

Určování pohlaví u dospělých a dětských koster

Morfologické určování pohlaví

Při určování pohlaví na kosterním materiálu je důležité stáří určovaného jedince, protože většina pohlavních znaků se vyvine až po skončení puberty. Proto je třeba nejprve zjistit, zda se jedná o jedince dospělého nebo ne. S přibývajícím věkem mohou být některé pohlavní rozdíly zřetelnější, především ty, které se týkají rozvoje svalových úponů a pánevní oblasti žen v souvislosti s porody. Většina metod pro určování pohlaví je použitelná jen pro dospělé jedince, ovšem existují metody, které se pokoušejí určit pohlaví mladistvých a dětí.



Nejspolehlivějšími morfologickými ukazateli pohlaví jsou pánev a lebka

Určování pohlaví podle pánve

Morfoskopické znaky

Mužská pánev vzhledem k ženské

1. vyšší a užší
2. cristae iliacae jsou více esovitě zakřivené
3. fossa iliaca je vyšší a užší
4. foramen obturatum je oválný
5. angulus pubicus je ostrý
6. incisura ischiadica major je užší, má tvar J
7. na horním rameni incisura ischiadica major se nachází úzký žlábek sulcus paraglenoidalis, nebo je bez žlábku
8. corpus ossis ischii je širší
9. spina ischiadica je zploštělá
10. horizontální větev kosti stydké, ramus superior ossis pubis je na průřezu prizmatická
11. arcus compositus je jednoduchý
12. facies auricularis má dolní rameno kratší než horní
13. crista phallica ramus ischiopubicus je před symphýsou jakoby přestřínutý a vybočený

Empire, München, 1976, S. 41. Atlas der Menschlichen Anatomie, Band 9, Seite 10

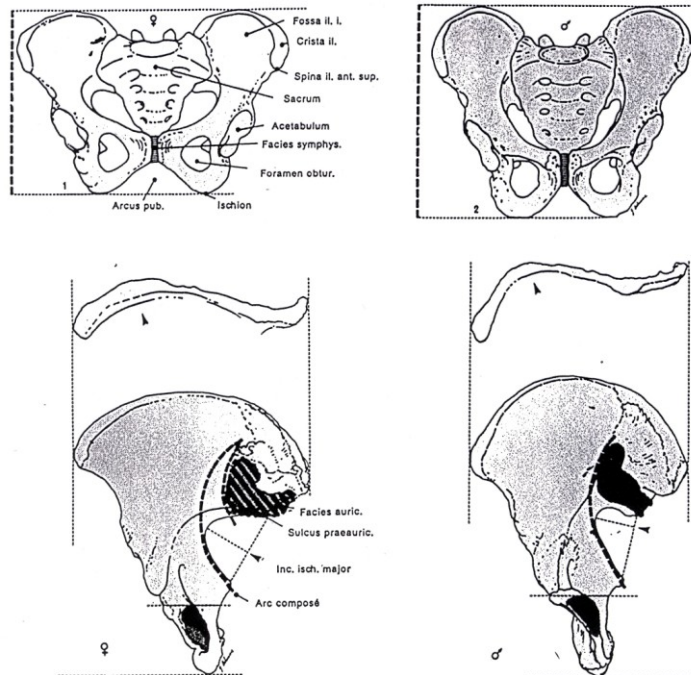


Abb. 1: Geschlechtsunterschiede am Becken I.

Morfoskopické znaky

ženská pánev vzhledem k mužské

1. nižší a širší
2. cristae iliacae jsou méně esovitě zakřivené
3. fossa iliaca je plošší a širší
4. foramen obturatum je trojúhelníkovitý
5. angulus pubicus je tupý
6. incisura ischiadica major je široká, má tvar U
7. na horním rameni incisura ischiadica major se nachází široký žlábek sulcus preauricularis. Uvnitř se nacházejí malé jamky - poporodní změny. tyto se mohou nacházet též v oblasti spony stydké nebo na ala sacralia ossis sacri.
8. corpus ossis ischii je užší
9. spina ischiadica je hrotitá
10. horizontální větev ramus superior ossis pubis je na průřezu střečovitá
11. arcus compositus je zdvojený
12. facies auricularis má obě ramena stejně dlouhá
13. Crista phallica ramus ischiopubicus je před symphýsou ostrý a rovný

