

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Diplomová práce**

**Srovnání úspěšnosti odhadu pohlaví podle  
sakroiliakálního a ischiopubického segmentu  
pánevní kosti**

**Kristýna Chytková**

Plzeň 2020

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

Katedra antropologie

**Studijní program Antropologie**

**Studijní obor Antropologie populací minulosti**

**Diplomová práce**

**Srovnání úspěšnosti odhadu pohlaví podle  
sakroiliakálního a ischiopubického segmentu  
pánevní kosti**

**Kristýna Chytková**

*Vedoucí práce:*

Mgr. Patrik Galeta, Ph.D.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2020

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval(a) samostatně a použil(a) jen uvedených pramenů a literatury.

*Plzeň, květen 2020*

.....

### Poděkování:

Chtěla bych tímto poděkovat Mgr. Patriku Galetovi, Ph.D., vedoucímu práce, za jeho vstřícný přístup, cenné rady, odborné vedení a trpělivost během celého procesu zpracování této diplomové práce. Také bych ráda poděkovala prof. RNDr. Jaroslavu Brůžkovi, CSc. za zpřístupnění 3D modelů a záznamů přímých rozměrů pánevních kostí. Nakonec bych chtěla poděkovat Mgr. Rebece Rmoutilové, Ph.D. za provedení segmentace pánevních kostí z těchto 3D modelů.

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PÁNEV A PÁNEVNÍ KOST .....</b>	<b>4</b>
	3.1 Ontogeneze pánevní kosti .....	5
<b>4</b>	<b>SEGMENTY PÁNEVNÍ KOSTI .....</b>	<b>9</b>
	4.1 Sakroiliakální segment (SIS).....	10
	4.1.1 Anatomie sakroiliakálního segmentu.....	10
	4.1.2 Ontogeneze sakroiliakálního segmentu .....	15
	4.2 Ischiopubický segment (IPS).....	16
	4.2.1 Anatomie ischiopubického segmentu.....	17
	4.2.2 Ontogeneze ischiopubického segmentu .....	18
<b>5</b>	<b>POHLAVNÍ DIMORFISMUS .....</b>	<b>20</b>
	5.1 Pohlavní dimorfismus pánve a pánevní kosti.....	23
	5.2 Pohlavně dimorfní znaky sakroiliakálního segmentu .....	27
	5.3 Pohlavně dimorfní znaky ischiopubického segmentu .....	31
<b>6</b>	<b>METODY ODHADU POHLAVÍ .....</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>MATERIÁL .....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>METODY .....</b>	<b>40</b>
	8.1 Odhad pohlaví morfoskopickými metodami .....	40
	8.1.1 Metoda Bruzek (2002) .....	40

8.1.2 Metoda Santos et al. (2019) .....	44
8.1.3 Metoda Phenice (1969) .....	45
8.1.4 Metoda Klales et al. (2012).....	46
8.1.5 Intraobservační chyba měření .....	48
<b>8.2 Odhad pohlaví morfometrickými metodami.....</b>	<b>48</b>
<b>8.3 Aplikabilita a úspěšnost odhadu pohlaví .....</b>	<b>50</b>
<b>9 VÝSLEDKY .....</b>	<b>51</b>
9.1 Intra-observační chyba měření.....	51
9.2 Aplikabilita a úspěšnost morfoskopických metod odhadu pohlaví.....	52
9.3 Aplikabilita a úspěšnost morfometrických metod odhadu pohlaví.....	57
<b>10 DISKUZE .....</b>	<b>61</b>
10.1 Kritérium aplikability a úspěšnosti .....	61
10.2 Kritérium mezipopulační variability.....	66
10.3 Kritérium nízké subjektivity skórování.....	73
10.4 Kritérium zachovalosti .....	75
<b>11 ZÁVĚR .....</b>	<b>78</b>
<b>12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ .....</b>	<b>81</b>
<b>13 RESUMÉ .....</b>	<b>89</b>
<b>14 PŘÍLOHY .....</b>	<b>91</b>
14.1 Seznam tabulek .....	91

<b>14.2</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>92</b>
-------------	-----------------------------	-----------

## 1 ÚVOD

Pohlavní diagnóza (odhad pohlaví) je vedle odhadu věku dožití a odhadu výšky jedince jedním z nejdůležitějších základních aspektů studia lidských kosterních pozůstatků jak v bioarcheologii, tak ve forenzních vědách (Novotný, 1986; Buikstra a Ubelaker, 1994; Bruzek a Murail, 2006; Spradley a Jantz, 2011). Důležitost pohlavní diagnózy spočívá v samotném vytvoření biologického profilu jedince či vlivu na interpretaci dalších proměnných závislých na příslušnosti jedince k danému pohlaví. Nesprávná identifikace pohlaví může způsobit chybnou interpretaci například způsobů pohřebního ritu či (paleo)demografických ukazatelů (Murail et al., 1999; Bruzek a Murail, 2006).

Nejspolehlivější výsledky při odhadu pohlaví vykazuje pohlavní diagnóza založená na tvaru a velikosti lidské pánevní kosti, protože tato kost je přímo vázána na lidskou reprodukční funkci a je tedy částí lidské kostry s nejvyšším stupněm pohlavního dimorfismu (Brůžek et al., 2002; Bruzek a Murail, 2006). Pohlavní dimorfismus pánevní kosti je dán především její evoluční adaptací. Mužská pánevní kost je výsledkem adaptace na biomechanické potřeby vzpřímeného postoje a bipední lokomoce. Ženská pánevní kost pak musí svou morfologií zajišťovat mimo to také vytvoření dostatečně širokého porodního kanálu pro průchod jedince s relativně velkou hlavou (Novotný, 1986; Bruzek, 2002). Vzhledem ke vztahu morfologie pánevní kosti k lokomoci a reprodukční funkci člověka je pohlavní dimorfismus manifestován stejným způsobem napříč lidskými populacemi. (Bruzek a Murail, 2006).

Pánevní kost lze rozdělit do tří morfofunkčních celků (tzv. segmentů), z nichž dva vykazují výrazné pohlavně dimorfní znaky, jsou tudíž využívány v pohlavní diagnóze. Jedná se o ischiopubický a sakroiliakální segment pánevní kosti (Novotný, 1986; Bruzek a Murail, 2006) Tyto segmenty vzhledem ke své odlišné funkčnosti procházejí během ontogeneze u každého pohlaví v jiné časové období a jiným tempem, je ovšem známo, že nejrazantnější změnou v průběhu



ontogeneze dochází u žen v pubické oblasti (tedy na ischiopubickém segmentu) pánevní kosti (Greulich a Thoms, 1944; Bilfeld et al., 2013, 2015).

Dle principu ekvifinality je celková úroveň pohlavního dimorfismu pánevní kosti dána součtem úrovně pohlavního dimorfismu na sakroiliakálním a na ischiopubickém segmentu pánevní kosti. Lze tedy předpokládat, že metody odhadu pohlaví z obou segmentů pánevní kosti (např. Ferembach et al. 1980, Bruzek 2002, Patriquin et al. 2005, Santos et al. 2019) budou úspěšnější než metody odhadu pohlaví využívající pouze jednoho segmentu pánevní kosti (např. Phenice 1969, Işcan a Derrick 1984; Klales et al. 2012). Při využití celé pánevní kosti by totiž nemělo záviset na rozdílnosti v úrovni pohlavního dimorfismu na jednotlivých segmentech.

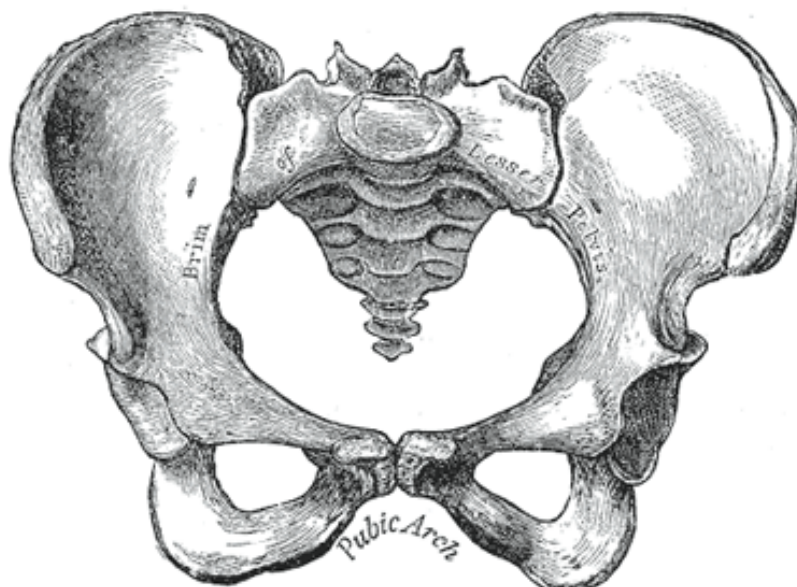
## 2 CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce je teoreticky popsat problematiku pohlavního dimorfismu lidské pánevní kosti (resp. pánve) jako celku a jejich dvou morfofunkčních částí, sakroiliakálního a ischiopubického segmentu.

V praktické části je cílem ověřit předpoklad, podle kterého by aplikabilita a úspěšnost metod, které při odhadu pohlaví hodnotí jak sakroiliakální tak ischiopubický segment pánevní kosti, měla být vyšší, než aplikabilita a úspěšnost metod, které k odhadu pohlaví hodnotí pouze jeden z těchto segmentů. Srovnání úspěšnosti v závislosti na využitém segmentu bude provedeno s pomocí morfoskopických a morfometrických metod odhadu pohlaví.

### 3 PÁNEV A PÁNEVNÍ KOST

Pánev (*pelvis*) je útvar tvořený spojením tří kostí, pravé a levé kosti pánevní (*os coxae*) a kosti křížové (*os sacrum*) (Obrázek 1).



Obrázek 1. Lidská pánev (převzato z Gray, 1918).

Tyto tři kosti utvářejí pánev pomocí více druhů spojení. Mezi tato spojení se řadí křížokyčelní kloub (*articulatio sacroiliaca*), chrupavčité spojení čili spona stydká (*symphysis pubica*) a další vazivová spojení pánve. Na pánvi rozlišujeme dva základní útvary. Pánev velkou (*pelvis major*), která je tvořena lopatami kyčelních kostí, a dále pak pánev malou (*pelvis minor*) čili porodnickou, která je utvářena prostorem mezi kostí křížovou, oběma kostmi sedacími a oběma kostmi stydkými (Čihák, 2011).

Pánevní kost je částí kostěné pánve, která vznikla spojením jejich tří za ontogeneze samostatných složek – kosti kyčelní (*os ilium*), kosti sedací (*os ischii*) a kosti stydké (*os pubis*). Tyto zprvu samostatně se vyvíjející kosti srůstají v jamce kyčelního kloubu (*acetabulum*). Kyčelní kost tvoří její horní zadní část, srůst kosti sedací a stydké pak tvoří spodní přední část (White a Folkens, 2005; Čihák, 2011)

### 3.1 Ontogeneze pánevní kosti

Pánevní kost se ontogeneticky vyvíjí podle stejného vzorce jako ostatní kosti vznikající procesem enchondrální osifikace. Tento vzorec začíná vznikem mezenchymového základu budoucí kosti. Následně se procesem chondrifikace utváří chrupavčitý blastém (model kosti), v němž se objevují osifikační centra, která jsou zodpovědná za utváření kostní tkáně (Malínský a Lichnovský, 2006; Verbruggen a Nowlan, 2017). Jelikož je ontogenetický vývoj pánevní kosti velice složitým a dlouhým procesem, je pro vytvoření plně funkčního pletence dolní končetiny potřebné, aby všechny jednotlivé procesy, které se na vzniku pánevních kostí podílejí, proběhly správně (Verbruggen a Nowlan, 2017).

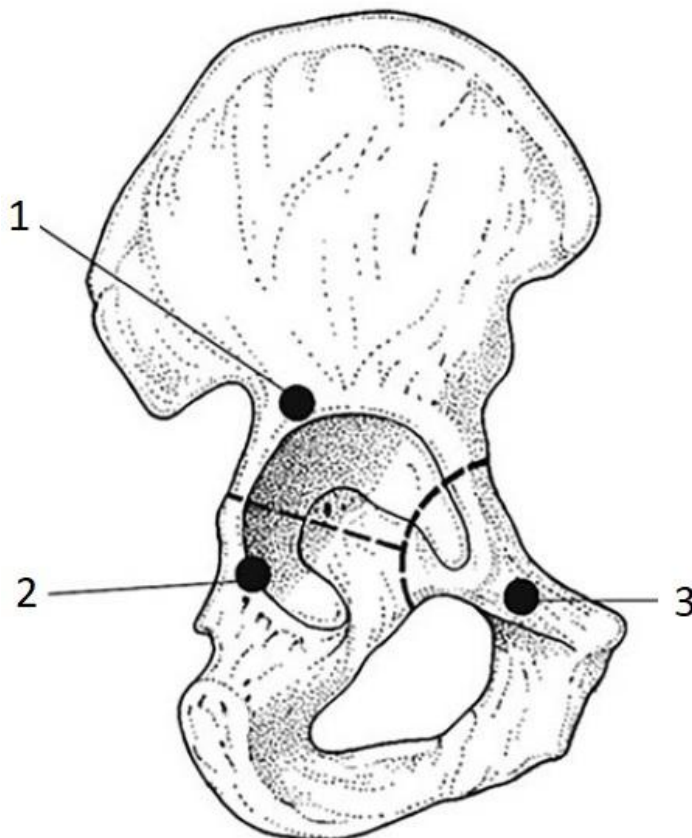
Pánevní kost se vyvíjí ze stejné hmoty jako ostatní tkáně dolní končetiny. Touto počáteční hmotou je mezenchymová tkáň, která je embryonální nejprimitivnější formou vaziva, ze které se vyvíjejí další tkáně (Čihák, 2011). Koncem 3.–4. nitroděložního týdne se laterálně po stranách embrya utváří končetinová lišta. Z této lišty vyrůstají končetinové pupeny, které jsou ve své podstatě základy budoucích končetin. Pupeny dolních končetin vyrůstají antero-laterálně na úrovni bederních a prvních sakrálních obratlů (Strayer, 1943; Malínský a Lichnovský, 2006). Pupeny dolních končetin se vyvíjejí z rapidně se množících mezenchymových kmenových buněk (Verbruggen a Nowlan, 2017). Pupeny dolních i horních končetin se objevují v období, kdy má embryo přibližně 4 mm na délku a obsahuje alespoň 25–28 párů somitů (O’Rahilly a Gardner, 1975). Jsou překryty ektodermem a postupně se prodlužují (Čihák, 2011).

Zahušťováním mezenchymové tkáně vzniká blastematózní mezenchymový základ (Malínský a Lichnovský, 2006). Počáteční mezenchym se v oblasti budoucí pánevní kosti rozděluje na základ horní kyčelní kosti, spodní sedací kosti a přední stydké kosti (Fazekas a Kósa, 1978).

Kosti pánve, tedy i pánevní kosti, jsou utvářeny procesem enchondrální osifikace. Ta je druhem chondrogenní osifikace, kterou se

vyvíjí většina kostí lidského těla. Během průběhu tohoto typu osifikace je chrupavčitý základ kosti destruován vlastní tvorbou kostní tkáně (Mackie et al., 2008; Čihák, 2011; Verbruggen a Nowlan, 2017). Z mezenchymu se diferencují osteoblasty, které se postupně mění v kostní buňky osteocyty. Osteoblasty vytvářejí kostní trámečky, které dále přibývají apozicí. Splýváním buněk monocytomakrofágové řady vznikají osteoklasty, mnohojaderné buňky, které odbourávají kostní hmotu, která je následně nahrazována novou. Tento proces se nazývá přestavba kosti a následně probíhá během celého života jedince. Částečně je pánevní kost osifikována také druhým typem chondrogenní osifikace a to osifikací perichondriální. Perichondriální osifikace se od enchondrální osifikace liší tím, že tvorba kostní tkáně neprobíhá uvnitř chrupavky, ale na jejím povrchu (Čihák, 2011).

V chrupavčitém základu pánevní kosti se tak objevují primární osifikační centra, ze kterých se osifikace šíří dál. Jelikož je pánevní kost tvořena třemi původně samostatnými kostmi (kost kyčelní, kost sedací a kost stydká), objevují se tři primární osifikační centra, jedna pro každou z těchto kostí (Obrázek 2) (Malínský a Lichnovský, 2006). Doba, kdy v každé z jednotlivých kostí vzniknou primární osifikační centra, je závislá na době, kdy je pro tuto kost vytvořen její chrupavčitý základ (Laurenson, 1964). Jako první se tedy osifikační centrum vytvoří v základu kyčelní kosti, následně v sedací kosti a nakonec ve stydké kosti (Čihák, 2011). Tato tři primární osifikační centra se projevují významným růstem a to v období prvních tří měsíců po narození jedince. Tento růst se postupně zpomaluje do období puberty, kdy je růst opět aktivován jako součást pohlavního dospívání (Scheuer a Black, 2004).



Obrázek 2. Tři primárních osifikačních center pánevní kosti. (1) Primární osifikační centrum kyčelní kosti – třetí prenatální měsíc, (2) primární osifikační centrum sedací kosti – čtvrtý až pátý prenatální měsíc, (3) primární osifikační centrum stydké kosti – pátý až šestý prenatální měsíc (převzato a upraveno z Scheuer a Black, 2004).

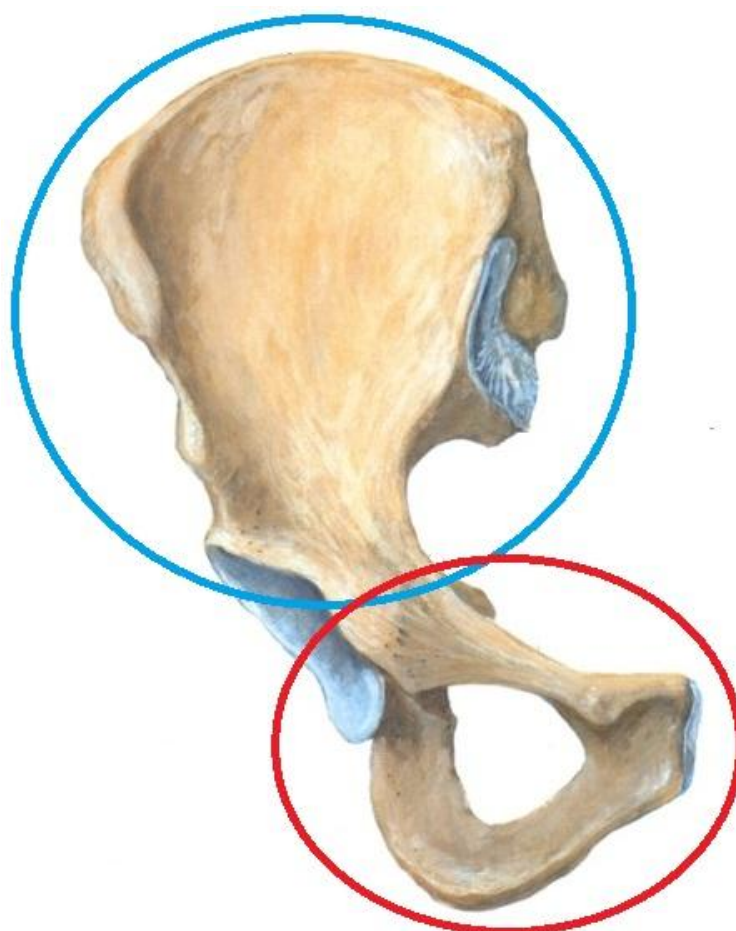
Sekundární osifikační centra vznikají v základech každé z kostí budoucí pánevní kosti a také v jamce kyčelního kloubu. V literatuře se celkový počet sekundárních osifikačních center různí. Někteří autoři uvádějí pět sekundárních osifikačních center (White et al., 2011), jiní autoři uvádějí dohromady osm sekundárních osifikačních center (Scheuer a Black, 2004). Počet sekundárních osifikačních center se nejvíce odlišuje v místě jamky kyčelního kloubu. V tomto místě dochází k osifikaci triradiční chrupavky a následné spojení s ostatními kostmi (kyčelní kostí, sedací kostí a stydkou kostí). K osifikaci této chrupavky dochází dle různých autorů z jiného počtu sekundárních osifikačních center. Osifikace triradiční chrupavky tak může začít ze dvou sekundárních osifikačních center (Čihák, 2011), ze tří center (Verbruggen a Nowlan, 2017), ale některé publikace uvádějí dokonce pouze jedno sekundární osifikační

centrum nacházející se v oblasti jamky kyčelního kloubu, které je nazýváno děložní kost (*os cotyledon*) (White et al., 2011).

