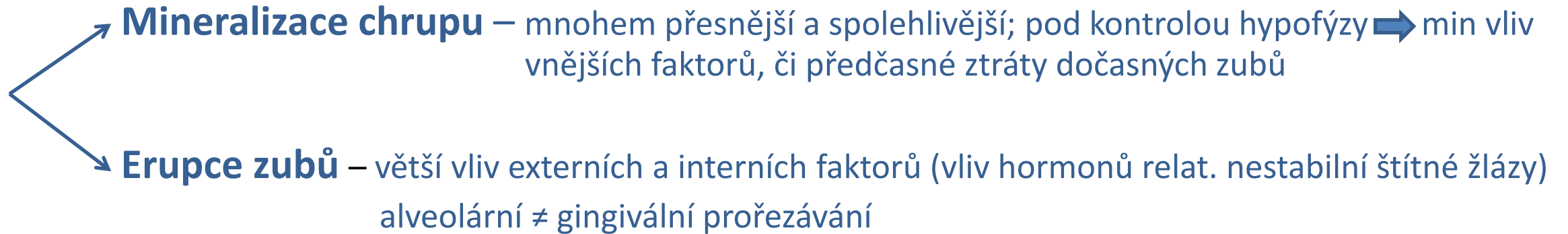


Odhad věku na základě dentice
Dentální metody

Odhad věku u nedospělých jedinců – dentice



- Silnější korelace s chronologickým věkem (než maturace skeletu)
 - Menší vliv externích faktorů
- Nejlepší pro odhad věku nedospělých jedinců
- Může být posuzována:



- Počátek vývoje chrupu – 6. týden *in utero* a pokračuje až do časně dospělosti (M3)
- V čase narození jedince již všechny dočasné a 1. trvalý molár začaly mineralizovat

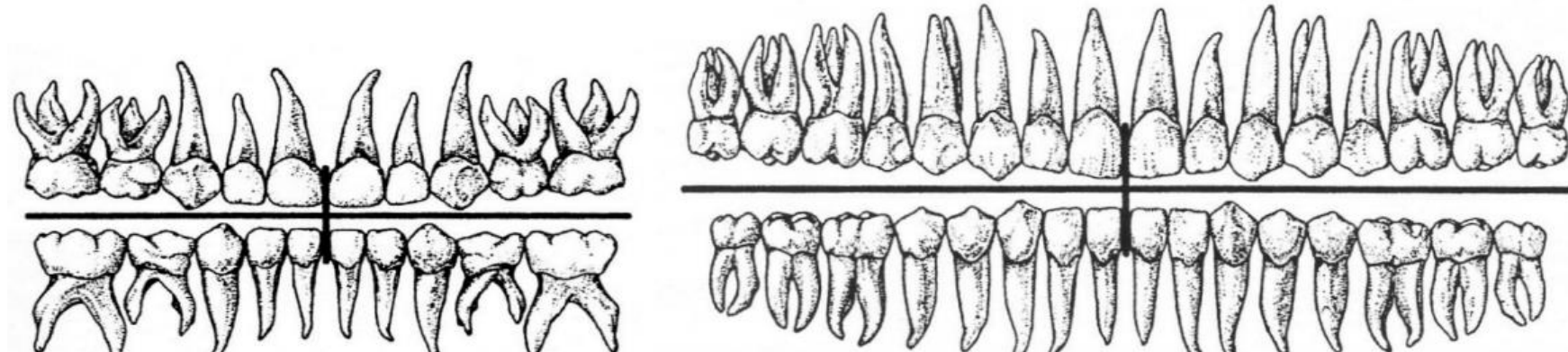
Odhad věku u nedospělých jedinců – dentice

Dočasná dentice

- 20 zubů
- Všechny prořezané s ukončeným vývojem okolo 3. roku

Trvalá dentice

- 32 zubů
- Okolo 15 let veškerá dentice mineralizovaná a prořezaná (výjimka M3 – až 35 let)
- Řezáky, špičáky a první moláry začínají mineralizovat během 1. roku



Odhad věku u nedospělých jedinců – dentice



METODY ODHADU VĚKU PODLE DENTICE

Velmi přesné a spolehlivé u fétů, novorozenců a malých dětí

1) Posouzení vývojových stádií jednotlivých přítomných zubů

Věk, který odpovídá určitému stádiu, je odvozen z tabulek či grafů

Moorrees et al. 1963

mnoho modifikací a adaptací pro různé populace

Demirjian et al. 1973

Komínek a Rozkovcová 1984

...

2) Dentální atlasy

Ubelaker 1989

AlQahtani et al. 2010 – The London Atlas

...

Moorrees et al. 1963a,b – MFH metoda

Založeno na mineralizaci a erupci dočasných i permanentních zubů

mandibulární i maxilární zuby

4. měsíc *in utero* až 25 let

Využívá skórovací systém popisující úroveň formace **korunky** (6 stádií), **kořene** (5 stádií) a **apexu** (2 stádia) zvlášť

Vyhodnocení dle grafu/tabulky

Jednokořenné zuby				Vícekořenné zuby			
	ci: initial cusp formation		Ri: initial root formation with diverge edges		Ci: initial cusp formation		
	Cco: Coalescence of cusps		R 1/4: root length less than crown length		Cco: Coalescence of cusps		R 1/4: root length less than crown length with visible bifurcatio area
	Coc: Cusp outline complete		R 1/2: root length equals crown length		Coc: Cusp outline complete		R 1/2: root length equals crown length
	Cr 1/2: crown half completed with dentine formation		R 3/4: three quarters of root length developed with diverge ends		Cr 1/2: crown half completed with dentine formation		R 3/4: three quarters of root length developed with diverge ends
	Cr 3/4: crown three quarters completed		Rc: root length completed with parallel ends		Cr 3/4: crown three quarters completed		Rc: root length completed with parallel ends
	Crc: crown completed with defined pulp roof		A 1/2: apex closed (root ends converge) with wide PDL		Crc: crown completed with defined pulp roof		A 1/2: apex closed (root ends converge) with wide PDL
			Ac: apex closed with normal PDL width		Ri: initial root formation with diverge edges		Ac: apex closed with normal PDL width

Demirjian 1973

Mandibulární dentice 2,5–17 let

Hodnocení stádia vývoje prvních sedmi zubů dolního levého kvadrantu (mandibula)

Skórovací systém A–H

Každý zub by měl být skórován; ze sumy skóre získáme maturační skóre

Převeďeno na dentální věk pomocí tabulek

	moláry	premoláry	špičáky	řezáky
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				

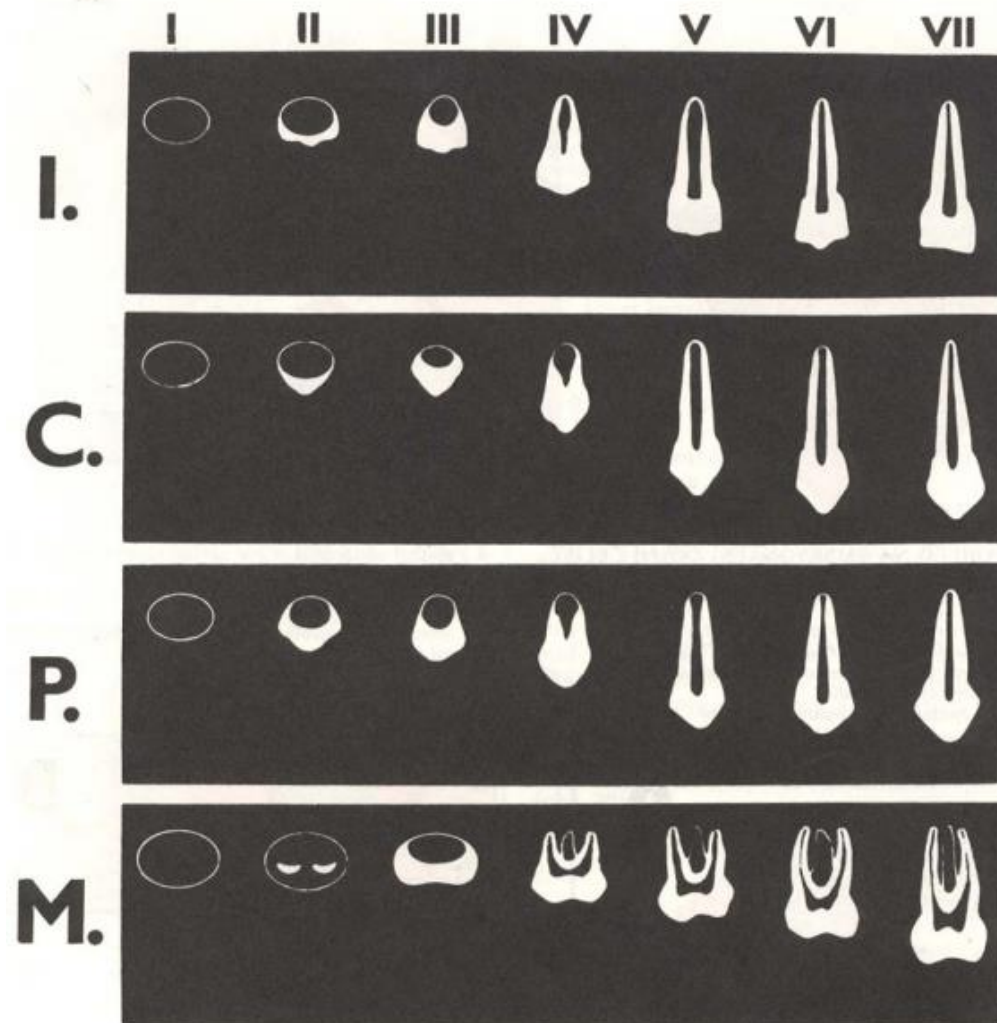
Komínek a Rozkovicová, 1984

Metoda určování zubního věku a její význam pro praxi. Pokroky ve stomatologii.

Rozpracování dočasné i trvalé dentice

Do 15 let

Vlček později vytvořil odečítací tabulku



19. SCHÉMA VÝVOJE ZUBŮ PODLE RTG OBRAZU (podle Komínka a Rozkovicové, 1984)

I. dentes incisivi
C. dentes canini
P. dentes praemolares
M. dentes molares

I / stadium zubního váčku
II / stadium počínající mineralizace korunky
III / stadium pokročilé mineralizace korunky
IV / počátek tvorby kořene

V / stadium divergence stěn kořenového kanálku
VI / stadium paralelity stěn kořenového kanálku
VII / stadium konvergence stěn kořenového kanálku;
pro každý dočasný i trvalý zub je známo časové rozpětí stadií.

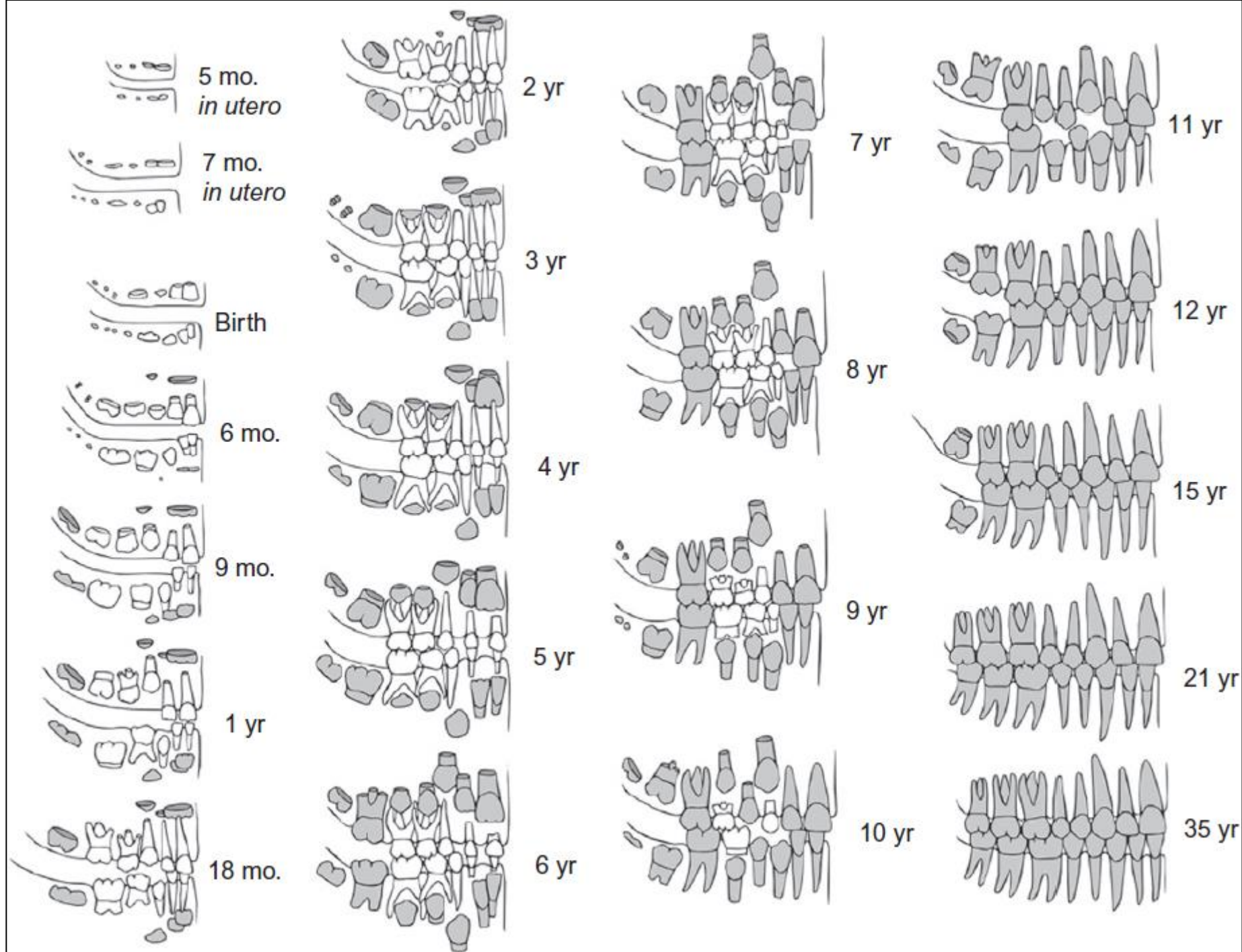
(Detaily viz: Komínek, J., Rozkovicová, E.: Metoda určování zubního věku a jeho význam pro praxi. Pokroky ve stomatologii, sv. 2., 175—208, Avicenum, Zdravotnické nakladatelství, Praha, 1984)

Ubelaker 1989

(vychází ze Schour a Massler 1941)

Zobrazení vývoje
dočasných i trvalých
zubů (tzv. sekvenční
diagram)

Zahrnuje erupci zubů
(gingivální) a vývoj
zubů od 5 měsíce *in utero*
do 35 let



AlQahtani et al., 2010 - The London Atlas

od 28. týdne *in utero* do 23 let

Erupce (alveolární) a vývoj zubů

Transverzální studie, 704 jedinců (rtg + identifikované kosterní pozůstatky)

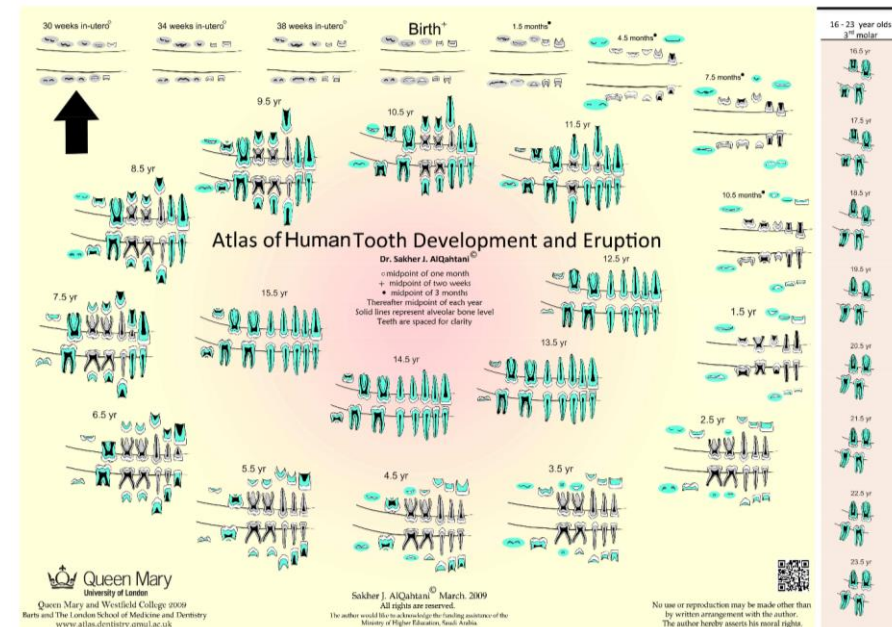
volně dostupné - <https://www.qmul.ac.uk/dentistry/atlas/>

Online aplikace má tři moduly

- Playback – zobrazení postupného vývoje, zvlášť pro pohlaví i smíšený vzorek
- Data entry – vlastní data
- Comparison – porovnání vývoje u dívek a chlapců

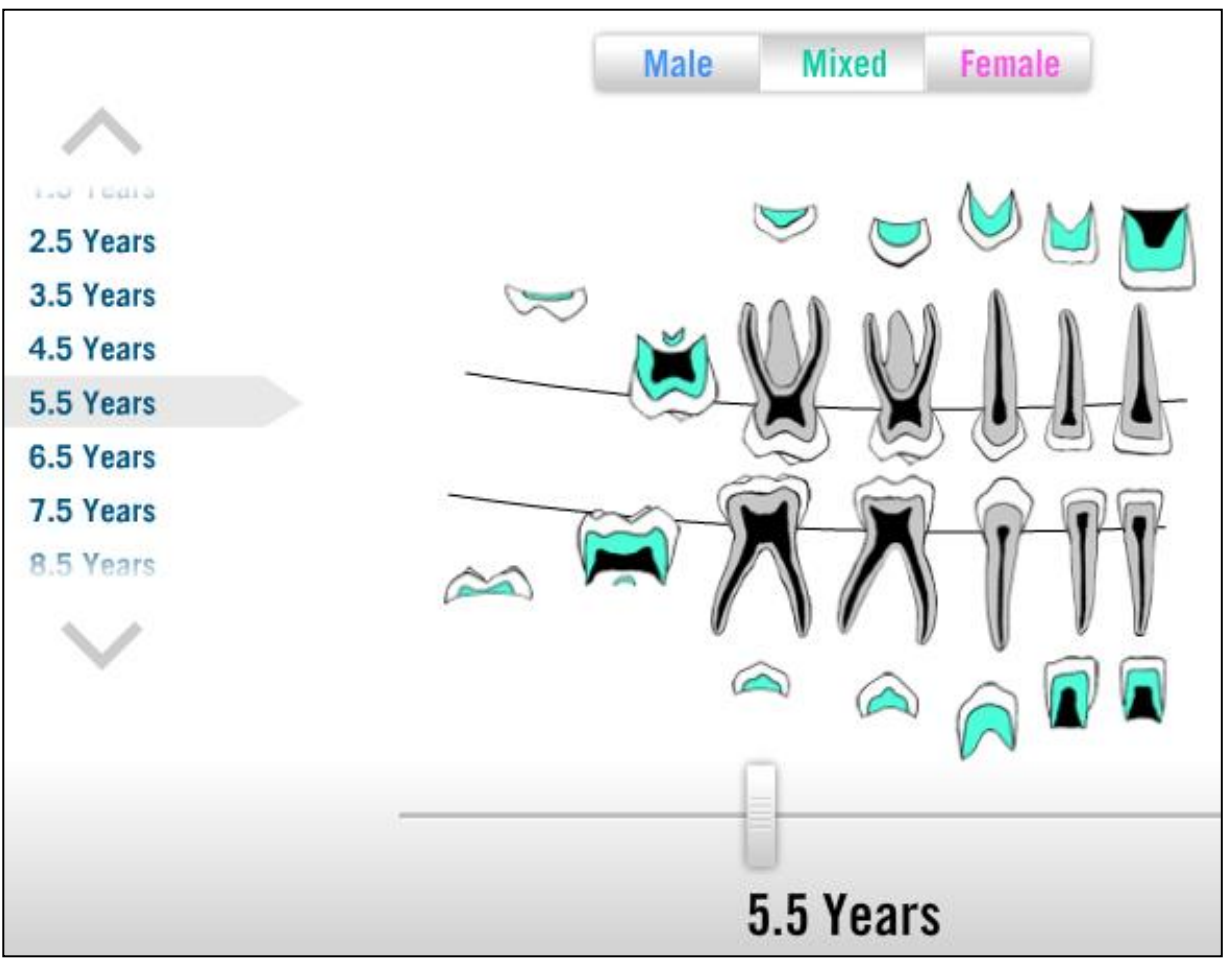
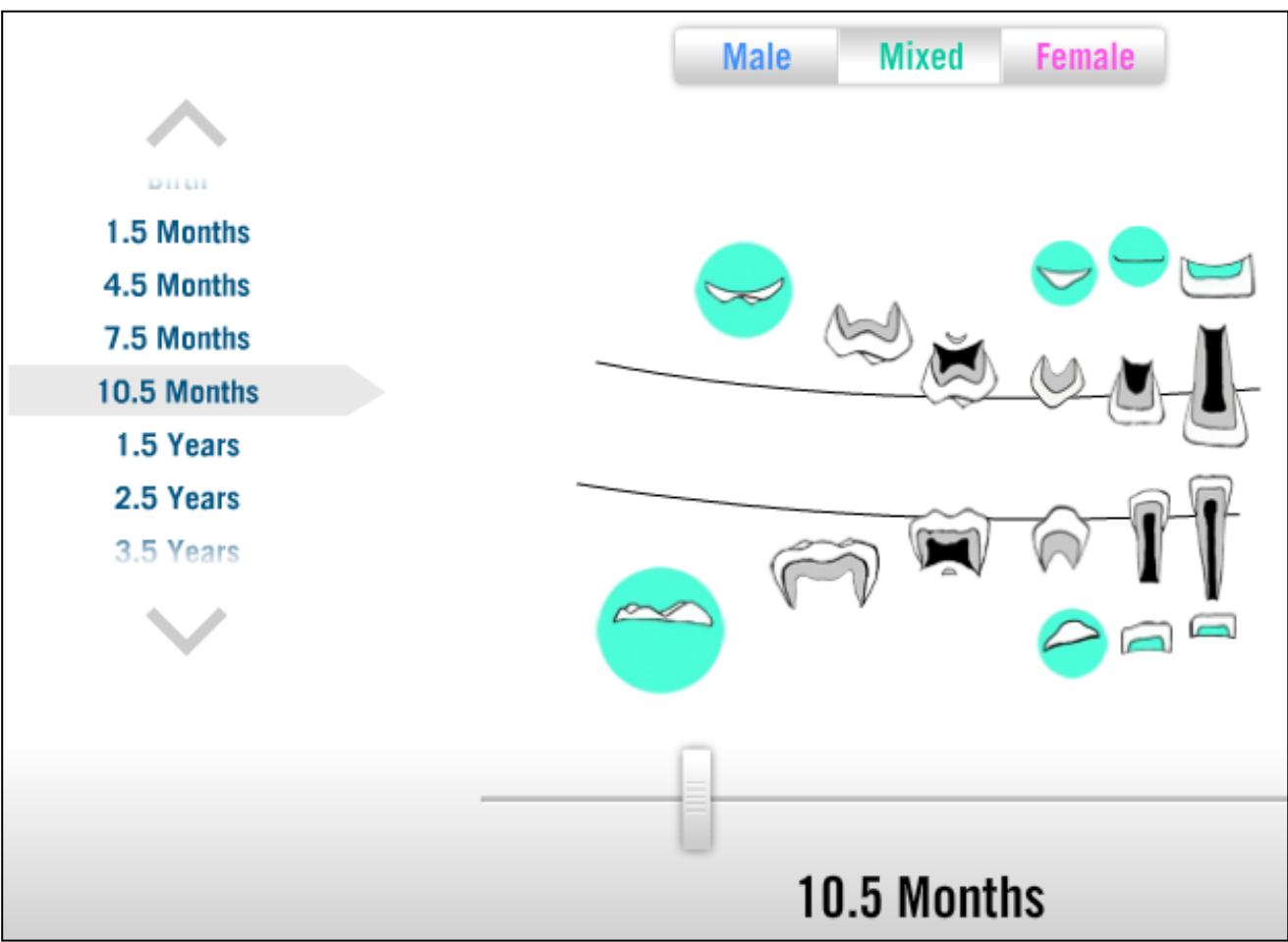
ZKUS SI :)!
POKLIKEJ SI

Na závěr si udělej kvíz ;)



[Return to login](#)

PLAYBACK MODE



COMPARISON MODE

[HOME](#) [PLAYBACK MODE](#) [DATA ENTRY MODE](#) **[COMPARISON MODE](#)** [QUIZ](#) [FAQ](#) [GUIDE](#) [HELP](#)

[Male](#) [Mixed](#) [Female](#)

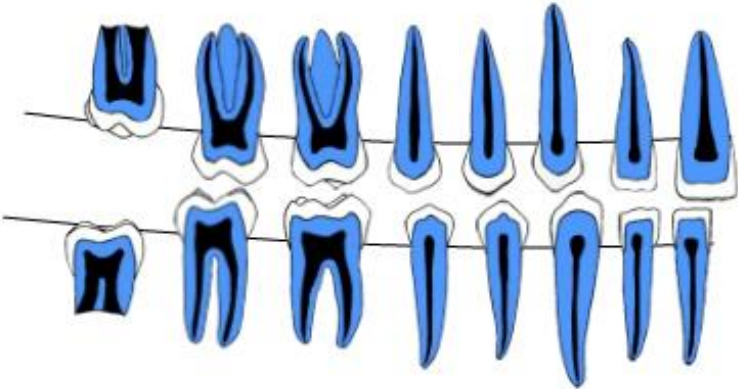


Diagram of a male dental arch at 16.5 years. The teeth are colored blue. The arch shows a full set of primary teeth with some permanent teeth beginning to erupt.