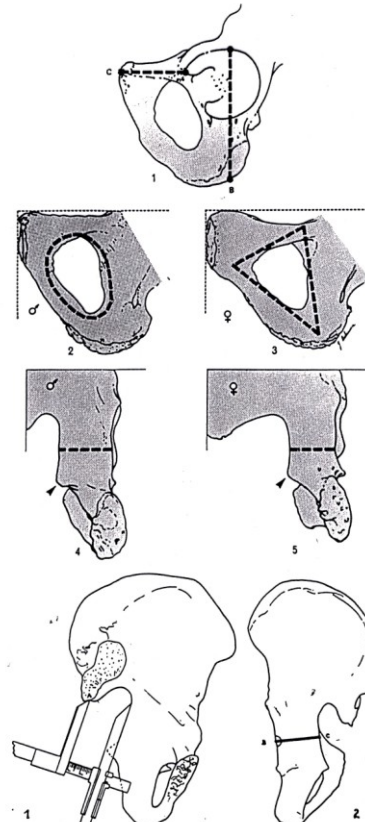
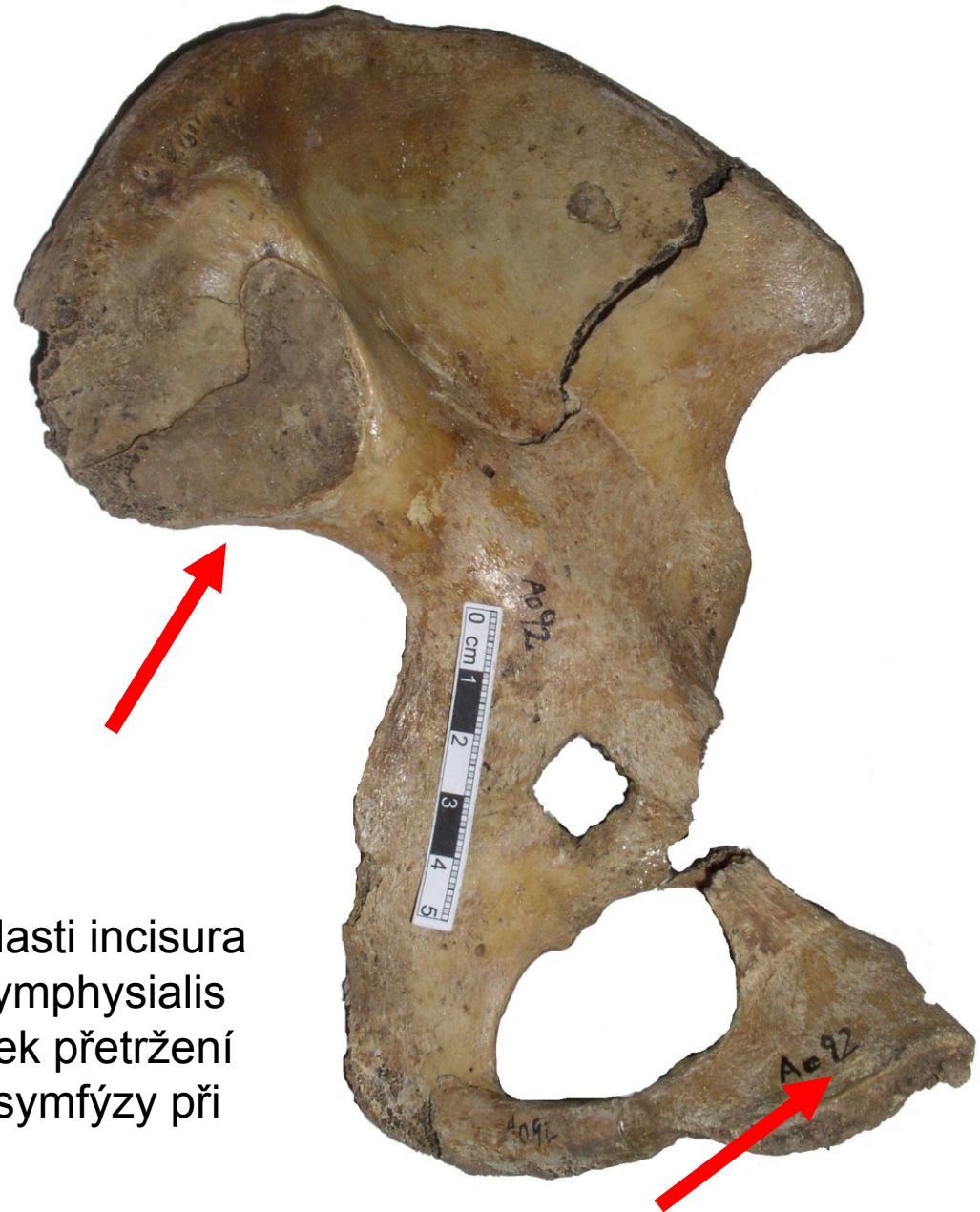


Abb. 2: Geschlechtsunterschiede am Becken II.
 Oben: (1) Maße zur Berechnung des ischio-pubischen Index nach Novorov; vgl. S. 5 – (2) und (3) Form des Foramen obturatum; (4) und (5) Variationen des Corpus ossis ischii und der Spina ischiadica (Pfeile); vgl. S. 2.
 Unten: Die beiden Maße zur Berechnung des acetabulo-ischialischen Index. 1. Höhe der Incisura ischiadica major; 2. Acetabulo-ischialische Breite (nach SAUTER und PRIVAT 1955).



Poporodní změny

Jedná se o jamky po hematomech v oblasti incisura ischiadica major nebo v oblasti facies symphysialis ossis pubis. Jamky vznikají jako následek přetržení vazů sakroiliakálního kloubu a pubické symfýzy při porodu.