Pokud přijmeme za fakt, že se v oblasti jamky kyčelního kloubu nacházejí tři sekundární osifikační centra, každé z těchto tří center se v průběhu osifikace setkají a následně dojde k jejich spojení. Jako první osifikuje acetabulární epifýza nacházející se mezi kyčelní a stydkou kostí. K zahájení tohoto procesu dochází v 9.–10. roce života jedince a vzniká tak tzv. acetabulární kost (*os acetabuli*), která má trojúhelníkovitý tvar. Jako druhá osifikuje acetabulární epifýza mezi kyčelní a sedací kostí a to v 10.–11. roce života jedince. Třetí osifikační centrum se podílí na vytvoření horního okraje jamky kyčelní kosti a k jejímu vzniku dochází mezi 12. a 14. rokem života jedince. K absolutnímu propojení kostí v oblasti triradiační chrupavky dochází v období puberty, přičemž u žen k tomuto jevu dochází v 11–15 letech, u mužů pak ve 14–17 letech života (Verbruggen a Nowlan, 2017). Ke vzniku dalších sekundárních osifikačních center dochází v ostatních kostech pánevní kosti.

## 4 SEGMENTY PÁNEVNÍ KOSTI

Pánevní kost se rozděluje na tři segmenty, které tvoří její samostatné morfofunkční části (Bruzek a Murail, 2006) či základní subsystémy (Novotný, 1986). Jedná se o sakroiliakální, ischiopubický a acetabulární segment, které svou morfologií odrážejí evoluční přizpůsobení lidské pánve na bipední lokomoci, vzpřímený postoj těla a reprodukční funkci žen. (Novotný, 1986; Bruzek, 2002; Bruzek a Murail, 2006; Santos et al., 2019).



Obrázek 3. Sakroiliakální (modře) a ischiopubický (červeně) segment pánevní kosti (převzato a upraveno z Čihák, 2011).

Acetabulární segment je tvořen samotnou oblastí jamky kyčelního kloubu (*acetabulum*), sakroiliakální segment z něj vystupuje kraniálně a ischiopubický segment kaudálně (Obrázek 3). Acetabulární segment je definován jako samotná oblast jamky kyčelního kloubku (*acetabulum*),



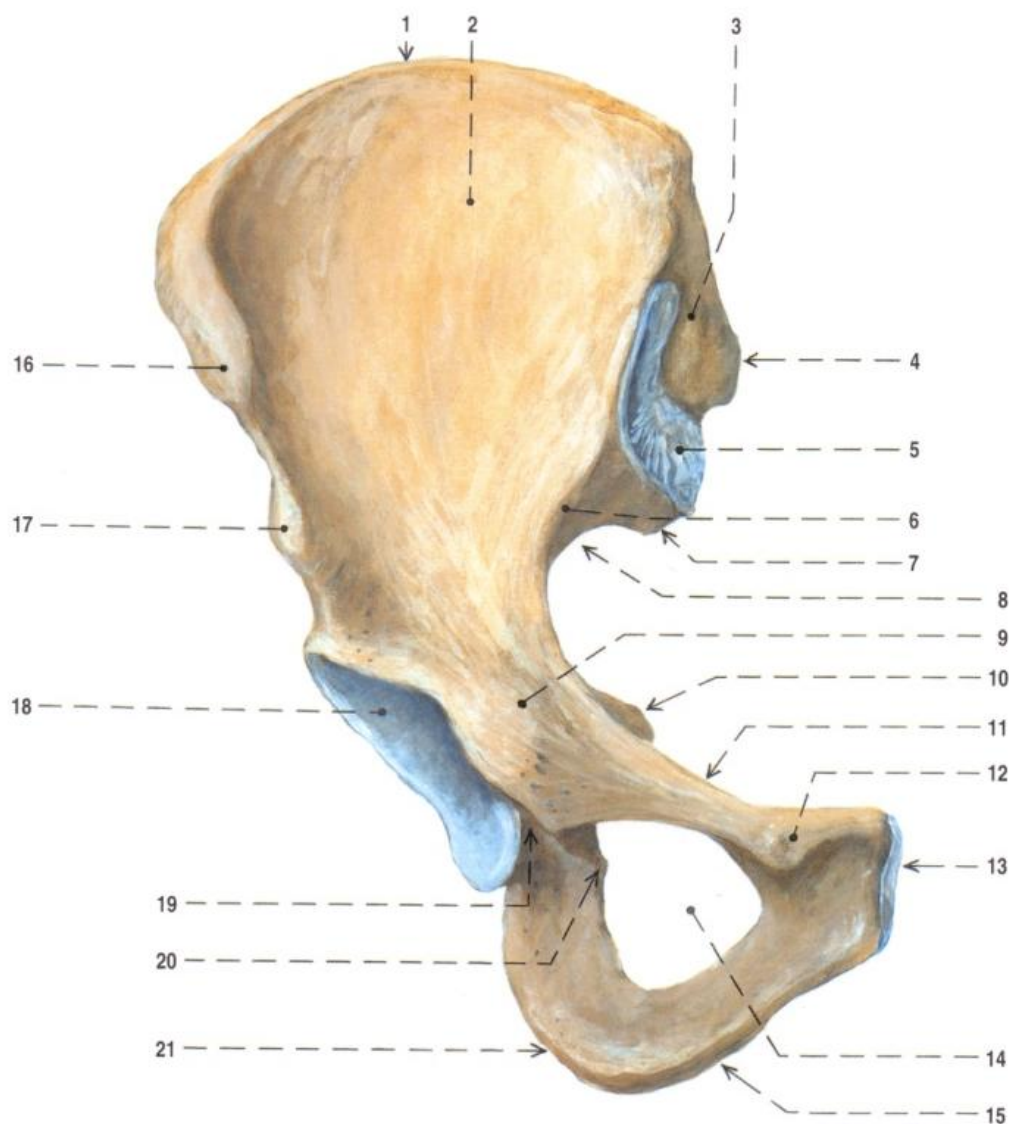
kteřá představuje místo propojení všech tří jednotlivých částí pánevní kosti, přičemž tak kooperuje na celkové strukturální stavbě pánevní kosti a tedy i pánve jako celku. Zároveň acetabulární segment nevykazuje výrazné pohlavně dimorfní znaky, proto na rozdíl od sakroiliakálního a ischiopubického segmentu není přímo využíván při pohlavní diagnóze (Bruzek a Murail, 2006).

#### 4.1 Sakroiliakální segment (SIS)

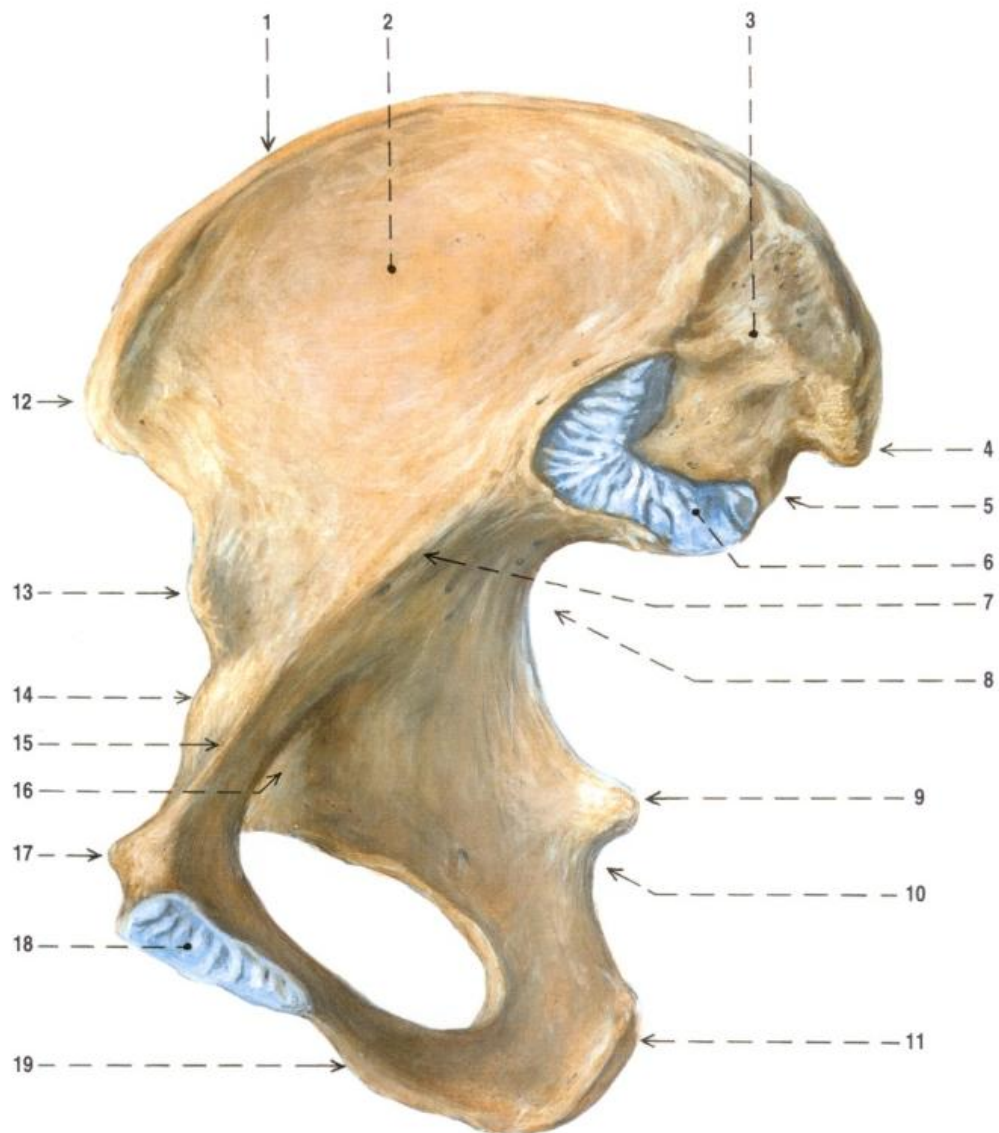
Sakroiliakální segment pánevní kosti zahrnuje aurikulární povrch křížokyčelního kloubu (*facies auricularis ossis ilii*) a přilehlé struktury kyčelní kosti (Bruzek a Murail, 2006). Novotný (1986) definuje sakroiliakální segment jako základní subsystém pánve, nikoliv pouze pánevní kosti, tudíž ho charakterizuje jako celou kyčelní kost a současně i křížovou kost. Základní charakteristikou ale zůstává, že tento segment odráží především evoluční adaptaci lidského druhu na vzpřímený postoj těla a s tím spojenou bipední lokomoci (Novotný, 1986; Bruzek, 2002).

##### 4.1.1 Anatomie sakroiliakálního segmentu

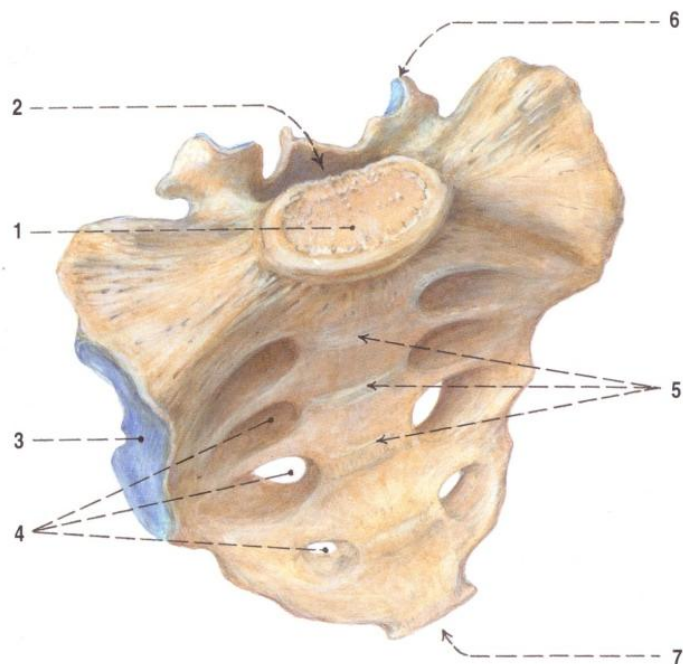
Kyčelní kost (*os ilium*) je u jamky kyčelního kloubu tvořena tělem kyčelní kosti (*corpus ossis ilii*), které se následně kraniálně rozšiřuje v plochou lopatu kyčelní kosti (*ala ossis ilii*) a tvoří tak největší část pánevní kosti (Obrázek 4, Obrázek 5). Horní okraj této lopaty tvoří kyčelní hřeben (*crisa iliaca*), na jehož koncích rozeznáváme přední horní trn kyčelní (*spina iliaca anterior superior*) a zadní horní trn kyčelní (*spina iliaca posterior superior*). Kaudálně od těchto útvarů pak navazují přední a zadní dolní trn kyčelní (*spina iliaca anterior inferior*, *spina iliaca posterior inferior*). Na vnitřní straně lopaty kyčelní rozlišujeme kyčelní jámu (*fossa iliaca*), která má na sobě dorsálně mírně zvlněnou kloubní plochu křížokyčelního kloubu (*facies auricularis*). Kyčelní kost přechází vpředu ve stydkou kost nízkým hrbolem (*eminentia iliopubica*), výrazným zářezem vzadu (*incisura ischiadica major*) přechází v sedací kost (Čihák, 2011).



Obrázek 4. Pánevní kost. Pravá strana, pohled zředu. (1) crista iliaca, (2) fossa iliaca, (3) tuberositas iliaca, (4) spina iliaca posterior superior, (5) facies auricularis, (6) linea arcuata, (7) spina iliaca posterior inferior, (8) incisura ischiadica major, (9) eminentia iliopubica, (10) spina ischiadica, (11) pecten ossis pubis, (12) tuberculum pubicum, (13) facies symphysialis, (14) foramen obturatum, (15) crista phallica, (16) spina iliaca anterior superior, (17) spina iliaca anterior inferior, (18) facies lunata (acetabuli), (19) incisura acetabuli, (20) tuberculum obturatorium posterius (var.), (21) tuber ischiadicum (převzato z Čihák, 2011).



Obrázek 5. Pánevní kost. Pravá strana, pohled na mediální stranu. (1) crista iliaca, (2) fossa iliaca, (3) tuberositas iliaca, (4) spina iliaca posterior superior, (5) spina iliaca posterior inferior, (6) facies auricularis, (7) linea arcuata, (8) incisura ischiadica major, (9) spina ischiadica, (10) incisura ischiadica minor, (11) tuber ischiadicum, (12) spina iliaca anterior superior, (13) spina iliaca anterior inferior, (14) eminentia iliopubica, (15) pecten ossis pubis, (16) sulcus obturatorius, (17) tuberculum pubicum, (18) facies symphysialis, (19) crista phallica (převzato z Čihák, 2011).

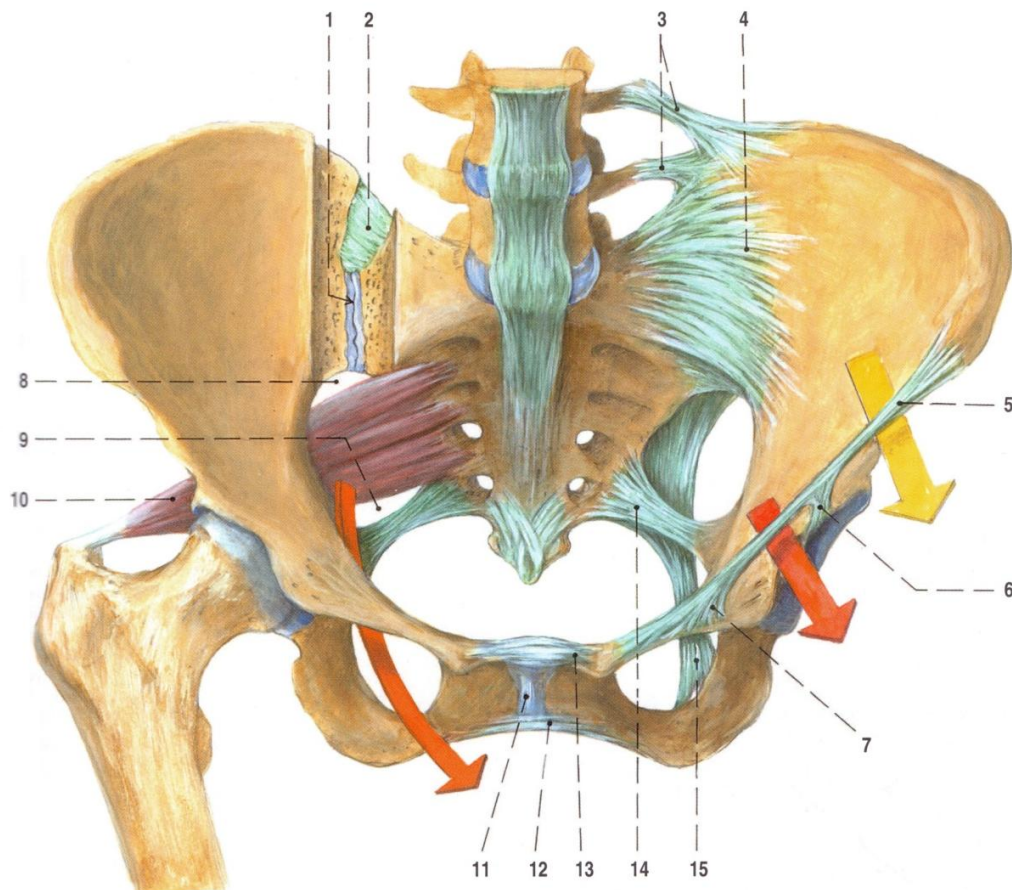


Obrázek 6. Křížová kost. Pohled zprava shora zpředu. (1) basis ossis sacri, (2) canalis sacralis, (3) facies auricularis, (4) foramina sacralia anterior, (5) lineae transversae, (6) processus articularis superior, (7) apex ossis sacri (převzato z Čihák, 2011).

Pokud bychom jako Novotný (1986) považovali sakroiliakální segment za subsystem pánve a ne pouze pánevní kosti, zahrnoval by tento segment také křížovou kost (Obrázek 6). Samotná křížová kost je ale pro sakroiliakální segment pánevní kosti důležitá a to z hlediska kloubního a vazivových spojení s kostí kyčelní. Křížová kost je tvořena srůstem pěti sakrálních obratlů (*vertebrae sacrales*, S1–S5). Na křížové kosti rozlišujeme přední konkávní plochu (*facies pelvica*) a zadní konvexní plochu (*facies dorsalis*). Na přední ploše se nacházejí příčné linie (*lineae transversae*) v místech srůstu sakrálních obratlů, dále také čtyři páry otvorů (*foramina sacralia anteriora*) (Čihák, 2011), jimiž procházejí křížové nervy (White a Folkens, 2005). Na zadní ploše se nacházejí obdobné čtyři páry otvorů (*foramina sacralia posteriora*), které jsou propojeny s pokračováním páteřního kanálu křížovou kosti (*canalis sacralis*).

Po stranách křížové kosti se nachází mírně zvlněná kloubní plocha (*facies auricularis ossis sacri*) v rozsahu prvního až třetího sakrálního

obratle. Vzadu se na této ploše nachází drsná plocha (*tuberositas sacralis*), která představuje místo úponu snopců mezikostního a zadního křížokyčelního vazy (Čihák, 2011).