[Male](#) [Mixed](#) [Female](#)

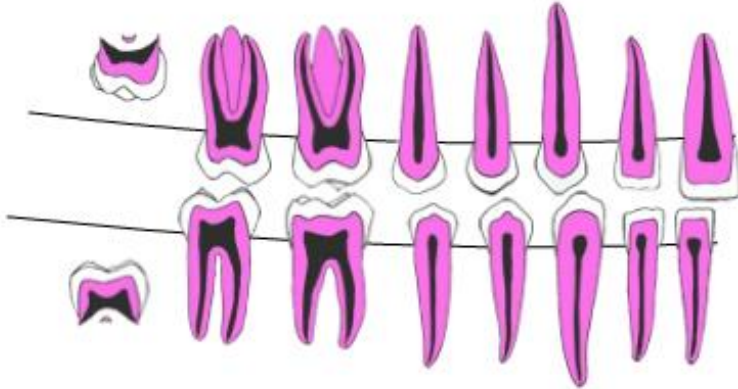


Diagram of a female dental arch at 16.5 years. The teeth are colored pink. The arch shows a full set of primary teeth with some permanent teeth beginning to erupt.

16.5 Years

UNLINK

16.5 Years



ZKUS SI PODLE ATLASU VYHODNOTIT NÁSLEDUJÍCÍ SNÍMKY







Jak to vyšlo mně, najdete na konci prezentace

Limity použití metod posuzujících dentální vývoj:

- Sekulární změny – metody odvozené z moderních referenčních dat by se neměly aplikovat na archeologické populace
- Dívky dospívají obecně rychleji – ale odhad pohlaví u nedospělých téměř nemožný
- Populační specifická (i když menší než u kosterního vývoje)

Odhad věku u nedospělých jedinců



Odhad věku na základě skeletu
Osteologické metody

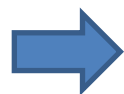
NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

- Proces maturace skeletu sestává ze vzniku osifikačních center, růstu a osifikace kosti, srůstu epifýz a apofýz
- Pro odhad věku se využívá chronologie vzniku a fúze osifikačních center, délka dlouhých kostí

Osifikace kostry

- Začíná vytvářením osifikačních jader (na daném místě a cca daném čase)

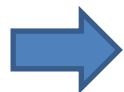
1) **Primární osifikační centra** (jádra)



osifikace těla kostí

Většinou fúzují do 8 let (výjimka např. báze lební, pánevní kosti)

2) **Sekundární osifikační centra** (jádra)



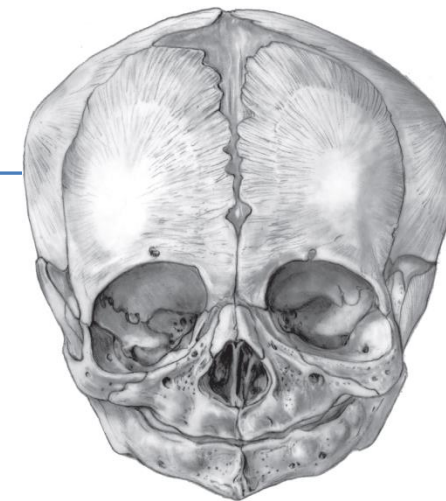
osifikace epifýz (kloubní plochy či hrany kostí)

3) **Centra v alveolech** – zubní folikuly

PLOD A NOVOROZENEC

PLOD

- **Vysoká korelace délek diafýz** s CH věkem během fetálního vývoje (nízká variabilita mezi pohlavími a populacemi) ← ještě tolik nepůsobí vnější vlivy
- Vývoj zubů je ještě minimální (ale jinak pro odhad věku je spolehlivější)



Standardy, manuály

- Fazekas and Kósa, Forensic fetal osteology. Akadémiai Kiadó, 1978
- Cunningham et al., Developmental Juvenile Osteology, 2016
- Schaefer et al., Juvenile osteology, 2009
- + recentní literatura validující metody na nových datech



Zkrácený laboratorní
manuál

PLOD A NOVOROZENEC

Fazekas and Kósa, 1978, Forensic fetal osteology. Akadémiai Kiadó

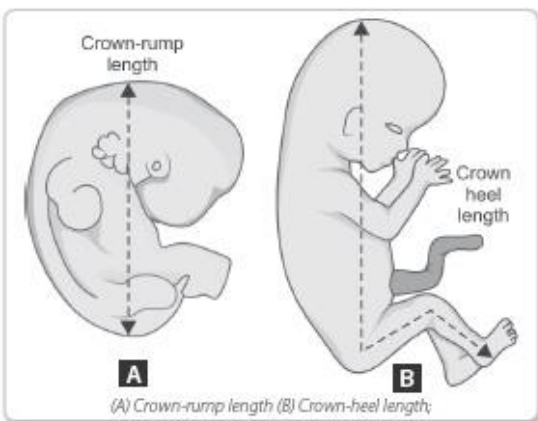
- Komplexní zpracování intrauterinního vývoje
- Referenční soubor – suché kosti 138 abortovaných fétů maďar. původu, pol. 20 století

ALE často neznámého věku! + přirozeně abortované (? vývojový defekt)

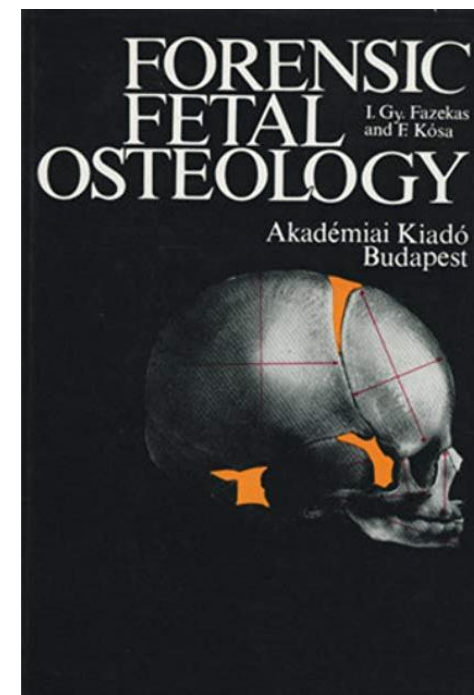
➡ Féty byly seřazeny podle CRL a pak jim byl přiřazen věk

- Stále využívané (i když už celkem out-of-date)

➡ využití pro odhad věku fetálních pozůstatků

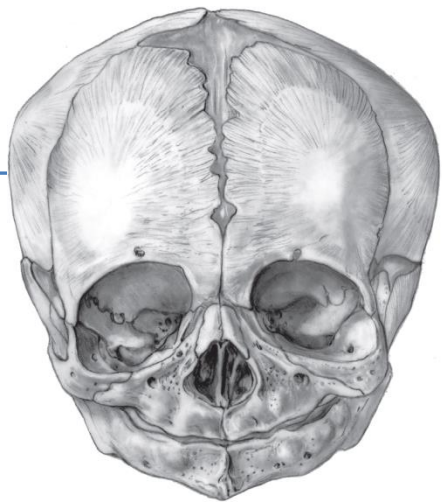


crown-rump length (CRL) – délka plodu od temene ke kostrči
crown-heel length (CHL) – délka plodu od temene k patě



Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

PLOD A NOVOROZENEC



Age and Length (in mm) of Fetal Long Bone Diaphysis

Age (Weeks)	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Humerus	8.8	12.4	19.5	25.8	31.8	34.5	37.6	39.9	44.2	45.8	50.4	53.1	55.5	61.3	64.9
Radius	6.7	10.1	17.2	21.5	26.2	28.9	31.6	33.4	35.6	38.1	40.8	43.3	45.7	48.8	51.8
Ulna	7.2	11.2	19.0	23.9	29.4	31.6	35.1	37.1	40.2	42.8	46.7	49.1	51.0	55.9	59.3
Femur	8.5	12.4	20.7	26.4	32.6	35.7	40.3	41.9	47.1	48.7	55.5	59.8	62.5	69.0	74.4
Tibia	6.0	10.2	17.4	23.4	28.5	32.6	35.8	38.0	42.0	43.9	48.6	52.7	54.7	60.1	65.2
Fibula	6.0	9.9	16.7	22.6	27.8	31.1	34.3	36.5	40.0	42.8	46.8	50.5	51.6	57.6	62.0

(Adapted from Fazekas, I.Gy., Kosa, F., 1978. Forensic Fetal Osteology. Akademiai Kiado, Budapest.)

Regresní rovnice pro odhad fetálního věku od 3 do 9 měsíců na základě délky dlouhých kostí (v mm)

Dle Fazekas a Kósa – největší korelace vykazuje **max výška plodu, tibie, šířka čela, délka mandibuly, délka femuru, temporální výška**

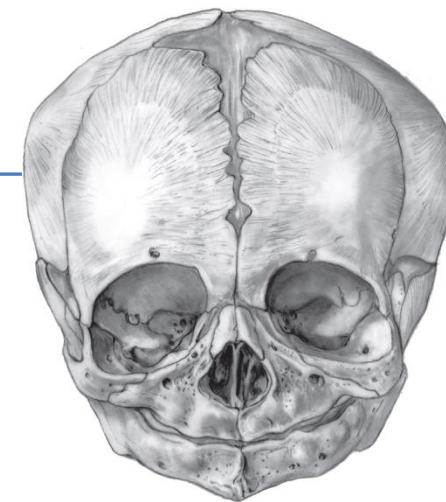
Regression Equation	Standard Error of Estimate
Age = 0.00145 × (humeral length) ² + 0.033 × (humeral length) + 2.71	0.14
Age = 0.00245 × (radial length) ² + 0.0256 × (radial length) + 2.82	0.12
Age = 0.00183 × (ulnar length) ² + 0.0284 × (ulnar length) + 2.79	0.12
Age = 0.00068 × (femoral length) ² + 0.063 × (femoral length) + 2.45	0.18
Age = 0.00113 × (tibial length) ² + 0.0538 × (tibial length) + 2.69	0.14
Age = 0.00135 × (fibular length) ² + 0.05 × (fibular length) + 2.74	0.13

Based on data published by Fazekas G, Kósa F. Forensic fetal osteology. Budapest: Akadémiai Kiadó; 1978.

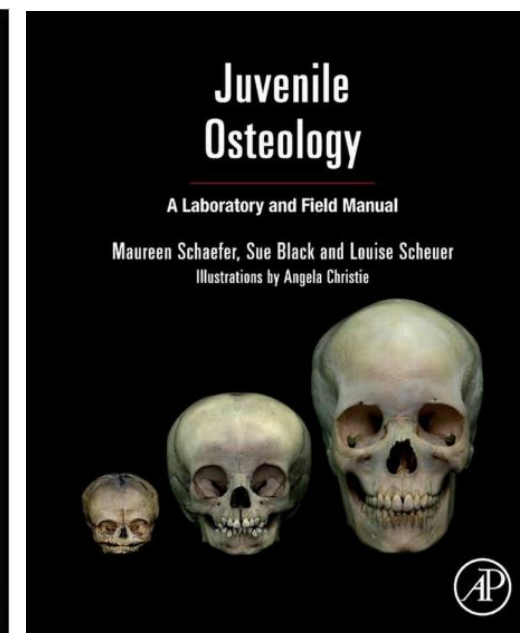
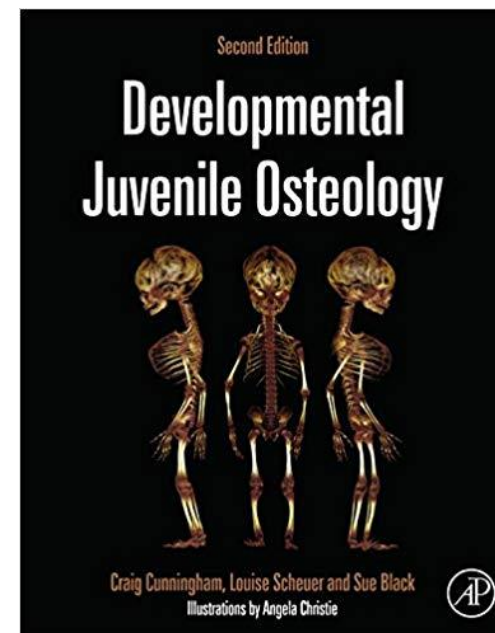
PLOD A NOVOROZENEK

♂ **Cunningham, Scheuer, Black**, 2016, 2000, Developmental Juvenile Osteology, Academic press

♀ **Schaefer, Black and Scheuer**, 2009, Juvenile osteology, Academic press



- Uvádí reference různých autorů pro každou kost
- Uvádí i reference Fazekas a Kósa



PLOD A NOVOROZENEK

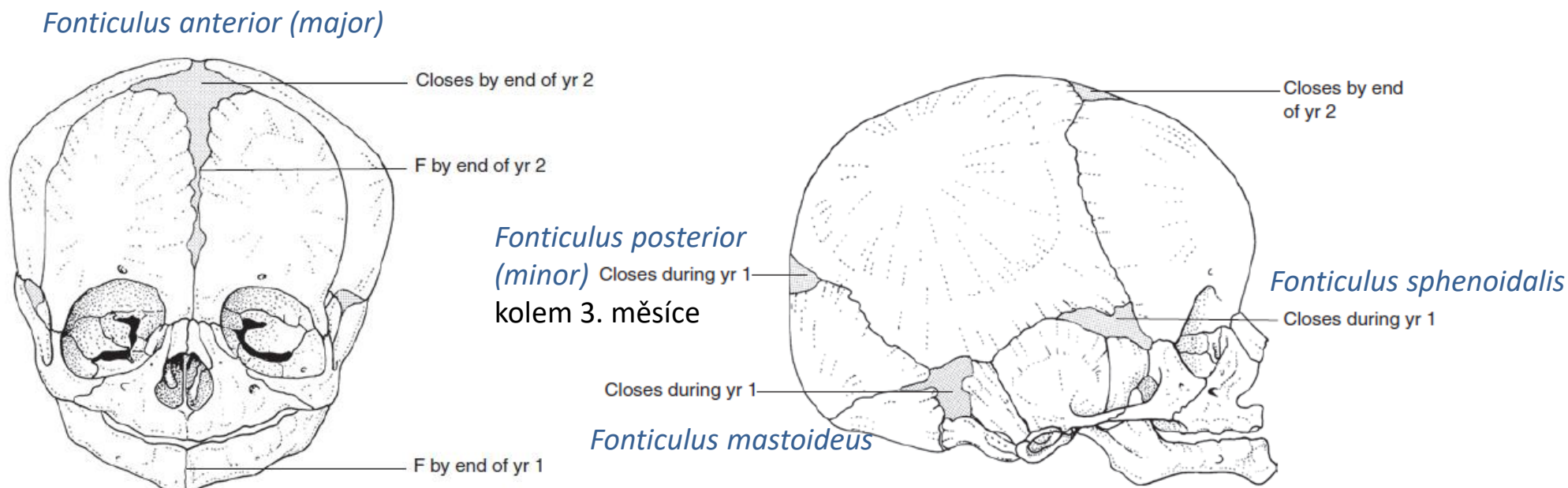
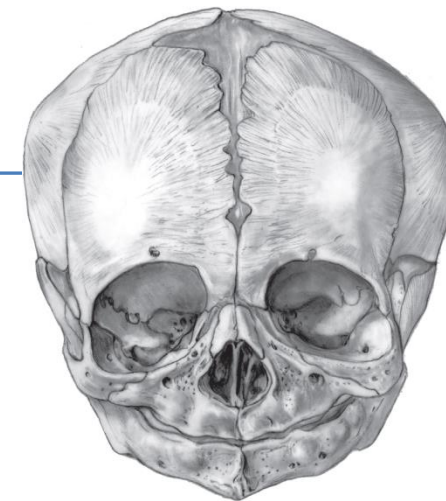
NOVOROZENEK

Znaky donošenosti

- Přítomno **6 osifikačních center**:

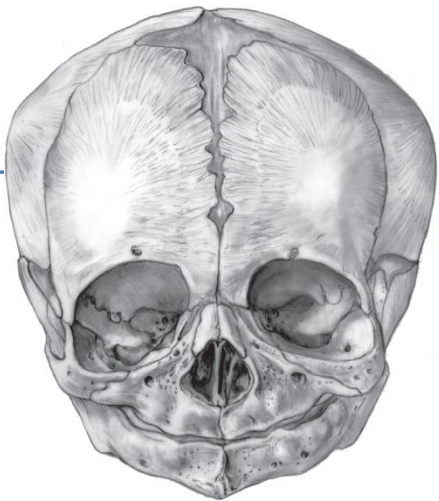
3 sekundární osifikační centra: hlavice pažní kosti, dolní epifýza stehenní kosti, hlavice holenní kosti

3 primární osifikační centra: kosti patní, hlezenní, krychlové



Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

PLOD A NOVOROZENEC



Tab. 5.11 *Rozměry dlouhých kostí novorozenců v mm (podle Stewarta, 1979; Ubelakera, 1987; Fazekase a Kósy, 1978)*

	Stewart	Ubelaker	Fazekas, Kósa
pažní kost	63,5–71,5	70,5 (63,5–89,0)	64,9
vřetenní kost	50,5–60,0	57,4 (49,0–73,5)	51,8
loketní kost	60,5–70,0	66,1 (60,0–82,5)	59,3
stehenní kost	73,5–81,5	82,2 (62,5–106,0)	74,3
holenní kost	63,0–74,5	71,6 (59,5–94,0)	65,1
lýtková kost	60,0–69,5	68,9 (60,0–88,0)	62,3

Tab. 5.12 *Vývojové změny na lebce (podle Slípka, 1971)*

7. měsíc těhotenství	spojené oba listy křídlovitého výběžku klínové kosti (lamina lateralis a medialis proc. pterygoidei ossis sphenoidalis) – ke spojení došlo v 6. měsíci, tělo kosti je tvořeno dvěma částmi
8. měsíc těhotenství	spojují se části těla klínové kosti
9. měsíc těhotenství	spojuje se osifikační centrum v zadní části velkého týlního otvoru (Kerkringovo centrum) se zbytkem šupinové části týlní kosti
novorozenec	klínová kost se skládá ze tří částí (tělo s malými křídly, dvě velká křídla s křídlovitými výběžky (proc. pterygoidei)

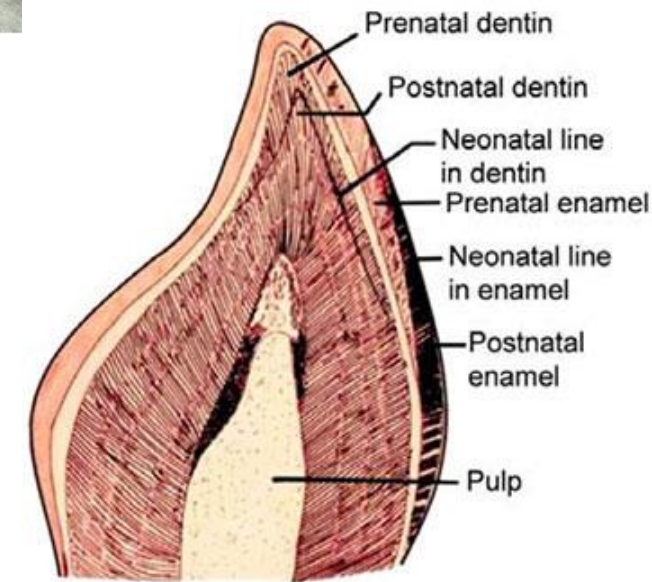
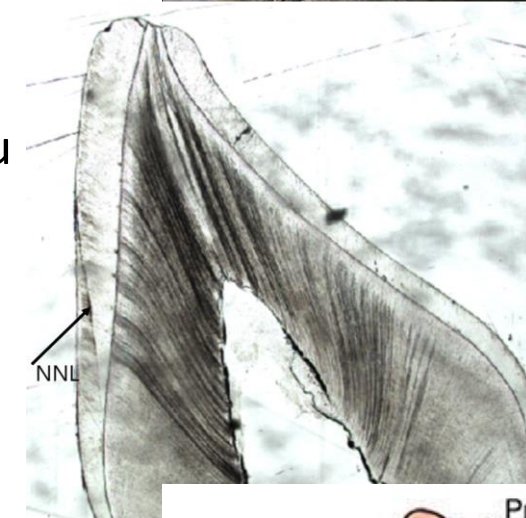
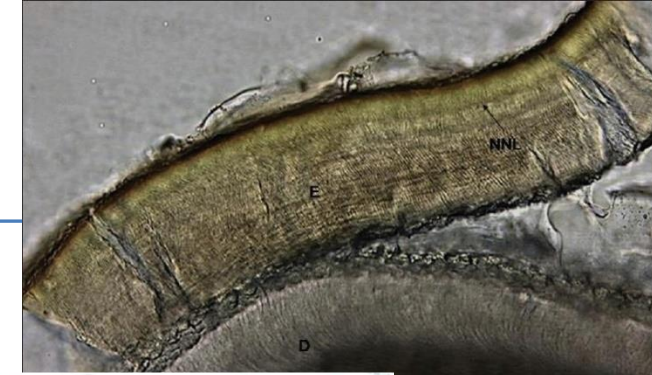
Převzato ze Štefan et al. 2012 Soudní lékařství a jeho moderní trendy

Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

PLOD A NOVOROZENEK

Neonatální linie (*linea neonatorum*)

- Hranice mezi sklovinou vytvořenou v prenatálním a v postnatálním období před ukončením vývoje korunky
- = jedna výrazná (tmavší) linie u zubů dočasné dentice a prvního stálého moláru
- Způsobeno díky **fyziologickému stresu** při porodu (dochází k **přerušení mineralizace skloviny** - mezi prenatálním a postnatálním období)
- = **hypomineralizovaná vrstva skloviny**
- **formování** může trvat **6 až 10 dní** po narození
- Atypické výraznější linie vznikají rovněž jako následek některých dětských chorob spojených s poruchou metabolismu (při nějakém stresu)
- Nezávislá na gestačním věku a velikosti v době narození
- Může pomoc určit, zda dítě **žilo po porodu** (je-li přítomná – narodilo se živé a žilo cca 6 až 10 dní) a jak dlouho; **pozor** – formování nějakou dobu trvá



Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

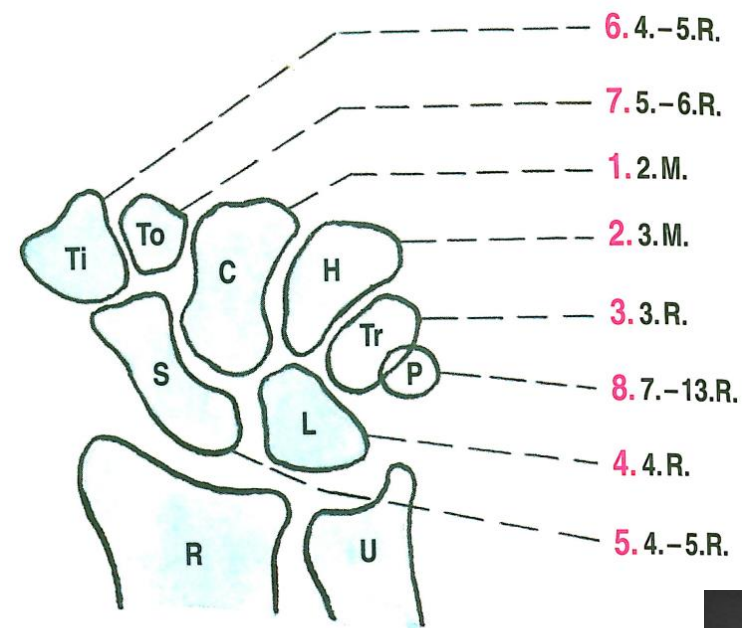
NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