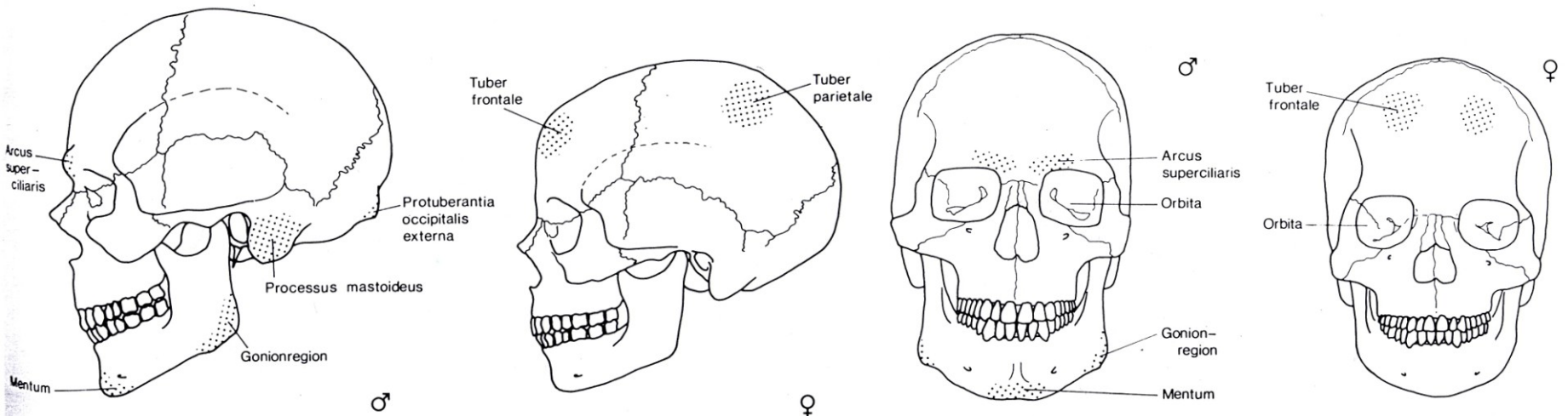
Určení pohlaví podle lebky

Mužská lebka vzhledem k ženské

1. arcus superciliares vystouplé
2. margo supraorbitalis je zaoblené
3. glabella vyklenutá
4. nosní kořen se zářezem
5. čelo ubíhá šikmo dozadu a plynule přechází v temeno
6. na týlní kosti silná protuberantia occipitalis externa
7. na lícní kosti vytvořen processus marginalis
8. zuby vsunuty do alveol kolmo
9. těžší než ženská
10. processus mastoideus se dotýká podložky
11. planum nuchale má silný svalový reliéf
12. crista supramastoidea je silně vyvinutá
13. os zygomaticum silná velká se silným svalovým reliéfem
14. tvar očnice je hranatá a nízká
15. mandibula protuberantia mentalis silná, vystouplá
16. úhel ramus mandibulae tupý
17. oblast gonía silný svalový reliéf, vybočen do stran
18. caput mandibulae je velká
19. corpus mandibulae je vysoký

ženská lebka vzhledem k mužské

1. arcus superciliares slabé
2. margo supraorbitalis je ostré
3. glabella plochá
4. nosní kořen plnulý přechod v čelo
5. čelo je kolmější než u muže silná tubera frontalia
6. protuberantia occipitalis externa je slabá nebo chybí
7. processus marginalis chybí
8. zuby vsunuty do alveolů šikmo
9. lehčí než mužská
10. processus mastoideus se nedotýká podložky
11. planum nuchale má slabý reliéf
12. crista supramastoidea je slabá až chybí
13. os zygomaticum je malá se slabým svalovým reliéfem
14. spíše vysoká a kulatá
15. protuberantia mentalis je slabá zaoblená
16. úhel ramus mandibulae se blíží 90 stupňům
17. oblast gonía je hladká
18. caput mandibulae je malá
19. corpus mandibulae je nízký



Určení pohlaví dětských koster

Morfologické určení pohlaví koster je nespolehlivé a proto se většinou neurčuje. Výjimkou je užití genetických metod, které by měly poskytovat spolehlivé výsledky. Ovšem i jejich výsledky jsou ovlivněny mnoha faktory.

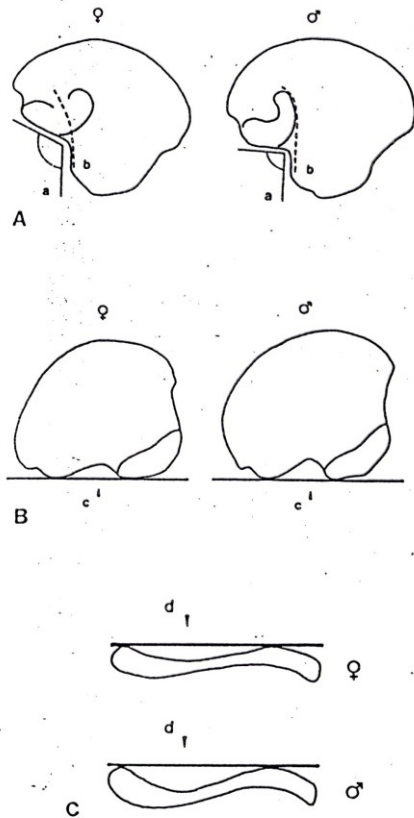


Fig. 2. A: Sex-typical appearances of morphognostic traits in the ilium of boys and girls of the Spitalfields "Coffin Plate Sample." Ventral aspect of the bone. a: Angle of the greater sciatic notch; b: Arch criterion (dashed line) (see text). B: Sex-typical appearances of morphognostic traits in the ilium of boys and girls of the Spitalfields "Coffin Plate Sample." Dorsal aspect of the bone. c: Depth of the greater sciatic notch (see text). The black bar represents an imaginary reference line to help evaluate this trait. C: Sex-typical appearance of iliac crest of boys and girls according to the Spitalfields "Coffin Plate Sample." Top view of the iliac crest. d: Curvature of the iliac crest (see text). The black bar represents an imaginary reference line at the dorsal surface of the bone to help evaluate this trait.

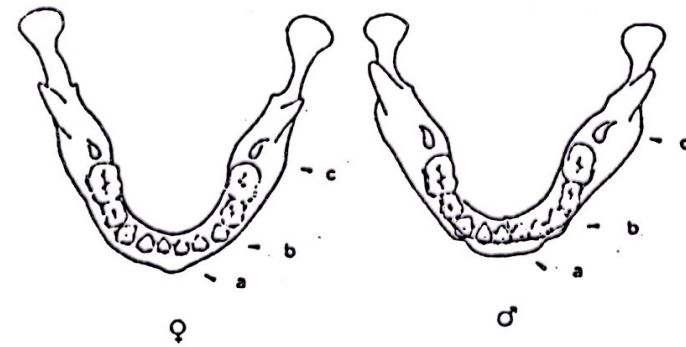


Fig. 1. Sex-typical appearances of morphognostic traits in the mandible of boys and girls of the Spitalfields "Coffin Plate Sample." a: Protrusion of the chin region; b: Shape of the anterior dental arcade; c: Ever-sion of the gonion region (see text).