Obrázek 7. Spojení na pánvi. Křížokyčelní kloub a vazy pánve. Pohled zředu. Žlutá šipka – lacuna musculorum, červená šipka – lacuna vasorum, oranžová šipka – canalis obturatorius. (1) štěrbinu křížokyčelního kloubu, (2) ligamentum sacroiliacum interosseum, (3) ligamentum iliolumbale, (4) ligamentum sacroiliacum anterius, (5) ligamentum inguinale, (6) arcus iliopectineus, (7) ligamentum lacunare, (8) foramen suprapiriforme, (9) foramen infrapiriforme, (10) musculus piriformis, (11) discus interpubicus, (12) ligamentum pubicum inferius (lig. arcuatum pubis), (13) ligamentum pubicum superius, (14) ligamentum sacrospinale, (15) ligamentum sacrotuberale (převzato z Čihák, 2011).

Samotný křížokyčelní kloub je tvořen dvěma styčnými plochami na kyčelní kosti (*facies auricularis ossis ilii*) a křížové kosti (*facies auricularis ossis sacri*). Jelikož je kloubní pouzdro tohoto kloubu tuhé a krátké, je zapotřebí, aby bylo zesíleno vazy (Obrázek 7). Před i zadní plochou kloubního pouzdra se nachází soubor silných vazivových vláken

(*ligamentum sacroiliacum anterius et posterius*). Na zadní straně se uvnitř kloubního pouzdra nachází navíc soubor hlubších příčných vazivových vláken (*ligamentum sacroiliacum interosseum*). Pohyblivost křížokyčelního kloubu je pouze malého rozsahu, ale má značný význam pro správný sklon a postavení pánve vůči páteři (Čihák, 2011).

#### 4.1.2 Ontogeneze sakroiliakálního segmentu

Z blastematózního mezenchymového základu embrya začíná proces vzniku chrupavky (chondrifikace) v období 6.–7. nitroděložního týdne, přičemž stejně jako později u osifikace se jako první objevují centra v oblasti budoucí kyčelní kosti (O’Rahilly a Gardner, 1972, 1975). V období druhého nitroděložního měsíce se chondrifikační centrum budoucí kyčelní kosti spojuje s dalšími chondrifikačními centry, přičemž nejdříve dochází ke spojení s chondrifikačním centrem sedací kosti, následně s chondrifikačním centrem stydké kosti, čímž utvářejí základ jamky kyčelního kloubu (Verbruggen a Nowlan, 2017).

Chrupavčitý základ (tvořený růstovou chrupavkou) se vytváří kondenzací mezenchymu a jejich diferenciací na chondrocyty (Mackie et al., 2008). Není ale stále ještě přesně jasné, jak se tato chrupavka z mezenchymu vytváří. Proces kondenzace buněk mezenchymu je přitom zásadní pro morfogenezi budoucí chrupavky. Tento chrupavčitý základ může totiž následně ovlivnit strukturu kostní hmoty a tím pádem ovlivnit strukturu celé kosti (Okumura et al., 2017).

Jelikož je vznik primárních osifikačních center přímo závislé na době, kdy je pro danou budoucí kost vytvořen její chrupavčitý základ (Laurenson, 1964), jako první se primární osifikační centrum vytváří v základu kyčelní kosti (Čihák, 2011) (Obrázek 2). V kyčelní kosti se primární osifikační centrum objevuje již v osmém nitroděložním týdnu. Je umístěno v oblasti nad budoucím velkým sedacím zářezem (Čihák, 2011). Osifikace z tohoto centra postupuje nejdříve kraniálně a následně radiálně, přičemž během devíti týdnů vytváří jakousi skořápku kosti, jelikož se kost vytváří pouze na vnějším povrchu procesem

perichondriální osifikace (Laurenson, 1964). Po 10–11 týdnech je již vytvořena primární dřevná dutina. Kyčelní kost je dobře rozeznatelná ve 4.–5. nitroděložním měsíci, kdy je již vytvořen okraj velkého sedacího zářezu (Verbruggen a Nowlan, 2017).

K propojení primárního osifikačního centra s centry sedací a stydké kosti v jamce kyčelního kloubu nedochází až do puberty. Důvodem je přítomnost triradiační chrupavky (angl. *triradiate cartilage*, lat. *cartilago ypsiloformis*) (Scheuer a Black, 2004). Jedná se o chrupavku na zevní straně jamky kyčelního kloubu, která prochází i na vnitřní plochu kosti, kde se zužuje a vytváří tak tvar písmene „Y“ (Čihák, 2011).

V kyčelní kosti následně dochází ke vzniku celkem tří sekundárních osifikačních center. První sekundární osifikační centrum se v kyčelní kosti vytváří v 10.–13. roce života v oblasti předního dolního kyčelního trnu. Další dvě sekundární osifikační centra se vytvářejí na opačných koncích kyčelního hřebenu ve 12.–15. roce života v závislosti na pohlaví jedince (Verbruggen a Nowlan, 2017).

K úplnému spojení kyčelní kosti s kostmi sedací a stydkou se uvádí přibližně v období 15.–18. roku života jedince (Ferembach et al., 1980; Čihák, 2011; Máchová, 2016). Další dosud samostatné části pánevní kosti mohou kompletně přirůstat ke zbytku pánevní kosti až později. Například kyčelní hřeben kompletně osifikuje mezi 21. a 24. rokem života.

## 4.2 Ischiopubický segment (IPS)

Ischiopubický segment pánevní kosti je definován jako oblast sedací a stydké kosti (*os ischii*, *os pubis*). Tato část pánevní kosti je pohlavně velice dimorfní, jelikož je výsledkem fylogenetické adaptace ženské pánve na porod. Pohlavní rozdílnost ischiopubického segmentu je zapříčiněná vlivem hormonálně kontrolovaných změn na ženské kostěné pánvi během puberty. Během tohoto období totiž dochází k přizpůsobení malé ženské pánve k vytvoření dostatečně širokého porodního kanálu pro průchod plodu relativně velké velikosti (Novotný, 1986).

### 4.2.1 Anatomie ischiopubického segmentu

Sedací kost (*os ischii*) (Obrázek 4, Obrázek 5) je u jamky kyčelního kloubu tvořena tělem kosti, které se vpřed a dolů pokračuje ramenem sedací kosti (*ramus ossis ischii*). V místě setkání těla a ramene sedací kosti se nachází vyvýšený sedací hrbol (*tuber ischiadicum*). Na sedací kosti rozlišujeme výrazný sedací trn (*spina ischiadica*), který utváří přechod mezi menším a větším sedacím zářezem (*incisura ischiadica minor*, *incisura ischiadica major*) (Čihák, 2011).

Stydká kost (*os pubis*) (Obrázek 4, Obrázek 5) tvoří přední část pánevní kosti. Stydká kost je tvořena tělem stydké kosti (*corpus ossis pubis*), které se nachází při symfýze. Z tohoto těla vybíhají dvě ramena, přičemž horní rameno (*ramus superior*), spojuje tělo právě s jamkou kyčelního kloubu (White a Folkens, 2005) a dolní rameno (*ramus inferior*) spojuje tělo s ramenem sedací kosti (Čihák, 2011). Na horním povrchu stydké kosti se nachází hrbolek (*tuberculum publicum*), která je zakončen hřebenem stydké kosti (*pecten ossis pubis*). Na vnitřní straně vpředu se nachází symfyziální plocha (*facies symphysialis*), na kterou je připojena spona stydkých kostí (Čihák, 2011).

Stydká spona (*symphysis pubica*) je chrupavčité spojení, které zajišťuje přední spojení pánve. Mezi kloubními plochami pánevních kostí (*facies symphysiales*) se nachází chrupavčitá destička (*discus interpubicus*), která vyplňuje plochu mezi nimi a vytváří tak samotné chrupavčité spojení (Obrázek 7). U kostí je tvořena hyalinní chrupavkou, uprostřed je tvořena chrupavkou vazivovou. Toto chrupavčité spojení je doplněno vazivovými spojeními. Horní vazivové spojení obou stydkých kostí zajišťuje *ligamentum pubicum superius*, vazivové spojení podél dolního okraje vytváří *ligamentum pubicum inferius* (Čihák, 2011).

Na kosti ischiopubického segmentu se upínají další vazivová spojení. *Ligamentum sacrospinale* je silný vaz sbíhající se na boku křížové kosti a od kostrční kosti (*os coccygis*) na sedací trn (*spina ischiadica*). *Ligamentum sacrotuberale* je vaz křížící výše zmiňovaný vaz



po jeho dorsální straně. Mezi oběma vazy vznikají otvory (*foramen ischiadicum majus et minus*), ze kterých pánvi vystupují svaly, cévy a nervy. Otvor v pánvi tvořený rameny sedací a stydké kosti (*foramen obturatum*) uzavírá vazivová blána (*membrána obturatoria*) tvořená četnými vazivovými snopci (Čihák, 2011).

#### 4.2.2 Ontogeneze ischiopubického segmentu

Z blastematózního mezenchymového základu u embrya dochází k procesu vzniku chrupavky budoucí sedací a stydké kosti přibližně o týden později než u kyčelní kosti (tedy v 7.–8. nitroděložním týdnu) (O’Rahilly a Gardner, 1972, 1975). V době druhého nitroděložního měsíce se chondrifikační centra spojují v základu jamky kyčelního kloubu, přičemž chondrifikační centrum budoucí stydké kosti se s dalšími dvěma chondrifikačními centry (sedací a kyčelní kosti) spojuje jako poslední. Ve stejném období se také ve střední čáře setkávají a spojují chondrifikační centra obou budoucích stydkých kostí a to v místě budoucí pubické symfýzy (Verbruggen a Nowlan, 2017).

Na ischiopubickém segmentu pánevní kosti se jako první vytváří primární osifikační centrum v sedací a až následně ve stydké kosti (Čihák, 2011) (Obrázek 2). V sedací kosti se primární osifikační centrum objevuje ve období 4.–5. nitroděložního měsíce (Čihák, 2011; Laurensens, 1964). Sedací kost je nejdříve osifikována perichondrálně a následně enchondrálně, přičemž dobře rozeznatelná je na konci 6. nitroděložního měsíce (Verbruggen a Nowlan, 2017).

Jako poslední se primární osifikační centra objevují v budoucí stydké kosti a to v období 4.–5. nitroděložního měsíce (Čihák, 2011), někdy je uváděn 5.–6. nitroděložní měsíc (Fazekas a Kósa, 1978). Osifikační centrum se objevuje v horním ramenu stydké kosti v blízkosti budoucí jamky kyčelního kloubu (Fazekas a Kósa, 1978), přičemž v tomto počátečním vývoji se jedná o nejmenší a nejkřehčí část budoucí pánevní kosti (Verbruggen a Nowlan, 2017).

Ke vzájemnému propojení primárních osifikačních center dochází mezi 5.–8. rokem života jedince. Nejdříve dochází ke spojení sedací a stydké kosti v oblasti jejich ramen (Scheuer a Black, 2004). Ke spojení primárních osifikačních center sedací a stydké kosti s osifikačním centrem kosti kyčelní nemůže dojít až do období puberty, kvůli dosavadní přirodnosti triradiační chrupavky (Scheuer a Black, 2004; Čihák, 2011).

Malé sekundární osifikační centrum se v sedací kosti objevuje v oblasti sedacího hrbolu a to v období 13.–16. roku života jedince, přičemž se táhne podél ramene kosti (Scheuer a Black, 2004). Osifikace se z oblasti sedacího hrbolu šíří vpřed a současně splývá s okolní kostí (Čihák, 2011). Jako poslední se sekundární osifikační centrum objevuje ve stydké kosti a to v oblasti pubické symfýzy (Verbruggen a Nowlan, 2017). K úplnému spojení kostí ischiopubického segmentu a kostí kyčelní dochází přibližně v období 15.–18. roku života jedince (Ferembach et al., 1980; Čihák, 2011; Máchová, 2016). Další samostatně osifikující části pánevní kosti kompletně přirůstají ke zbytku pánevní kosti později. Ke kompletní osifikaci sedacího hrbolu dochází v závislosti na pohlaví, přičemž u žen přirůstá k sedací kosti v 17.–20. roce života a u mužů přirůstá v 21.–24. roce života (Ferembach et al., 1980).

## 5 POHLAVNÍ DIMORFISMUS

V rámci biologické a forenzní antropologie je na pohlavní dimorfismus nahlíženo z několika různých důvodů. Úroveň pohlavního dimorfismus je základním aspektem pro odhad pohlaví, což je jedním ze základních parametrů sledovaných při vytváření biologického profilu jedince při studiu kosterních pozůstatků (Bruzek a Murail, 2006; Plavcan, 2011). Pohlavní dimorfismus je sledován také z hlediska evolučního vývoje, korelace s enviromentálními a behaviorálními faktory nebo souvislostí se zdravím a výživou jedince (Plavcan, 2011).

Pohlavní dimorfismus je chápán jako rozdílnost mezi pohlavími daného druhu (samci a samicemi, muži a ženami) a to především v anatomických, fyziologických a behaviorálních znacích (Plavcan, 2011). V pohlavní diagnóze definovány dvě skupiny (muži a ženy), které nepřipouštějí možnost kontinua mezi těmito přísně oddělenými skupinami (Dirkmaat, 2012). Přesto představa absolutního pohlavního dimorfismu na základě pohlavních chromosomů, struktury vnitřních a vnějších pohlavních orgánů i hladin hormonů, není vždy reálná (Blackless et al., 2000).

Pohlavní dimorfismus lidské kostry (tedy i pánevní kosti) je výsledkem rozdílných genetických a hormonálních vlivů mezi pohlavími během růstu a vývoje (Ubelaker a Degaglia, 2017). Pohlavní dimorfismus je u člověka na somatické úrovni charakterizován především rozdílností ve tvaru a velikosti těla mezi pohlavími (Plavcan, 2011), přičemž na růst a vývoj lidského těla mají vliv především hormony včetně těch pohlavních (Raisz a Bingham, 1972). Muži disponují v průměru vyšší postavou, více robustním kraníem a výraznější muskulaturou, než ženy. Vzhledem k tomu, že se tyto a další charakteristické znaky objevují plně rozvinuté až v období dospělosti, neobjevují se u novorozenců či dětí, je jejich vznik připisován hormonálním změnám v období puberty (Frayner a Wolpoff, 1985). Nejenže pohlavní hormony stimulují vývoj měkkých tkání, ovlivňují také vývoj kostní tkáně, ale více systematicky a nepřímo. Pohlavní

hormony nejsou příčinou vzniku určitých pohlavně specifických kostních struktur, ale systematicky ovlivňují veškerou kostní tkáň, což má za následek nejvýraznější rozdíly ve velikosti těla a jeho proporcích. Doba, kdy začínají dané hormony (například steroidy, jež mají přímý vliv na kostní tkáň) působit na vývoj kostry, ovlivňuje pohlavní dimorfismus na jednotlivých kosterních znacích (Dirkmaat, 2012).

Tradičně byly pohlavní rozdíly ve struktuře kostní tkáně připisovány opačně účinkujícím steroidním pohlavním hormonům mužů a žen. Pohlavní steroidní hormony jsou zodpovědné za mnoho fyziologických procesů podílejících se na pohlavním dimorfismu – vývoj pohlavních orgánů, reprodukci, ale i vlivu na kosterní homeostázu a růst kostí během puberty (Callewaert et al., 2010). Obecně byl vliv pohlavních hormonů připisován stimulačnímu vlivu testosteronu u mužů a inhibičnímu vlivu estrogeneru u žen na periostální formování kostí. Recentní studie zahrnující klinický výzkum a studium na zvířatech začaly odkrývat fakt, že testosteron a estrogen nelze považovat za čistě mužské či ženské pohlavní hormony (Juul, 2001; Callewaert et al., 2009). Receptory pro androgeny (tedy testosteron i estrogen) jsou v kostní tkáni přítomny ve všech druzích kostních buněk – tedy osteoblastech, osteoklastech i osteocytech (Notelovitz, 2002; Mcgriff-Lee et al., 2005).

Estrogeny jsou obecně chápány jako hormony, které výrazně ovlivňují především fyziologii ženského těla, ovšem dle recentních studií mají estrogeny vliv na regulaci růstu nedospělých jedinců ženského i mužského pohlaví (Juul, 2001). Estrogen stimuluje produkci růstového hormonu má vliv na zvyšující se tempo růstu během puberty a ovlivňuje remodelaci kostní tkáně snížením počtu osteoklastů a osteoblastů, přičemž vliv estrogeneru na osteoklasty je spíše nepřímý (Eastell, 2005). Rozdíly v tempu růstu žen a mužů během puberty jsou způsobeny právě věkem nástupu puberty u jednotlivých pohlaví, přičemž k nástupu puberty u žen dochází v 11 letech, u mužů později a to až ve 13 letech. V tomto období také dochází k fúzi kostních epifýz, čímž nemůže být dále stimulován lineární růst, a proto je vývin ženské kostry završen dříve

(Juul, 2001). K fúzi epifýz během vývoje u žen dochází přibližně o 20 % rychleji než u mužů, což může být nejenom dřívějším nástupem puberty, ale také přibližně osmkrát vyšší hladinou estradiolu (Cutler Jr, 1997). Estrogen má také vliv na relativně menší velikost kostí (tedy i kostry samotné) u ženského pohlaví, a to utlumováním periostálního růstu a stimulováním endosteálního růstu (Eastell, 2005), což způsobuje, že muži disponují větší velikostí kostí a samotným množstvím kostní hmoty oproti ženám (Seeman, 2001).

Testosteron je stejně jako estrogen pohlavním hormonem, který se v odlišné míře objevuje u ženského i mužského pohlaví. Přesto je testosteron dominantním pohlavním hormonem mužů. Co se týče kostí, testosteron ovlivňuje vývoj kostní hmoty. Testosteron je v kosti enzymem aromatázou u mužů i žen následně přeměňován na estradiol (Morales et al., 1994; Handelsman, 2001; Yanase et al., 2003; Mcgriff-Lee et al., 2005), jehož účinek na kost byl popsán v této práci již dříve. Testosteron je u mužů produkován Leidigovými buňkami varlat a kůrou nadledvinek, u žen je produkován také nadledvinkami a vaječníky (Mcgriff-Lee et al., 2005)

Vývoj kostní hmoty tak u obou pohlaví ovlivňují ženské i mužské pohlavní hormony, přičemž odlišný vývoj kostí závisí na míře vlivu a době nástupu vlivu jednotlivých hormonů na kostní tkáň během puberty (Callewaert et al., 2009). Důležitým aspektem pohlavního dimorfismu na kostře je také fakt, že pohlavní hormony mají vliv na odlišnou strukturu kostní tkáně mezi pohlavími, což souvisí s jejich odolností vůči mechanickému zatížení, které dále formuje strukturu kostí a tudíž i na vznik pohlavně specifických znaků. Kosterní pohlavní dimorfismus tak není určován pouze vlivem zmiňovaných pohlavních hormonů, ale i vlivem mechanického zatížení a dalších hormonů (např. GH/IGF-1) (Callewaert et al., 2010).

I když většina pohlavně dimorfních znaků je určována polygeneticky, je nutné, aby byly do studia této problematiky zahrnovány i

negenetické vlivy. Pohlavní dimorfismus tak není pouze projevem genetické adaptace, ale je i odrazem vlivů ekologických, sociálních a ekonomických faktorů, které mají vliv na jedince v období jeho růstu a vývoje, což má za následek určitý vliv na formující se pohlavně dimorfní znaky jedince v tomto období. Jedná se tzv. teorií ultimátní příčinné souvislosti (Frayner a Wolpoff, 1985).

Stejně jako u jiných charakteristik na kostní tkáni, pohlavně dimorfní znaky projevující se na lidské kostře mohou být do jisté míry ovlivněny populační diverzitou, tedy variabilitou v projevu těchto znaků mezi populacemi daného druhu (Frayner a Wolpoff, 1985). Kosterní aparát dospělého muže a ženy se tedy bude lišit ve své velikosti a tvaru v jakékoliv lidské populaci. Při odhadu pohlaví je tedy nutné vzít v úvahu, pro jakou populaci a jaké časové období byla daná metoda vytvořena (Buikstra a Ubelaker, 1994). V každé populaci tak budou znaky na kostech, které budou pro danou populaci více či méně pohlavně specifické.