OSIFIKACE ZÁPĚSTNÍCH KŮSTEK

- osifikace začíná až postnatálně

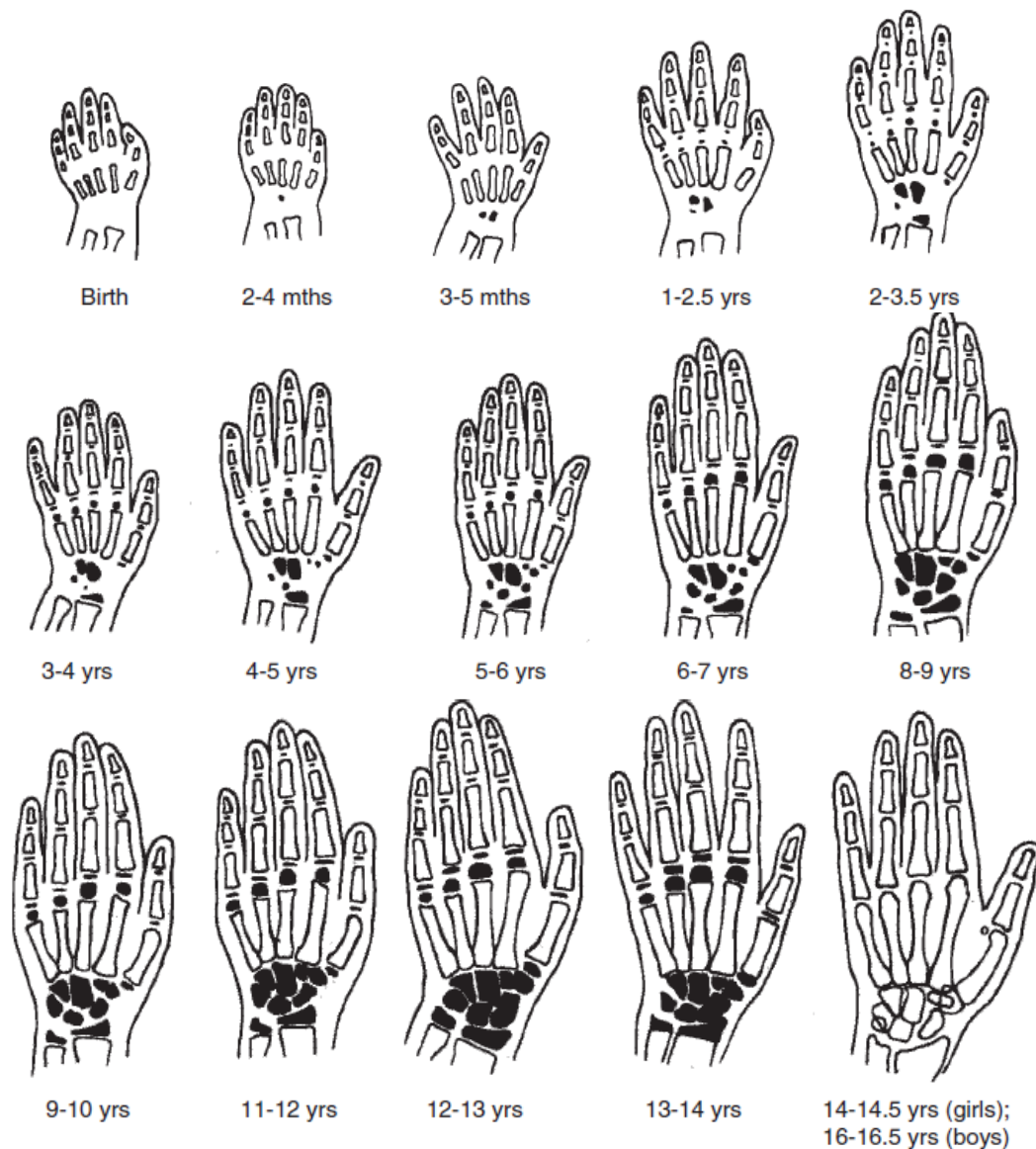
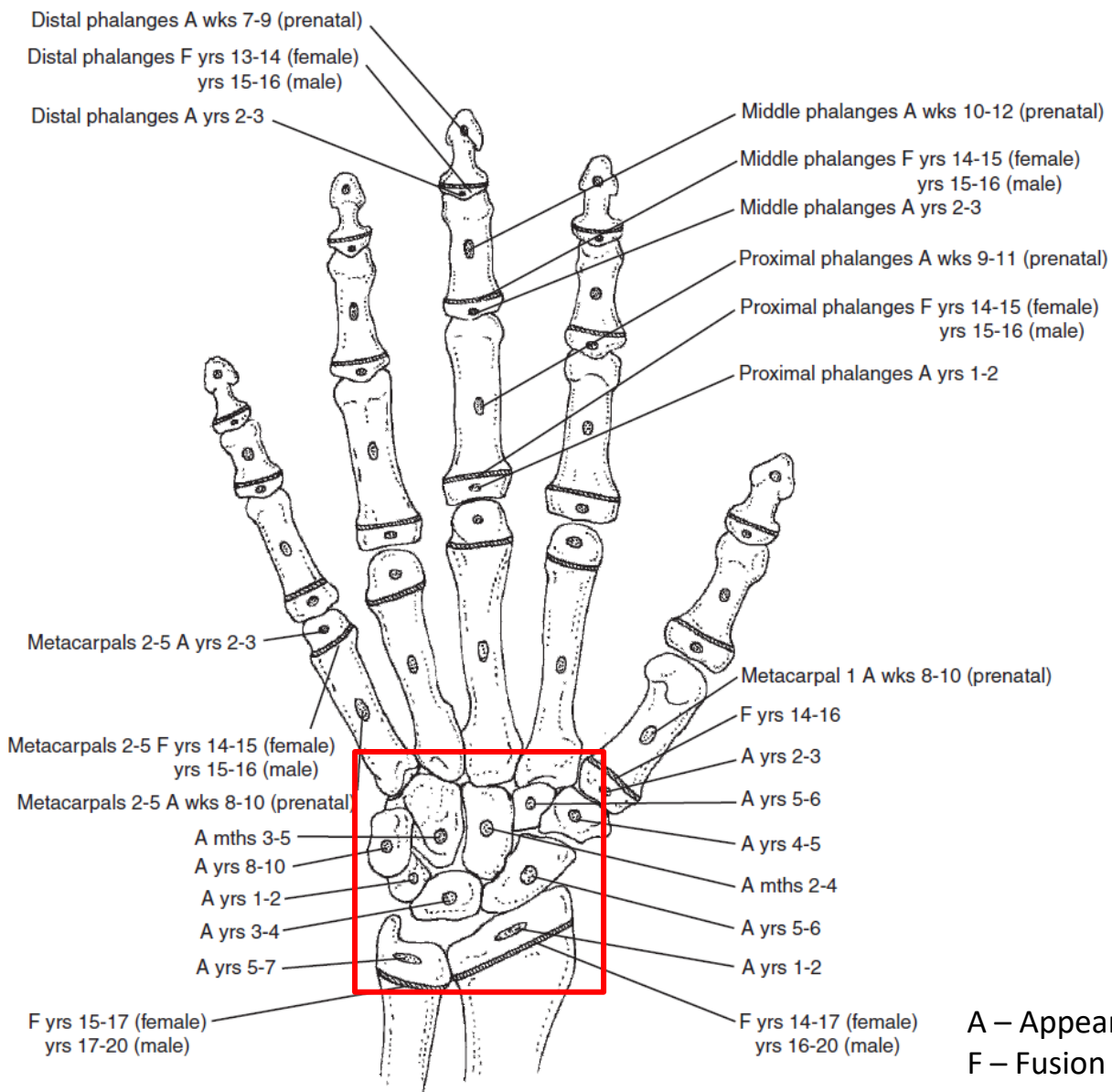
Pořadí a doba vzniku osifikačních jader:

<i>os capitatum</i>	2. měsíc
<i>os hamatum</i>	3. měsíc
<i>os triquetrum</i>	3 roky
<i>os lunatum</i>	4 roky
<i>os scaphoideum a trapezium</i>	4 – 5 let
<i>os trapeziodeum</i>	5 – 6 let
<i>os pisiforme</i>	7 – 13 let



Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu



Birkner, R. (1978). Normal Radiographic Patterns and Variances of the Human Skeleton – An X-ray Atlas of Adults and Children. Baltimore (Munich): Urban and Schwarzenberg

A – Appearance
F – Fusion

Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

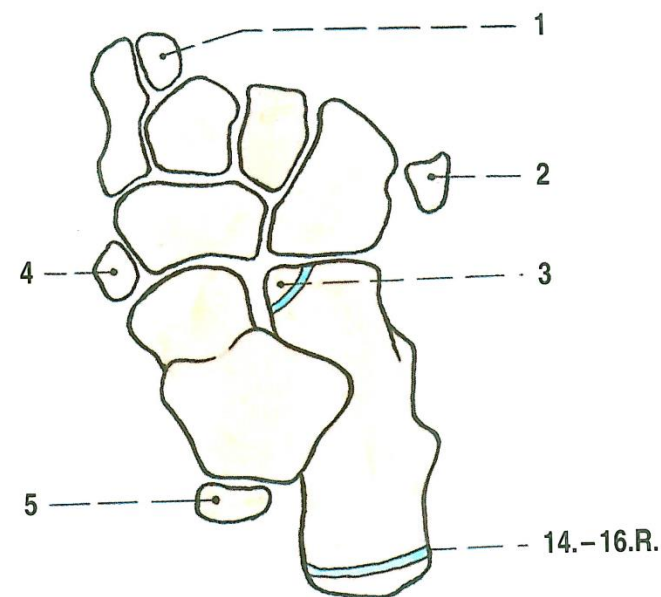
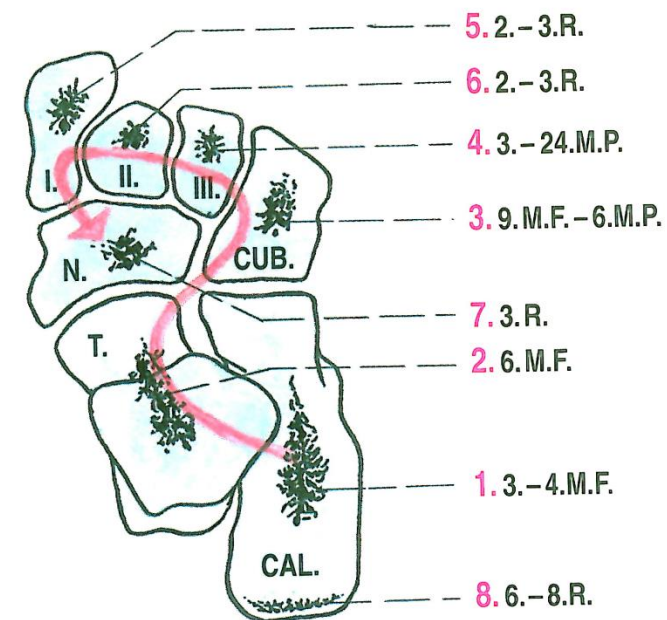
NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

OSIFIKACE NOHY

- osifikace začíná **již prenatálně** (známka donošenosti)

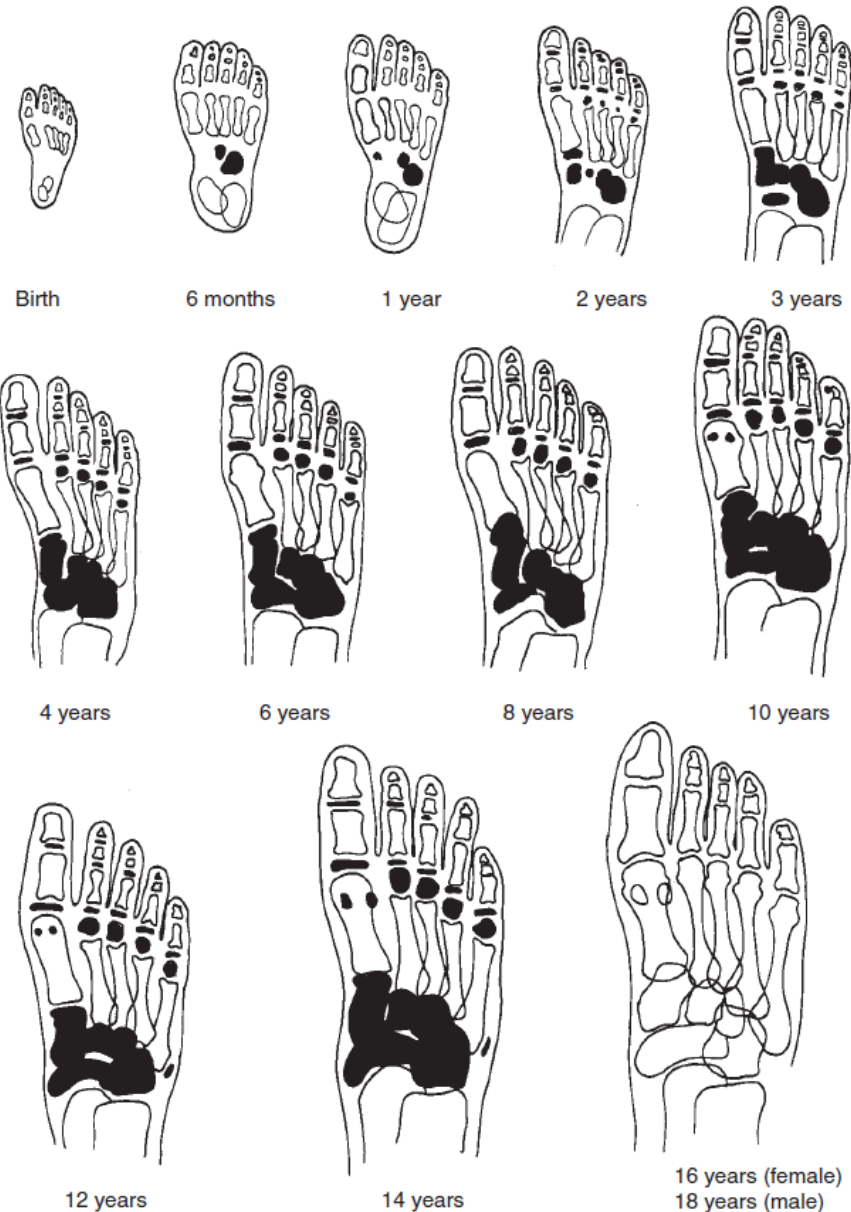
Pořadí a doba vzniku osifikačních jader:

<i>calcaneus</i>	3. – 4. fetální měsíc
<i>talus</i>	6. fetální měsíc
<i>os cuboideum</i>	9. fetální měsíc
další kosti	postnatálně



Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

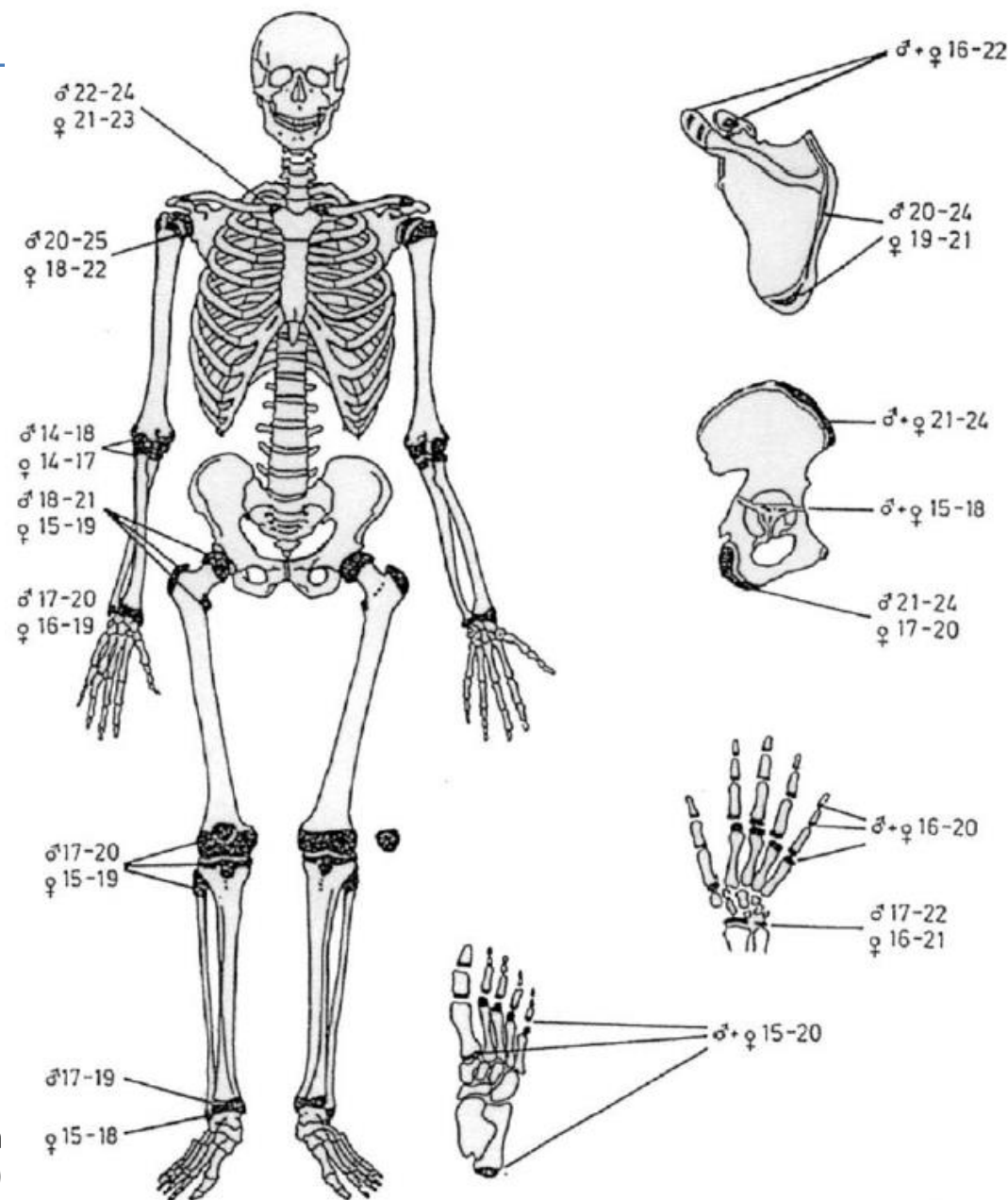


Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

PŘIRŮSTÁNÍ EPIFÝZ

- Přirůstání typicky okolo puberty
(výjimky až později → odhad věku mladých dospělých)
- Přirůstání probíhá **v pravidelné sekvenci**
a **známých věkových intervalech**
- Posuzuje se přítomnost epifýz a míra jejich fúze
(žádná, částečná, kompletní)
- Vhodné populačně/regionálně specifické standardy



Ferembach et al. 1980 Doporučení evropských antropologů (převzato podle Brothwella 1965)

Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

Nejpoužívanější reference

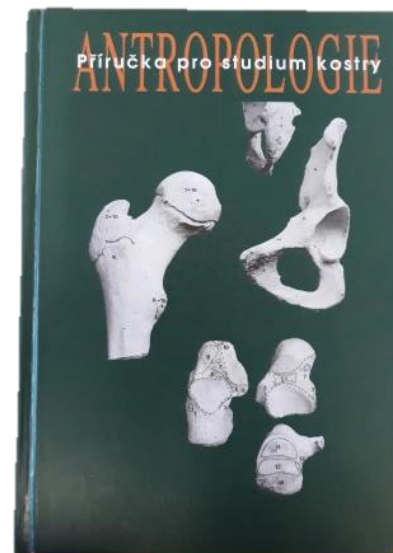
Cunningham et al., Developmental Juvenile Osteology, 2016

obsahuje jak Fazekas a Kósa, tak novější standardy

Stloukal a kol. 1999, Antropologie, příručka pro studium kostry

souhrn - uvádí práce, tabulky pro odhad věku a rovnice mj i českých autorů na české populaci

Množství populačně specifických dat



Načasování přirůstání epifýz se lehce liší u dívek a chlapců

Podrobnější přehled přirůstání epifýz pro chlapce a dívky zvlášť např. Schaefer et al. 2009

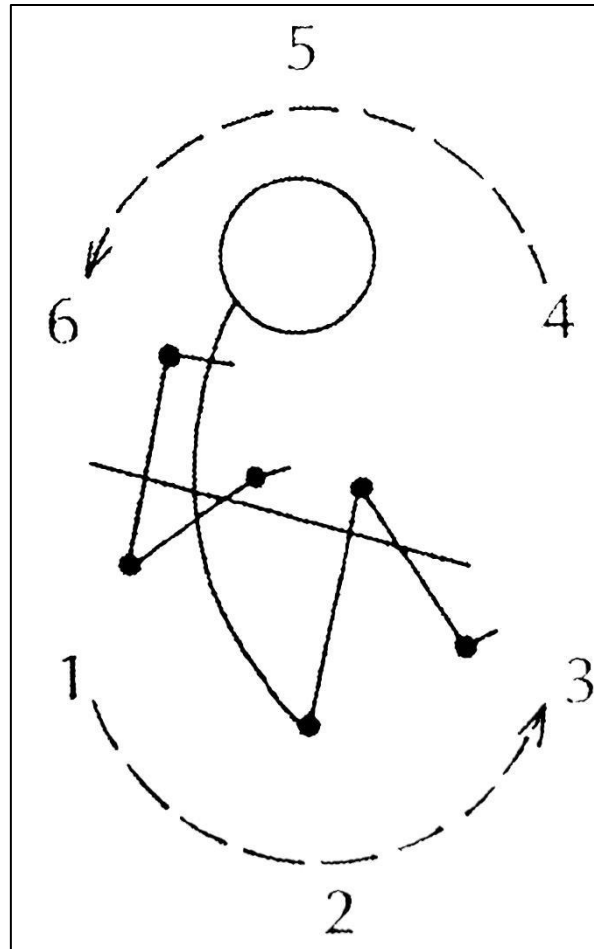
<i>femur</i>	oddělené epifýzy	pod 18 let
<i>tibie</i>	částečné spojení epifýz	17–18 let
<i>fibula</i>	kompletní spojení epifýz	více než 18 let
<i>radius</i>	oddělené epifýzy	pod 19 let
<i>ulna</i>) (distální epifýzy)	částečné spojení epifýz	18–19 let
	kompletní spojení epifýz	více než 20 let
<i>humerus</i>	oddělené hlavice	pod 20 let
	částečně spojené hlavice	19–20 let
	spojení ale viditelná linie	20–21 let
	kompletní spojení	více než 20 let
<i>sacrum</i>	oddělení obratle	pod 20 let
	kompletní spojení	více než 20 let
obratlové apofýzy	úplné oddělení	pod 20 let
<i>crista iliaca</i>	částečné spojení	19–20 let
	kompletní spojení	více než 20 let
<i>tuberculum</i>	oddělený	pod 19 let
<i>ischadicum</i>	částečné spojení	18–19 let
	kompletní spojení	více než 19 let
<i>clavicula</i>	sternální konec nevytvořen	pod 20 let
	částečně vyvinut a spojen	23–24 let
	kompletní spojení	více než 26 let

Odhad věku u nedospělých jedinců - skelet

NEDOSPĚLÍ – Růst a vývoj skeletu

Pořadí přirůstání epifýz

1. Loketní kloub
2. pánevní kost
3. Hlezenní kloub
4. Kolenní kloub
5. Zápěstí
6. Ramenní kloub



DÉLKA DLOUHÝCH KOSTÍ

délka humeru

Použití spíše u fétů, či mladších dětí

Často ale jedinou možností odhadu věku (diafýza se spíš zachová), pokud se nezachová dentice

měří se délka diafýz bez epifýz (když nesrostlé)