Znaky pro morfoskopické určení pohlaví na páni Acsádi a Nemeskéri 1970, Ferembach et al. 1979

znak	váha	hyper femininní -2	femininní -1	indiferentní 0	maskulinní +1	hyper maskulinní +2
sulcus praeauricularis	3	hluboký, dobře ohraničený	plošší, slaběji ohraničený	naznačený	pouze stopově patrný	chybějící
incisura ischiadica major	3	tvár velmi širokého U	tvár širokého U	přechodný tvár mezi U a V	tvár V	tvár V velmi úzký
angulus pubicus	2	zakončen tupým úhlem	tupý až pravý úhel	přibližně pravoúhlý	ostrý úhel	velmi ostrý úhel, tvár A
arc composee	2	dvě kružnice	dvě kružnice		jedna kružnice	jedna kružnice
foramen obturatum	2	trojhranný se špičatými okraji	trojhranný	neklasifikovatelný tvár	oválný	oválný úzký tvár
os coxae celkově	2	nížká, široká s vybíhajícími ala ossis ilii, slabý svalový reliéf	slabší projev ženských znaků	přechodná forma	slabší projev mužských znaků	vysoká úzká se silným svalovým reliéfem
corpus ossis ischii	2	velmi úzká se slabým tuber ischiadicum	úzká	střední	široká	velmi široká se silně vyvinutým tuber ischiadicum
crista iliaca	1	velmi slabě esovitě prohnutá	slabě esovitě prohnutá	středně esovitě prohnutá	zřetelně esovitě prohnutá	naprosto jasný, výrazný tvár S
fossa iliaca	1	velmi široká a mělká	široká a mělká	středně široká a hluboká	úzká a hluboká	velmi hluboká a úzká
pelvis major	1	velmi široká	široká	střední	úzká	velmi úzká

Znaky pro morfoskopické určení pohlaví na lebce Acsádi a Nemeskéri 1970, Ferembach et al. 1979

znak	váha	hyperfemininní -2	femininní -1	indiferentní 0	maskulinní +1	hypermaskulinní +2
glabella	3	velmi slabá (0)	lehce vyvinutá (1)	střední (2)	vyvinutá (3 - 4)	velmi silná (5 - 6)
arcus superciliaris	2	velmi slabý	lehce vyvinutý	střední	vyvinutý	velmi silný
tubera frontalia a parietalia	2	vyvinutá	silně vyvinutá	střední	slabá	chybějící
inclinatio frontale	1	vertikální	téměř vertikální	mírně skloněné	lehce ubíhající	silně ubíhající
processus mastoideus	3	velmi malý	malý	střední	velký	velmi velký
relief planum nuchale	3	chybí	slabě patrný	střední	silně vyvinutý	velmi silně vyvinutý
protuberantia occipitalis externa	2	chybí	slabě vyvinutá	střední	silně vyvinutá	hákovitá
os zygomaticum	2	velmi hladká bez sval. reliéfu	nízká, slabý sval. reliéf	středně vysoká nepravidelný povrch	vysoká nepravidelný povrch	vzsoká velimi silný svalový reliéf
crista supramastoidea	2	velmi slabá	slabá	střední	silná	velmi silná
margo supraorbitalis, tvar očníce	1	velmi ostré kulatý	ostré kulatý	střední přechodný tvar	lehce zaoblené čtyřboký	silně zaoblené čtyřboký
mandibula celkově	3	silně gracilní	gracilní	středně gracilní	robustní	silně robustní
mentum	2	malé, kulté	malé	střední	silné	bilaterální protuberantia
angulus mandibulae	2	hladký	mírný reliéf	střední reliéf	dobře patrný reliéf	velmi silný reliéf
margo inferior pod M2	1	velmi tenké	tenké	střední	silné	velmi silné

Určení pohlaví podle lebky, Novotný 1991

	váha znaku	stupeň vyvinutí
Glabella	2	
Arcus superciliaris	3	
Crista supramastoidea	3	
Squama occipitalis	2	
Pons zygomaticus	2	
Os zygomaticum	3	
Inclinatio ossis frontalis	1	
Mandibula	2	
Angulus mandibulae	1	
		muži
ženy		
* -2.32308		* 0.24297
* -0.66695		* 1.01545
* -1.78610		* 0.94836
* -0.67799		* 0.21830
* -0.34589		* 0.26312
* -2.03353		* 1.08861
* 1.31358		* -0.58290
* 1.34310		* -0.21927
* -0.04189		* 0.92854
konst.	-4.59787	konst.
		-2.1321

Tab. 67: Geschlechtsdiagnose an *Humerus* und *Femur* nach CERNÝ und KOMENDA (1980) für Tschechen. Maße in cm, Gewicht in g

a. Stichprobenumfänge (n), Mittelwerte (\bar{X}) und Mittelwertsdifferenzen (D) der einbezogenen Maße

Maß	n_i	\bar{X}_i	n_j	\bar{X}_j	D
H 1	454	32,71	306	30,14	2,57
H 7	477	6,37	315	5,51	0,86
H 8	411	14,45	259	12,63	1,82
H 9	413	4,42	260	3,86	0,56
H10	431	4,81	282	4,20	0,61
H Gewicht	294	139,50	275	85,39	54,11
F 1	355	45,25	264	41,57	3,68
F 2	354	44,95	264	41,17	3,78
F 6	380	2,86	268	2,58	0,28
F 7	380	2,81	268	2,61	0,20
F 8	378	8,81	265	8,06	0,75
F18	341	4,86	226	4,28	0,58
F19	359	4,82	239	4,22	0,60
F20	344	15,30	226	13,42	1,88
F Gewicht	318	367,98	234	252,60	115,38

b. Diskriminanzfunktionen. Ein Diskriminanzwert kleiner als 0 bedeutet männlich, größer als 0 weiblich