## **5.1 Pohlavní dimorfismus pánve a pánevní kosti**

Pohlavní dimorfismus lidské pánevní kosti úzce souvisí s pohlavním dimorfismem pánve jako celku. Mezipohlavní rozdíly pánve či pánevní kosti jsou v jejich velikosti a tvaru (Čihák, 2011).

Lidská pánev (tedy i pánevní kost) podléhala během evolučního vývoje lidského druhu mnoha selekčním tlakům, které tak formovaly její výsledný vzhled a funkčnost. Těchto selektivních tlaků bylo samozřejmě velké množství, přesto jsou v literatuře uváděny především dva nejdůležitější selekční tlaky působící na tvar pánevní kosti a tak i pánve jako celku. Hlavními faktory ovlivňujícími tuto oblast lidské kostry je přizpůsobení ženské reprodukční funkci (porod) a způsobu lidské lokomoce (bipedie) (Novotný, 1986; Bruzek, 2002; Bruzek a Murail, 2006; White et al., 2011). Některé práce považují adaptaci na bipední lokomoci za faktor nejvíce evolučně ovlivňující dnešní morfologickou stavbu pánve (Schimpf a Tulikangas, 2005).

Svou stavbou je mužská pánevní kost (tedy i pánev jako celek) přizpůsobena dvounohé vzpřímené chůzi a tak přesunutí váhy těla na dolní končetiny (Novotný, 1986; Bruzek a Murail, 2006; DeSilva a Rosenberg, 2017). U mužů i žen se adaptace na bipední lokomoci projevila především širokými kyčelními kostmi a jejich odlišnou orientací kvůli nutnosti svalové podpory dolních končetin při dvojnohé chůzi a zajištění svalové opory vnitřního ústrojí břišní dutiny a pánevní oblasti (Elftman, 1932; Abitbol, 1988; Lovejoy et al., 1999; Schimpf a Tulikangas, 2005).

Oproti tomu ženská pánevní kost (a pánev jako celek) podléhá tzv. porodnickému dilematu (angl. *obsterical dilemma*) (Washburn, 1960; Rosenberg a Trevathan, 1996; Huseynov et al., 2016). Oblast pánve přímo souvisí s ženskou reprodukční funkcí, zároveň je ale nutné zajistit funkčnost pánve pro bipední chůzi. Morfologie ženské pánve (tedy i pánevní kosti) je tak jakýmsi kompromisem mezi zajištěním dostatečně širokého porodního kanálu pro průchod plodu s relativně velkou hlavou a tělem, a bipední lokomocí. Je tak nutné zajistit dostatečně velký prostor malé pánve pro průchod plodu, přestože jsou ženy absolutně menší než muži (Novotný, 1986; Bruzek, 2002; Brůžek et al., 2002; Bruzek a Murail, 2006; Rosenberg a Trevathan, 1996). Faktor nutnosti reprodukce u ženské pánve se projevuje především na ischiopubickém segmentu pánevní kosti, přičemž faktor bipední lokomoce se projevuje především na sakroiliakálním segmentu pánevní kosti (Novotný, 1986)

Bez adekvátního množství daných pohlavních hormonů během puberty nedojde k vyvinutí morfologických znaků definujících plně vyvinutou ženskou či mužskou pánev (tedy i pánevní kost) (Gordak, 1952). Přes jasný vliv pohlavních hormonů na vývoj lidské kostní tkáně a růst kostí, není dosud znám přesný vzorec hormonálně řízené remodelace kostí pánve (Huseynov et al., 2016). U pánví nedospělých jedinců se projevují jen minimální rozdílnosti mezi pohlavími, ale po období puberty jsou znatelné významné odlišnosti (Morton a Hayden, 1941). Pohlavní dimorfismus ve vývoji a růstu pánevní kosti (či pánve

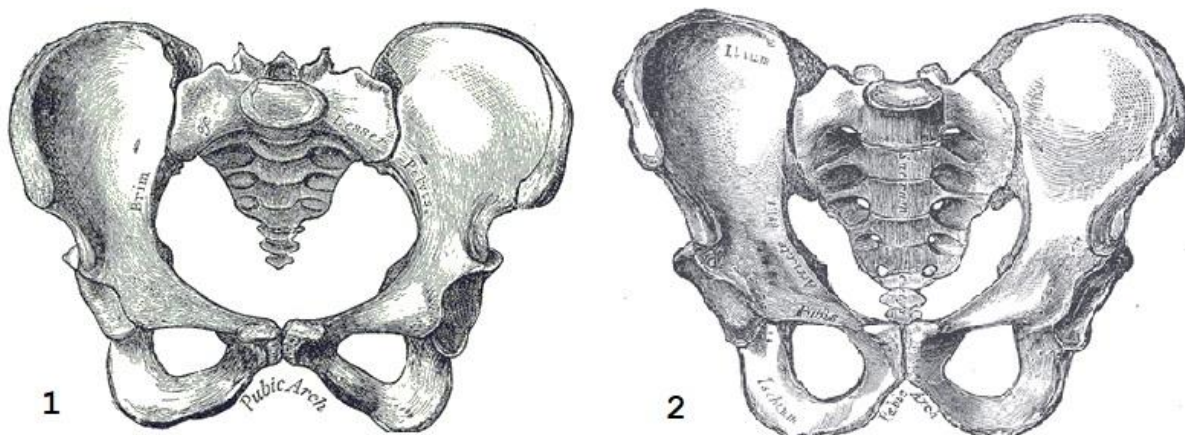
jako celku) je patrný i tím, že zatímco u mužů se v době před a během puberty trajektorie vývoje a růstu této oblasti kostry výrazně nemění, u žen se během těchto dvou období vývoje významně odlišuje – významně vzrůstá během puberty (Huseynov et al., 2016).

Nejlepší morfologie pro porod dosahuje pánevní kost žen ve věku nejvyšší fertility a to v období 25–30 let, což je pravděpodobně způsobeno právě vysokými hodnotami estradiolu. Oproti tomu od nástupu menopauzy (ve zdrojové publikaci uváděno 40 let věku) se přestavba kostí pánve podobá spíše mužské vývojové a růstové trajektorii, což má být následkem snižujících se hodnot estradiolu v tomto období (Ober et al., 2009) a zapříčínovat zmenšování rozměrů porodního kanálu (Huseynov et al., 2016).

Celkově je lidská mužská pánev vyšší a užší, přičemž ženská pánev je svými proporcemi širší a nižší (Obrázek 8). Vchod malé pánve je u žen příčně oválný, u mužů spíše srdčitého tvaru. Ramena stydkých kostí u mužů a žen svírají odlišné úhly, a proto u mužů vytvářejí ostřejší pubický úhel (*angulus pubicus*) a u žen tupý úhel vytvářející široký oblouk (*arcus pubicus/subpithicus*). Stydká symfýza (*symphysis pubica*) je u žen nižší než u mužů (asi o 0,5 cm) (Čihák, 2011). Ovšem pohlavně dimorfní znaky pánve (jako například pubický úhel), pro jejichž sledování je potřeba obou pánevních kostí, které již nejsou postmortem skloubeny, jsou pro antropologickou manipulaci s archeologickým materiálem nepoužitelné (Schutkowski, 1993).

Rozdíly mezi pohlavím v pubickém úhlu byl shledán významným v práci Boucher (1957) na souboru 129 amerických jedinců fetálního věku. Dle jeho výsledků by měl být více viditelný pohlavní dimorfismus pubického úhlu u plodů než u dospělých, tudíž by měl být zvýšený růst stydké kosti u žen během puberty přezkoumán jakožto faktor ovlivňující pohlavní rozdílnost této oblasti.





Obrázek 8. Rozdíl ve tvaru pánve mezi pohlavími. (1) ženská pánev, (2) mužská pánev (převzato z Gray, 1918).

Pohlavní dimorfismus u prepubertálních jedinců sledoval (Reynolds, 1947) u 91 dívek a 92 chlapců. U mužů byly významnými pohlavně dimorfními znaky po 1 roce života výška a šířka pánve, šířka pánevního vchodu, interiliakální šířka, délka kyčelní a sedací kosti, bitrochanterická šířka, délka krčku femuru a pánevní úhel. U žen byly z pohlavně dimorfních znaků významné interpubická šířka, mezihrbolová šířka, délka stydké kosti, šířka velkého sedacího zářezu, pubický úhel, úhel postavení femuru vůči pánvi a index pánevního vchodu.

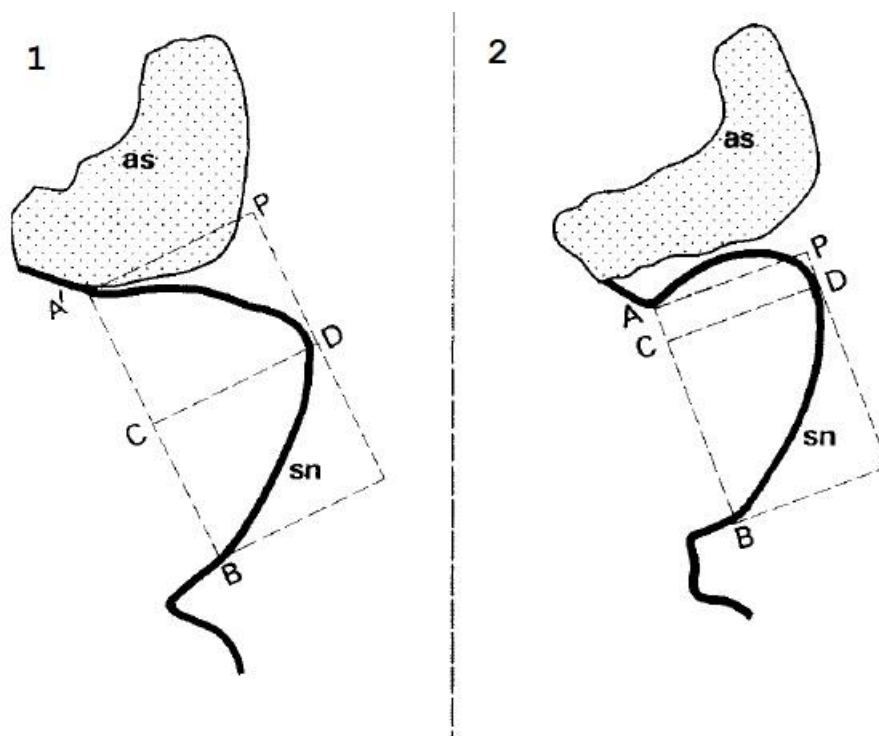
Podle Greulich a Thoms (1944), kteří sledovali oblast vchodu pánevní kosti u 107 dívek věkového rozmezí 5–15 let, v letech těsně před pubertou rostl pánevní otvor pomalu a symetricky. Po nástupu puberty se otvor rozšiřoval znatelně rychleji, předozadní část se rozšiřovala a celkově se pánevní otvor více zaoblil.

Mimo pohlavní dimorfismus pánve jako takové se nacházejí i pohlavně dimorfní znaky na jednotlivých segmentech pánevní kosti, které jsou díky své morfologické odlišnosti mezi pohlavími využívány k odhadu pohlaví. Pohlavně dimorfní znaky sakroiliakálního i ischiopubického segmentu, které jsou nejhojněji využívány právě pro odhad pohlaví, jsou popsány a diskutovány v následujících částech této práce.

## 5.2 Pohlavně dimorfní znaky sakroiliakálního segmentu

Jedním z nejvíce využívaných pohlavně dimorfních znaků na sakroiliakálním segmentu je tvar velkého sedacího zářezu (*incisura ischiadica major*). U mužů je velký sedací zářez spíše úzký a u žen spíše široký (Buikstra a Ubelaker, 1994). U mužů je zároveň velký sedací zářez v horní části hlubší, přičemž u žen je zpravidla vykrojen v pravidelném oblouku (Čihák, 2011). I když je velký sedací zářez při pohlavní diagnóze hojně využíván, je hodnocení jeho morfologie velmi obtížné z důvodu zkreslení samotnou velikostí pánevní kosti a mírou rozvoje okolních morfologických struktur (Bruzek, 2002). Hodnocení tvaru velkého sedacího zářezu se napříč metodami odhadu pohlaví liší. V některých případech je využívána ordinální škála tvaru oblouku zářezu (Ascádi a Nemeskéri, 1970). Jinými metodami je na oblouku velkého sedacího zářezu určeno několik bodů (Obrázek 9), díky nimž je posuzována jeho proporcionalita jako například symetrie zadního a předního oblouku zářezu (Hanna a Washburn, 1953; Bruzek, 2002).

Dle několika studií je jistá míra pohlavního dimorfismu na sakroiliakálním segmentu pánevní kosti viditelná již ve fetálním a juvenilním období jedince (Boucher, 1957; Fazekas a Kósa, 1978; Holcomb a Konigsberg, 1995). Projev pohlavního dimorfismu a jeho následné možné využití pro odhad pohlaví u nedospělých jedinců je ovšem stále diskutován z důvodu protichůdných výsledků. Jedním z těchto znaků je pak právě velký sedací zářez. Schutkowski (1993), který testoval možnosti využití znaků používaných pro odhad pohlaví u dospělých jedinců na 61 nedospělých jedincích do 11 let věku, prokázal mezupohlavní rozdílnost ve tvaru velkého sedacího zářezu – 95 % chlapců úzký zářez, 71,4 % dívek širší zářez.



Obrázek 9. Rozměry velkého sedacího zářezu dle Bruzek (2002) charakteristický pro ženskou pánevní kost (1) a mužskou pánevní kost (2). (as) aurikulární povrch pánevní kosti, (sn) velký sedací zářez, (A) vrchol *tuberculum piriformis*, (A') vrchol zadního dolního kyčelního trnu, (B) báze sedacího trnu, (C), odraz nejhlubšího bodu, (D) nejhlubší bod velkého sedacího zářezu, (AB/A'B) šířka velkého sedacího zářezu, (AC) zadní oblouk, (BC) přední oblouk, (AP/A'P) kolmý rozměr (převzato z Bruzek, 2002).

Sutter (2003) potvrzuje vztah tvaru velkého sedacího zářezu s pohlavím, ale upozorňuje na opatrné využití při odhadu pohlaví u jedinců mladších dvou let. Projev pohlavního dimorfismu na tvaru velkého sedacího zářezu u fetálních jedinců je dle Holcomb a Konigsberg (1995) sice přítomný, ale charakteristiky tvaru se překrývají v takové míře, že není dle nich není použitelný u takto mladých jedinců. Dle Vlák et al. (2008) je pak využití tvaru velkého sedacího zářezu k odhadu pohlaví u juvenilních jedinců problematické, jelikož spíše souvisí s věkem nežli s pohlavím. Stejného názoru jsou i Cardoso a Saunders (2008), kteří navíc diskutují vyšší hladinu fetálního testosteronu u mužů, což je sice považováno za možný důvod rozvoje pohlavního dimorfismu u fetálních jedinců, ale dodávají, že růst a vývoj kosterního systému je daleko složitější proces, tudíž mohou existovat i jiné důvody vzniku pohlavně dimorfních znaků na kostře v tomto období (Saunders, 1992).

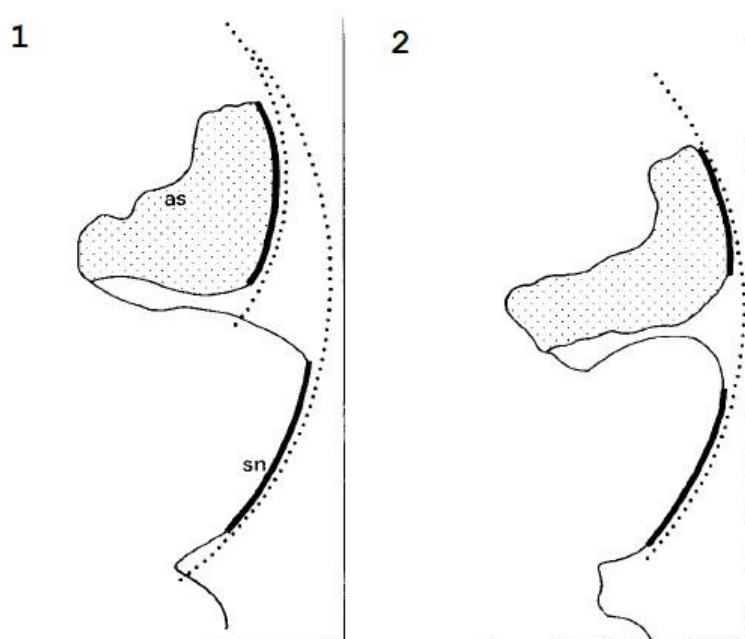
V oblasti velkého sedacího zářezu se pod aurikulárním povrchem pánevní kosti (*facies auricularis ossis ilii*) může nacházet preaurikulární žlábek (*sulcus preauricularis*) (Obrázek 10), který je v některých metodách odhadu pohlaví z pánevní kosti stále využíván jako pohlavně dimorfní znak. Morfologie preaurikulárního žlábků se má morfologicky odlišovat mezi muži a ženami, přičemž široký a hluboký preaurikulární žlábek je považován za typický pro ženy. Užší a mělký či chybějící žlábek je považován za typický pro muže (Derry, 1909; Hoshi, 1961; Houghton, 1974). Důvod výskytu tohoto útvaru na ženské pánevní kosti býval spojován těhotenstvím a paritou (počtem narozených dětí), jelikož se žlábek nachází v oblasti připojení vazů zpevňujících křížokýčelní kloub, které se během těhotenství a porodu hormonálním vlivem estrogenu a relaxinu rozvolňují, namáhají a vytváří tak jamky v kosti (Maass a Friedling, 2016). Revizní výzkumy připisují vznik preaurikulárního žlábků spíše jiným faktorům (věk, obezita, infekce močových cest, degenerativní změny atd.) (Ubelaker a De La Paz, 2012), jelikož se žlábek v některých studiích v jeho typicky ženské formě nacházel i u bezdětných žen a u mužů (Kelley, 1979). Přesto je v některých případech (Bruzek, 2002) stále využíván jako pohlavně dimorfní znak k odhadu pohlaví.



Obrázek 10. Preaurikulární žlábek (*sulcus preauricularis*) (převzato z Karsten, 2017).

Dalším hojně využívaným pohlavně dimorfním znakem lidské pánevní kosti pro odhad pohlaví je složený oblouk (angl. *composite arch*)

(Obrázek 11). Jedná se o pohlavně dimorfní znak poprvé popsany v práci Genovés (1959). U mužského pohlaví je kontura předního oblouku velkého sedacího zářezu součástí stejného oblouku aurikulárního povrchu kyčelní kosti. U ženského pohlaví nejsou tyto kontury součástí téže oblouku, nýbrž dvou samostatných oblouků, jež se až za aurikulárním povrchem sbíhají v jeden a utvářejí tak oblouk složený. Pohlaví je tak určováno dle přítomnosti či absence složeného oblouku, přičemž přítomnost složeného oblouku značí ženské pohlaví a jeho nepřítomnost pohlaví mužské (Bruzek, 2002).



Obrázek 11. Hodnocení přítomnosti složeného oblouku. Složený oblouk je přítomný u (1) ženské pánevní kosti. U (2) mužské pánevní kosti složený oblouk není přítomen (převzato z Bruzek, 2002).

V práci Bilfeld et al. (2013) byl potvrzen statisticky významný rozdíl ve tvaru kyčelní kosti mezi pohlavími u jedinců 11 let věku, přičemž byly ovšem patrné rozdíly i v mladších věkových skupinách. U jedinců jednoho roku věku byla menší délka stydké kosti u mužů než u žen. Mezi druhým a čtvrtým rokem byl patrný rozdíl ve tvaru horní části kyčelní kosti mezi pohlavími, mezi devátým a 11. rokem se projevil i rozdíl ve tvaru přední části kyčelní kosti a mezi 11. a 13. rokem se tvar kyčelní kosti projevovat

především na horní a zadní části. Pohlavní rozdíly byly prokázány ve tvaru, nikoliv ve velikosti kyčelní kosti. Zároveň v jejich pozdější práci (Bilfeld et al., 2015) podotýkají, že k projevům pohlavních rozdílů ve tvaru kyčelní kosti dochází dříve, nežli na stydké kosti.