Stloukal a Hanáková 1978 – nejznámější české tabulky

Age (years)	Male			Female			Total Length Including Epiphyses						
	<i>n</i>	Mean	SD	<i>n</i>	Mean	SD							
Diaphyseal Length							10.0	76	258.3	11.2	83	256.1	14.6
							10.5	76	263.7	11.6	75	262.9	16.1
							11.0	75	270.0	11.5	76	269.6	16.4
							11.5	77	276.3	12.7	75	278.5	17.3
0.125	59	72.4	4.5	69	71.8	3.6	12.0	76	282.0	13.8	75	287.5	18.2
0.25	59	80.6	4.8	65	80.2	3.8	12.5	67	289.2	13.1	65	294.0	17.7
0.50	67	88.4	5.0	78	86.8	4.6	13.0	69	296.6	15.3	69	301.0	17.5
1.00	72	105.5	5.2	81	103.6	4.8	13.5	69	305.0	16.6	62	305.7	17.4
1.5	68	118.8	5.4	84	117.0	5.1	14.0	69	313.3	16.8	64	311.7	16.1
2.0	68	130.0	5.5	84	127.7	5.8	14.5	64	321.4	17.6	42	314.9	17.1
2.5	72	139.0	5.9	82	136.9	6.1	15.0	60	329.0	16.7	57	315.6	17.0
3.0	71	147.5	6.7	79	145.3	6.7	15.5	52	336.5	16.5	12	323.2	19.6
3.5	73	155.0	7.8	78	153.4	7.1	16.0	60	341.0	14.5	40	316.5	18.5
4.0	72	162.7	6.9	80	160.9	7.7	16.5	38	343.4	15.3	3	—	—
4.5	71	169.8	7.4	78	169.1	8.3	17.0	50	347.1	14.6	18	315.4	17.3
5.0	77	177.4	8.2	80	176.3	8.7	18.0	28	350.6	15.6	4	—	—
5.5	73	184.6	8.1	74	182.6	9.0	Maresh, M.M., 1970. Measurements from roentgenograms. In: McCammon, R.W. (Ed.), Human Growth and Development. C.C. Thomas, Springfield, IL, pp. 157–200.						
6.0	71	190.9	7.6	75	190.0	9.6							
6.5	72	197.3	8.1	81	196.7	9.7							
7.0	71	203.6	8.7	86	202.6	10.0	American children born between 1915 and 1967						
7.5	76	210.4	8.9	83	209.3	10.5							
8.0	70	217.3	9.8	85	216.3	10.4							
8.5	72	222.5	9.2	82	221.3	11.2							
9.0	76	228.7	9.6	83	228.0	11.8							
9.5	78	235.1	10.7	83	234.2	12.9							
10.0	77	241.0	10.3	84	239.8	13.2							
10.5	76	245.8	11.0	75	245.9	14.6							
11.0	75	251.7	10.7	76	251.9	14.7							
11.5	76	257.4	11.9	75	259.1	15.3							
12.0	73	263.0	12.8	71	265.6	15.6							

DÉLKA DLOUHÝCH KOSTÍ

Stloukal a Hanáková
1978 – nejznámější
české tabulky

Velkomoravská
populace (Mikulčice)

Tabulka 9

Vztah délky dlouhých kostí končetin a věku dětí od 6 měs. do 14 let (Stloukal a Hanáková 1978)

	pažní kost	vřetenní kost	loketní kost	stehenní kost	holenní kost
věk	průměr	průměr	průměr	průměr	průměr
6 měs.	88.1 (78 -97.0)	69.7 (63 -75.0)	75.9 (72 -80.0)	108.1 (95 -122)	88.8 (84 -93.0)
12 měs.	97.9 (89 -106)	76.7 (68 -85.0)	83.1 (79 -86.0)	122.0 (109-135)	99.2 (93 -105)
18 měs.	108.6 (98 -118)	84.1 (75 -90.0)	91.3 (85 -95.0)	137.5 (122-152)	111.4 (102 -120)
24 měs.	117.5 (106-129)	89.8 (80 -96.0)	98.5 (93 -102)	149.6 (135-166)	121.4 (109 -131)
30 měs.	124.9 (113-138)	95.1 (86 -103)	104.7 (98 -110)	160.9 (143-182)	131.7 (117 -144)
3 roky	133.5 (120-147)	101.6 (93 -110)	111.4 (104-117)	174.1 (156-196)	142.2 (127 -156)
4 roky	142.7 (128-159)	108.3 (98 -120)	119.8 (111-129)	188.3 (169-213)	151.9 (136 -171)
5 let	152.4 (136-170)	116.0 (105-130)	128.0 (118-139)	203.2 (183-230)	164.1 (146 -184)
6 let	163.8 (147-181)	125.1 (114-140)	137.3 (125-152)	221.1 (198-146)	177.1 (158 -201)
7 let	174.8 (157-192)	133.5 (121-152)	147.2 (134-164)	238.1 (214-263)	188.9 (168 -216)
8 let	184.6 (169-210)	141.9 (130-160)	157.1 (145-174)	253.0 (228-278)	202.0 (180 -227)
9 let	194.3 (178-210)	149.2 (139-163)	164.4 (154-178)	266.5 (241-290)	213.6 (191 -235)
10 let	203.9 (186-218)	156.9 (149-168)	172.4 (163-186)	281.2 (254-305)	224.3 (202 -246)
11 let	211.9 (196-224)	163.3 (156-175)	178.1 (169-193)	292.5 (265-323)	235.1 (212 -259)
12 let	219.9 (202-234)	168.8 (160-179)	182.9 (173-198)	302.9 (279-337)	244.4 (218 -368)
13 let	231.2 (211-247)	175.7 (165-188)	190.7 (178-208)	319.0 (286-358)	256.1 (227 -283)
14 let	240.8 (220-257)	182.5 (166-200)	198.0 (183-221)	333.3 (296-382)	269.8 (235 -301)

Převzato ze Stloukal a kol. 1999, Antropologie, příručka pro studium kostry

Odhad věku u nedospělých jedinců

SOUHRN

- **Nejpřesnější a nejspolehlivější** odhady věku u nedospělých – na základě **dentice**
- **U fétů** (vývoj dentice minimální) – **délka dlouhých kostí** (diafýz)
- **U dětí** dále **vznik osifikačních center**, délky diafýz dlouhých kostí (než začnou přirůstat epifýzy), **stupeň přirůstání epifýz**
- Ideální současné populačně-specifické standardy

SAMS - Sub-adult aging method selection (http://osteomics.com/SAMS/)

Webová aplikace – rozhodovací nástroj pro výběr metody odhadu věku u nedospělých dle zadaných kritérií

Sdružuje cca 269 metod (aktualizované 2x ročně)

Anatomical Region (Keywords)

Lower limb

Bone (Keywords)

FemurFibulaTibia

Indicator Type

Qualitative

☒ Include

Descriptive Criteria

Sample OriginSample ChronologySample SizeAge Range

Filter ...

Show

5

entries

R (relevance) – jak moc se metoda shoduje s mými kritérii

V (validity) – jak moc vyhovuje publikovaným doporučením

Score - seřadí výběr publikací co mají největší relevanci a validitu

Kvantitativní přístup -> Pomáhá ospravedlnit výběr metody před soudem (proč vybral tu metodu a ne jinou)

R	V	Score	Reference	URL	Sample Origin	Sample Chronology	Sample Size	Age Range
1	1	1	Cameriere et al. (2012)	Go to reference	Italian	Contemporary	200 - 500	14 - 24 years
1	0.857	0.926	Cardoso (2008)	Go to reference	Portuguese	Modern	100 - 200	9 - 25 years
1	0.857	0.926	Coqueugniot et al. (2010)	Go to reference	Portuguese	Modern	100 - 200	7 - 29 years
1	0.714	0.845	Coqueugniot & Weaver (2007)	Go to reference	Portuguese	Modern	100 - 200	7 - 29 years
1	0.714	0.845	Garn et al. (1967)	Go to reference	American	Contemporary	500 - 1000	0 - 18 years

ODHAD VĚKU U DOSPĚLÝCH JEDINCŮ

Odhad věku na základě skeletu a dentice

Osteologické a dentální metody

Odhad věku u dospělých jedinců

MLADÍ DOSPĚLÍ (Tranziční/přechodová fáze)

- Jedinec je **dospělým legálně** (různé věkové hranice mezi různými státy), stále ale „**dobíhá**“ **skeletální vývoj a vývoj M3**
- POZOR na populační variabilitu a rozdíly mezi pohlavími
- **Pozdně fúzující epifýzy (Late fusing epiphyses):**

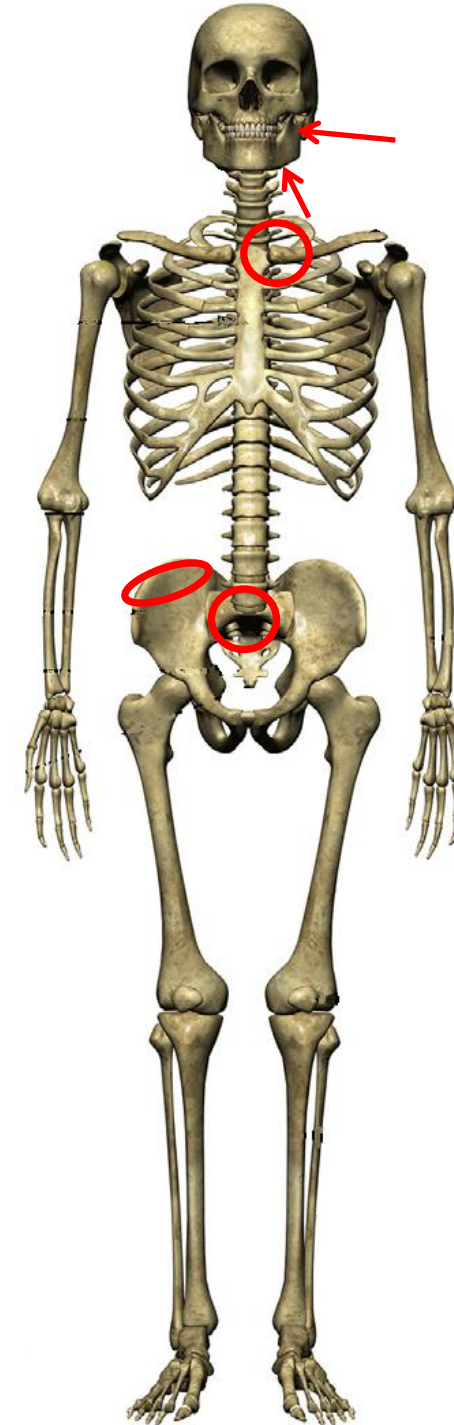
crista iliaca pánevní kosti

synchondrosis sphenooccipitalis

mediální konec klavikuly

Sacrum, hrudní obratle

třetí molár (M3)

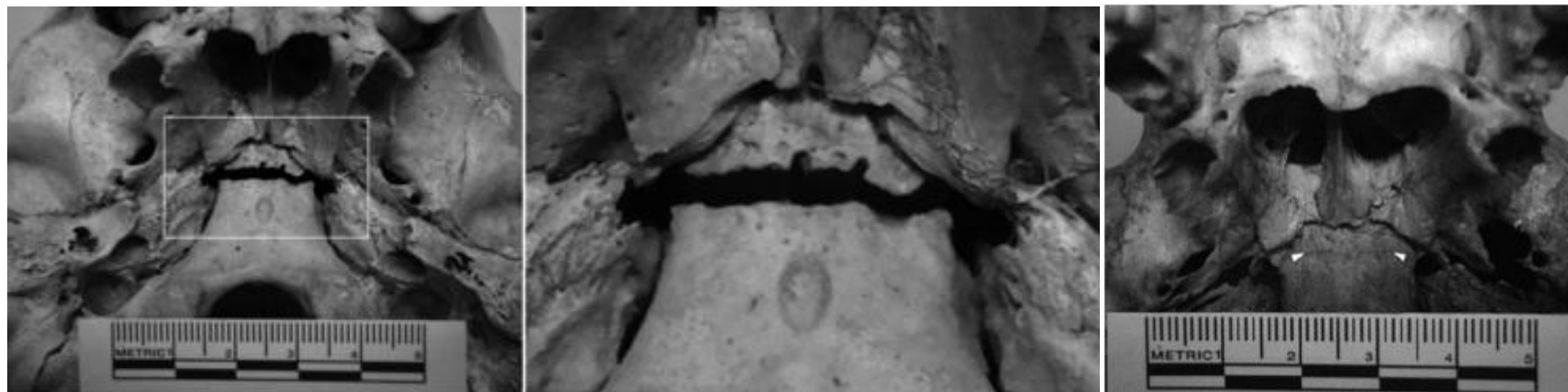
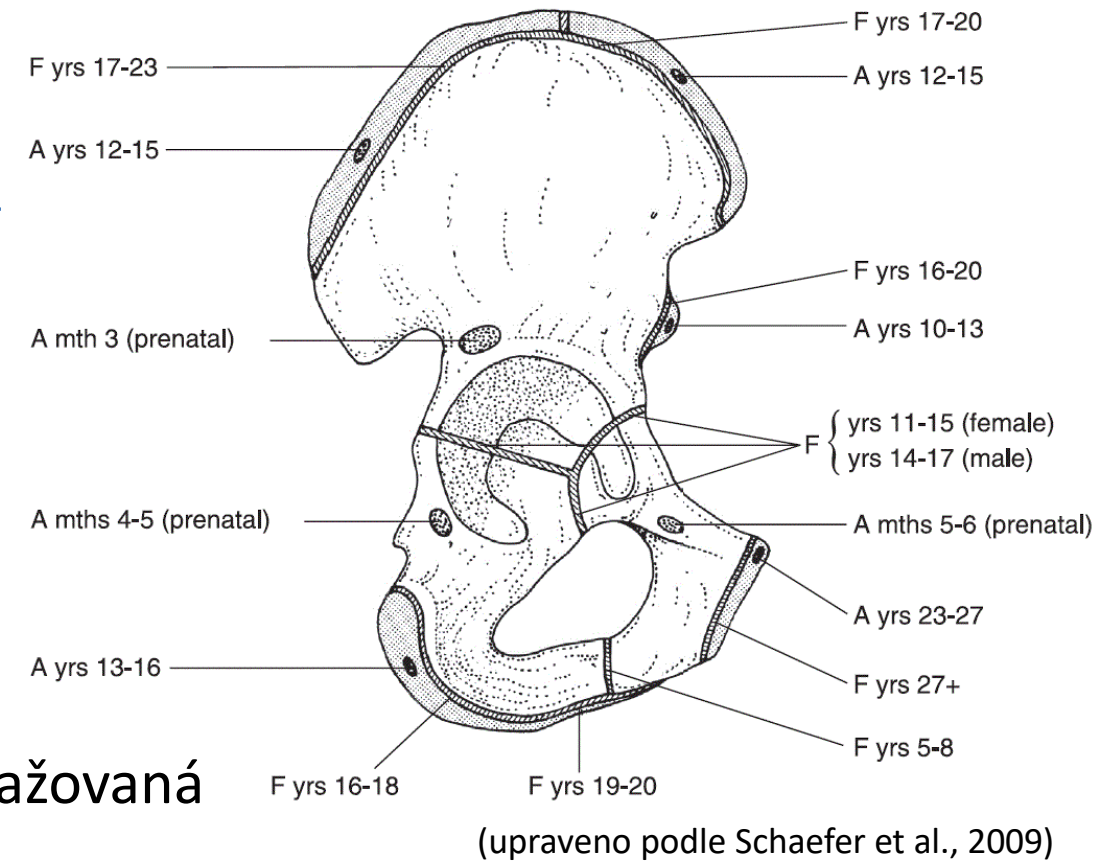


Odhad věku u dospělých jedinců

MLADÍ DOSPĚLÍ (Přechodová fáze)

Crista iliaca – dokončení fúze 20–23 let

Synchondrosis sphenoccipitalis – fúze je typicky považovaná za přechodný bod mezi juvenilním a dospělým obdobím



srostlé okolo
18 roku (ale až 25 let)

(Shirley and Jantz, 2011)

MLADÍ DOSPĚLÍ (Tranziční/přechodová fáze)

Třetí molár (M3) – erupce okolo 18 roku, dokončení vývoje kořene i po 25. roce

ALE

Nejvariabilnější načasování vývoje, jako samostatný indikátor není doporučován

Často není založen vůbec + častá extrakce

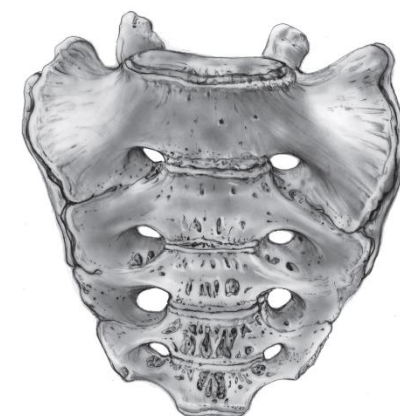
Mincer 1993

Rozkovcová et al. 2005

The London Atlas, Ubelakerovo sekvenční schéma

Sacrum, hrudní obratle

Poslední fúzuje 1. a 2. S obratel; kompletní spojení cca 25. rok



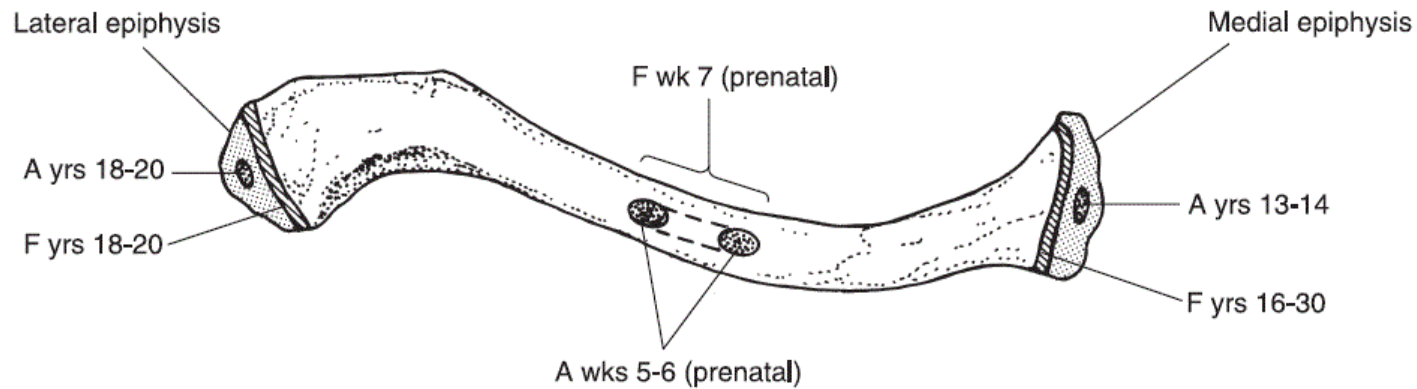
Odhad věku u dospělých jedinců

MLADÍ DOSPĚLÍ (Tranziční/přechodová fáze)

Clavicula – obvykle poslední srůstající epifýzou

Variabilita mezi populacemi

Fúze probíhá až do 26. roku (někdy až 35 let)



Upraveno podle Cunningham et al., 2016



Langley a Tersigni-Tarrant, 2017

DOSPĚLÍ

- Růstové a vývojové procesy ukončeny, začínají **degenerativní procesy**
- Vliv vnějších faktorů (aktivita, obezita, patologie, povolání?)
- Odlišit patologické změny vs opotřebení s věkem
- Dentice patří k nejlepším ukazatelům



DOSPĚLÍ

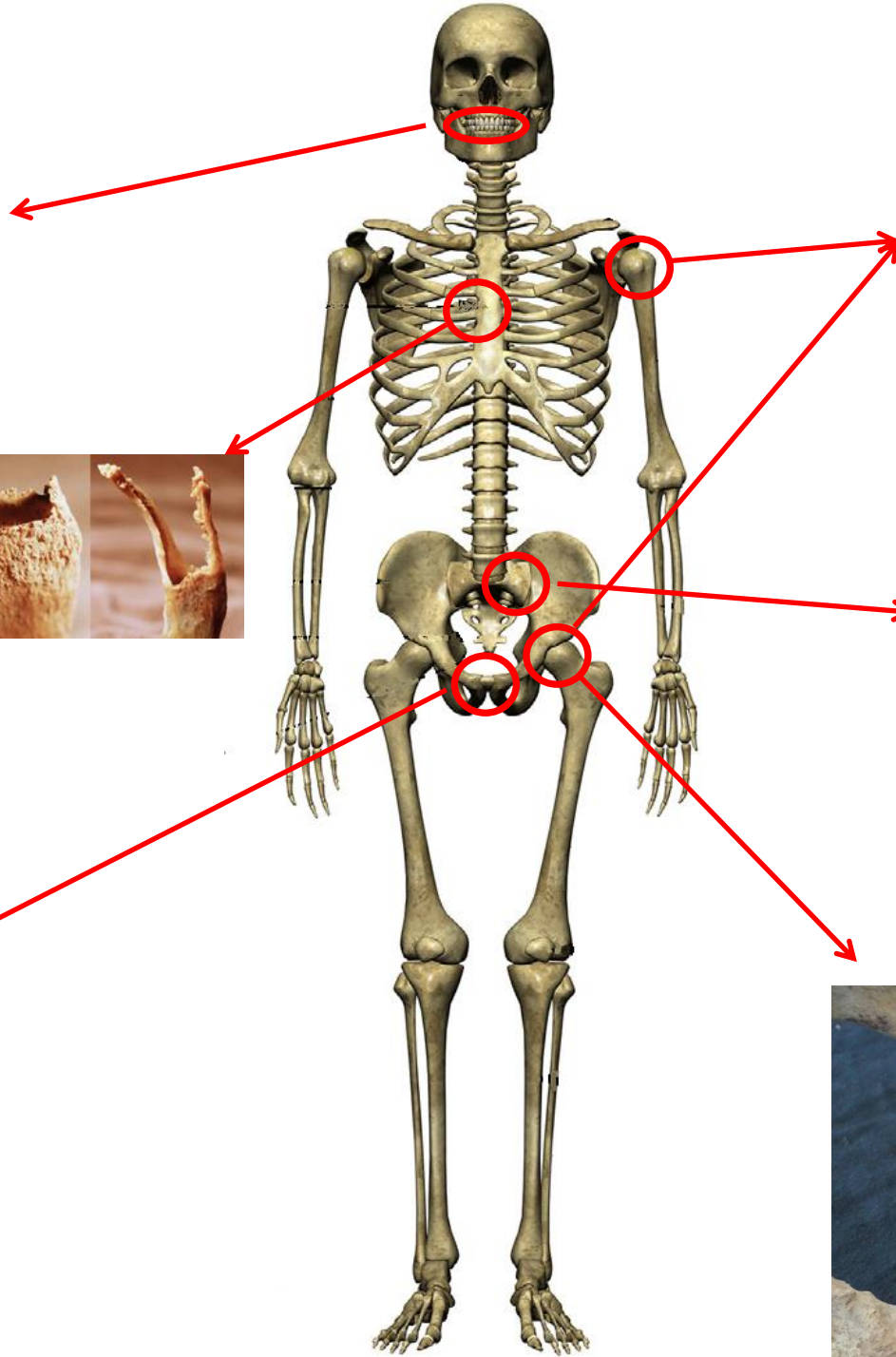
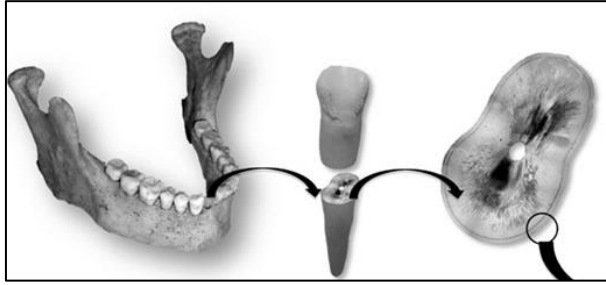
Tradiční metody *Fázové vs komponentní metody*

Metody založené na fázích

- Sleduje a popisuje věkový indikátor jako celek (např. celou pubickou symfýzu)
- Starší přístup
- Např. Suchey a Brooks, 1990 (symfýza)

Komponentní metody

- Rozděluje věkový indikátor na několik komponent (např. textura, mikro a makroporozita,...) a hodnotí každou zvlášť
- Předpoklad: větší objektivita, snížení risku intraobservační chyby
- Např. McKern et Stewart, 1957 ; Gilbert et Mc Kern, 1973 (symfýza), Passalacqua, 2009 (sacrum)