Diskriminanzfunktion	Zahl der richtig klassifizierten Individuen (%)
33,275 - 1,059 (H1)	89,7
29,152 - 4,907 (H7)	88,9
36,469 - 2,693 (H8)	86,6
46,904 - 11,339 (H9)	84,8
43,715 - 9,706 (H10)	79,5
12,058 - 0,1072 (H Gewicht)	88,5
29,444 - 0,678 (F1)	87,5
30,625 - 0,711 (F2)	86,1
14,042 - 5,167 (F6)	86,7
11,710 - 4,320 (F7)	75,3
20,930 - 2,474 (F8)	68,7
36,483 - 7,986 (F18)	72,5
40,498 - 8,964 (F19)	78,5
37,871 - 2,638 (F20)	79,9
10,443 - 0,0366 (F Gewicht)	83,8
54,293 - 0,218 (H1) - 2,231 (H7) - 8,264 (H9)	90,8
41,007 - 0,017 (H1) - 7,921 (H9) - 0,0687 (H Gewicht)	92,4
50,430 - 0,359 (H1) - 2,739 (H7) - 1,667 (H8)	89,6
46,418 - 0,210 (F1) - 0,385 (F8) - 7,559 (F19)	88,1
38,061 - 6,954 (F6) - 6,954 (F19) - 0,02052 (F Gewicht)	89,8
44,493 - 0,237 (F1) - 0,386 (F8) - 2,160 (F20)	87,5
46,013 - 0,065 (H1) - 1,311 (H7) + 0,435 (H8) - 4,446 (H9) - 4,619 (H10) - 0,0612 (H Gewicht)	93,7
30,098 + 7,199 (F1) - 7,279 (F2) - 0,637 (F6) + 4,202 (F7) + 0,398 (F8) + 7,879 (F18) + 17,722 (F19) - 10,529 (F20) - 0,02254 (F Gewicht)	91,1
31,227 + 0,444 (H1) - 1,102 (H7) + 0,467 (H8) - 3,311 (H9) - 0,717 (H10) - 0,1046 (H Gewicht) + 9,378 (F1) - 9,378 (F2) - 5,296 (F6) - 1,771 (F7) + 4,363 (F8) + 5,532 (F18) + 21,777 (F19) - 10,383 (F20) + 0,02254 (F Gewicht)	94,2

Určení pohlaví metricky

Tab. 63: Diskriminanzfunktionen zur Geschlechtsdiagnose an den langen Röhrenknochen nach STEEL (1962). Material: 27 ♂; 33 ♀. Mittelwerte und Standardabweichungen sind nicht angegeben (wohl aber Variationskoeffizienten). Größte Längenmaße in mm, kleine Maße in 1/10 mm

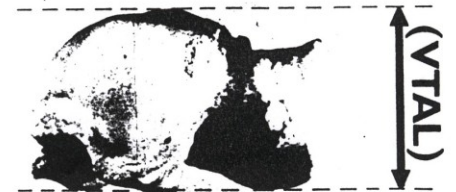
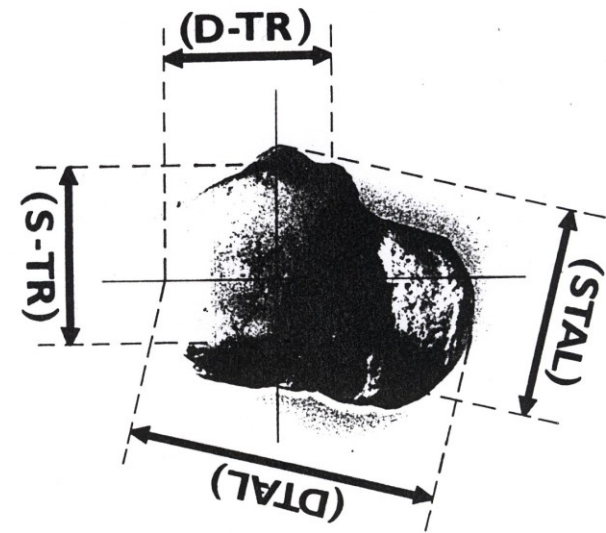
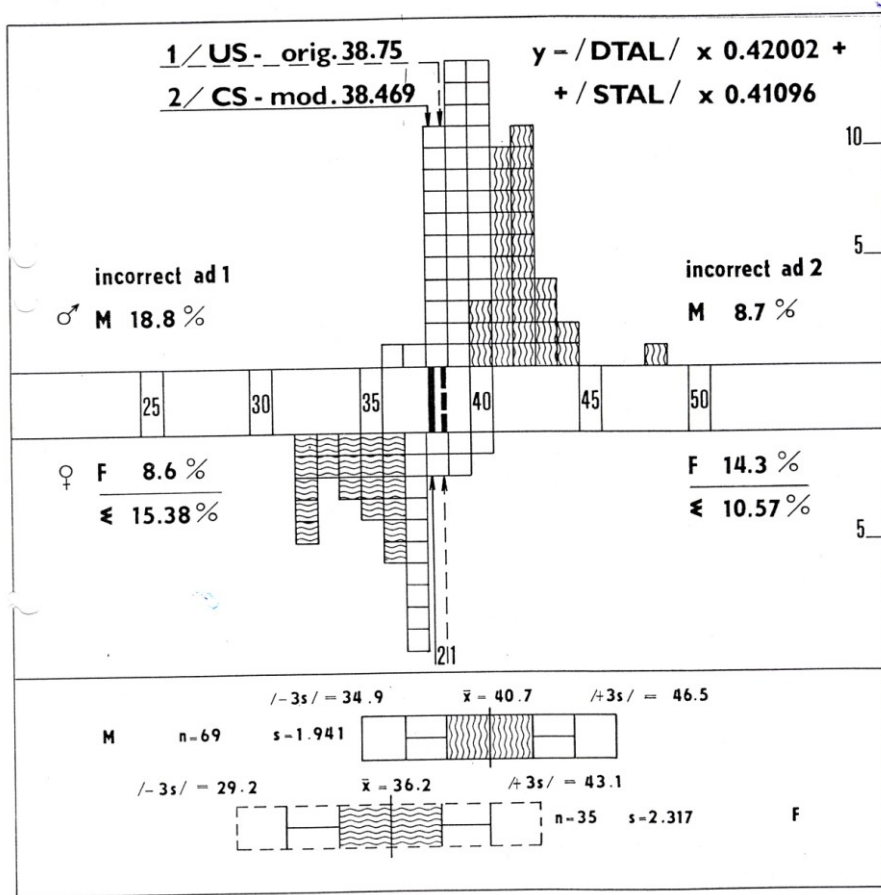
Knochen	Diskriminanzfunktion	Trennwert	Zahl der richtig klassifizierten Individuen (%)
Humerus	1,0000 (1) + 0,7317 (4a) + 0,2547 (10)	839,95	95,9
Radius	1,0000 (1) - 0,2353 (TD ¹) + 0,3282 (5 (6))	269,5	93,9
Ulna	1,0000 (1) + 0,9533 (7) + 0,4193 (12a)	634,5	93,9
Femur	1,0000 (1) + 3,773 (18) + 1,5189 (21)	329,0	91,8
Tibia	1,0000 (1) + 2,119 (3) + 2,5564 (8a)	274,9	86

¹ TD = größter Durchmesser der *Tuberositas radii*.