Šířka kyčelní kosti byla v práci (Rissech et al., 2003) prokázána jako rozměr související s nástupem růstu, který je pohlavně specifický. U žen se zvyšuje nárůst kyčelní kosti v tomto rozměru po 10.–11. roku života, u mužů k tomuto procesu dochází až později a to po 14.–15. roku života jedince. Období nástupu růstu mezi pohlavími odpovídá přibližnému nástupu puberty u mužů a žen (Juul, 2001).

### **5.3 Pohlavně dimorfní znaky ischiopubického segmentu**

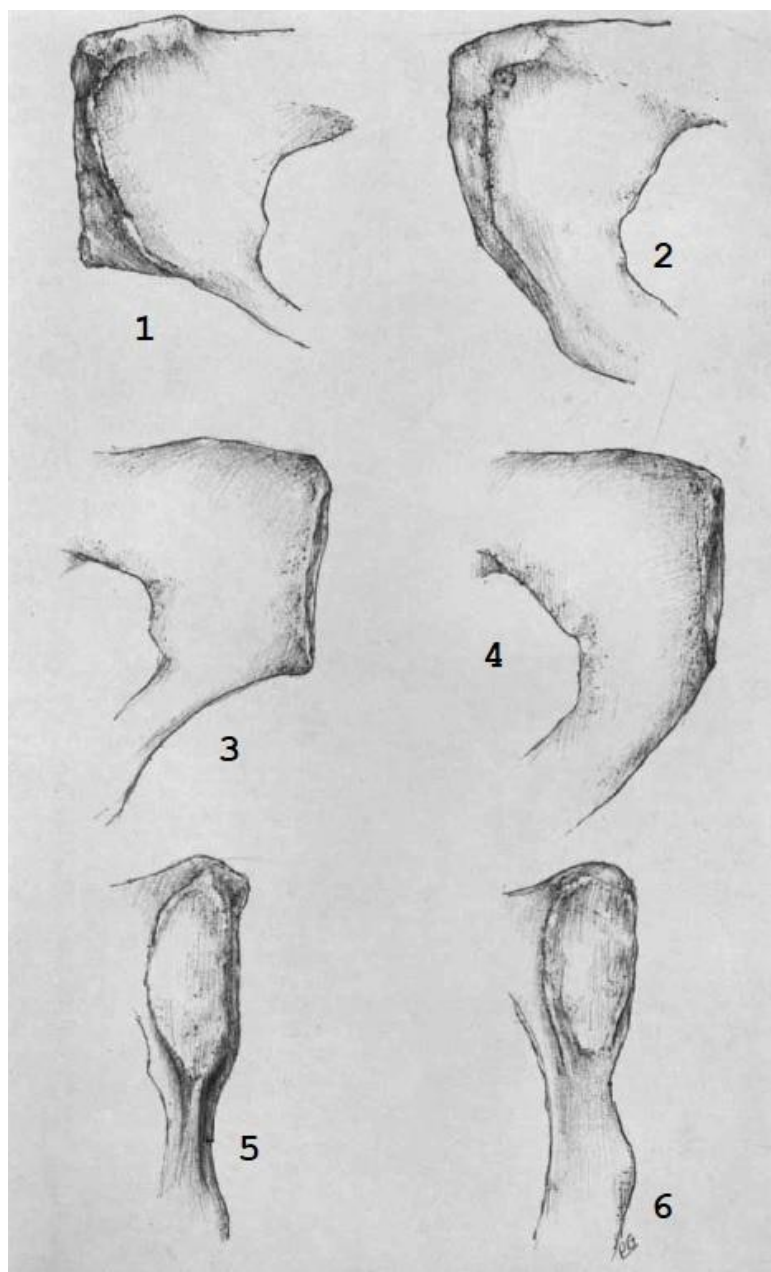
Na ischiopubickém segmentu pánevní kosti se také nacházejí pohlavně dimorfní znaky, díky jejichž odlišné morfologii mezi pohlaví jsou vhodné pro pohlavní diagnózu.

Významným pohlavně dimorfním znakem na ischiopubickém segmentu pánevní kosti je tzv. ischiopubická proporce. Jedná se o poměr délky stydké a délky sedací kosti. Délka stydké kosti je měřena od středu jamky kyčelního kloubu (*acetabulum*) k hornímu okraji plochy stydké symfýzy (*facies symphysialis*), přičemž délka sedací kosti je měřena od středu jamky kyčelního kloubu k dolnímu okraji sedacího hrbole (*tuber ischiadicum*). U mužů jsou tyto dva rozměry téměř totožné nebo je sedací kost delší. U žen je délka stydké kosti nápadně větší než délka sedací kosti (Bruzek, 2002; Čihák, 2011). Významnost tohoto pohlavně dimorfního znaku podporují i výsledky práce (Rissech a Malgosa, 2007) pro odhad pohlaví dospělých a možná i nedospělých jedinců. Pohlavní dimorfismus v proporcionalitě stydké a sedací kosti má být způsobena nejen dřívějším nástupem růstu u žen, ale i ukončením růstu sedací kosti. U žen dochází k ukončení růstu sedací kosti přibližně ve 20 letech věku, přičemž u mužů sedací kost roste až do přibližně 25 let věku (Rissech et al., 2003).

Dalším pohlavně dimorfním znakem, kde ženské či mužské pohlaví také určuje jeho přítomnost či absence je ventrální oblouk (angl. *ventral arc*). Přítomnost ventrálního oblouku, tedy lehce vyvýšeného hřebene kosti situovaného na ventrální straně stydké kosti, je připisována ženskému pohlaví (Phenice, 1969; Buikstra a Ubelaker, 1994). U mužů by se tak neměl vyskytovat. Přesnější definice tohoto znaku se u různých autorů lehce odlišují (Phenice, 1969; Klales et al., 2012).

Na ischiopubickém segmentu pánevní kosti je dále za pohlavně dimorfní znak považována tzv. subpubická konkavita/kontura hodnotící laterální zakřivení ischiopubického ramene v krátké vzdálenosti od dolního okraje symfyziálního povrchu. U žen je toto rameno spíše konkávní, u mužů je pak subpubická kontura pak spíše konkávní (Buikstra a Ubelaker, 1994). Definice toho pohlavně dimorfního znaku se opět napříč autory lehce odlišuje (Phenice, 1969; Klales et al., 2012).

Stejně tak je sledován pohlavně dimorfní mediální aspekt ischiopubického ramene. Vzestupné rameno je u žen dorzoventrálně úzké s ostrým jasně ohraničením hřeben kosti pod symfyziální plochou. U mužů je pak vzestupné rameno dorzoventrálně velmi široké a bez přítomnosti kostního vyvýšení (Phenice, 1969; Klales et al. 2012). Mediální oblast ischiopubického ramene má svou morfologií odrážet rozdílnost mezi pohlavími připojením rozdílných anatomických struktur. U mužů se jedná o místo připojení ramene penisu (lat. *crus penis*). U žen se jedná o připojení obdobné struktury klitoris (lat. *crus klitoris*) (Phenice, 1969). Stejně jako u dvou předchozích znaků se při odhadu pohlaví hodnotí především přítomnost v tomto případě kostního vyvýšení, což má značit ženské pohlaví. Ženské a mužské formy těchto třech pohlavně dimorfních znaků (ventrální oblouk, subpubická konkavita/kontura, mediální aspekt ischiopubického ramene) (Obrázek 12).



Obrázek 12. (1) ženský ventrální oblouk, (2) mužský ventrální oblouk, (3) ženská subpubická konkavita/kontura, (4) mužská subpubická konkavita/kontura, (5) ženský mediální aspekt ischiopubického ramene, (6) mužský mediální aspekt ischiopubického ramene (převzato z Phenice, 1969).

Dále jsou v literatuře uváděny i méně spolehlivé pohlavně dimorfní znaky ischiopubického segmentu pánevní kosti, které nejsou v takové míře využívány pro pohlavní diagnózu. Například *foramen obturatum* je u žen zaobleně vejčité, u mužů vejčitého tvaru. Malý sedací zářez (*incisura ischiadica minor*) je u ženy podobně jako velký sedací zářez širší a mělký.



Lopaty kyčelní kosti (*alae ossis ilii*) mají být u žen více rozevřené než u mužů (Čihák, 2011).

V práci Bilfeld et al. (2015) byl prokázán statisticky významný rozdíl ve tvaru stydké kosti u jedinců až ve věku 13 let. Rozdíly ve tvaru stydké kosti nebyly pravděpodobně tak výrazné v mladších věkových skupinách z důvodu dřívějšího nástupu puberty u žen (Juul, 2001; Bilfeld et al., 2015). Přesto odlišnost ve tvaru byla patrná již od 9 let věku a postupně gradovala. Autoři práce (Bilfeld et al. 2015) proto předpokládají, že odhad pohlaví ze stydké kosti u nedospělých jedinců je možný až u jedinců starších 13 let.

## 6 METODY ODHADU POHLAVÍ

Pohlaví je převážně prvním odhadovaným parametrem při vytváření biologického profilu jedince v biologické antropologii a forenzních vědách (Novotný, 1986; Buikstra a Ubelaker, 1994; Bruzek a Murail, 2006; Spradley a Jantz, 2011). Odhad pohlaví je prováděn nejdříve, jelikož odhad věku dožití i odhad výšky postavy jsou pohlavně specifické (Scheuer, 2002)

Důležitost správnosti pohlavní diagnózy se projevuje v dalších aspektech studia kosterních pozůstatků v těchto vědách. Špatné určení příslušnosti jedince k danému pohlaví může způsobit závažné chyby v interpretaci dalších biologických či sociálních proměnných výzkumu (Murail a Bruzek, 1999; Bruzek a Murail, 2006; Santos et al., 2019). Správnost pohlavní diagnózy je ovlivněna především zastoupením jednotlivých kostí v archeologickém souboru, stupněm projevu pohlavně dimorfních znaků na nich a výběru metody odhadu pohlaví založené na výše zmíněných proměnných (Murail et al., 2017).

Pro pohlavní diagnózu bylo vyvinuto velké množství metod, přičemž tyto metody využívají již téměř všechny části lidské kostry, na nichž se určitým způsobem projevuje pohlavní dimorfismus člověka a tyto metody se liší v jejich stupni úspěšnosti – procentu jedinců ze souboru, u nichž bylo správně odhadnuto pohlaví (Krishan et al., 2016; Lesciotto a Doershik, 2018). Je ale obecně přijímáno, že nejvíce pohlavně specifické části lidské kostry jsou pánevní kost a lebka, přičemž metody odhadu pohlaví založené na znacích pánevní kosti vykazují vyšší procentuální úspěšnost (Scheuer, 2002).

Metody odhadu pohlaví jsou populačně specifické a to z důvodu rozdílnosti ve velikosti a proporcionalitě těla mezi populacemi. Úspěšnost pohlavní diagnózy je tak dána nejen výběrem metody, ale je ovlivněna především rozsahem pohlavního dimorfismu dané populace (Murail et al., 2017). Pánevní kost a celkově kostěná pánev vykazují velice podobné hodnoty pohlavního dimorfismu mezi populacemi. Metody založené na

odhadu pohlaví z pánevní kosti tedy nejsou tak výrazně populačně specifické, jako je tomu u ostatních částí lidské kostry (Buikstra a Ubelaker, 1994; Bruzek, 2002; Bruzek a Murail, 2006; Murail et al., 2017).

Metody odhadu pohlaví se také kromě kostí využitých k odhadu pohlaví rozdělují dle využitých typů dat. Metody odhadu pohlaví se dle této proměnné rozdělují na morfometrické a morfoskopické.

Morfometrické metody odhadu pohlaví využívají různé statistické metody (logistická regresní analýza, diskriminační analýza) pro vytvoření rovnic či modelů, které jsou následně využity k samotnému odhadu pohlaví jedince (Krishan et al., 2016). Metody založené na metrických hodnotách jsou z důvodu populační variability velikosti a tvaru těla určitou mírou populačně zatížené (Buikstra a Ubelaker, 1994). Výsledky těchto metod by měly být vyjádřeny jako pravděpodobnosti příslušnosti daného jedince k pohlaví (posteriorní pravděpodobnosti). Obecně je přijímáno, že morfometrické metody vykazují vyšší míru objektivitu než metody morfoskopické (Murail et al., 2017).

Morfoskopické (nebo také vizuální) metody odhadu pohlaví, jsou založené na vizuálním hodnocení pohlavně dimorfních morfologických znacích kostí (Krishan et al., 2016). Morfoskopické metody jsou zatíženy vysokým stupněm subjektivity pozorovatele, nekonzistentním hodnocením znaků a silné závislosti na předchozích zkušenostech daného pozorovatele. Výhodami morfoskopických metod je však jejich rychlé využití a možnosti využití v případě poškození či fragmentárnosti kosti, což by mohlo zamezit využití morfometrických metod (Bruzek, 2002).

Metody odhadu pohlaví z pánevní kosti by se daly ale také rozdělit dle toho, jaký morfofunkční segment pánevní kosti pro pohlavní diagnózu využívá. V praxi jsou využívány jak metody, které jsou založené na odhadu pohlaví pouze z jednoho segmentu (Phenice, 1969; Işcan a Derrick, 1984; Kiales et al., 2012), ale i metody využívající pro odhad pohlaví sakroiliakální i ischiopubický segment (Ferembach et al., 1980;

Bruzek, 2002; Patriquin et al., 2005; Santos et al., 2019). Dle principu ekvifinality, tedy směřování ke stejnému cíli různými cestami, by měly vyšší úspěšnost pohlavní diagnózy vykazovat metody odhadu pohlaví využívající oba segmenty pánevní kosti, než metody využívající pouze jeden z daných segmentů. Celkový pohlavní dimorfismus je totiž dán součtem pohlavního dimorfismu na jednotlivých segmentech, proto by nemělo záležet na míře projevu pohlavního dimorfismu na jednotlivých segmentech.

## 7 MATERIÁL

Materiálem k diplomové práci jsou morfoskopické a morfometrické rozměry pánevních kostí jedinců známého věku a pohlaví.

Soubor pro snímání morfoskopických dat sestával ze 196 3D modelů pánevních kostí 49 žen a 49 mužů současné francouzské populace známého pohlaví a věku dožití. Všichni jedinci byli dospělí a jejich věk se pohyboval od 22 do 84 let u žen a od 18 do 82 let u mužů (Tabulka 1).

Tabulka 1. Struktura podle pohlaví a věku dožití souboru současné francouzské populace, jejichž 3D modely pánevních kostí byly využity pro snímání morfoskopických proměnných.

		Ženy	Muži	Celkem
Počet jedinců	<i>n</i>	49	49	98
	%	50,00	50,00	100,00
Průměrný věk jedinců (roky)		49,2	46,5	47,8

3D modely pánevních kostí byly poskytnuty prof. Jaroslavem Brůžkem (Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze), který je získal od Fakultní nemocnice v Marseille na základě souhlasu etické komise univerzity, které obdržela prof. Karia Chaumoitre (*Department of Medical Imaging, University North Hospital, Marseille*). Pánevní kosti byly vysegmentovány Dr. Rebekou Rmoutilovou (Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze).

Soubor pro snímání morfometrických dat sestával z pánevních kostí pravé strany jedinců známého pohlaví a věku dožití osteologického souboru portugalské populace (Tabulka 2). Jedinci portugalské populace pocházeli ze souboru *The Coimbra Identified Skeletons Collection (University of Coimbra, Portugal)*, přičemž se jednalo o 63 jedinců, 28 žen ve věku od 19 do 84 let a 32 mužů ve věku od 21 do 96 let.

Tabulka 2. Struktura podle pohlaví a věku dožití portugalského osteologického souboru, který byl použit pro snímání morfometrických proměnných.

		Coimbra, Portugalsko	
		Ženy	Muži
Počet jedinců	n	28	32
	%	46,7	53,3
Průměrný věk jedinců (roky)		49,1	53,1

## 8 METODY

### 8.1 Odhad pohlaví morfoskopickými metodami

Pro odhad pohlaví morfoskopickými metodami bylo využito čtyř metod. Dvě metody, Bruzek (2002) a Santos et al. (2019), využívají pro odhad pohlaví sakroiliakálního i ischiopubického segmentu pánevní kosti. Zbývající dvě metody, Phenice (1969) a Klales et al. (2012), využívají pro odhad pohlaví pouze ischiopubický segment pánevní kosti (Tabulka 3). Metodami Bruzek (2002) a Santos et al. (2019) lze provádět odhad pohlaví také za využití jednotlivých segmentů samostatně (tedy odhad pouze ze sakroiliakálního a odhad pouze z ischiopubického segmentu).

Tabulka 3. Segmenty pánevní kosti využití jednotlivými metodami odhadu pohlaví z pánevní kosti podle využitého segmentu (označeno „x“).

Metoda odhadu pohlaví	SIS	IPS	SIS+IPS
Bruzek (2002)	x	x	x
Santos et al. (2019)	x	x	x
Phenice (1969)		x	
Klales et al. (2012)		x	

#### 8.1.1 Metoda Bruzek (2002)

Metodou bylo hodnoceno celkem 11 znaků na sakroiliakálním i ischiopubickém segmentu pánevní kosti, které byly následně shrnuty do pěti tzv. metaznaků (Tabulka 4, Tabulka 5). Znaky i metaznaky byly hodnoceny třemi stupni sexualizace a to jako f/F (femininní forma znaku), i/0 (neurčitá/indiferentní forma znaku) a m/M (maskulinní forma znaku). Pro popis znaků a metaznaků jsme použili symboliku a definice uvedené v práci Santos et al. (2019), jelikož znaky jsme využívali i pro pohlavní diagnózu dle této metody.

Tabulka 4. Skórování znaků a metaznaků sakroiliakálního segmentu pánevní kosti hodnocených metodou Bruzek (2002) a Santos et al. (2019).

Metaznak	Znak	Skóre	Popis rozvoje znaku
Preaurikulární povrch (PrSu)	PrSu1	f	Hluboká deprese, dobře vyvinutý žlábek
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Nepřítomnost žlábků nebo mírně negativní reliéf
	PrSu2	f	Jamky a žlábků s uzavřenými okraji
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Nepřítomnost deprese nebo deprese s otevřenými okraji
	PrSu3	f	Nepřítomnost pozitivního reliéfu nebo hrbolku
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Přítomnost hrbolku nebo jasný výčnělek
Velký sedací zářez (GrSN)	GrSN1	f	Zadní segment (AC) delší nebo stejný jako přední (BC)
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Zadní segment (AC) kratší než přední segment (BC)
	GrSN2	f	Symetrie tvaru (kontury) k hloubce v bazální části
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Asymetrie tvaru (kontury) k hloubce v bazální části
	GrSN3	f	Zadní linie zářezu neprotíná kolmou linii
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Zadní linie zářezu překřičuje kolmou linii
Složený oblouk (CArc)	CArc	F	Dvojitá křivka
		0	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		M	Jediná křivka

Na sakroiliakálním segmentu pánevní kosti byly hodnoceny tři metaznaky s celkem sedmi znaky: (1) preaurikulární povrchu (angl. *preauricular surface*), (2) velký sedací zářez (angl. *greater static notch*), (3) složený oblouk (angl. *composite arch*) (Tabulka 4). Preaurikulární povrch byl hodnocen třemi znaky: PrSu1 hodnotí rozvoj negativního reliéfu na preaurikulárním povrchu pánevní kosti; PrSu2 hodnotí přítomnost dalších žlábků či jamek, pokud je předchozí znak hodnocen jako přítomný; PrSu3 hodnotí rozvoj pozitivního reliéfu na preaurikulárním povrchu. Velký sedací zářez byl hodnocen také třemi znaky: GrSN1 hodnotí proporce délky posteriorní a anteriorní tětiny velkého sedacího zářezu; GrSN2 hodnotí formu tvaru (kontury) velkého sedacího zářezu;



GrSN3 hodnotí zadní linii velkého sedacího zářezu ve vztahu k linii z bodu A (*tuberculum musculi piriformis*) k šířce velkého sedacího zářezu; Složený oblouk byl hodnocen pouze jedním znakem: CArc hodnotí vztah mezi obrysem velkého sedacího zářezu a obrysem aurikulárního povrchu pánevní kosti.