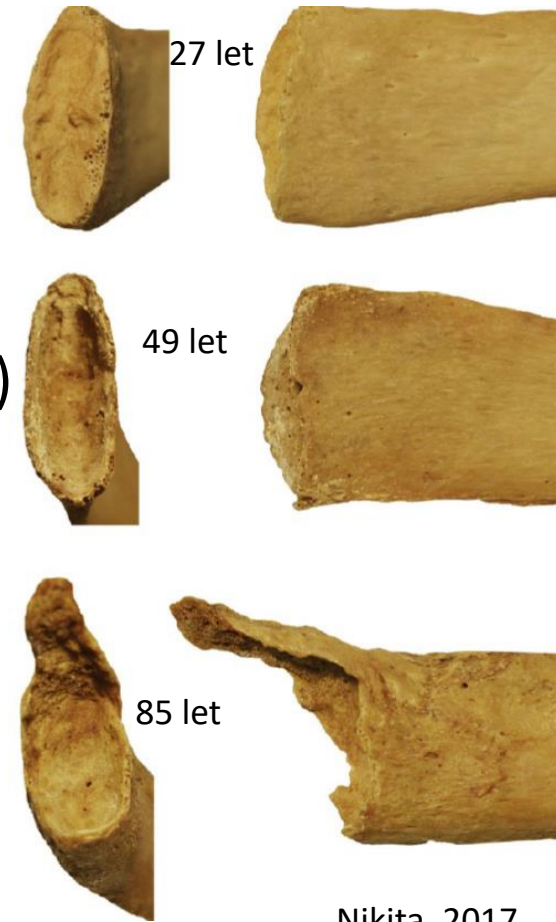
DOSPĚLÍ

Sternální konce žeber

- Nejprve mělký-rovný zvlněný povrch s okrouhlým okrajem; později okraj nepravidelný, ostrý (osteofyty), rýhování povrchu mizí a prohlubuje se
- První metoda navržena pouze pro pravé 4. žebro (İşcan et al., 1984, 1985)
 - Vyvinul 2 systémy komponentní i fázový (9 fází)
- Později rozšířeno na obě strany a další žebra
- Dlouhá perioda, kdy probíhá metamorfóza

ALE

Často špatný stav zachovalosti



Nikita, 2017

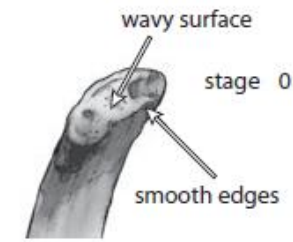
Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ

Sternální konce žeber

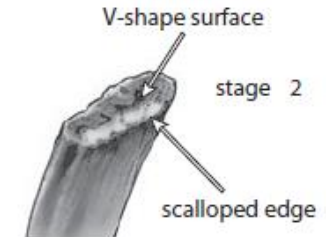
Stage 0: Child (Less than Midteens)

- A fairly flat rib end (no concavity)
- Smoothly rounded edges
- A slightly wavy or undulating surface



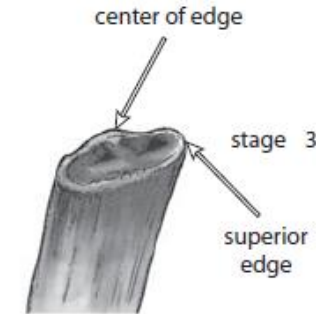
Stages 1–2: Teenager+ (Midteens to Early 20s)

- Beginnings of a V-shaped concavity
- Slightly sharper, scalloped edges
- A less wavy surface



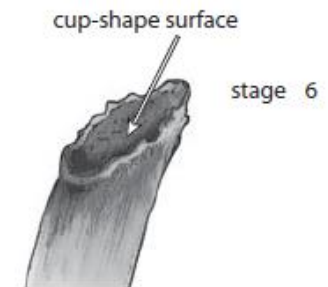
Stages 3–4: Young Adult (Mid-20s to Early 30s)

- Deepening V-shaped concavity
- Less regular edges
- Centers of the flat edges project more than the superior and inferior rib edges
- Total loss of wavy surface



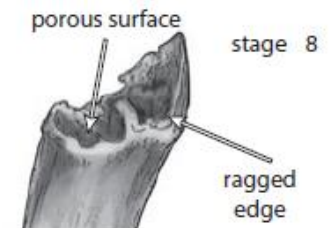
Stages 5–6: Older Adult (Mid-30s to Mid-50s)

- V-shaped concavity expands into a cup-shaped concavity
- Sharper edges
- Superior and inferior edges project as far as centers of edges



Stages 7–8: Elderly Adult (Older than Mid-50s)

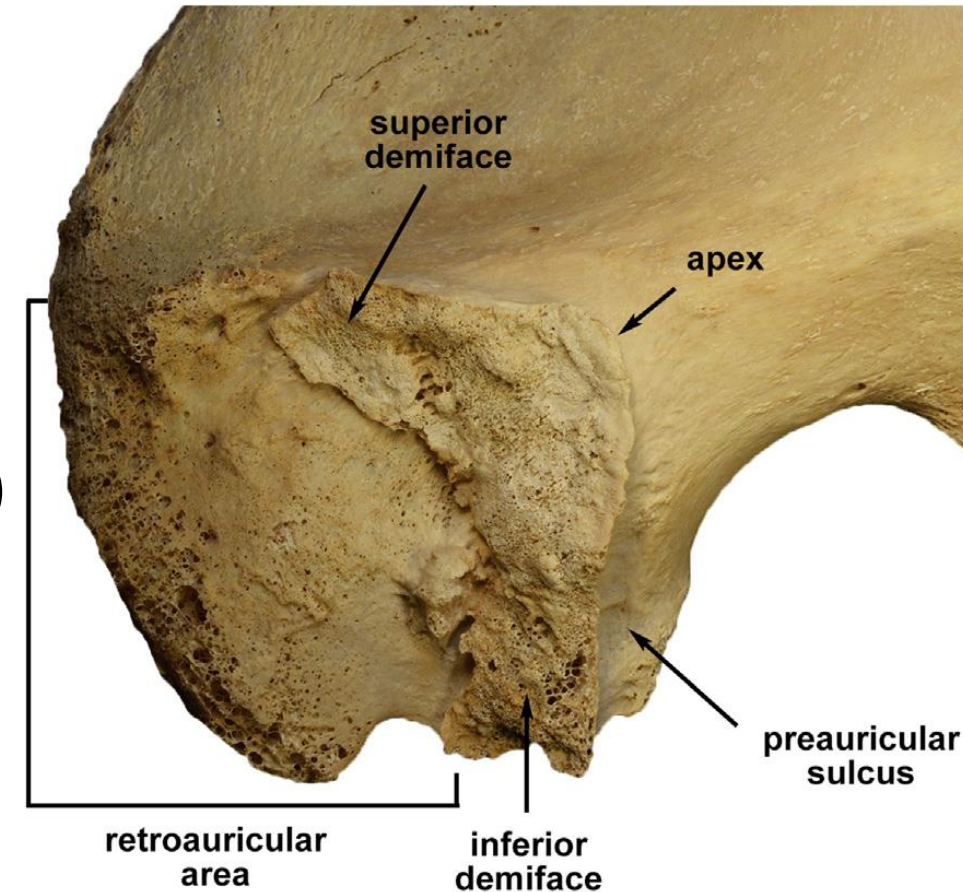
- A deep, porous and irregular concavity
- Sharp, thin edges, increasingly ragged-looking
- Superior and inferior edges project more than the centers of the flat edges
- Development of “crab-claw” appearance



DOSPĚLÍ

Facies auricularis pánevní kosti

- Nejprve je povrch pravidelně rýhován (transverzální organizace)
 - postupně se vytrácí
- rozvíjí se mikroporozita, později makroporozita
- Apex je nejprve ostrý a jasně ohraničený, později se ztlusťuje, až pak není zřetelně ohraničený
- Povrch se z jemně granulárního mění na hrubě granulární, objevují se ostrůvky „dense bone“ (vyhlazení)



Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – *Facies auricularis*

Lovejoy et al. 1985 – 5 fázový systém

♂

Buckberry a Chamberlain 2002 – revize a zjednodušení Lovejoy;

♂

komponentní

(praktikum)

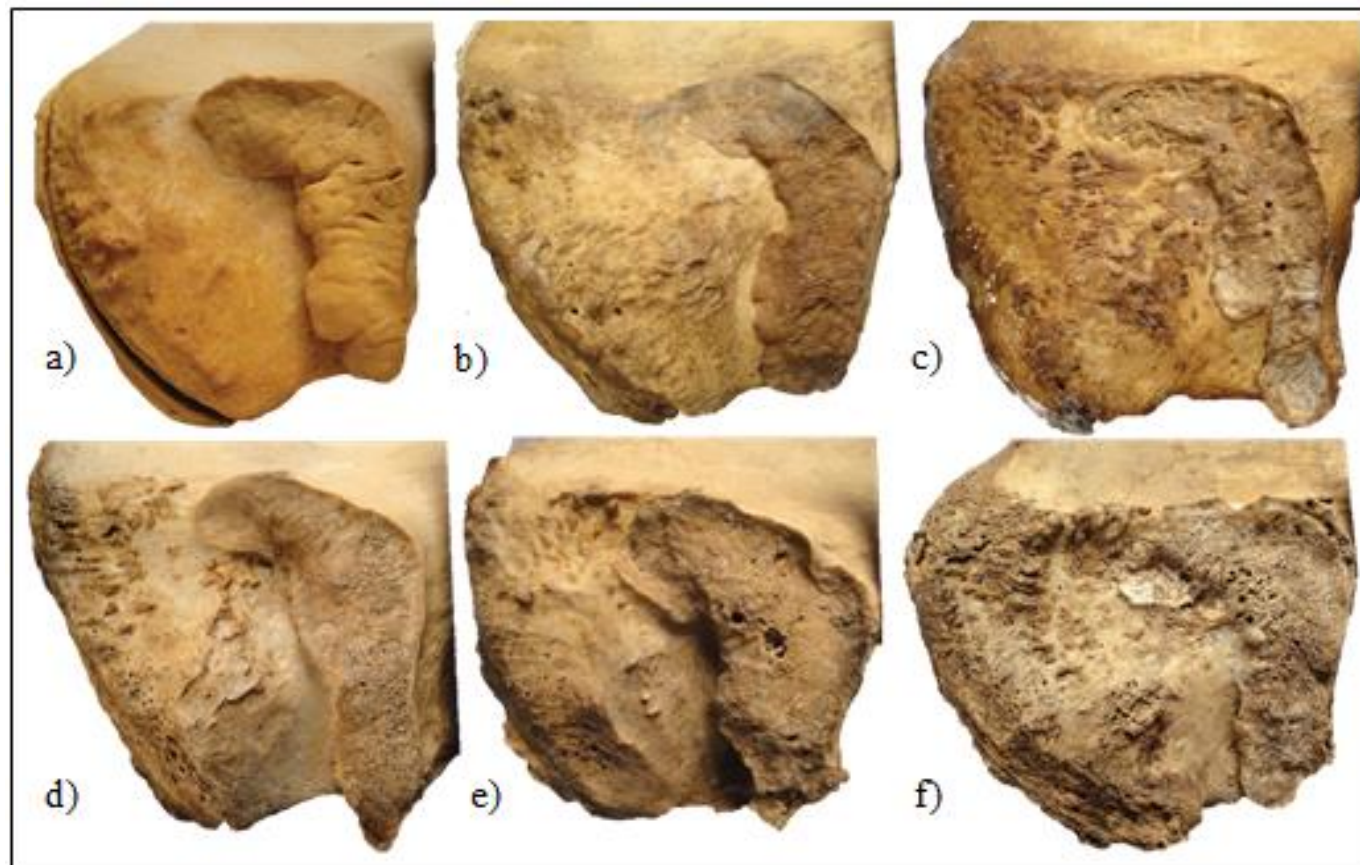
Schmitt 2001, 2005 – revize a zjednodušení

♀

Lovejoy, komponentní hodnocení

(praktikum)

...



Degenerativní změny (a–f) na příkladu levé aurikulární plochy a retroaurikulární oblasti. Upraveno podle (Langley et al., 2017b).

DOSPĚLÍ – *Facies auricularis*

Buckberry a Chamberlain 2002

- revize a zjednodušení Lovejoye, komponentní hodnocení
- Navržena pro odhad věku na pohřebištích (pro plošný screening)
- Hodnotí 5 znaků, každému je přiřazeno numerické skóre

Transverzální organizace (skóre 1–4)

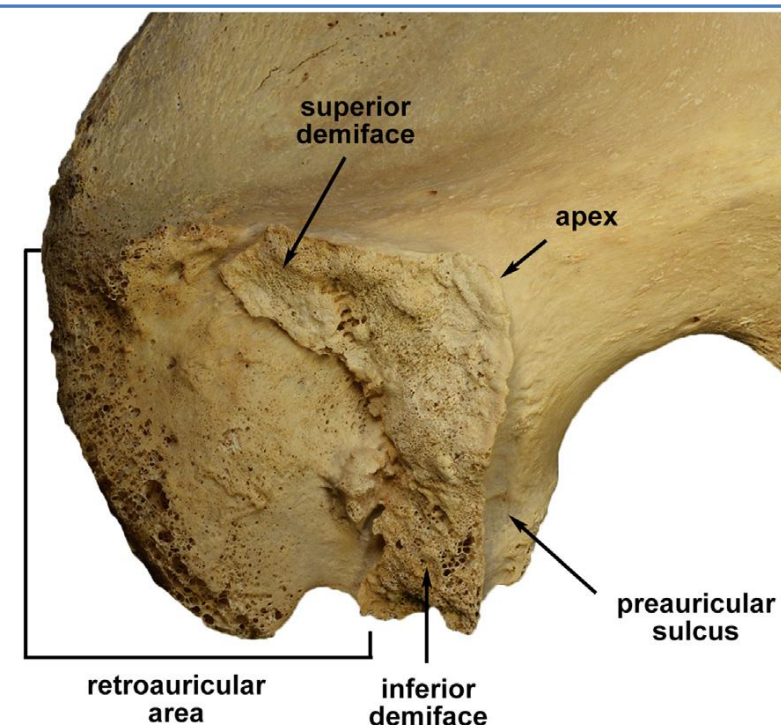
Textura povrchu (skóre 1–5)

Mikroporozita (skóre 1–3)

Makroporozita (skóre 1–3)

Apikální změny (skóre 1–3)

Podle výsledného
skóre -> převedu do 7
věkových kategorií



Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – *Facies auricularis*

Schmitt 2001, 2005

- revize a zjednodušení Lovejoye, komponentní hodnocení
- Hodnotí 4 znaky, každý je skórován zvlášť

Transverzální organizace (SSPIA)

skóre 1–2

Modifikace aurikulárního povrchu (SSPIB)

skóre 1–4

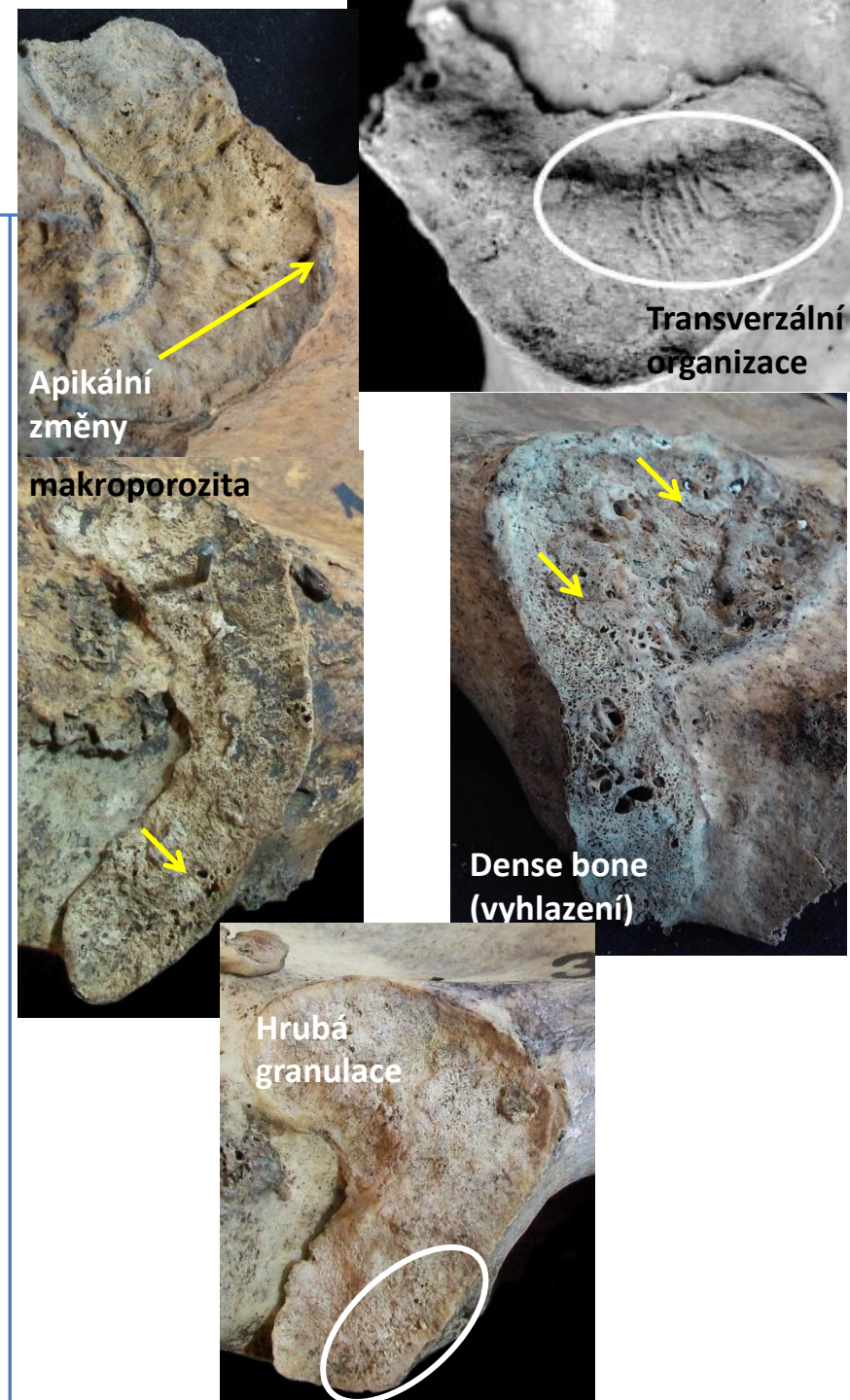
Modifikace apexu (SSPIC)

skóre 1–2

Modifikace tuberositas iliaca (SSPID)

skóre 1–2

Podle kombinace
skóre odvodím z
tabulky
pravděpodobnost
náležitosti do dané
věkové třídy



Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – *Facies auricularis*

Dle tabulky se odvodí věková skupina s
posteriorní pravděpodobností

SKÓRE				POSTERIORNÍ PRAVDĚPODOBNOST					ODHAD
SSPIA	SSPIB	SSPIC	SSPID	20-29	30-39	40-49	50-59	>60	
1	1	1	1	0.88	0.09	0.02	0.01	0.00	20-29
1	1	1	2	0.47	0.32	0.13	0.08	0.00	20-49
1	1	2	1	0.83	0.09	0.05	0.04	0.00	20-29
1	1	2	2	0.29	0.21	0.20	0.30	0.00	<60
1	2	1	1	0.42	0.38	0.13	0.06	0.01	20-39
1	2	1	2	0.07	0.39	0.25	0.22	0.08	30-59
1	2	2	1	0.26	0.24	0.21	0.22	0.07	<60
1	2	2	2	0.02	0.13	0.21	0.42	0.22	>40
2	1	1	2	0.23	0.39	0.22	0.16	0.00	20-49
2	1	2	1	0.60	0.16	0.12	0.11	0.00	20-49
2	1	2	2	0.11	0.19	0.27	0.43	0.00	30-59
2	1	1	1	0.73	0.19	0.06	0.02	0.00	20-39
2	2	1	1	0.19	0.41	0.21	0.11	0.08	20-49
2	2	1	2	0.02	0.26	0.24	0.23	0.26	>30
2	2	2	1	0.08	0.18	0.22	0.27	0.26	>30
2	2	2	2	0.00	0.06	0.15	0.31	0.47	>40
1	3	1	1	0.24	0.10	0.32	0.15	0.19	<60
1	3	1	2	0.02	0.05	0.27	0.23	0.44	>40
1	3	2	1	0.07	0.03	0.23	0.25	0.42	>40
1	3	2	2	0.00	0.01	0.12	0.24	0.62	>50
2	3	1	1	0.05	0.06	0.26	0.14	0.49	>40
2	3	1	2	0.00	0.02	0.14	0.13	0.72	>50
2	3	2	1	0.01	0.01	0.12	0.15	0.71	>50
2	3	2	2	0.00	0.00	0.05	0.11	0.84	>60
1	4	1	1	0.00	0.20	0.09	0.28	0.43	>40
1	4	1	2	0.00	0.06	0.05	0.27	0.63	>50
1	4	2	1	0.00	0.04	0.04	0.30	0.62	>50
1	4	2	2	0.00	0.01	0.02	0.24	0.74	>50
2	4	1	1	0.00	0.07	0.05	0.16	0.72	>50
2	4	2	1	0.00	0.01	0.02	0.14	0.83	>60
2	4	1	2	0.00	0.02	0.02	0.12	0.84	>60
2	4	2	2	0.00	0.00	0.01	0.10	0.90	>60

DOSPĚLÍ

Pubická symfýza

- Postupně se redukuje rýhování plošky (pravidelné zvlnění), přes vznik nodulů až k úplnému vyhlazení
- Ploška se postupně oplošťuje, až propadá
- Formuje se ventrální val, kontury plošky se stávají více zřetelnými (u mladších není zřetelná hranice oddělující plošku od zbytku kosti)
- Později se povrch stává drsnatým, porotickým (mikro a makroporozita), na okraji vzniká „osteophytic lipping“
- Až úplná degenerace plošky, eroze
- Dnes víme - degenerativní změny vypovídají o věku POUZE do 40–45 let



Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – Pubická symfýza

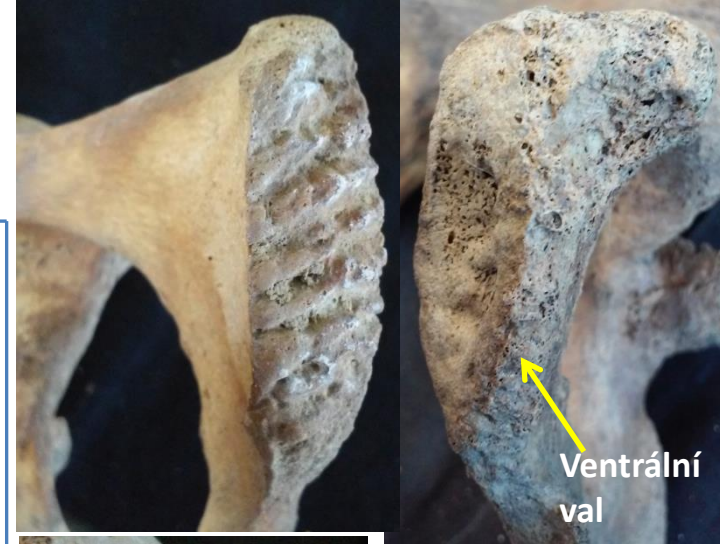
- První metoda vznikla už 1920 (Todd 1920)
- nespočet testů, validací a modifikací a nových přístupů
- Nejpoužívanější indikátor **x** často se ale vůbec nedochová

Suchey a Brooks 1990 – 6 fázový systém
♀

Schmitt 2001, 2008 – komponentní systém
♀
(praktikum)

Stoyanova et al. 2015, 2017 – kvantitativní přístup,
♀
automatické hodnocení 3D modelů

...