Tab. 44: Geschlechtsdiagnose am *Os sacrum* nach STRÁDALOVÁ (1975). Material: 72 ♂♂ und 56 ♀♀ aus der Tschechoslowakei

a. Mittelwerte (\bar{X}), Standardabweichungen (s) und Mittelwertsdifferenzen (D) der einbezogenen Maße						
Maß		\bar{X}_1	s_1	\bar{X}_2	s_2	D
1	Bogenlänge des Kreuzbeins	115,86	10,04	112,15	8,94	3,71
2	Vordere gerade Länge des Kreuzbeins	101,43	11,03	98,47	12,42	2,96
5	Vordere obere gerade Breite	117,25	7,07	114,98	5,70	2,27
6	Größte Bogenhöhe	25,79	5,07	22,92	6,79	2,87
14	Länge der Facies auricularis(dexter)	62,45	4,42	57,02	4,06	5,43
19	Größter transversaler Durchmesser der Basis des Kreuzbeins	51,39	4,57	47,28	4,76	4,11
22	Promontorium-Winkel	60,56	4,55	58,64	4,33	1,92
S1V	Ventraler vertikaler Durchmesser des ersten Sacralwirbelkörpers	33,09	2,56	30,95	2,41	2,14
MA	Kleinster transversaler Abstand zwischen den Facies articulares superiores	28,15	4,04	26,15	3,72	2,00
LA	Größter transversaler Abstand zwischen den Facies articulares superiores	57,46	5,68	51,57	5,36	5,89
TSa	Tiefe des Sacrum in der Mediansagittalebene ¹	59,76	3,90	47,21	2,97	12,55
b. Diskriminanzfunktionen						
Diskriminanzfunktion				Trennwert	Zahl der richtig klassifizierten Individuen (%)	
0,23372 (1) - 0,13934 (2) + 0,17298 (5) - 0,12253 (6) - 0,16192 (14) + 0,01984 (19) - 0,19727 (22) - 0,45825 (S1V) + 0,07293 (MA) - 0,33835 (LA) - 0,43177 (TSa)				- 40,44425	88,55	
0,08860 (5) - 0,08585 (22) - 0,16392 (LA) - 0,27583 (TSa)				- 17,38396	85,44	

¹ Die Tiefe zwischen *Promontorium* und dem am meisten dorsal gelegenen Punkt am *Processus articularis dexter*, projektivisch in der Mediansagittalebene bzw. in derselben Ebene wie Maß 18 gemessen.

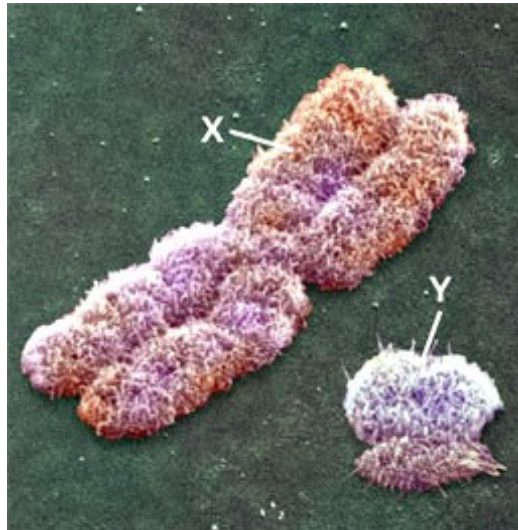


Určení pohlaví podle rozměrů talu (Novotný, Malinovský 1984)

Genetické určení pohlaví

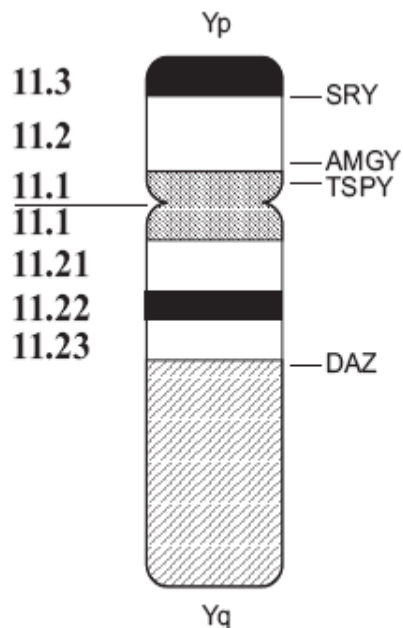
Genetické pohlaví u člověka je založeno na přítomnosti dvou odlišných chromozomů u mužských jedinců/buněk – chromozomy XY – heterogametické pohlaví a dvou stejných chromozomů u ženských jedinců/buněk – chromozomy XX – homogametické pohlaví. Této odlišnosti lze využít pro determinaci pohlaví. Molekulárně – genetické metody ovšem nesledují celé chromozomy, ale pouze určitý lokus/marker.

Determinace pohlaví u kosterních pozůstatků založená na analýze aDNA byla poprvé provedena v roce 1991 (Hummel – Hermann), a to na základě amplifikace specifických sekvencí Y chromozomu umožňující přímou identifikaci jedinců mužského pohlaví. V roce 1991 se potom rozšířila metoda analýzy genu pro amelogenin, který na elektroforetickém gelu poskytuje produkt pro obě pohlaví (Nakahori et al. 1991).



molekulárně biologické postupy nesledují celé chromozomy, ale pouze určitý lokus (marker) na jejich DNA

pohlaví kosterních pozůstatků se určuje např. pomocí markerů, které jsou specifické pro Y-chromozom (gen SRY)



SRY gen (*sex determining region Y*, také označovaný jako TDF – *testis determining factor*) kóduje protein SRY, který náleží do rodiny HMG (*high mobility group*) proteinů a reguluje vývoj samčích pohlavních znaků u savců. SRY protein je mj. exprimován podpůrnými buňkami nediferencovaných gonád a vede k jejich diferenciaci do Sertolihových buněk.