Na ischiopubickém segmentu pánevní kosti byly hodnoceny dva metaznaky s celkem čtyřmi znaky: (4) dolní okraj pánevní kosti (*margo inferior ossis coxae*; angl. *inferior pelvis*) a (5) ischiopubické proporce (angl. *ischioptic proportions*) (Tabulka 5). Dolní okraj pánevní kosti byl hodnocen třemi znaky: InfP1 hodnotí charakter inferiorního okraje pánevní kosti; InfP2 hodnotí přítomnost či nepřítomnost falické hrany (*crista phallica*); InfP3 hodnotí robusticitu ischiopubického ramene. Ischiopubické proporce byly hodnoceny pouze jedním znakem: IsPu hodnotí vztah mezi délkou stydké a sedací kosti.

Tabulka 5. Skórování znaků a metaznaků ischiopubického segmentu pánevní kosti hodnocených metodou Bruzek (2002) a Santos et al. (2019).

Metaznak	Znak	Skóre	Popis rozvoje znaku
Dolní okraj pánevní kosti (InfP)	InfP1	f	Vnější převrácení
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Přímý průběh mediální části
	InfP2	f	<i>Crista phallica</i> nepřítomna
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	<i>Crista phallica</i> přítomna
	InfP3	f	Gracilní aspekt
		i	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		m	Robustní aspekt
Ischiopubická proporce (IsPu)	IsPu	F	Stydká kost delší než sedací kost
		0	Mezilehlá forma („nemohu se rozhodnout“)
		M	Sedací kost delší než stydká kost

Skóre 11 znaků bylo převedeno do pěti metaznaků (PrSu, GrSN, CArc, InfP, IsPu) se skóre F (femininní forma metaznaku), 0 (indiferentní forma metaznaku) a M (maskulinní forma metaznaku). Metaznaky CArc a IsPu byly hodnoceny dle své morfologie přímo. Ostatní tři metaznaky

(PrSu, GrSN a IsPu) byly skórovány dle převažujících stupňů sexualizace jejich tří dílčích znaků (například metaznak PrSu je vytvářen dle stupňů sexualizace znaků PrSu1, PrSu2 a PrSu3). Metaznak byl vyhodnocen jako femininní (F) v případě výskytu alespoň dvou hodnocení dílčích znaků skóre „f“ (například ffi, fmf, mff). V případě hodnocení metaznaku jako maskulinní (M) se postupovalo analogicky (například mmi, fmm, mim). V ostatních případech byl metaznak hodnocen jako indiferentní skóre 0 (například fii, imi, fim).

Odhad pohlaví z celé pánevní kosti byl proveden dle přítomnosti sexuálních forem pěti metaznaků. Ženské pohlaví bylo odhadováno v případě, kdy byl počet výskytu femininních forem metaznaků vyšší než počet výskytu maskulinních forem metaznaků (například F, F, 0, 0, M). Mužské pohlaví bylo odhadováno analogicky, když byl vyšší počet výskytu maskulinních forem metaznaků než počet výskytu femininních forem metaznaků (například M, 0, 0, 0, 0). Pokud se počet výskytu femininních a maskulinních forem metaznaků rovnal, bylo pohlaví jedince odhadnut jako indiferentní (například M, F, 0, F, M).

Kromě odhadu pohlaví z celé pánevní kosti byl u metody Bruzek (2002) proveden i odhad pohlaví pouze ze sakroiliakálního segmentu a z ischiopubického segmentu. Při odhadu pohlaví ze sakroiliakálního segmentu je bylo využito tří metaznaků (PrSu, GrSN, CArc). Ženské či mužské pohlaví bylo opět odhadnuto v případě, kdy jedna ze sexuálních forem metaznaků (femininní/maskulinní) převažovala svým počtem výskytu nad druhou sexuální formou (například ženské pohlaví při kombinaci F, F, M nebo mužské pohlaví při kombinaci 0, 0, M). V případě, kdy žádná sexuální forma metaznaků nepřevažovala (například při kombinaci F, M, 0), bylo pohlaví jedince odhadnuto jako indiferentní.

Při odhadu pohlaví z ischiopubického segmentu bylo využito dvou metaznaků (InfP, IsPu). Ženské či mužské pohlaví bylo opět odhadnuto v případě, kdy jedna ze sexuálních forem metaznaků (femininní/maskulinní) převažovala svým počtem výskytu nad druhou

sexuální formou (například ženské pohlaví při kombinaci F, 0 nebo mužské pohlaví při kombinaci M, M). V případě, kdy žádná sexuální forma metaznaků nepřevažovala (F, M), bylo pohlaví jedince odhadnuto jako indiferentní.

### 8.1.2 Metoda Santos et al. (2019)

Odhad pohlaví byl odvozen z modelu logistické regrese, ve které pohlaví představuje závislou proměnnou a všech 11 znaků hodnocených systémem skórování dle Bruzek (2002) představuje prediktory. Původní hodnoty Bružkových nemetrických znaků (f/F, i/0, m/M) byly převáděny na kvalitativní znaky, tedy číselné hodnoty a to konkrétně na hodnoty 1, 2 a 3. V rámci algoritmu byly vytvořeny logistické regresní modely se všemi možnými kombinacemi prediktorů, z nichž byl dle jednoho statistického kritéria BIC (angl. *Bayesian information criterion*) vybrán nejlepší z nich.

Z finálního logistického modelu byly vypočteny posteriorní pravděpodobnosti pro ženské a mužské pohlaví u jedince neznámého pohlaví. Pohlaví bylo odhadnuto jako ženské či mužské, pokud byla posteriorní pravděpodobnost pro ženy či muže vyšší než 95 %. Pokud posteriorní pravděpodobnost nedosahovala 95 % ani pro jedno pohlaví, bylo pohlaví jedince odhadnuto jako indiferentní (Santos et al., 2019).

Pro odhad pohlaví metodou Santos et al. (2019) byla využita knihovna „PELVIS“ pro statistický software R. Jako referenční soubor bylo využito hodnocení 11 sledovaných znaků u 592 pánevních kostí pěti populací („refDataBruzek“), u jehož jedinců bylo známo pohlaví, věk dožití, geografický původ a v některých případech i výška postavy. V případě, kdy bylo možné skórovat všech 11 znaků pánevní kosti, obsahoval finální model pro odhad pohlaví z obou segmentů pánevní kosti pět znaků, finální model pro odhad podle sakroiliakálního segmentu obsahoval čtyři znaky a finální model pro odhad pohlaví podle ischiopubického segmentu obsahoval tři znaky (Tabulka 6).

Tabulka 6. Nejlepší prediktory (znaky) pro odhad pohlaví z celé pánevní kosti i jednotlivých segmentů.

Oblast pánevní kosti	Celkový počet znaků	Počet vybraných prediktorů	Zkratky vybraných prediktorů
Celá pánevní kost	11	5	PrSu2, GrSN1, CArc, InfP3, IsPu
Sakroiliakální segment	7	4	PrSu2, GrSN1, GrSN2, CArc
Ischiopubický segment	5	3	InfP1, InfP2, IsPu

### 8.1.3 Metoda Phenice (1969)

Na ischiopubickém segmentu pánevní kosti byly skórovány tři znaky: ventrální oblouk (angl. *ventral arch*), subpubická konkavita (angl. *subpubic concavity*) a mediální aspekt ischiopubického ramene (angl. *medial aspekt of the ischiopubic ramus*) (Tabulka 7). V případě přítomnosti byl daný znak hodnocen jako 1, přičemž právě přítomnost daného znaku indikovala ženské pohlaví. Nepřítomnost daného znaku indikovala mužské pohlaví a daný znak byl hodnocen jako 2.

Tabulka 7. Popis hodnocení znaků metody Phenice (1969).

Znak	Hodnocení znaku	Sexuální forma	Popis rozvoje znaku
Ventrální oblouk	1	Ženská	Vyvýšený hřeben kosti přítomný
	2	Mužská	Vyvýšený hřeben kosti nepřítomný
Subpubická konkavita	1	Ženská	Konkávní zakřivení ischiopubického ramene
	2	Mužská	Nekonkávní zakřivení ischiopubického ramene
Mediální aspekt ischiopubického ramene	1	Ženská	Vyvýšení pod symfyziálním povrchem
	2	Mužská	Bez vyvýšení pod symfyziálním povrchem

Při hodnocení ventrálního oblouku byla kost orientována tak, aby ventrální plocha stydké kosti byla směřovala přímo proti pozorovateli a symfyziální plocha byla v anterior-posteriorní rovině. Ventrální oblouk byl definován jako lehce vyvýšený hřeben kosti, který se táhne od pubického hřebene inferiorně skrz ventrální povrch stydké kosti k nejlaterálnějšímu

rozšíření subpubické konkavity. Subpubická konkavita byla hodnocena z pohledu na dorzální aspekt stydké kosti a ischiopubického ramene, přičemž byla definována laterálním zakřivením ischiopubického ramene v krátké vzdálenosti od dolního okraje symfyziálního povrchu. Mediální aspekt ischiopubického ramene byl definován přítomností poměrně ostře ohraničeného vyvýšení přímo pod dolním okrajem symfyziálního povrchu na mediálním aspektu ischiopubického ramene a při jeho hodnocení byla kost orientována tak, aby symfyziální plocha směřovala kolmo k pozorovateli.

Metodou Phenice (1969) bylo pohlaví odhadováno převahou hodnot tří sledovaných znaků. V případě převahy ženské sexuální formy znaků (tedy alespoň dvou hodnot „1“), bylo pohlaví odhadnuto jako ženské. V případě převahy mužské sexuální formy znaků (tedy alespoň dvou hodnot „2“), bylo pohlaví odhadnuto jako mužské.

#### **8.1.4 Metoda Klales et al. (2012)**

Metoda hodnotí stejné tři znaky jako metoda Phenice (1969), ale skóruje je na pětibodové škále (1–5). Sledované znaky byly mírně odlišně definovány, pro jejich vhodnější zařazení do dané kategorie (Tabulka 8). Do původní definice ventrálního oblouku byl zahrnut i úhel orientace kostěného hřebenu k symfyziální ploše a zvážení celkové morfologie inferiorní a mediální části oblouku. Subpubická kontura se pohybovala od ženské silné konkavity až po mužskou silnou konvexitu. Mediální aspekt subpubického ramene zahrnoval i dorzo-ventrální šířku vzestupného ramene.

Skóre znaků byly dosazeny do rovnice logistické regrese:

$$2,726(VA) + 1,214(MA) + 1,073(SPC) - 16,312 \text{ (Klales et al., 2012, p 111)}$$

Tabulka 8. Popis rozvoje znaku dle druhu znaku a jeho skóre dle metody Klaes et al. (2012).

Znak	Skóre	Popis rozvoje znaku
Ventrální oblouk	1	Oblouk je přítomen přibližně či nad 40° vzhledem k symfyziálnímu povrchu s velkou trojúhelníkovou částí kosti umístěnou pod obloukem.
	2	Oblouk je přítomen v úhlu 25–40° vzhledem k symfyziálnímu povrchu s malou trojúhelníkovou částí kosti umístěnou pod obloukem.
	3	Oblouk přítomen v úhlu <25° vzhledem k symfyziálnímu povrchu s nepravidelnou částí kosti umístěnou pod obloukem.
	4	Oblouk přítomen přibližně rovnoběžně vzhledem k symfyziálnímu povrchu a téměř žádná další část kosti není umístěna pod obloukem.
	5	Žádný oblouk není přítomen, a proto není žádná další část kosti přítomna pod obloukem.
Subpubická kontura (konkavita)	1	Dobře vyvinutá konkavita inferiorně k symfyziálnímu povrchu a podél délky inferiorního ramene.
	2	Mírná konkavita inferiorně k inferiornímu ramenu, který je částečně rozšířen v dolní části.
	3	Nepřítomnost konkavity. Kost je téměř rovná, ale může být velmi mírně prohloubena pod symfyziálním povrchem.
	4	Mírná konvexita, která je zvláště zřetelná podél inferiorního stydkého ramene.
	5	Velká konvexita, která je zvláště zřetelná podél inferiorního stydkého ramene.
Mediální aspekt ischiopubického ramene	1	Vzestupné rameno je dorzoventrálně úzké s ostrým hřebenem kosti pod symfyziální plochou.
	2	Vzestupné rameno je dorzoventrálně úzké s vyvýšeným či okrouhlým hřebenem kosti pod symfyziální plochou.
	3	Vzestupné rameno je dorzoventrálně úzké bez přítomnosti kostního hřebenu.
	4	Vzestupné rameno je dorzoventrálně středně široké bez přítomnosti kostního hřebenu.
	5	Vzestupné rameno je dorzoventrálně velmi široké bez přítomnosti kostního hřebenu.

Z výsledku rovnice byla určena posteriorní pravděpodobnost příslušnosti daného jedince k ženskému pohlaví podle následující rovnice:

$$PP_{\text{žena}} = 1/(1 + e^{\text{score}})$$

Posteriorní pravděpodobnost příslušnosti jedince k mužskému pohlaví byla vypočtena podle následující rovnice:

$$PP_{mu\check{z}} = 1 - PP_{\check{z}ena}$$

Pohlaví bylo odhadnuto jako ženské či mužské, pokud byla posteriorní pravděpodobnost pro ženy či muže vyšší než 95 %. Pokud posteriorní pravděpodobnost nedosahovala 95 % ani pro jedno pohlaví, bylo pohlaví jedince odhadnuto jako indiferentní.

### 8.1.5 Intraobservační chyba měření

Pro určení intraobservační chyby měření morfoskopických dat bylo využito 25 pánevních kostí pocházejících z osteologické sbírky pánevních kostí Laboratoře biologické antropologie, Katedry antropologie Západočeské univerzity v Plzni.

Intraobservační chyba byla pro metodu Bruzek (2002) měřena na vzorku 21 pánevních kostí a pro metody Phenice (1969) a Kiales et al. (2012) na 20 pánevních kostí pomocí Cohenovy kappy (Cohen, 1960). Hodnota Cohenovy kappy byla následně interpretována dle Landis a Koch (1977) (Tabulka 9).

Tabulka 9. Slovní hodnocení síly shody měření dle Landis a Koch (1977).

Cohenova kappa	Síla shody měření
<0,00	Špatná
0,00–0,20	Mírná
0,21–0,40	Přijatelná
0,41–0,60	Dostatečná
0,61–0,80	Podstatná
0,81–1,00	Perfektní

## 8.2 Odhad pohlaví morfometrickými metodami

K odhadu pohlaví z morfometrických dat bylo využito 12 přímých rozměrů pánevní kosti, sedm ze sakroiliakálního a pět z ischiopubického segmentu (Tabulka 10) 130 jedinců známého pohlaví a věku dožití portugalské populace.

Tabulka 10. Popis 12 přímých rozměrů pánevní kosti podle segmentu kosti.

Segment	Rozměr	Popis rozměru
Sakroiliakální segment	SCOX	Šířka kyčelní kosti
	IIMT	Hloubka velkého sedacího zářezu
	SA	Spino-aurikulární délka
	SS	Spino-sciatická délka
	AB	Šířka velkého sedacího zářezu
	AP	Posterior sciatic chord
	BP	Anterior sciatic chord
Ischiopubický segment	PUM	Acetabulo-symfyziální pubická délka
	ISM	Maximální délka sedací kosti
	SPU	Kotylo-pubická šířka
	PUBM	Délka <i>tuberculum publicum</i> – <i>acetabulum</i>
	ISMM	Postacetabulární délka sedací kosti

K odhadu pohlaví byly vytvořeny diskriminační funkce, ve kterých pohlaví představovalo závislou proměnnou, a rozměry představovaly prediktory. Diskriminační funkce byly vytvořeny pro všechny možné kombinace prediktorů, přičemž se celkem jednalo o 4095 diskriminačních funkcí. Z toho 127 diskriminačních funkcí obsahovalo pouze některé ze sedmi rozměrů sakroiliakálního segmentu (sedm DF s jedním rozměrem, 21 DF se dvěma rozměry, 35 DF se třemi rozměry atd.). Diskriminačních funkcí s některými z pěti rozměrů ischiopubického segmentu bylo celkem 31 (pět DF s jedním rozměrem, 11 DF se dvěma rozměry, devět DF se třemi rozměry atd.).

Dosazením rozměrů do rovnice diskriminační funkce bylo vypočteno diskriminační skóre a z něj odvozena posteriorní pravděpodobnost příslušnosti daného jedince k ženskému pohlaví podle následující rovnice:

$$PP_{žena} = 1/(1 + e^{score})$$

Posteriorní pravděpodobnost příslušnosti jedince k mužskému pohlaví byla vypočtena podle následující rovnice:



$$PP_{mu\check{z}} = 1 - PP_{\check{z}ena}$$

Pohlaví bylo odhadnuto u jedinců s posteriorní pravděpodobností vyšší než 95 % pro ženské či mužské pohlaví. Jedinci s posteriorní pravděpodobností nižší než 95 % byli odhadnuti jako indiferentní (bez příslušnosti k ženskému či mužskému pohlaví).

### 8.3 Aplikabilita a úspěšnost odhadu pohlaví

U každé metody odhadu pohlaví z pánevní kosti byla sledována aplikabilita a úspěšnost. Aplikabilita byla definována jako procentuální podíl jedinců ze souboru, u kterých bylo možné odhadnout pohlaví jako ženské nebo mužské. Jedná se tedy o procentuální podíl jedinců, kteří nebyli odhadnuti jako indiferentní jedinci.

Úspěšnost byla definována jako procentuálně vyjádřená shoda odhadu pohlaví se skutečným pohlavím jedince a to pouze u té skupiny jedinců, u nichž bylo možné pohlaví odhadnout jako ženské nebo mužské, tedy s vynecháním skupiny indiferentních jedinců (odvozující se od aplikability).

Metoda odhadu pohlaví může například vykazovat vysokou úspěšnost i při nízké aplikabilitě. V případě 70% aplikability a 100% úspěšnosti je tak 30 % jedinců bez odhadnutého pohlaví (tedy indiferentních jedinců), ale zbytku jedinců je ve 100 % správně přiřazeno ženské či mužské pohlaví. V opačném případě (100 % aplikabilita, 70 % úspěšnost) je ženské či mužské pohlaví odhadnuto u všech jedinců, ale pouze u 70 % je přiřazeno správně.

## 9 VÝSLEDKY

### 9.1 Intra-observační chyba měření

Výsledky intra-observační chyby skórování 11 znaků a pěti metaznaků metody Bruzek (2002) a Santos et al. (2019) jsou uvedeny v Tabulka 11. U většiny sledovaných znaků byla shoda měření velká. Většina znaků vykazovala „perfektní“ či „podstatnou“ míru shody měření, pouze znaky GrSN1 a InfP1 vykazovaly slabší míru shody měření, ale přesto byla hodnocena jako „dostatečná“. Pět metaznaků, z nichž je následně metodou Bruzek (2002) odhadováno pohlaví jedince, dosahovalo v míře shody měření velice dobrých výsledků – čtyři z nich „perfektní“ shodu, jeden z nich „podstatná“ shodu.

Tabulka 11. Intraobservační chyba u 11 znaků a pěti metaznaků (tučně) odečítaných metodou Bruzek (2002) se slovním hodnocením míry shody měření. Vysvětlení zkratk znaků a metaznaků viz Tabulka 4 a Tabulka 5.