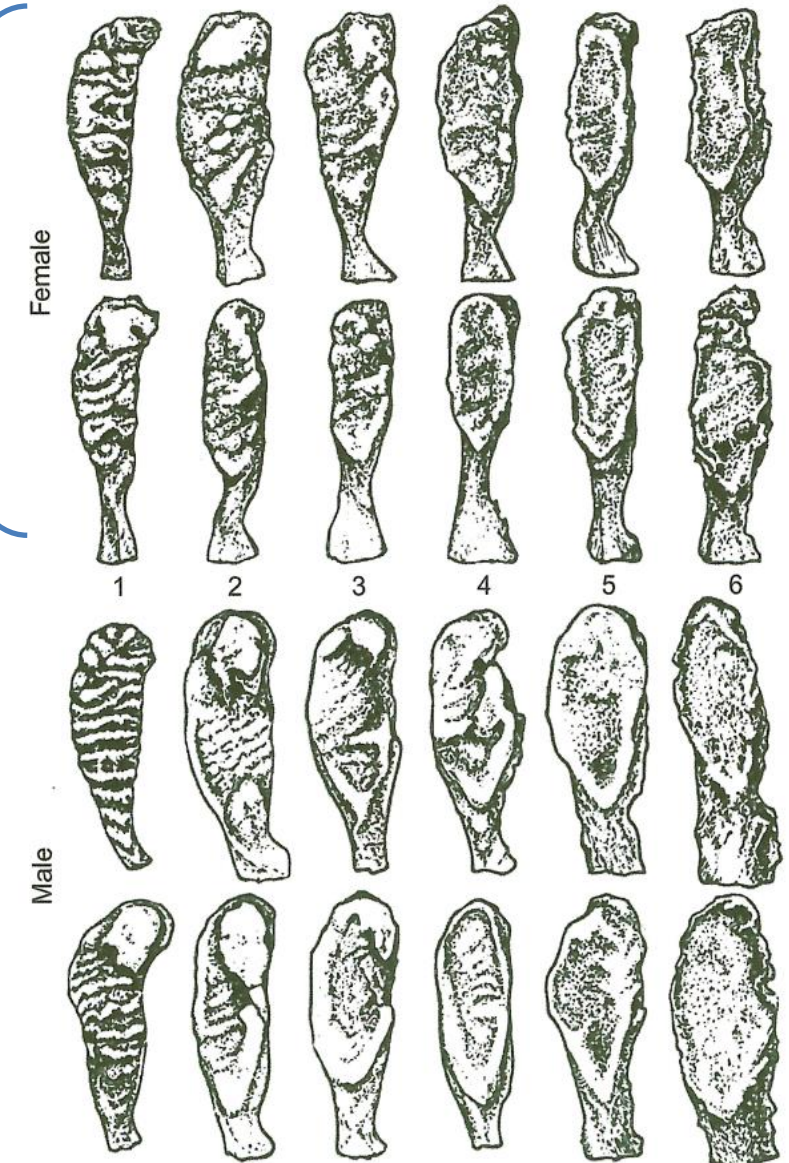
DOSPĚLÍ – Pubická symfýza

Suchey a Brooks 1990

- 6 fázový systém
- Zvlášť pro muže a ženy
- Fáze 1 – nejmladší
- Fáze 6 – nejstarší
- Pro usnadnění hodnocení vyrobeny odlitky

Phase	Female (n=273)			Male (n=739)		
	Mean	S.D.	95% range	Mean	S.D.	95% range
I	19.4	2.6	15–24	18.5	2.1	15–23
II	25.0	4.9	19–40	23.4	3.6	19–34
III	30.7	8.1	21–53	28.7	6.5	21–46
IV	38.2	10.9	26–70	35.2	9.4	23–57
V	48.1	14.6	25–83	45.6	10.4	27–66
VI	60.0	12.4	42–87	61.2	12.2	34–86

Každá fáze vyobrazena
v min a max projevu

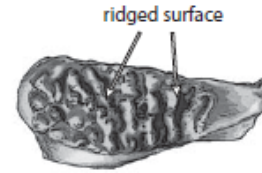


- Mnohokrát revidováno, Hartnett (2010) přidává 7. fázi

Odhad věku u dospělých jedinců

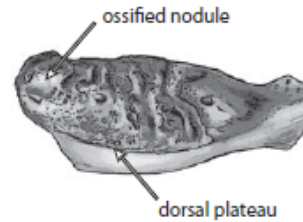
DOSPĚLÍ – Pubická symfýza

Suchey a Brooks 1990



PHASE 1: 15 TO 23 YEARS—COMPLETELY RIDGED SURFACE

- Early: *completely ridged surface*, no nodules, no beveling, no symphyseal rim, no lipping
- Late: ossified nodules begin to form as ridges slowly disappear



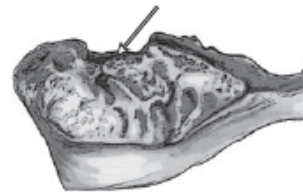
PHASE 2: 19 TO 35 YEARS—OSSIFIED NODULES

- Ossified nodules obvious
- Dorsal plateau formed
- Ventral beveling begins



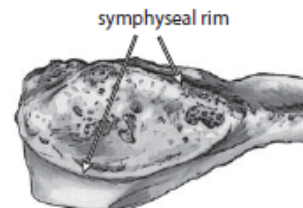
PHASE 3: 22 TO 43 YEARS—VENTRAL RAMPART

- Definition of extremities (superior and inferior parts of symphysis)
- The *ventral rampart* complete
- No symphyseal rim, no lipping



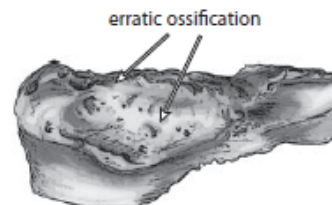
PHASE 4: 23 TO 59 YEARS—OVAL OUTLINE

- Smoother symphyseal face
- The *oval outline* almost complete
- No symphyseal rim, no lipping



PHASE 5: 28 TO 78 YEARS—SYMPHYSEAL RIM

- Marked *symphyseal rim*
- Dorsal margin lipped
- Ventral margin irregularly lipped



PHASE 6: 36 TO 87 YEARS—ERRATIC OSSIFICATION

- Eroded *erratic ossification*
- Irregular lipping
- Broken down ventral border

DOSPĚLÍ – Pubická symfýza

Schmitt 2001, 2008

- komponentní (kompozitní hodnocení)
- Vychází ze Suchey-Brooks 1986 a McKern et Stewart 1957
- Hodnotí 3 znaky – každý je skórován zvlášť:

Posteriovní demi-face (SPUA)

skóre 1–3

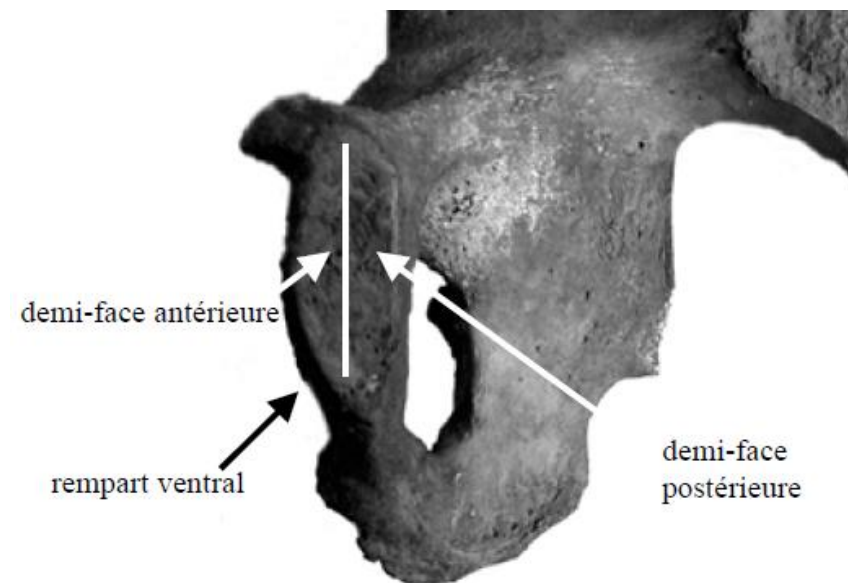
Anteriorní demi-face a ventrální val (SPUB)

skóre 1–3

Posteriovní okraj (SPUC)

skóre 1–2

Dle tabulky se odvodí věková skupina s
posteriovní pravděpodobností



skórování	20-29	30-39	40-49	50-59	>60	odhadnutý věk
111	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	20-29
211	0.91	0.07	0.01	0.01	0.00	20-29
221	0.41	0.26	0.17	0.10	0.06	20-39
321	0.05	0.19	0.23	0.22	0.30	>40
331	0.02	0.18	0.19	0.25	0.36	>40
332	0.01	0.10	0.15	0.22	0.52	>40

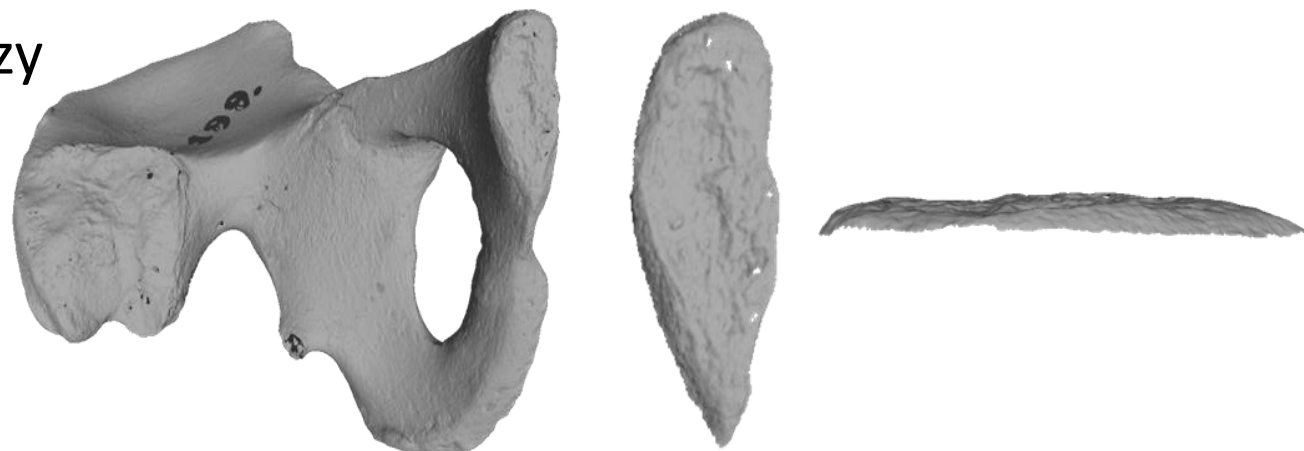
DOSPĚLÍ – Pubická symfýza

Stoyanova et al. 2015, 2017

Kvantitativní analýza povrchu pubické symfýzy

Program forAGE

Vstupní data - 3D modely pubické symfýzy



5 regresních modelů

TPS/BE analýza

SAH skóre

Analýza ventrálního okraje

+ 2 multivariační (kombinují předešlé)



zachycují „plochost“
povrchu

- zakřivení okraje

Odhad věku u dospělých jedinců

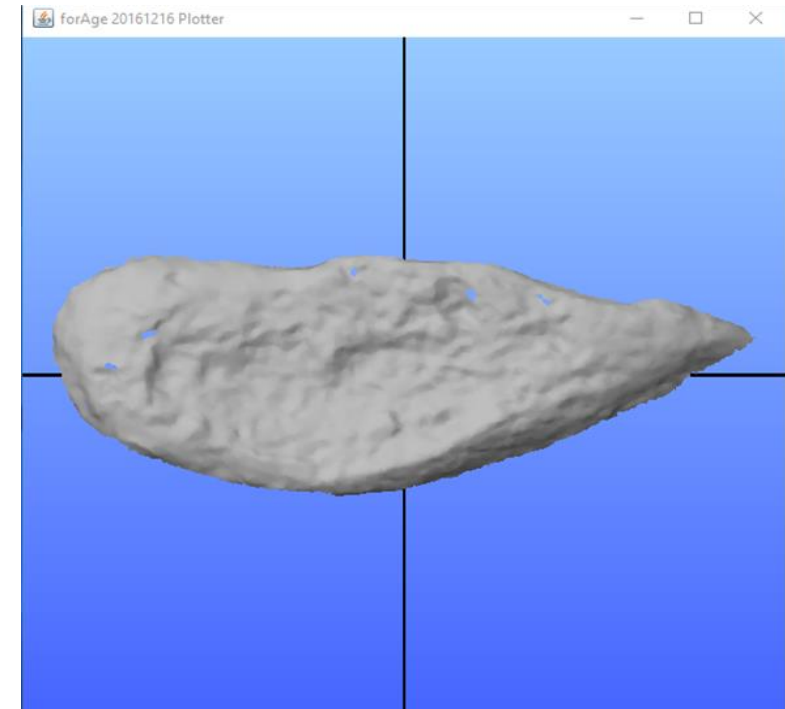
DOSPĚLÍ – Pubická symfýza

forAge 20161216

File View Help

You are using file:
G:\SKENY\COIMBRA 19-20 CENTURY\1_orezane_symfyzyl199_sin_positioned.ply

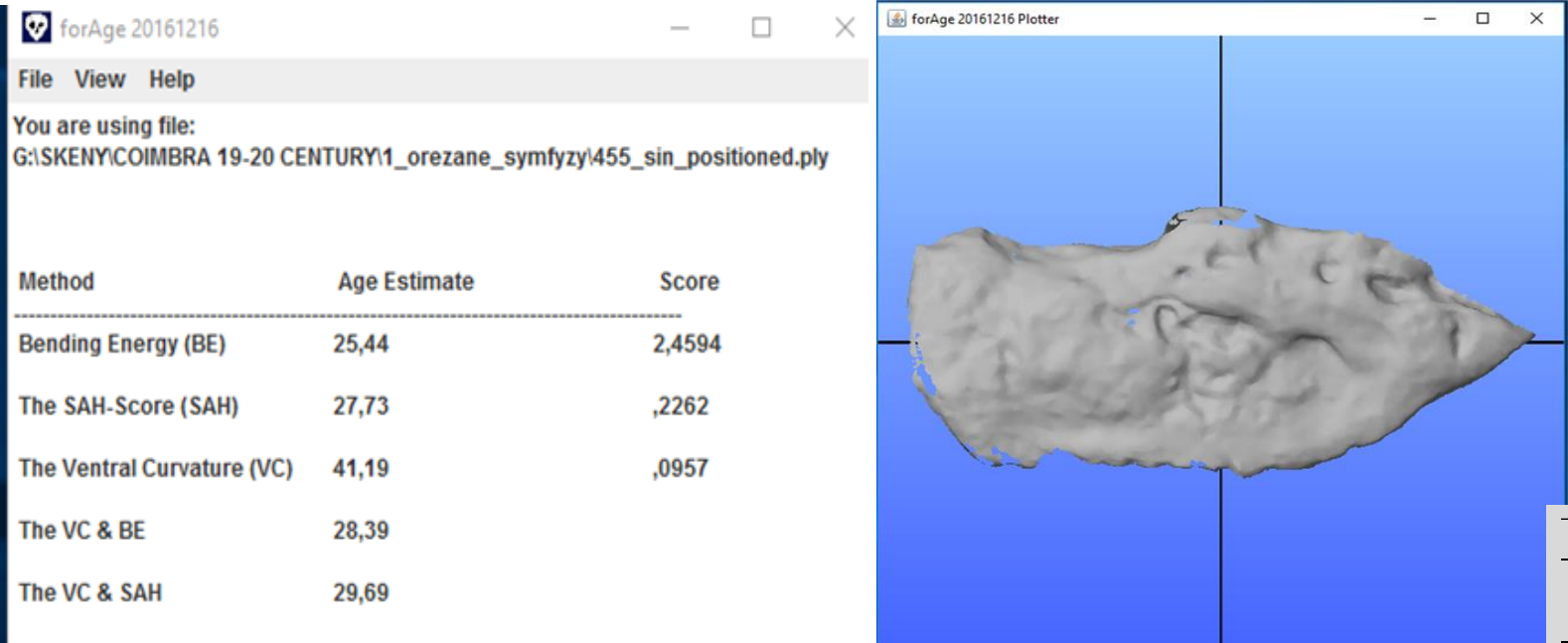
Method	Age Estimate	Score
Bending Energy (BE)	31,59	1,4445
The SAH-Score (SAH)	36,66	,1628
The Ventral Curvature (VC)	31,49	,0558
The VC & BE	27,91	
The VC & SAH	33,37	



Jedinec č. 199, levá pánevní kost, skutečný věk **29 let**

Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – Pubická symfýza



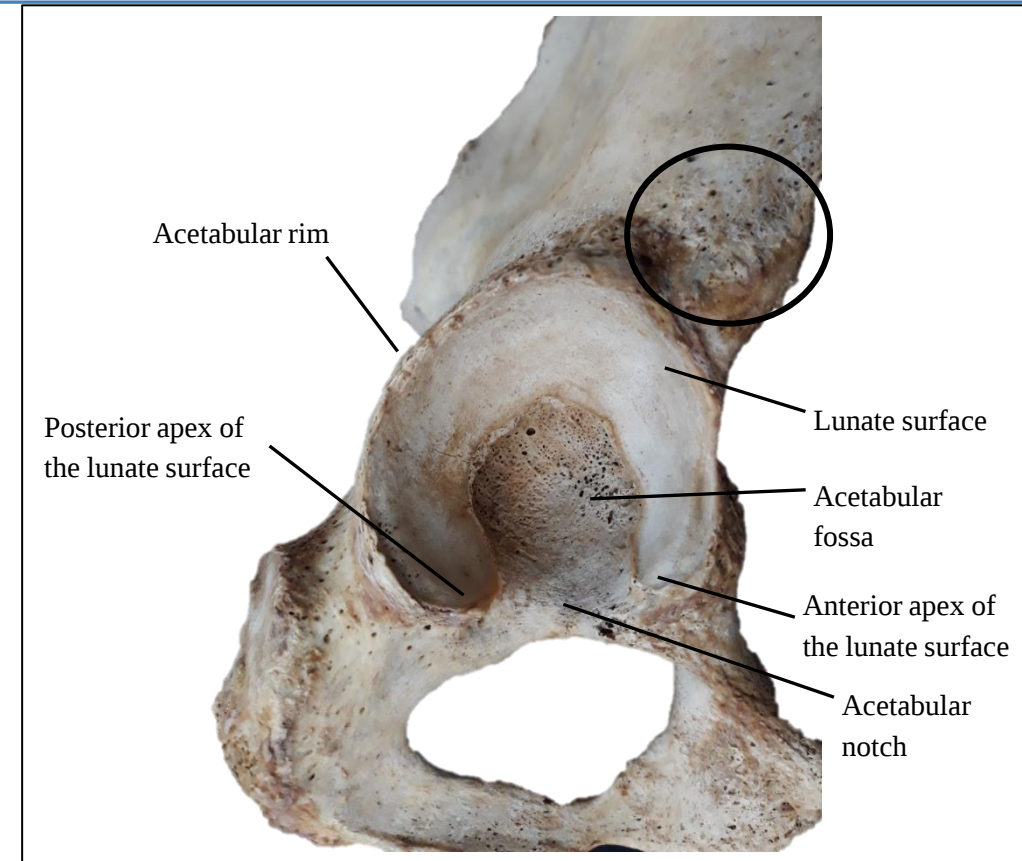
Jedinec č. 455, levá pánevní kost, skutečný věk 63 let

		Whole dataset		20–40 years	
Regression model		Kotěrová et al. (2018b)	Stoyanova et al. (2017)	Kotěrová et al. (2018b)	Stoyanova et al. (2017)
TPS/BE	RMSE	22.09	16.38	5.93	–
	Bias	–15.54	–2.51	–1.64	8.47
	Inaccuracy	16.75	12.58	4.47	9.08
SAH	RMSE	20.91	14.15	7.34	–
	Bias	–13.58	–1.96	–0.78	5.71
	Inaccuracy	15.70	10.81	5.75	8.10
VC	RMSE	18.35	16.55	9.49	–
	Bias	–8.43	–2.73	5.90	5.84
	Inaccuracy	14.15	12.86	7.07	9.89
TPS/BE+VC	RMSE	22.25	15.07	6.37	–
	Bias	–15.67	–2.21	– 1.77	7.76
	Inaccuracy	16.96	11.39	4.79	8.93
SAH+VC	RMSE	21.8	13.68	7.48	–
	Bias	– 13.67	–1.82	–0.70	5.76
	Inaccuracy	15.99	10.79	6.13	8.36

DOSPĚLÍ

Acetabulum

- „mladý“ indikátor (1. metoda 2004)
- Vzniká žlábek pod okrajem acetabula, prohlubuje se (s tím, jak dochází k aditivnímu nárůstu okraje)
- Vznik a rozvoj osteofytů mezi *facies lunata* a *spina iliaca anterior inferior*
- Aktivita apexu – nárůst kostních spikul
- *Fossa acetabuli* – narůstá makroporozita, může být destrukce kortikální kosti (ztrácí se denzita kosti)
- Vhodný pro odhad věku starších jedinců?



Acetabulum – klíčové oblasti věkově vázaných změn na povrchu surface používaných v metodách odhadu věku dožití dospělých. Příklad na pravém acetabulu (upraveno podle Kotěrová 2020).

Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – Acetabulum

Rougé-Maillart et al., 2004, 2007, 2009 – komponentní
♀
systém (dohromady s aurikulární ploškou)

Rissech et al., 2006 – komponentní systém
♀

Calce 2012 – zjednodušení Rissech, přidání žen
♀
(praktikum)

San-Millán et al. 2017 – revize Rissech, komponentní
♀
systém



Lipping okraje



ta apexu

DOSPĚLÍ – Acetabulum

San-Millán et al. 2017 – revize Rissech, komponentní systém

Bayesovská statistika; SW IDADE2

7 komponent

Acetabulární žlábek (skóre 0–3)

Tvar acetabulárního okraje (0–6)

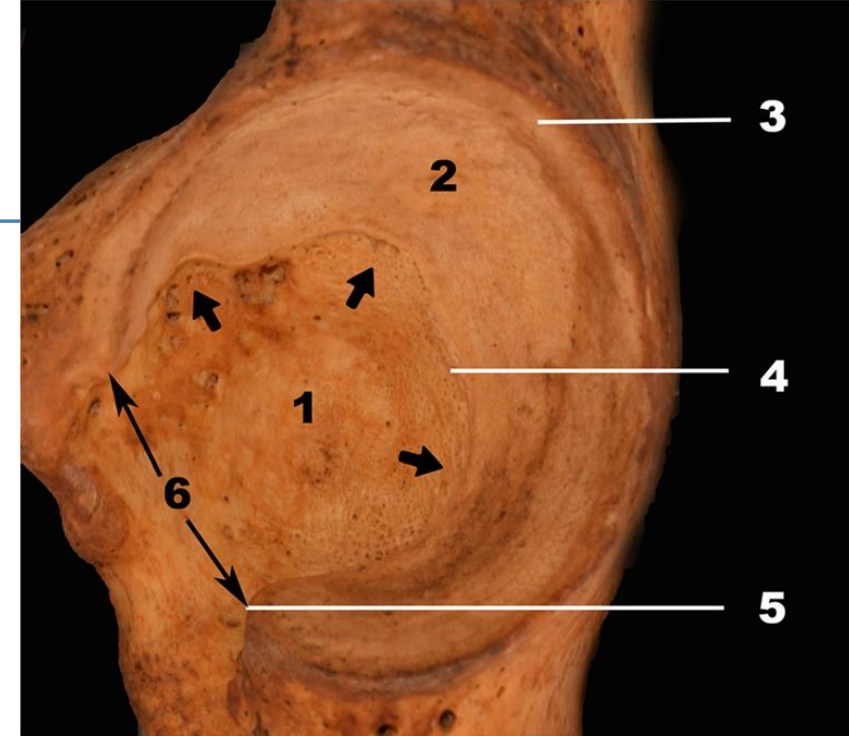
Porozita acetabulárního okraje (0–5)

Aktivita apexu (0–4)

Aktivita vnějšího okraje fossa (0–2)

Textura a densita kosti ve fossa (0–3)

Aktivita v acetabulární fossa (0–4)



1 acetabulární fossa; 2 facies lunata; 3 okraj/lem acetabula; 4 vnější okraj fossa; 5 apex posteriorního ramene; 6 ac. zářez

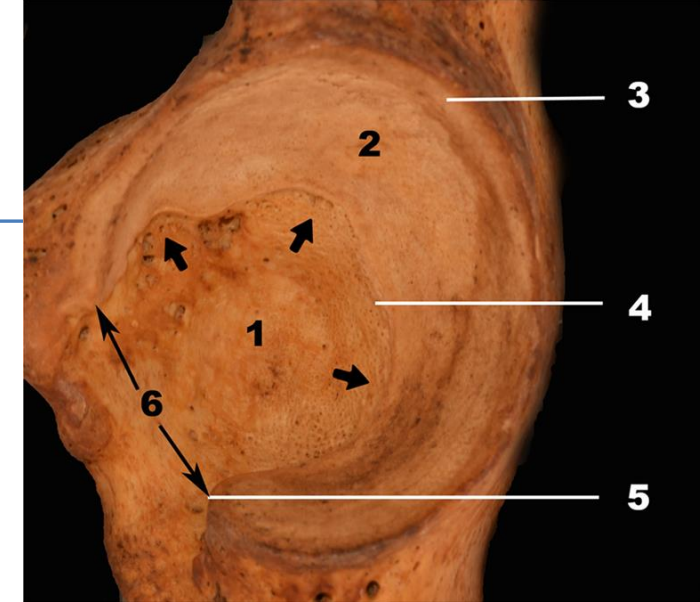
úplně nové definice oproti Rissech

Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – Acetabulum

Skóre se zanesou do programu IDADE 2

<http://bass.uib.es/~jaume/IDADE2/https/idade2.html>



1 acetabulární fossa; 2 facies lunata; 3 okraj/lem acetabula; 4 vnější okraj fossa; 5 apex posteriorního ramene; 6 ac. zářez

ID	AD	EAD	error	FIT	CI-l	CI-r	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99
1	74	NA	NA	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4	29	47.5	18.5	16.5	39	63	0	0	0	0	435	159	199	121	46	38	0	1	0	0	0	0	0
5	75	NA	NA	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AD skutečný věk