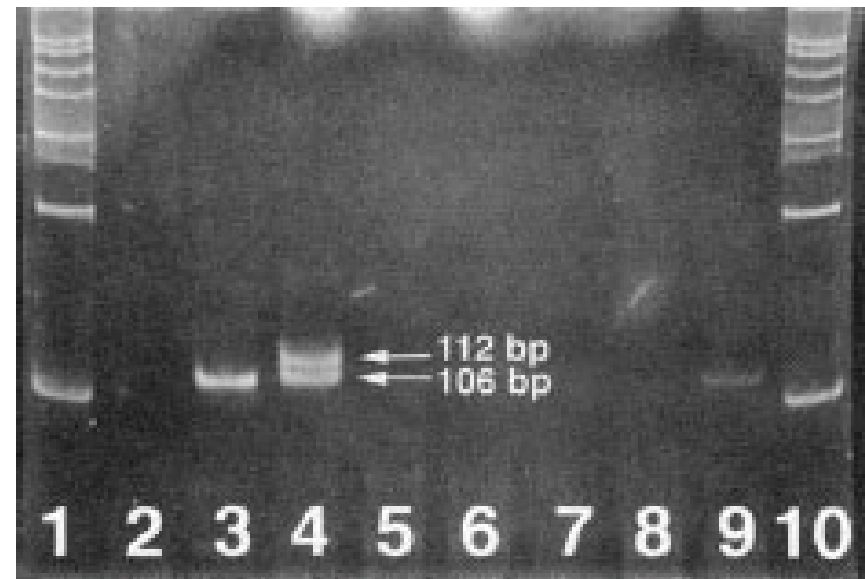
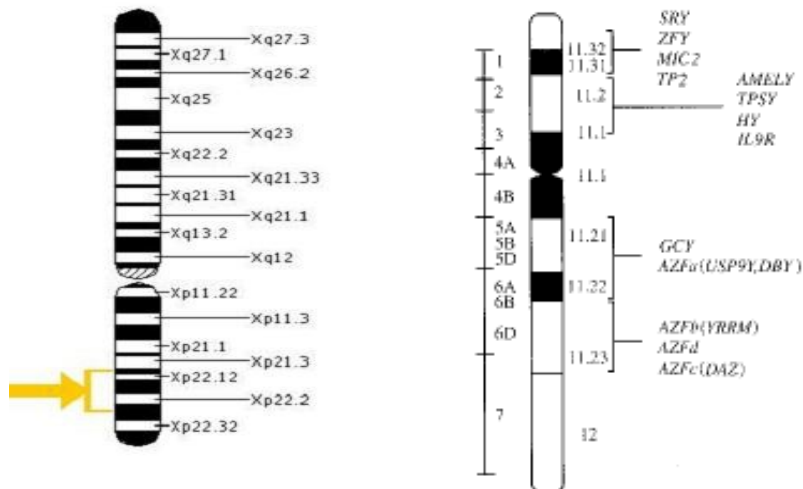
SRY gen je lokalizován na krátkém raménku Y chromozomu v pozici Yp11.3 (viz obr. 9). V roce 1998 byla Santosovou et al. publikována metoda pro určení jedinců mužského pohlaví. Je amplifikován úsek o velikosti 93 bp z SRY genu (Cuhna et al. 2000). Výstupem této analýzy je tedy v případě mužského individua pozitivní signál po amplifikaci polymerázovou řetězovou reakcí a negativní signál u vzorků pohlaví ženského. Studie Cunhy et al. (2000) ukázala, že tento region je snázeji amplifikovatelný v porovnání s amelogeninovým lokusem a tudíž se jeví jako velmi vhodný pro analýzu aDNA.

Figure 1 - Schematic representation of Y chromosome showing gene sequences studied by PCR⁽⁸⁾

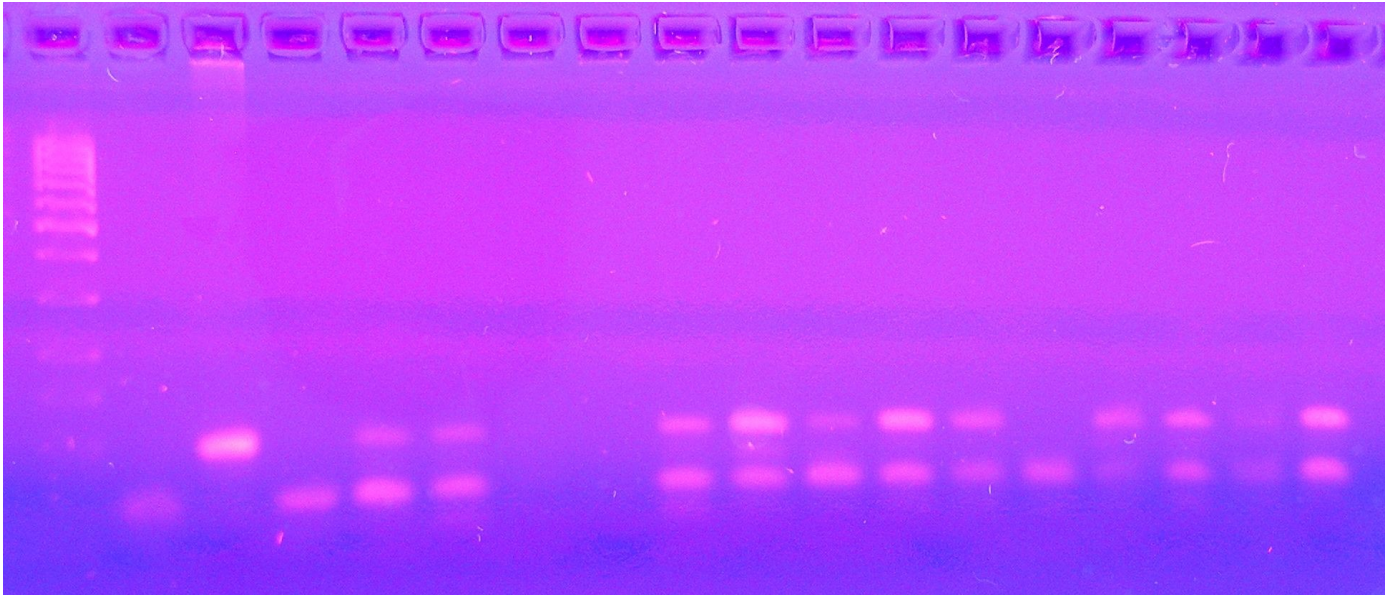
Metoda amplifikace úseku genu pro amelogenin