Znak/metaznak	Cohenova kappa	Interval spolehlivosti kappa	Slovní vyjádření
PrSu1	1,00	1,00–1,00	Perfektní
PrSu2	0,94	0,84–1,00	Perfektní
PrSu3	0,85	0,69–1,00	Perfektní
<b>PrSu</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00–1,00</b>	<b>Perfektní</b>
GrSN1	0,42	0,14–0,70	Dostatečná
GrSN2	0,79	0,54–1,00	Podstatná
GrSN3	1,00	1,00–1,00	Perfektní
<b>GrSN</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00–1,00</b>	<b>Perfektní</b>
<b>CArc</b>	<b>0,90</b>	<b>0,71–1,00</b>	<b>Perfektní</b>
InfP1	0,47	0,19–0,75	Dostatečná
InfP2	0,85	0,69–1,00	Perfektní
InfP3	1,00	1,00–1,00	Perfektní
<b>InfP</b>	<b>0,90</b>	<b>0,72–1,00</b>	<b>Perfektní</b>
<b>IsPu</b>	<b>0,74</b>	<b>0,47–1,00</b>	<b>Podstatná</b>

Výsledky intra-observační chyby u metod Phenice (1969) i Kiales et al. (2012) jsou v Tabulka 12. Znaky vykazovaly míru shody měření „perfektní“ a to u všech tří znaků odečítaných danými metodami.

Tabulka 12. Intraobservační chyba hodnocení znaků odečítaných metodou Phenice (1969) a Kiales et al. (2012). Vysvětlení zkratk znaků viz Tabulka 7 a Tabulka 8.

Metada	Znak	Cohenova kappa	Interval spolehlivosti kappa	Slovní vyjádření
Phenice (1969)	SPC	1,00	1,00–1,00	Perfektní
	MA	1,00	1,00–1,00	Perfektní
	VA	1,00	1,00–1,00	Perfektní
Kiales et al. (2012)	SPC	1,00	1,00–1,00	Perfektní
	MA	1,00	1,00–1,00	Perfektní
	VA	1,00	1,00–1,00	Perfektní

## 9.2 Aplikabilita a úspěšnost morfoskopických metod odhadu pohlaví

Srovnání výsledků aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví metodou Bruzek (2002) a metodou Santos et al. (2019) ze sakroiliakálního segmentu, ischiopubického segmentu a z celé pánevní kosti je znázorněno v Tabulka 13 a na Obrázek 13.

Odhad pohlaví z celé pánevní kosti metodou Bruzek (2002) vykazoval u žen i mužů 100% aplikabilitu (tedy žádné indiferentní jedince). Úspěšnost byla 100% v případě odhadu pohlaví u žen. U mužů byla úspěšnost odhadu oproti ženám nižší (98 %).

Odhad pohlaví pouze ze sakroiliakálního segmentu pánevní kosti metodou Bruzek (2002) vykazoval stejně jako odhad pohlaví z celé pánevní kosti 100% aplikabilitu u žen i mužů. Celková úspěšnost odhadu pohlaví ze sakroiliakálního segmentu pánevní kosti byla nižší, než při odhadu z celé pánevní kosti (94,9 %). Úspěšnost odhadu pohlaví byla u mužů totožná s odhadem z celé pánevní kosti. Úspěšnost odhadu pohlaví

ze sakroiliakálního segmentu u žen ovšem činila pouze 91,8 % (8 nesprávně odhadnutých žen).

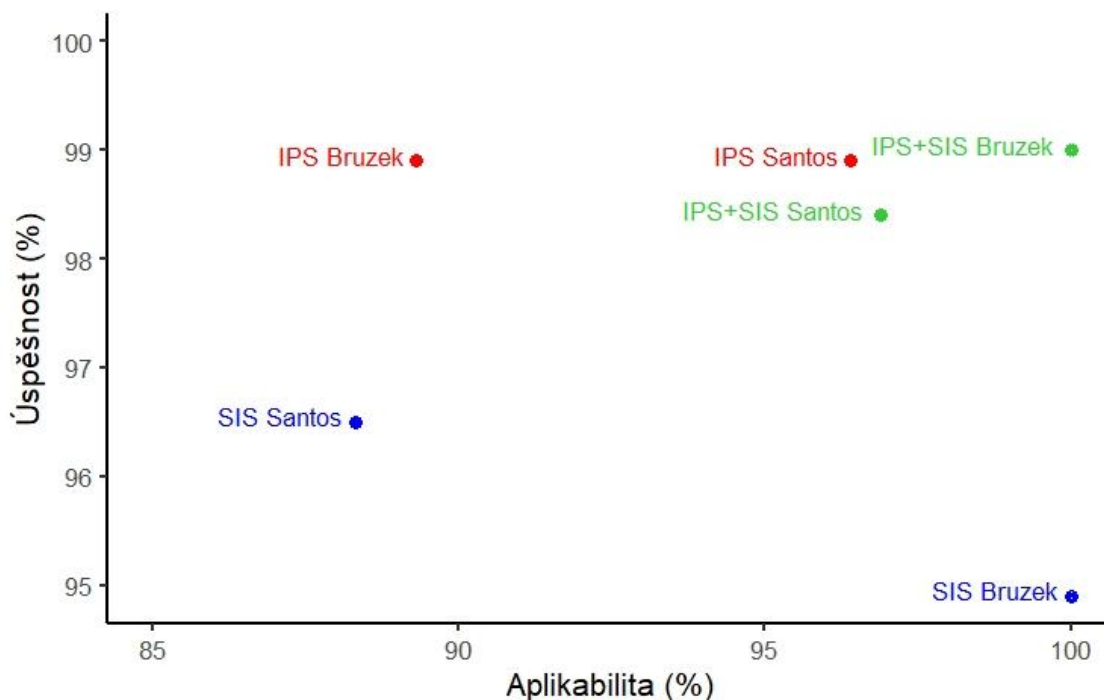
Tabulka 13. Výsledky odhadu pohlaví pro jednotlivé oblasti pánevní kosti metodami Bruzek (2002) a Santos et al. (2019).

Oblast	Pohlaví	Bruzek (2002)				Santos et al. (2019)			
		Aplikabilita		Úspěšnosti		Aplikabilita		Úspěšnosti	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Celá pánevní kost	Ženy (n=98)	98	100,0	98	100,0	96	98,0	96	100,0
	Muži (n=98)	98	100,0	96	98,0	94	95,9	91	96,8
	Celkem (n=196)	196	100,0	194	99,0	190	96,9	187	98,4
Sakroiliakální segment	Ženy (n=98)	98	100,0	90	91,8	85	86,7	80	94,1
	Muži (n=98)	98	100,0	96	98,0	88	89,8	87	98,9
	Celkem (n=196)	196	100,0	186	94,9	173	88,3	167	96,5
Ischiopubický segment	Ženy (n=98)	94	95,9	94	100,0	95	96,9	95	100,0
	Muži (n=98)	81	82,7	79	97,5	94	95,9	92	97,9
	Celkem (n=196)	175	89,3	173	98,9	189	96,4	187	98,9

Odhad pohlaví pouze z ischiopubického segmentu pánevní kosti metodou Bruzek (2002) již vykazoval horší výsledky v aplikabilitě než odhad z celé pánevní kosti či sakroiliakálního segmentu. Přestože aplikabilita odhadu u žen je vcelku vysoká (95,9 %), nízká hodnota aplikability u mužů (82,7 %) zapříčinila poměrně nízkou celkovou aplikabilitu této metody pro ženy i muže a to na 89,3 %. Úspěšnost odhadu z tohoto segmentu se však pohybuje v téměř totožných hodnotách jako při odhadu z celé pánevní kosti. Celková úspěšnost odhadu pohlaví z ischiopubického segmentu pánevní kosti tak dosahovala vcelku vysoké úspěšnosti 98,9%. Všem ženám, u nichž byl možný odhad pohlaví (nejednalo se o indiferentní jedince), bylo přiřazeno správné pohlaví. Pouze dva muži, u nichž byl možný odhad pohlaví, byli nesprávně odhadnuti jako ženy.

Při odhadu pohlaví z celé pánevní kosti metodou Santos et al. (2019) byla aplikabilita téměř 97%, přičemž jako indiferentní jedinci byly určeny 2 % žen a 4,1 % mužů. Úspěšnost odhadu pohlaví byla vyšší u

žen, kde dosáhla 100 %. U mužů byla úspěšnost odhadu pohlaví nižší (96,8 %), přičemž výsledná úspěšnost odhadu pohlaví z celé pánevní kosti byla 98,4 %.



Obrázek 13. Srovnání aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví metodami Bruzek (2002) a Santos et al. (2019) ze sakroiliakálního segmentu (SIS), ischiopubického segmentu (IPS) a celé pánevní kosti (IPS+SIS).

Sakroiliakální segment pánevní kosti při odhadu metodou Santos et al. (2019) vykazoval horší výsledky a to především v aplikabilitě, která celkově pro muže i ženy vycházela mírně nad 88 %. Úspěšnost odhadu byla vyšší u mužů, která se pohybovala okolo téměř 99 %, přičemž celková úspěšnost odhadu pohlaví ze sakroiliakálního segmentu pánevní kosti pro muže a ženy byla 96,5 %.

Ischiopubický segment pánevní kosti při odhadu pohlaví metodou Santos et al. (2019) vykazovala téměř totožné výsledky jako odhad z celé pánevní kosti. Při odhadu pohlaví z tohoto segmentu bylo pouze o jednoho indiferentního jedince více, což snížilo aplikabilitu oproti odhadu

z celé pánevní kosti o pouhých 0,5 % (tedy na 96,4 %). Úspěšnost byla u žen ve vzorku totožná (100 %) a u vzorku mužů o 1 % vyšší než u odhadu z celé pánevní kosti, přičemž díky tomu se celková úspěšnost odhadu z ischioubického segmentu vyšplhala na téměř 99 %.

U obou zmíněných metod (Bruzek, 2002; Santos et al., 2019) jsme sledovali také úspěšnost a aplikabilitu na základě stranové příslušnosti pánevních kostí. U metody Bruzek (2002) nebyly pozorovány téměř žádné rozdílnosti v úspěšnosti a aplikabilitě mezi levými a pravými pánevními kostmi a to při odhadu z celé pánevní kosti ani odhadu ze sakroiliakálního či ischiopubického segmentu pánevní kosti. Větší rozdíly v námi sledovaných proměnných mezi levými a pravými pánevními kostmi se vyskytovaly pouze u odhadu ze sakroiliakálního segmentu metodou Santos et al. (2019). V tomto případě levé kosti vykazovaly oproti kostem pravým sníženou aplikabilitu (až o 12 % v případě mužů), ale vyšší úspěšnost u žen a celkově pro obě pohlaví.

Výsledky odhadu pohlaví metod využívajících pouze ischiopubický segment pánevní kosti (Phenice, 1969; Klales et al., 2012) jsou uvedeny v Tabulka 14. Srovnání výsledků těchto metod při odhadu pohlaví u žen, mužů a obou pohlaví je znázorněna na Obrázek 14.

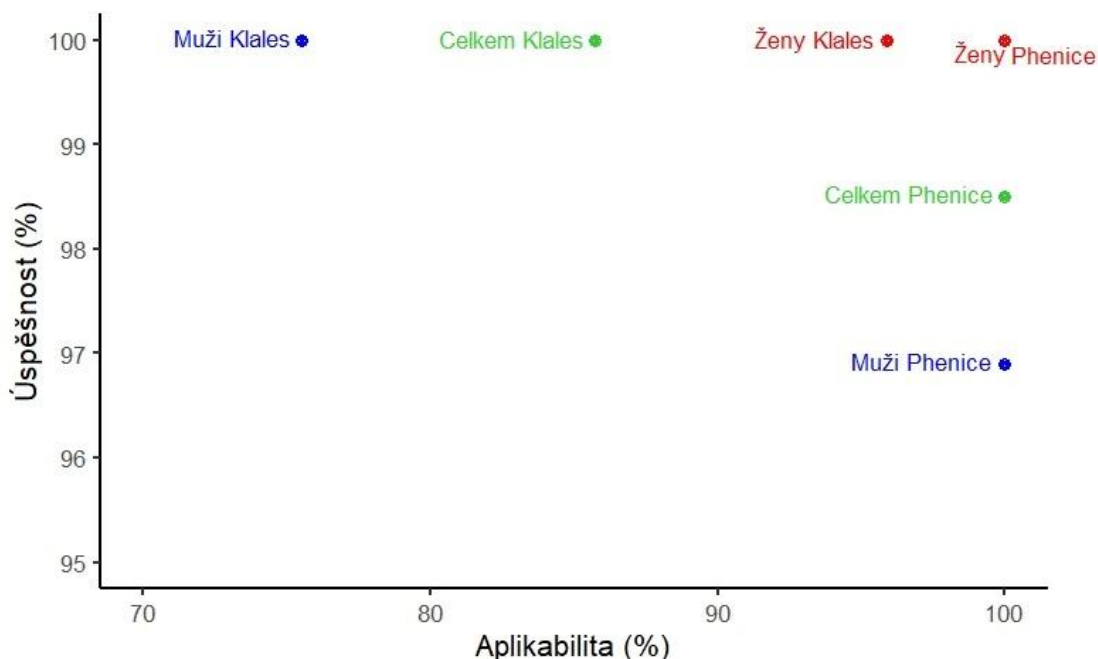
Tabulka 14. Výsledky odhadu pohlaví metodami Phenice (1969) a Klales et al. (2012).

Metoda	Pohlaví	Aplikabilita		Úspěšnost	
		n	%	n	%
Phenice (1969)	Ženy (n=98)	98	100,0	98	100,0
	Muži (n=98)	98	100,0	95	96,9
	Celkem (n=196)	196	100,0	193	98,5
Klales et al. (2012)	Ženy (n=98)	94	95,9	94	100,0
	Muži (n=98)	74	75,5	74	100,0
	Celkem (n=196)	168	85,7	168	100,0

Metoda Phenice (1969) při odhadu pohlaví u našeho vzorku vykazovala 100% aplikabilitu, jelikož tato metoda neumožňuje klasifikovat indiferentní jedince, tudíž bylo všem jedinců ve vzorku přiřazeno ženské

či mužské pohlaví. U žen bylo ve všech případech správně odhadnuto pohlaví, tudíž úspěšnost odhadu pro ženy vykazuje 100% úspěšnost. U mužů bylo nesprávně odhadnuto pohlaví u 3,1 % mužů. Odhad pohlaví pomocí této metody pro ženy i muže ovšem vykazuje vcelku vysokou míru úspěšnosti a to téměř 98,5 %.

Metoda Kiales et al. (2012) při odhadu pohlaví vykazovala u našeho vzorku velice rozdílné výsledky v aplikabilitě mezi pohlavími. Ženy představovaly část našeho vzorku s vysokými hodnotami aplikability (95,9 %). Při odhadu pohlaví u skupiny mužů našeho vzorku bylo za indiferentní jedince odhadnuto téměř 25 % mužů. Tento fakt tak snižuje celkovou aplikabilitu metody pro obě pohlaví v našem vzorku na 85,7 %. Oproti výsledkům aplikability je úspěšnost metody Kiales et al. (2012) konzistentní a pokud bylo možno jedincům přiřadit ženské či mužské pohlaví, bylo odhadnuto se 100% úspěšností u žen i mužů.



Obrázek 14. Srovnání aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví metodami Phenice (1969) a Kiales et al. (2012) u žen, mužů a u obou pohlaví („Celkem“).

U metody Phenice (1969) i metody Kiales et al. (2012) vykazuje nejlepší výsledky aplikability i úspěšnosti odhad pohlaví u žen. U obou

těchto metod tak nejhorší výsledky představuje odhad pohlaví u mužů (u metody Phenice (1969) zaostávají v úspěšnosti, u metody Klaes et al. (2012) naopak zaostávají v aplikabilitě).

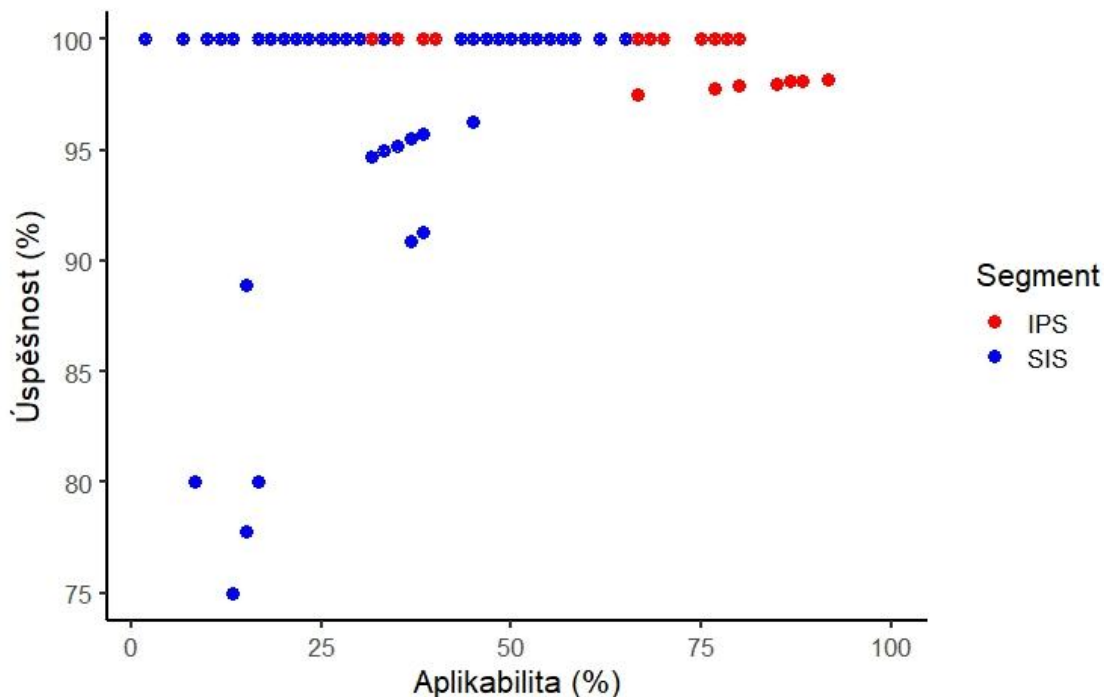
### **9.3 Aplikabilita a úspěšnost morfometrických metod odhadu pohlaví**

Porovnání výsledků aplikability a úspěšnosti všech 127 kombinací přímých rozměrů pánevní kosti pro sakroiliakální a 31 kombinací pro ischiopubický segment se nacházejí na Obrázek 15. Je patrné, že aplikabilita i úspěšnost odhadu pohlaví pomocí rozměrů sakroiliakálního segmentu je celkově nižší než pomocí rozměrů ischiopubického segmentu.

Úspěšnost odhadu pohlaví u všech 31 kombinací rozměrů na ischiopubickém segmentu je vyšší než 95 %. Zároveň většina vykazuje vyšší hodnoty aplikability (nad 65 %). Sakroiliakální segment sice vykazuje převážně velice vysoké hodnoty úspěšnosti odhadu pohlaví (nad 90 %), ale aplikabilita dosahuje maximálně 68,3 %.

Při využití rozměrů pouze jednoho segmentu pánevní kosti, bychom tedy jasně preferovali ischiopubický segment. Následně jsme pozorovali možné zlepšení námi sledovaných proměnných (aplikabilita a úspěšnost) postupným přidáváním rozměrů sakroiliakálního segmentu k rozměrům ischiopubického segmentu. Z důvodu již vysoké úspěšnosti odhadu pohlaví pomocí jednotlivých segmentů (viz výše) jsme nakonec takto sledovali jen možný vliv na aplikabilitu.