ED odhadnutý věk

Error – rozdíl mezi skutečným a odhadnutým

CI – konfidenční interval

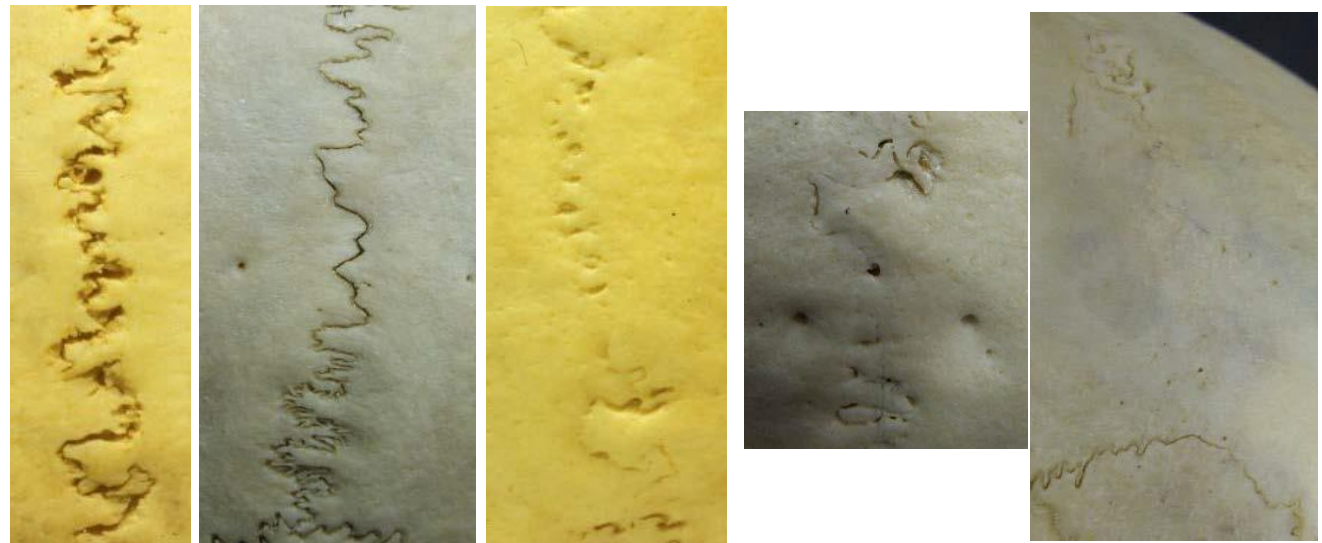
ACP Age class probability

Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ

Lebeční švy (endo i ektocranium)

- Obliterace dříve hojně užívaná, na lamina interna i externa
- později potvrzena **velmi volná korelace** s věkem – **není již pro odhad doporučováno**
- Např. metoda Meindl a Lovejoy 1985



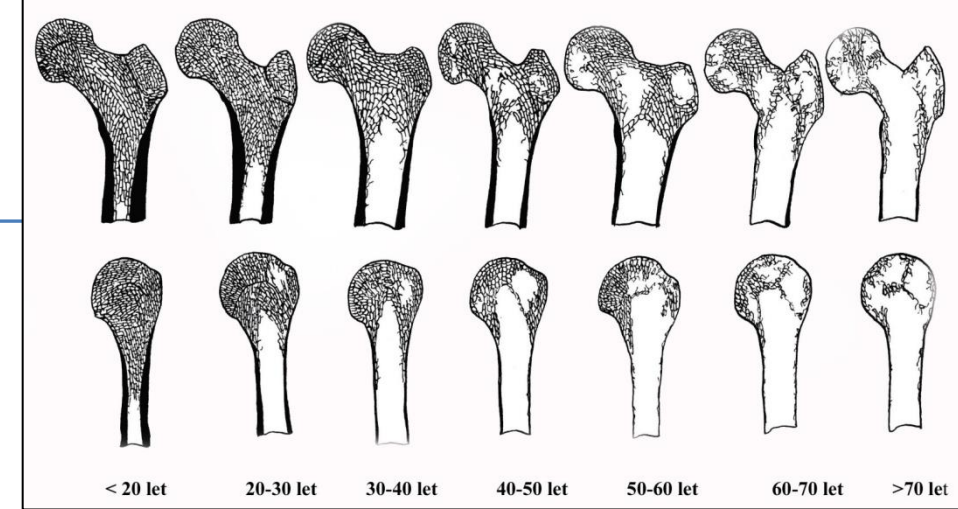
SW ADBOU 2002 v 2.1 (Boldsen a Milner)

Odhad věku u dospělých jedinců

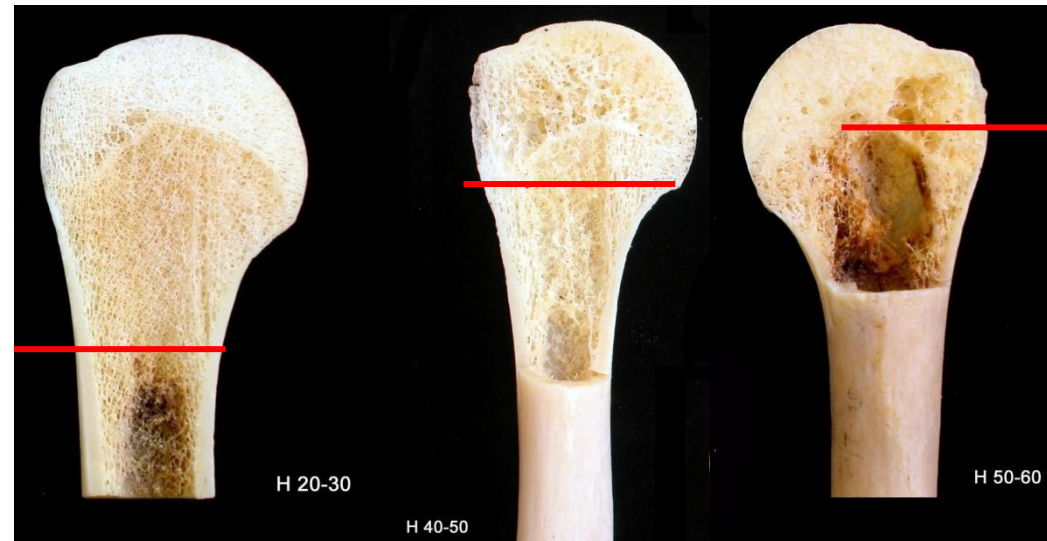
DOSPĚLÍ

Vnitřní struktura hlavic dlouhých kostí

- Hodnotí se struktura spongiózy proximálních epifýz femuru a humeru (s rostoucím věkem hustota ubývá)
- Destruktivní metoda, či RTG, recentní forenzní manuály tento přístup spíš nezmiňují
- např. Acsádi a Nemeskéri 1970 (součást komplexní metody); Szilvássy a Kraitscher 1990



Szilvássy a Kraitscher 1990



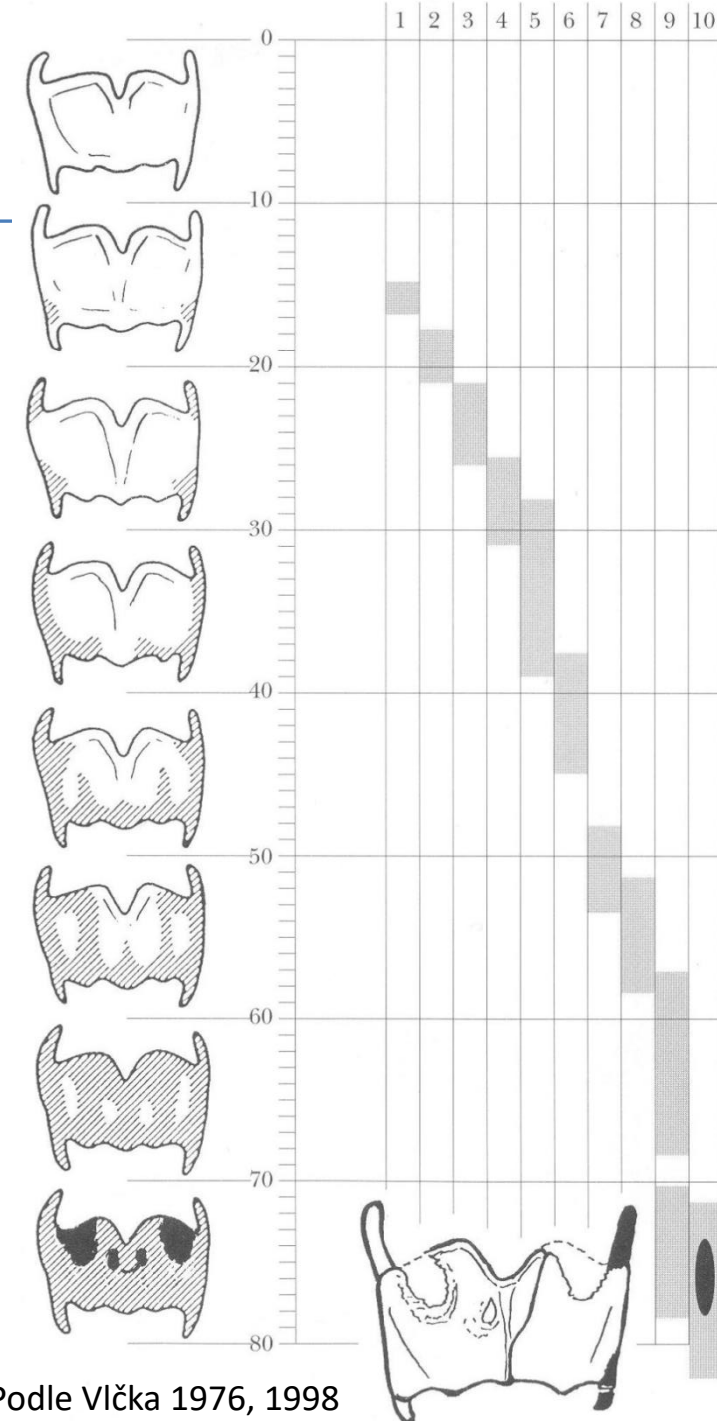
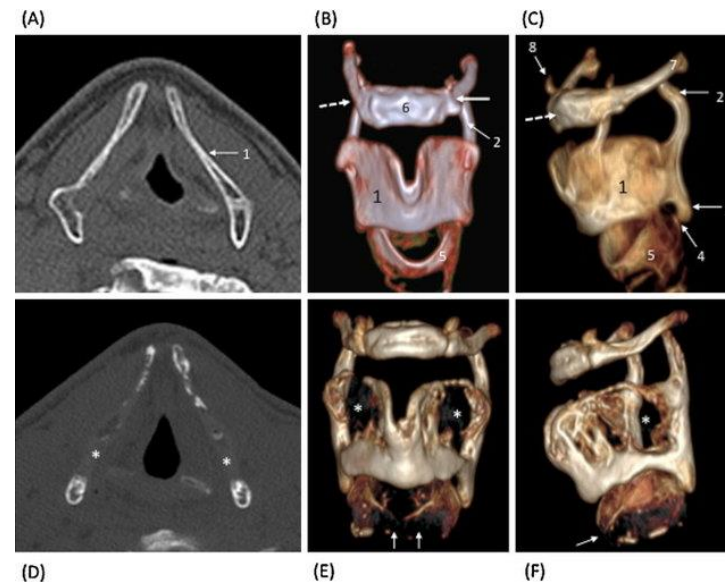
Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ

Osifikace štítné chrupavky

Úplné zkostnatění pouze u mužů

U žen pouze dolní větev

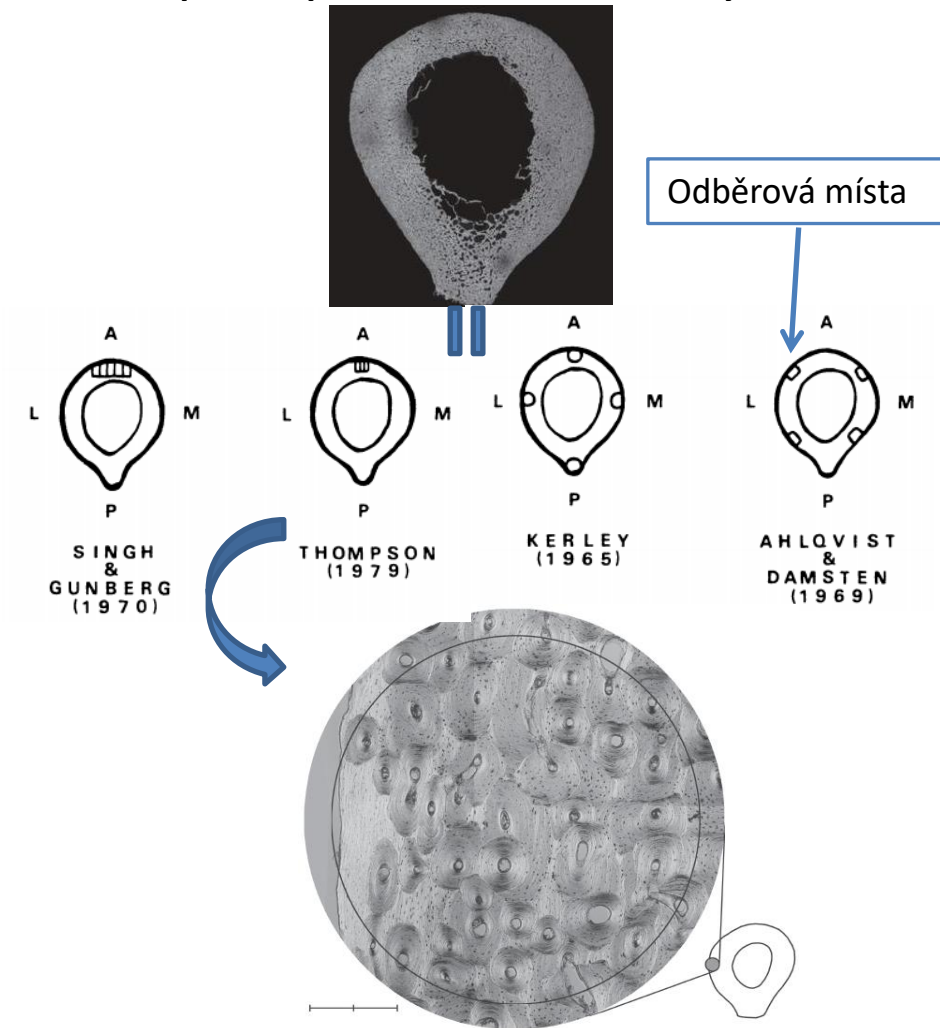


Podle Vlčka 1976, 1998

Histologické metody – hodnocení mikroskopické struktury

Histomorfometrie

- Kost se v průběhu života přestavuje z primární lamelární kosti, přes primární osteony k sekundárním osteonům
- Proporce remodelované kosti se mění s věkem
- Bone-specific
- Počítá se množství různých struktur/jejich densita
 - počet osteonů
 - počet fragmentů starých osteonů
 - procento obvodové lamelární kosti, ...
- Využití u fragmentárních ostatků
- Invazivní metody ➡ příčný řez kostí a odběr vzorku



DOSPĚLÍ – Multifaktoriální přístup

Tranziční analýza Boldsen a Milner 2002 (v. 2.1)

- Multifaktoriální metoda (vstupuje více indikátorů)
- Využívá komponentní přístup a prior distribuci věku z referenčních vzorků
- SW ADBOU 2.1 (volně stažitelný - <http://statsmachine.net/software/ADBOU2/>)
- Skórují se 3 oblasti
 - Lebeční švy (5 segmentů)
 - Pubická symfýza (5 částí, každá strana zvlášť)
 - Aurikulární oblast (9 částí, každá strana zvlášť)
- Možné použít i na fragmentární pozůstatky, není nutné skórovat vše
- odhad věku s využitím informative prior distribuce věku - založené na pohlaví, etnické příslušnosti, archeo či forenzní kontext (výběr ze 2 ref. vzorků)

více odpovídají úmrtnostnímu vzorci

➡ eliminace age mimicry (kopírování věkové distribuce referenčního vzorku)

DOSPĚLÍ – Multifaktoriální přístup

- pokročilé statistické analýzy
- parametrická metoda - využívá změny/tranzice jednotlivých proměnných z 1 fáze do následující (př. kdy dochází k přechodu fáze IV do fáze V u pub. symfýzy)
 - ➡ s jakou pstí se vyskytuje v další fázi
- ➡ je to nějaké rozmezí věků, ve kterých u různých jedinců dochází k přechodu do vyšší fáze -> pokud je toto rozmezí známé -> můžeme vypočítat pst „náležitosti“ v určité fázi

DOSPĚLÍ – Multifaktoriální přístup

ADBOU program

- Multifaktoriální pravděpodobnostní odhad (odhad věku na základě všech vstupních indikátorů)
- Pravděpodobnostní odhad pro každý vstupní indikátor zvlášť
- Bodové odhady i konfidenční intervaly (90, 95, 99% pst)

ADBOU Age estimation 2.1.046

Data Table | **Analysis**

Case/Specimen Number
ECH 13

Model Characteristics

Sex
Female
Male
Unknown

Ancestry
White
Black
Unknown

Mortality Model
Archeological
Forensic

Výběr referenčního vzorku

Skeleton id-no.
▶ ECH 13
BIE 28
Primer
MC-09-107
ECH13
bla
Test2
TRE 5
pokus2

Cranial Sutures (1-5)
☐ Analyze Cranial Data

	min	MAX
Coronal Pterica		
Sagittal Obelica		
Lambdoidal Asterica		
Interpalatine suture		
Zygomaticomaxillary suture		

Pubic Symphysis
☒ Analyze Pubic Data

	Left min	Left MAX	Right min	Right MAX
Topography (1-6)	5		5	
Texture (1-4)	2		2	
Superior protuberance (1-4)	4		4	
Ventral margin (1-7)	4		4	5
Dorsal margin (1-5)	4		4	

Auricular Area
☒ Analyze Auricular Data

	Left min	Left MAX	Right min	Right MAX
Superior Topography (1-3)	3		3	
Inferior Topography (1-3)	2		2	
Superior Characteristics (1-5)	4		4	
Apical Characteristics (1-5)	4		4	
Inferior Characteristics (1-5)	5		5	
Inferior Texture (1-3)	2		2	
Superior Exostoses (1-6)	2	3	2	
Inferior Exostoses (1-6)	2		2	
Posterior Exostoses (1-3)	2		2	

Notes

Analyze

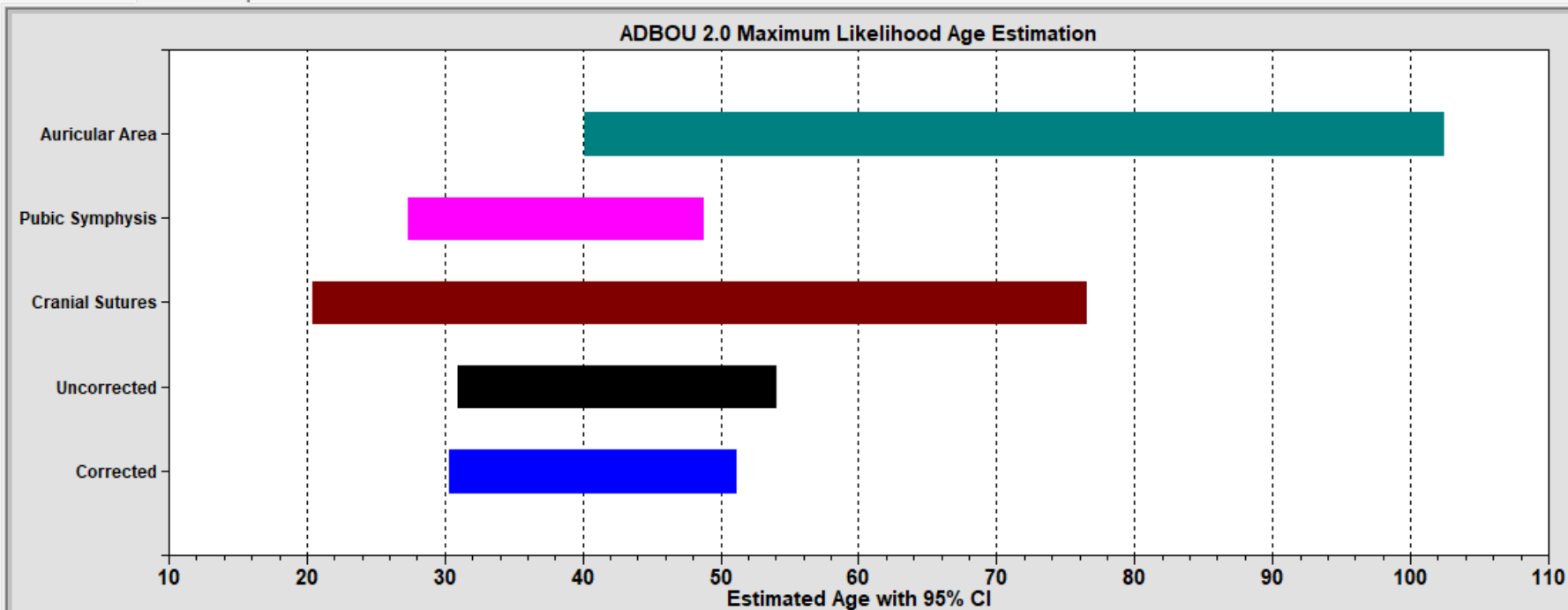
Procedures | Illustrations | Manual

Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – Multifaktoriální přístup

ADBOU Age estimation 2.1.046

Data Table Analysis



Graph Type	ECH 13	L_95%	Point_Est	U_95%	DF	Chi-sq	p
Copy Graph	Corrected	30.3	38.5	51.1	-	-	-
Save Graph	Uncorrected	30.9	39.7	54.0	2	4.6	0.10
Copy Text	Cranial Sutures	20.4	36.1	76.5	4	2.1	0.72
Print Report	Pubic Symphysis	27.3	35.5	48.7	4	4.8	0.30
	Auricular Area	40.1	70.9	102.4	9	6.3	0.71

ECH 13

Mortality Model White Male

Probability ☐ 90 ☒ 95 ☐ 99

All data (Corrected) SE 1

L95%	Max Lik	U95%
30.3	38.5	51.1

All data (uncorrected) SE 1

L95%	Max Lik	U95%
30.9	39.7	54
DF 2	Chi-sq 4.6	p 0.10

Cranial Sutures

L95%	Max Lik	U95%
20.4	36.1	76.5
DF 4	Chi-sq 2.1	p 0.72

Pubic Symphysis

L95%	Max Lik	U95%
27.3	35.5	48.7
DF 4	Chi-sq 4.8	p 0.30

Auricular Area

L95%	Max Lik	U95%
40.1	70.9	102.4
DF 9	Chi-sq 6.3	p 0.71

Mortality Model

Sex Male

Ancestry White

Hazard Forensic

Reset

Bodový odhad
Rozmezí odhadu
(dle zvolené psti
– 90, 95, 99 %)