Amelogenin je hlavním proteinem vyvíjející se matrix zubní skloviny a byl poprvé popsán Eastoem (1965). Gen pro amelogenin byl lokalizován na pohlavních chromozomech současně u myši a u člověka Lauem et al. (1989). U člověka byly detekovány dvě kopie amelogeninového genu, jedna na X chromozomu v oblasti p22.1-p22.3 a druhá poblíž centromery Y chromozomu v lokusu p11.2 (viz obr. 8) (Schaefer et al. 1993). Sekvence lidského X chromozomového amelogeninu byla poprvé popsána Shimokawou et al. (1989).

Na X chromozomu bylo v genu pro amelogenin popsáno celkem pět delecí, stejně jako na chromozomu Y (Haas-Rochholz, Weiler 1997). Nicméně vzhledem k vlastnostem aDNA, tedy zejména její fragmentárnosti se v praxi rozšířila metoda založená na objevu z 90. let, kdy byla v prvním intronu tohoto genu na X chromozomu popsána 6 bp delece (Sullivan et al. 1993, Manucci et al. 1994). Amplifikace tohoto úseku o velikosti 106 bp v případě X chromozomu a 112 bp u Y chromozomu umožňuje odlišit mužský a ženský genotyp na základě odlišné délky produktů.

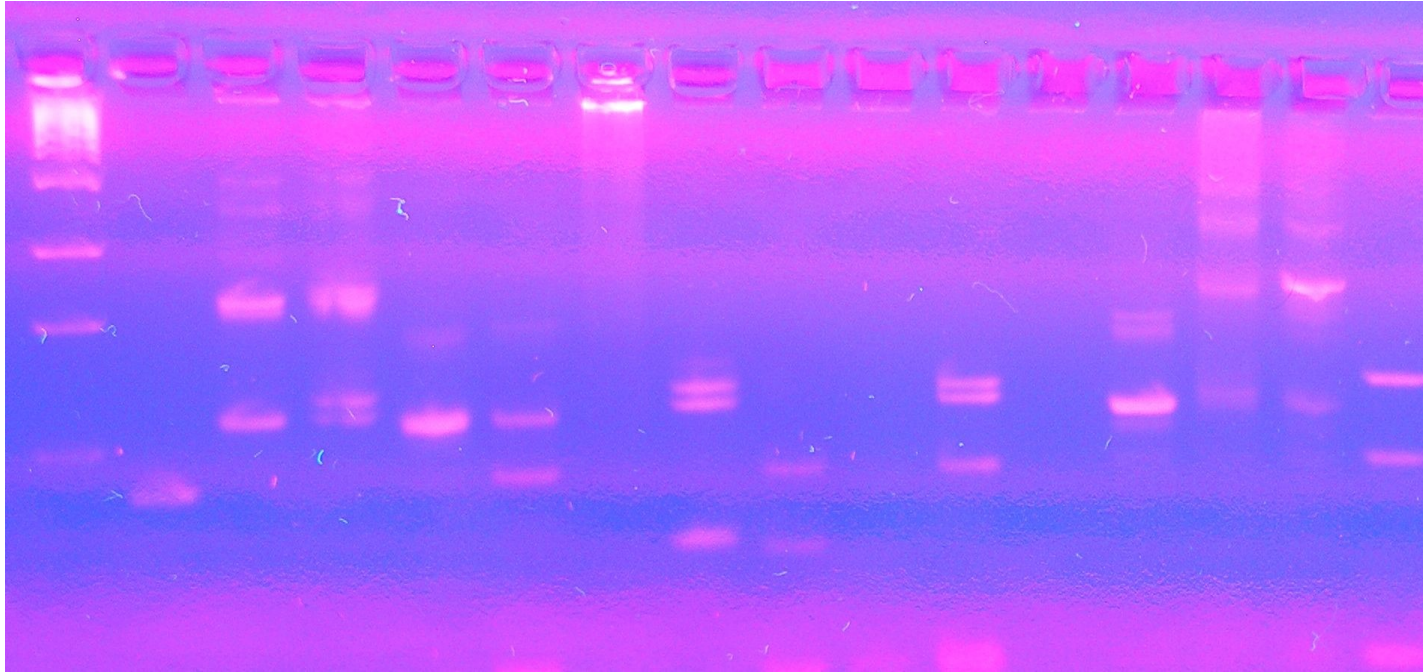


Analýza SRY markeru u kosterního materiálu z Pohanska jižního předhradí



**analýza SRY markeru: HS – NK – PK – 165 – 26/IV – 40 – 71 – 90 – 36
– 99 – 100 – 111 – 119 – 127- 182 – 133 – 153 - 190**

Analýza amelogeniového markeru u kosterního materiálu z Pohanska jižního předhradí



**analýza amelogeninového markeru: HS - NK - PK - PK - 24/IV - 26/IV - 60 -
90 - 127 - 133 - 147 - 194 - 190 - 182 -
124 - 165**

Izolace



Amplifikace



Elektroforéza