Výsledky pro
každý indik.
zvlášť

Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ – Multifaktoriální přístup

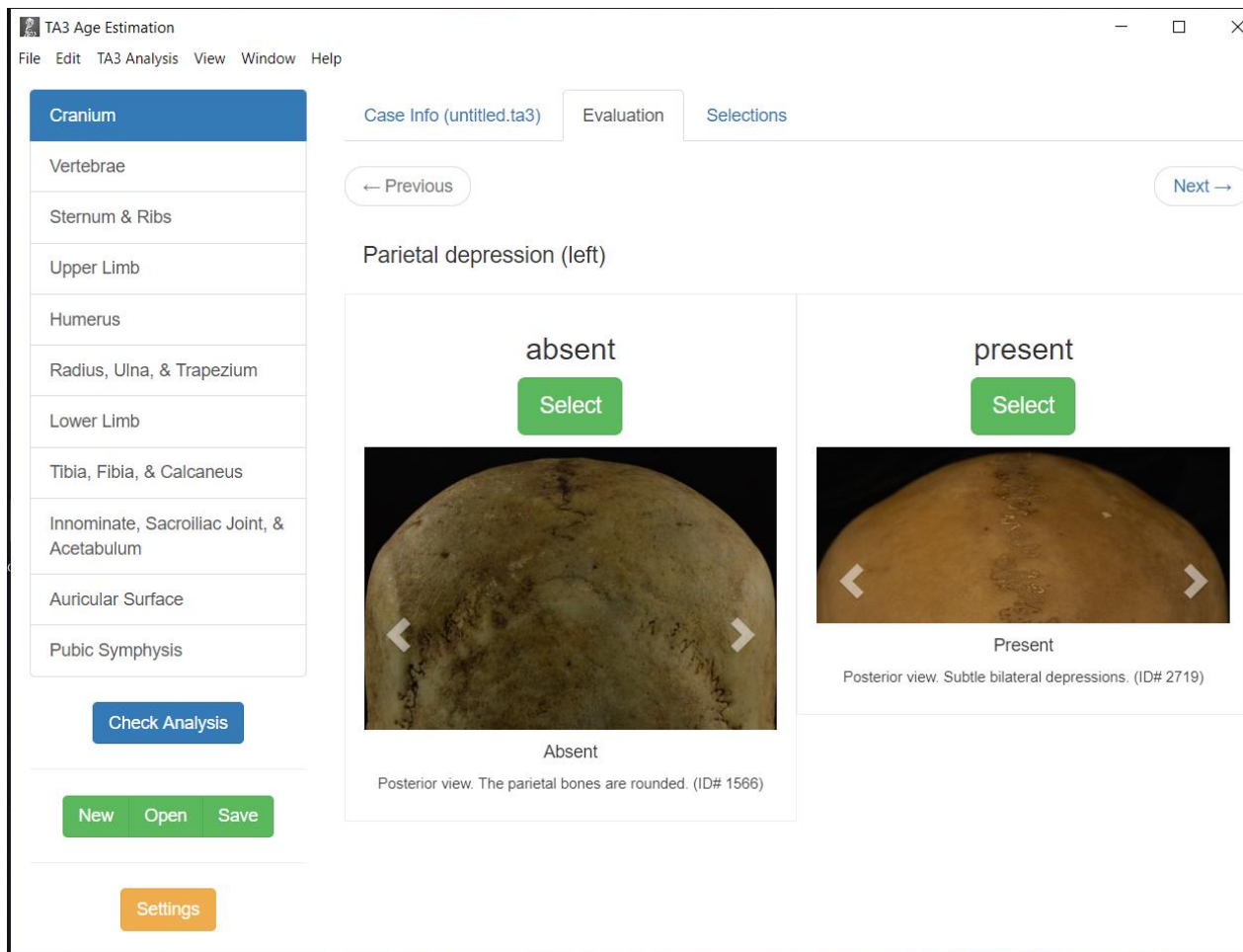
Tranziční analýza verze 3

Skórování vybraných znaků:

Lebka, obratle, sternum, žebra, horní a dolní končetina, aurikulární oblast, pubická symfýza

<http://statsmachine.net/software/TA3/>

1. verze manuálu k nahlédnutí u mě



Odhad věku u dospělých jedinců

DOSPĚLÍ

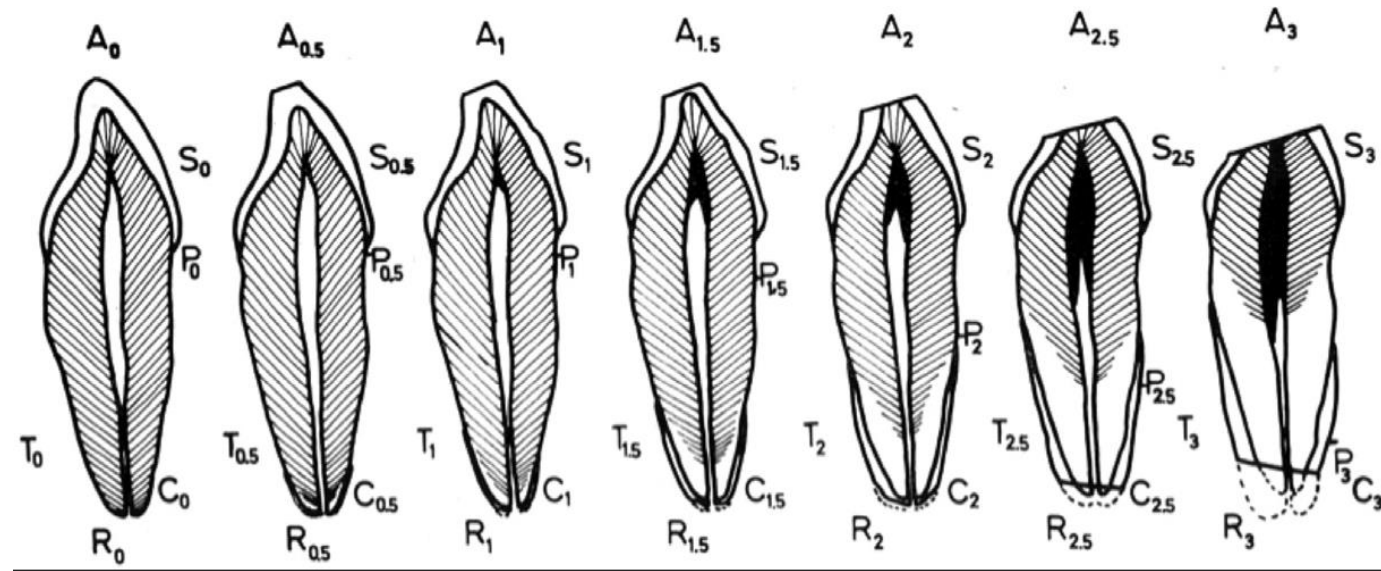
Dentice

- Dříve se hodnotilo opotřebení chrupu (tzv. dental wear)

ALE závislé na stravovacích návycích, stravě...

Morfologické hodnocení dentice

♂ Gustafson 1950 – atrice (A), formace sekundárního dentinu (S), periodontální recese (P), apozice cementu (C), resorpce kořene (R), transparence (průsvitnost) kořene (T)



Johanson 1971

- nutný longitudinální řez a výbrus pro hodnocení některých ze znaků
- každé kritérium hodnoceno 0–3
- slabina – stejná váha všech znaků
- mnoho modifikací (Johanson 1971, Lamendin 1988, 1992, Kilián et al. 1981)



DOSPĚLÍ – Dentice

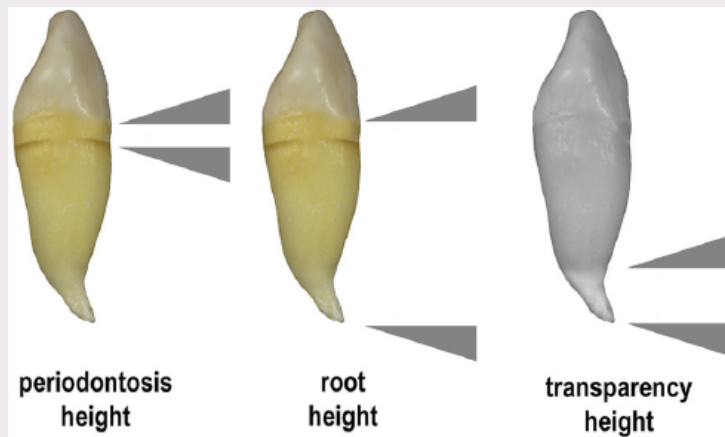
Lamendin 1988, 1992

- transparence kořene, periodontální recese
- modifikace Gustafsona
- Neinvazivní
- Vhodné pro jedince nad 40 let (transparence se vyvíjí později)

Kilián et al. 1981

BOX 4.3.3 Steps for Age Estimation From Intact Teeth

1. Extract the tooth carefully.
2. Measure the periodontosis height (distance from the cementoenamel junction to the periodontal attachment line; in skeletal remains this line is yellowish, and stain and dental calculus deposits may be found across its length).



3. Measure the transparency height (distance from the root apex to the maximum height of transparency; viewed under transmitted light).
4. Measure the root height.
5. Apply the following formula:

$$\text{Age (years)} = 0.18 \times P + 0.42 \times T + 25.53,$$

where $P = (\text{periodontosis height} \times 100) / \text{root height}$ and

$T = (\text{root transparency height} \times 100) / \text{root height}$.

Note: All measurements are in millimeters.

From Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, Tavernier JC, Nossintchouk RM, Zerilli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *Journal of Forensic Sciences* 1992;37:1373–9.

Převzato z Nikita 2017

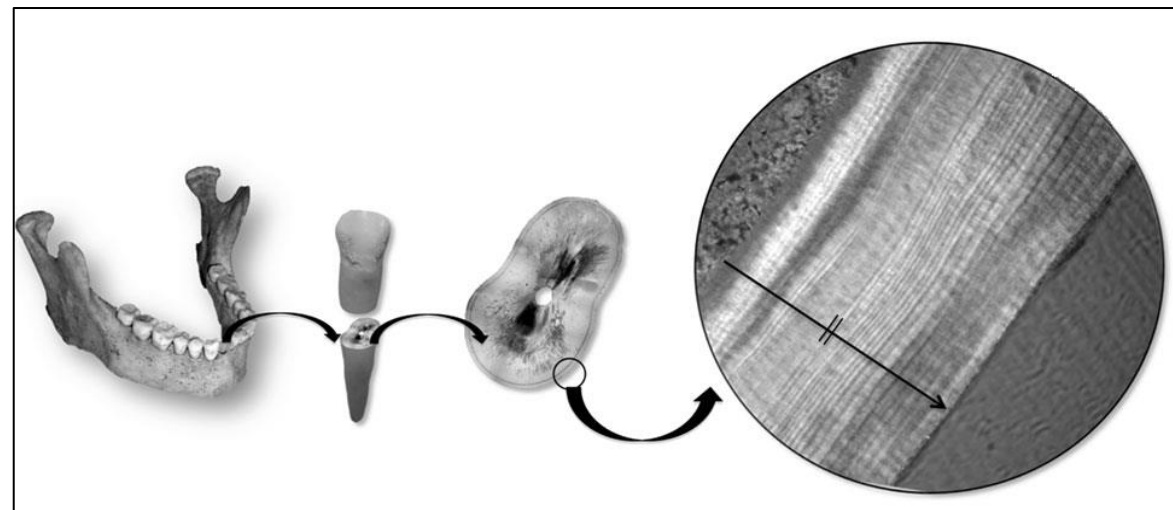


Linie po uchycení periodontu

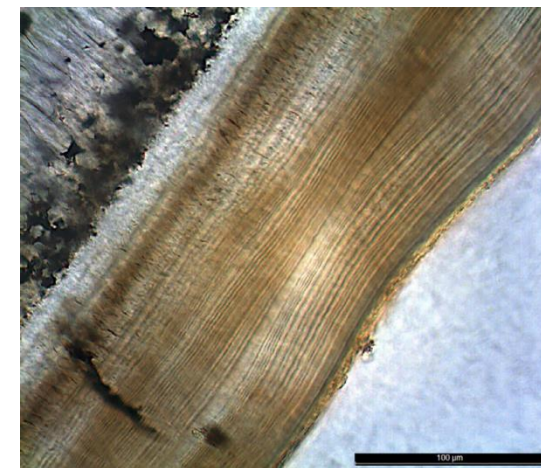
DOSPĚLÍ – Dentice

Cementochronologie

- Základem je pravidelná roční apozice cementu ke kořeni zubu (1 světlý a 1 tmavý proužek)
- Velmi dobrá korelace s CH věkem
- Příčný řez, jednokořenné zuby
- **Součet proužků (1 rok = 1 tm + 1 sv) + průměrný věk erupce**
- Přesnost a spolehlivost klesá s věkem + klesá i čitelnost linií
- Destruktivní metoda; náročnější příprava vzorků
- Mechanismus, či vliv periodontálních onemocnění nebyl plně osvětlen
- Bertrand et al., 2019; ...



Princip přípravy vzorku v cementochronologii: jednokořenný zub, transverzální řez, incrementální linie v cementu. Upraveno podle (Colard et al., 2015).



Bertrand et al., 2019



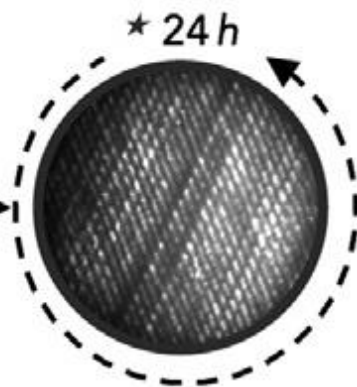
Enamel | *cross-striations*[★] | *striae of Retzius*[★] (*perikymata on crown surface*)

Circadian rhythm[★]

[Circadian activity of ameloblasts demonstrated]

[Suprachiasmatic nucleus]

Enamel accretion until crown completion



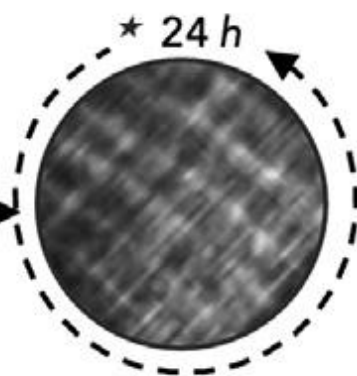
Dentine | *Von Ebner*[★] | *Andresen lines*[★] (*periradicular bands on root surface*)

Circadian rhythm[★]

[Circadian activity of collagen synthesis and odontoblasts demonstrated]

[Suprachiasmatic nucleus]

Primary dentine accretion until root completion



Cementum | *Annuli*

Circannual rhythm

[Circannual rhythm of cementoblasts not yet demonstrated]

[Pars tuberalis ?]

[Calibration of incremental lines established on numerous studies]

Cementum edification until the individual's death



Odhad věku u dospělých jedinců

Biochemické metody odhadu věku

Odhad věku u dospělých jedinců

1) Chemické metody

- a) Racemizace kyseliny asparagové

2) Molekulární metody

- a) Zkracování telomer
- b) Epigenetické modifikace (methylace DNA)

Chemické metody

Racemizace kyseliny asparagové

- L-aminokyseliny se s věkem mění na D formu
(to platí pro všechny metabolicky aktivní proteiny)
- U kys. asparagové je racemizace jedna z nejrychlejších
- Pro odhad věku se využívá poměr L a D forem
- Jedna z nejpreciznějších metod odhadu věku
- Nejvhodnější tkáň – **dentin**
silná korelace s věkem
+ dobře se dochovává
- Nelze použít u spálených pozůstatků (vliv teploty na racemizaci); pokud je dlouhý interval od smrti
- Vyžaduje zkušenosti, vybavení laboratoře
- Chyba odhadu cca 1,5–4 roky

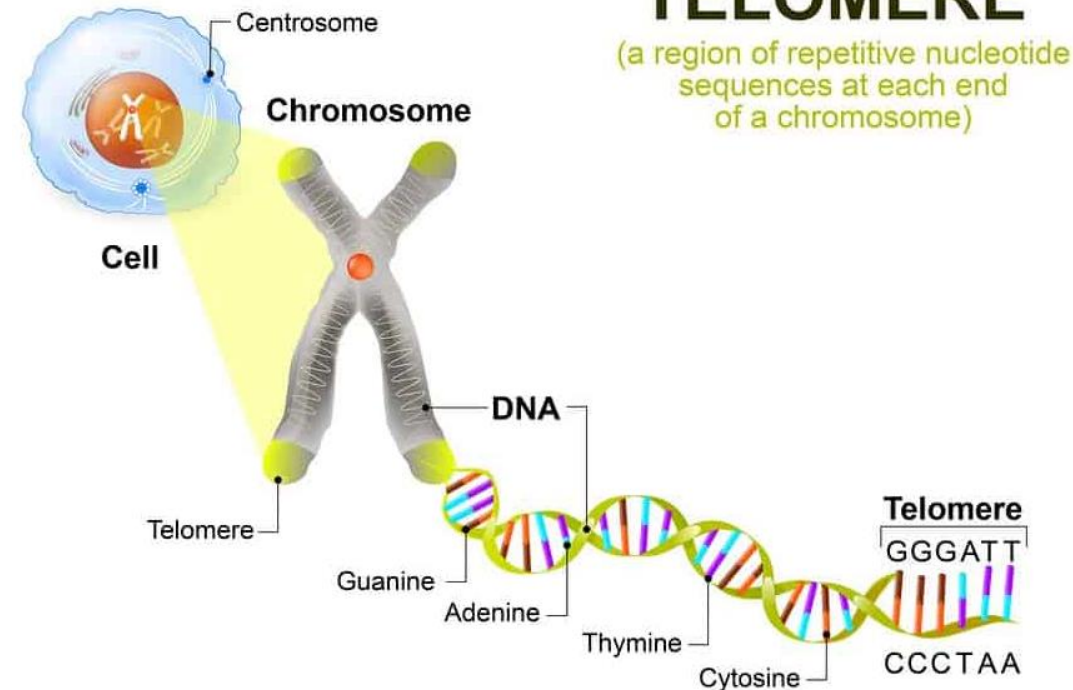
Racemizace

Přírozený proces, opticky aktivní látky se mění na opticky neaktivní

Molekulární metody

Zkracování telomer

- S každým dělením buněk se zkracuje délka koncových struktur chromozomů
- Nakonec se zkrátí tak, že další buněčné dělení už není možné
- Jejich fce – ochrana chromozomů před ztrátou kódujících sekvencí
- Při narození mají délku 15–20 tisíc párů bazí (sekvenční motiv TTAGGG)
 - Zkrácení při každém dělení o cca 50–100 pb
- Výsledky snah o nalezení korelace rozporuplné
- Chyba odhadu cca 7 let

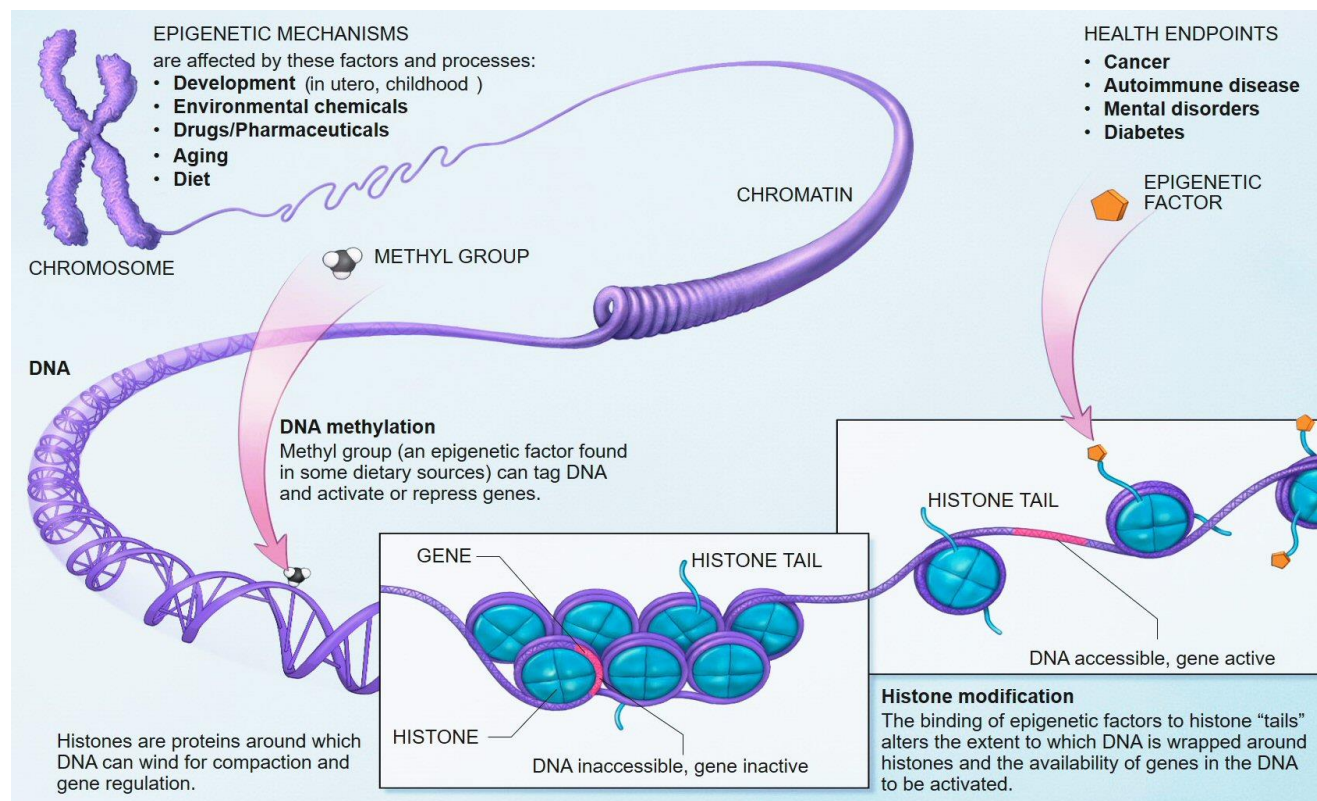


Molekulární metody

Methylace DNA

- Epigenetická modifikace
- Poměrně nový molekulární marker věku
- Vykazuje vysokou korelaci a nízké chyby
- Zkoumá se úroveň metylace specifických CpG ostrůvků lokalizovaných na určitých genech
- Nejpřesnější výsledky zubní dřev (chyba **2,25 let**), zubní cement (chyba 2,45 let)
- Sliny, krev chyba cca 5 let (tkáňově specifické)
- Náročné na přípravu, vybavení, finance
- Využitelnost v kriminalistické praxi, forenzní antropologie

CpG - Dinukleotid akumulovaný často v oblasti promotoru



DŮLEŽITÉ BODY

- Degenerativní změny – vysoce variabilní, ovlivněné mnoha faktory
- Jeden indikátor nemůže postihnout celý život jedince
 - ➔ zapojit více indikátorů, zohlednit věkové rozmezí, kde o věku vypovídají (hierarchizace indikátorů) – otázka je, jak je kombinovat
 - Př. pubická symfýza o věku vypovídá max do 40 až 45 let
 - ➔ pak je třeba využít jiných indikátorů
 - Acetabulum by mohlo být vhodné pro jedince starší 60 let
- Lebeční švy – nespolehlivé – nepoužívat!
- Vizuální metody – vždy subjektivní, rozvoj metod kvantifikujících povrch kloubních plošek může přinést nové poznatky
- V současnosti přesný a spolehlivý odhad cca do 3 věkových skupin (př. <30 let, 30–60 let, 60+)
- Problém odhadu především u starších osob

DŮLEŽITÉ BODY

- Odhad věku nikdy není jedno číslo

Ve forenzním kontextu vyžadován vždy interval s uvedením psti. náležitosti

- V US legislativě platí tzv. **Daubertova kritéria**

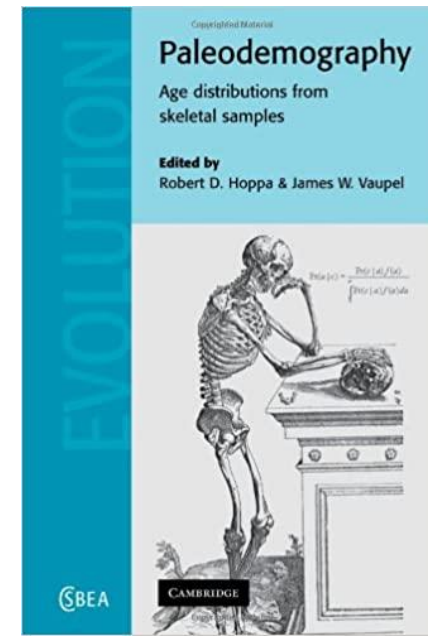
Použité metody musí být **testované, testovatelné, všeobecně přijímané vědeckou komunitou (prošly peer review, publikace v uznávaných časopisech), jejich přesnost musí být známa, musí být spolehlivé**

(vychází z případu Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc. (1993))

- 2. milník tzv. Rostocký manifest – cílem integrovat biostatistické přístupy (Bayesovský přístup) do paleodemografických analýz, hl. odhad věku

➔ vliv i na forenzní antropologii

- „Slibné“ metody – např. cementochronologie, methylace DNA



DOPORUČENÁ VIDEO

- ODHAD VĚKU NEDOSPĚLÝCH

<https://www.youtube.com/watch?v=g8w-IKU FoSU&list=PLV8Xi2CnRCUm0QOaRfPuMzFNUVxmYIEiV&index=4&t=0s>

https://www.youtube.com/watch?v=b245ypYwM_Q

- ODHAD VĚKU DOSPĚLÝCH

<https://www.youtube.com/watch?v=D4PGqxGWCT0&list=PLV8Xi2CnRCUm0QOaRfPuMzFNUVxmYIEiV&index=5&t=0s>

<https://www.youtube.com/watch?v=ELG52P3UiBk>

Youtube kanál Vanessi Campanacho -

<https://www.youtube.com/channel/UCqyapR19Way4UyoISP6R-iA/videos>

DOPORUČENÁ VIDEO

Něco navíc

Případ Daubert vs Merrell

<https://www.youtube.com/watch?v=JnjmNCstCjw>

Většinu uváděné literatury mám v pdf, pokud máte o něco zájem, pište!

1.

Snímek 6,5 – 7,5 let

2.

Snímek 8,5 – 9,5 let

3.

Snímek 11,5 – 12,5 let