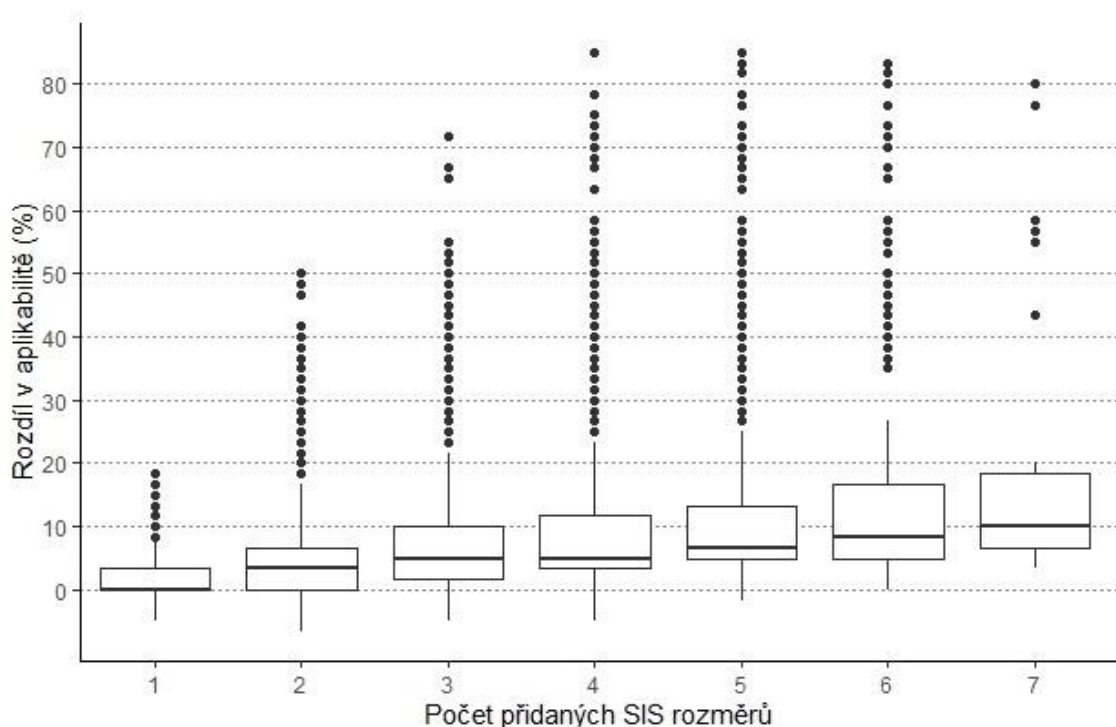




Obrázek 15. Srovnání aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví pomocí sedmi přímých rozměrů pánevní kosti na sakroiliakálním segmentu (SIS - 105 kombinací) a pěti přímých rozměrů pánevní kosti na ischiopubickém segmentu (IPS - 28 kombinací) – bez jedinců s nulovou aplikabilitou i úspěšností.

Na Obrázek 16 je znázorněno, jak je aplikabilita ovlivněna postupným přidáváním rozměrů sakroiliakálního segmentu k 31 kombinacím rozměrů ischiopubického segmentu. Je vidět, že postupným přidáváním rozměrů sakroiliakálního segmentu ke kombinacím rozměrů ischiopubického segmentu se medián aplikability zvyšuje. Největší změna mediánu aplikability (o 10 %) se projevuje přidáním sedmi rozměrů sakroiliakálního segmentu. Nejmenší zvýšení mediánu aplikability se projevilo při přidání jednoho rozměru sakroiliakálního segmentu a to téměř nezatelně (méně než 1 %).

Následně jsme sledovali změnu aplikability v závislosti na počtu využitých rozměrů ischiopubického a sakroiliakálního segmentu. V Tabulka 15 je znázorněna změna aplikability (rozdíl mezi aplikabilitou rozměrů sakroiliakálního a ischiopubického segmentu a aplikabilitou rozměrů pouze ischiopubického segmentu).



Obrázek 16. Změna aplikability kombinací rozměrů ischiopubického segmentu postupným přidáváním různého počtu (1–7) rozměrů sakroiliakálního segmentu.

Je patrné, že největší vliv na zvýšení mediánu aplikability mají rozměry sakroiliakálního segmentu v případě, že jsou přidány k nízkému počtu rozměrů ischiopubického segmentu. Největší efekt na aplikabilitu (zvýšení o 43 %) má přidání všech sedmi rozměrů sakroiliakálního segmentu do diskriminačních funkcí s pouze jedním z pěti rozměrů ischiopubického segmentu. Naopak přidáním jakéhokoliv počtu rozměrů sakroiliakálního segmentu do analýzy diskriminačních funkcí se všemi pěti rozměry ischiopubického segmentu má na změnu aplikability malý efekt (do 3 %).

Ve třech případech nedošlo k žádné změně mediánu aplikability a při využití následujících rozměrů: 3 IPS + 1 SIS, 4 IPS + 1 SIS a 5 IPS a 2 SIS. V jednom případě došlo ke snížení mediánu aplikability a to o 1,7 % při využití pěti rozměrů ischiopubického a jednoho rozměru sakroiliakálního segmentu.

Tabulka 15. Změna mediánu aplikability odhadu pohlaví dle diskriminačních funkcí podle počtu rozměrů ischiopubického a sakroiliakálního segmentu.

Počet rozměrů SIS	Počet rozměrů IPS									
	1 IPS		2IPS		3IPS		4IPS		5 IPS	
	<i>n</i>	Me (%)	<i>n</i>	Me (%)	<i>n</i>	Me (%)	<i>n</i>	Me (%)	<i>n</i>	Me (%)
1 SIS	35	1,7	70	1,7	70	0,0	35	0,0	7	-1,7
2 SIS	105	6,7	210	3,3	210	1,7	105	1,7	21	0,0
3 SIS	175	10,0	350	6,7	350	3,3	175	1,7	35	1,7
4 SIS	175	15,0	350	8,3	350	5,0	175	3,3	35	1,7
5 SIS	105	28,3	210	8,3	210	6,7	105	5,0	21	3,3
6 SIS	35	38,3	70	10	70	6,7	35	5,0	7	3,3
7 SIS	5	43,3	10	12,5	10	7,5	5	6,7	1	3,3

## 10 DISKUZE

Metody odhadu pohlaví z pánevní kosti jsou založeny na předpokladu, podle kterého může být nižší stupeň rozvoje pohlavního dimorfismu na jednom ze segmentů pánevní kosti vykompenzován vyšším stupněm projevu pohlavního dimorfismu na druhém z těchto segmentů (Bruzek, 2002). Metody odhadu pohlaví založené na hodnocení pouze jednoho segmentu (sakroiliakálního nebo ischiopubického) by tak sledováním pouze jedné morfofunkční jednotky pánevní kosti neměly obsáhnout její celkový pohlavní dimorfismus a měly by disponovat nižší úspěšností odhadu pohlaví než metody odhadu z celé kosti.

Kvalitu metody odhadu pohlaví lze hodnotit podle několika kritérií. (1) Kritérium aplikability a úspěšnosti: metoda by měla vykazovat vysokou aplikabilitu i úspěšnost, aby tak bylo možné správného odhadu pohlaví u co nejvyššího množství jedinců v souboru. (2) Kritérium mezipopulační variability: metoda by neměla být náchylná k mezipopulační variabilitě a měla by naopak vykazovat konzistentní výsledky v odhadu pohlaví u různých populací. (3) Kritérium nízké subjektivity skórování: metoda by měla být definována nízkou mírou subjektivity při hodnocení dílčích sledovaných znaků a tak vysokou shodou měření při využití metody více pozorovateli či při opakovaném odhadu pohlaví jedním pozorovatelem. (4) Kritérium zachovalosti: metoda by měla využívat znaky s dobrou zachovalostí, aby byl odhad možný u co největšího počtu jedinců.

### 10.1 Kritérium aplikability a úspěšnosti

Přestože je pánevní kost obecně považována za nejvíce pohlavně dimorfní kost lidského těla a tak nejvhodnějším nástrojem k odhadu pohlaví (Bruzek a Murail, 2006), aplikabilita a úspěšnost dané metody může být výrazně odlišná v závislosti na tom, jakou část pánevní kosti daná metoda využívá. Přestože se uvádí, že nejlepších výsledků dosahují metody odhadu využívající celou pánevní kost, jsou v praxi využívány metody využívající pouze ischiopubický či pouze sakroiliakální segment.

Z důvodu vysoké aplikability a úspěšnosti (100 %, 99 %) odhadu pohlaví z celé pánevní kosti metodou Bruzek (2002) vykazovalo využití společné využití obou segmentů nejlepší výsledky. Sakroiliakální segment i ischiopubický segment, využitý samostatně pro odhad pohlaví touto metodou, vykazoval v některé ze sledovaných proměnných horší výsledky v porovnání s odhadem pohlaví z celé pánevní kosti. Sakroiliakální segment měl o 4 % horší úspěšnost při stejné aplikabilitě (100 %) a ischiopubický segment měl o 11 % horší aplikabilitu při stejné úspěšnosti (99 %).

U metody Santos et al. (2019) dosahoval odhad z celé pánevní kosti a odhad pouze z ischiopubického segmentu téměř stejné hodnoty aplikability a úspěšnosti. Celá pánevní kost vykazovala o 0,5 % vyšší aplikabilitu než odhad z ischiopubického segmentu, přičemž naopak ischiopubický segment vykazoval o 0,5 % vyšší úspěšnost, než odhad z celé pánevní kosti. Tyto dva způsoby odhadu pohlaví tak představovaly nejlepší a rovnocenné způsoby odhadu pohlaví. Sakroiliakální segment na našem souboru nepředstavuje dobrý nástroj odhadu pohlaví a vykazuje nejhorší výsledky při využití této metody, jelikož vykazovala horší výsledky než odhad z celé pánevní kosti (aplikabilita nižší o 9 %, úspěšnost nižší o 2 %).

Výše prezentované výsledky podporují premisu, že nejvíce úspěšnou metodou odhadu pohlaví z pánevní kosti je ta, která využívá morfologické znaky z celé pánevní kosti. Tímto by totiž měl být postihnut celkový stupeň pohlavního dimorfismu pánevní kosti. Stupeň pohlavního dimorfismu pouze na jedné ze dvou hlavních morfofunkčních částí pánevní kosti, sakroiliakálním nebo ischiopubickým segmentu, může být nižší. V případě kombinovaného využití sakroiliakálního i ischiopubického segmentu pánevní kosti k odhadu pohlaví, může být nižší stupeň pohlavního dimorfismu na jednom z těchto segmentů vykompenzován vyšším stupněm pohlavního dimorfismu segmentu druhého (Bruzek, 2002). Přestože by dle některých autorů (Novotný, 1986; Bruzek, 2002) k odhadu pohlaví z pánevní kosti neměl být využíván z výše uvedených

důvod pouze jeden morfofunkční segment, ischiopubický segment při samostatném využití metodou Santos et al. (2019) vykazoval rovnocenné výsledky jako odhad pohlaví z celé pánevní kosti.

Ischiopubický segment je považován za velice pohlavně dimorfní část pánevní kosti, jelikož jeho morfologie je výsledkem fylogenetické adaptace ženské pánve na porod. Rozdílnost této oblasti pánevní kosti mezi pohlavími je způsobená silným hormonálním vlivem u žen během puberty, který má za následek změny v morfologii této oblasti a tak přizpůsobení ženské malé pánve k vytvoření dostatečně širokého porodního kanálu pro průchod lidského plodu s relativně velkou hlavou (Novotný, 1986). Proto se pohlavní dimorfismus na ischiopubickém segmentu neprojeví před nástupem puberty (Coleman, 1969) i když jiní autoři uvádějí projev pohlavního dimorfismu na ischiopubickém segmentu pánevní kosti ještě před hormonálním vlivem puberty (Reynolds, 1947; Boucher, 1957; Bilfeld et al., 2015). Kromě přímého vztahu s reprodukční funkcí žen, morfologie ischiopubického segmentu také přímo souvisí s anatomíí vnějších pohlavních orgánů obou pohlaví (Bruzek, 2002). Například oblast ischiopubického ramene má totiž svou anatomíí odrážet rozdílnosti mezi pohlavími z důvodu připojení ramene penisu (lat. *crus penis*) v případě mužů a připojení obdobné struktury klitorisu (lat. *crus clitoris*) u žen (Phenice, 1969).

Sakroiliakální segment pánevní kosti není přímo spojen s reprodukční funkcí, ale jeho morfologie odráží především evoluční adaptaci lidského druhu na vzpřímený postoj těla a s tím spojenou bipední lokomoci (Novotný, 1986; Bruzek, 2002). Muži jsou ke vzpřímenému postoji a dvounohé chůzi přizpůsobeni lépe, jelikož se jedná o hlavní důvod formování této oblasti. Oproti tomu u žen je nutný kompromis přizpůsobení sakroiliakálního segmentu pánevní kosti vzpřímenému postoji, dvounohé chůzi a stejně jako u ischiopubického segmentu přizpůsobení malé pánve na porod (viz *obsterical dilemma*), což je pravděpodobně důvodem rozdílů mezi pohlavími v morfologii této morfofunkční části. Navíc by se měl jistý stupeň pohlavního dimorfismu

v oblasti sakroiliakálního segmentu projevovat již v prenatálním období (Boucher, 1957; Fazekas a Kósa, 1978; Holcomb a Konigsberg, 1995). Tento segment však u našeho vzorku nevykazoval samostatně tak dobré výsledky v úspěšnosti či aplikabilitě jako odhad z ischiopubického segmentu, tudíž jsme dále nepovažovali za vhodný nástroj pro odhad pohlaví při využití pouze jednoho segmentu.

Metoda Phenice (1969) byla jejím autorem vytvořena právě z důvodu, aby existovala spolehlivá a rychle použitelná metoda odhadu pohlaví, pro jejíž použití by nebyla potřebná celá pánevní kost, ale pouze její více pohlavně dimorfní část – ischiopubický segment. Nejdříve měla být dokonce založena pouze na odhadu pohlaví z jediného pohlavně dimorfního znaku ischiopubického segmentu (mediální aspekt ischiopubického ramene), a to z důvodu připojení *crus penis* a *crus clitoris* v této oblasti. Kvůli nízké diskrétnosti tohoto znaku však byly na oblasti ischiopubického segmentu vybrány další dva znaky, které nakonec byly velice významné z hlediska jejich výskytu mezi pohlavími. Přestože práce testující metodu Phenice (1969) a tak i samotný odhad pohlaví pomocí pouze ischiopubického segmentu pánevní kosti (Lovell, 1989; McLaughlin a Bruce, 1990; Toon a Garcia de Leon, 2014), nepovažují tuto metodu, a tím i tento segment, za nástroj vhodný pro odhad pohlaví, naše výsledky (98,5 % úspěšnost) opět potvrzují vhodnost tohoto segmentu k odhadu pohlaví v případě, kdy není zachována celá pánevní kost.

Další metodou odhadu pohlaví využívající pouze ischiopubický segment pánevní kosti je metoda Klales et al. (2012), která byla vytvořena přeformulováním definic tří původních znaků sledovaných metodou Phenice (1969). Díky zapojení výpočtu posteriorních pravděpodobností do odhadu pohlaví z ischiopubického segmentu, představili autoři (Klales et al., 2012) metodu odhadu pohlaví s vyšší spolehlivostí a validitou. Tato metoda by tak měla představovat z hlediska vědeckých standardů ještě lepší nástroj pro odhad pohlaví za využití pouze jednoho segmentu pánevní kosti.

Na našem vzorku současné francouzské populace metoda Kiales et al. (2012) vykazovala vysoké hodnoty úspěšnosti při využití ischiopubického segmentu u žen i u mužů (v obou případech 100% úspěšnost). Problém představovala na našem vzorku vcelku nízká celková hodnota aplikability (85,7 %) při využití této metody. Zajímavým zjištěním byla velice rozdílná výše aplikability mezi pohlavími, jelikož muži dosahovali při využití metody Kiales et al. (2012) vcelku nízké aplikability (75,5 %), zatímco ženy vykazovaly velice vysoké hodnoty aplikability (95,9 %).

Úspěšnost odhadu při využití pouze ischiopubického segmentu k odhadu pohlaví z pánevní kosti je u metody Kiales et al. (2012) diskutována. V práci Lesciotto a Doershik (2018) byla tato metoda testována na stejném populačním vzorku (stejně osteologické kolekci), aby nebyly výsledky testování napadnutelné z důvodu populační variability pohlavního dimorfismu. Nízká úspěšnost metody Kiales et al. (2012) v práci Lesciotto a Doershik (2018) byla autory přisuzována naprostému vynechání kyčelní a sedací kosti v této metodě. Proto byl následně dvěma hodnotiteli proveden i odhad pohlaví za využití morfoskopických znaků z celé pánevní kosti a to pouze na základě zkušeností hodnotitelů. Výsledné hodnoty úspěšnosti odhadu pohlaví výrazně stouply (ze 73,1 % na 98 % a ze 72,4 % na 90,1 %). Z tohoto důvodu autoři poukazují na nutnost využití morfoskopických znaků z celé pánevní kosti při odhadu pohlaví spíše, než zaměření se pouze na stydkou kost. Dle našich výsledků je také nejlepším nástrojem k odhadu pohlaví odhad z celé pánevní kosti. Přesto je v případě využití pouze jednoho segmentu pánevní kosti úspěšnější a aplikovatelnější ischiopubický segment

V případě využití morfoskopických rozměrů pomocí diskriminační analýzy na našem souboru portugalské se také projeví rozdílnosti aplikability a úspěšnosti mezi danými segmenty. Stejně jako u využití morfoskopických znaků se při využití morfometrických hodnot svou aplikabilitou a úspěšností zdá ischiopubický segment jako lepší nástroj



odhadu pohlaví při využití pouze jednoho pánevního segmentu (aplikabilita nad 65 %, úspěšnost nad 95 %). Aplikabilita ischiopubického segmentu se ovšem zvyšuje postupným přidáváním jednoho, dvou až sedmi rozměrů sakroiliakálního segmentu, což potvrzuje nejlepší výsledky aplikability (i úspěšnosti, která ale již předtím vykazovala velice dobré výsledky) při odhadu pohlaví za využití celé pánevní kosti (kombinací rozměrů ischiopubického i sakroiliakálního segmentu).

## 10.2 Kritérium mezipopulační variability

Při odhadu z celé pánevní kosti vykazuje v originální práci metoda Bruzek (2002) 97,6% úspěšnost (Tabulka 16), jenž autor použil na 402 pánevních kostí dospělých jedinců známého pohlaví evropských osteologických souborů (Francie – Paříž, Portugalsko – Coimbra). Současně při odhadu pohlaví z celé pánevní kosti dosahovala 96,7% aplikability.

Na našem souboru současné francouzské populace výše zmíněná metoda pro odhad z celé pánevní kosti vykazuje téměř 99% úspěšnost a 100% aplikabilitou (Tabulka 16). Na našem vzorku jsme tak dosáhli jak vyšší úspěšnosti pohlavní diagnózy, tak vyššího procentuálního zastoupení jedinců, u nichž mohlo být odhadnuto pohlaví, při využití celé pánevní kosti.

Výsledky odhad pohlaví pouze ze sakroiliakálního i pouze z ischiopubického segmentu byly v originální práci (Bruzek, 2002) prezentovány také. Odhad pohlaví ze sakroiliakálního segmentu vykazoval vyšší hodnoty aplikability (95,5 %) oproti odhadu z ischiopubického segmentu (91 %), přičemž úspěšnost byla na obou segmentech téměř totožná (okolo 95 %). Na našem souboru současné francouzské populace sakroiliakální segment vykazoval 100% aplikabilitu a téměř 95% úspěšnost. Odhad z ischiopubického segmentu pánevní kosti na našem vzorku celkově vykazoval nižší aplikabilitu než v originální práci (přibližně o 2%), ale disponoval o 4 % vyšší úspěšností. Naše

výsledky při odhadu pohlaví jednotlivými segmenty se jen mírně odlišovaly od výsledků prezentovaných právě Bružkem (Tabulka 16).

Tabulka 16. Úspěšnost a aplikabilita využitých morfoskopických metod odhadu pohlaví z pánevní kosti a porovnání s výsledky prací testující jejich úspěšnost. Aplikabilita uvedena v případě její dostupnosti. V případě hodnocení úspěšnosti více hodnotiteli, je uvedena průměrná hodnota.

Originální metoda/testující práce	Segment pánevní kosti	Aplikabilita (%)	Úspěšnost (%)
<b>Bruzek (20002)</b>	IPS+SIS	96,7	97,6
Chytková (2020)	IPS+SIS	100,0	99,0
Listi a Bassett (2006)	IPS+SIS	-	91,0
<b>Bruzek (20002)</b>	IPS	91,0	94,9
Chytková (2020)	IPS	89,3	98,9
<b>Bruzek (20002)</b>	SIS	95,5	95,1
Chytková (2020)	SIS	100,0	94,9
<b>Santos et al. (2019)</b>	IPS+SIS	87,1	99,2
Chytková (2020)	IPS+SIS	96,9	98,4
<b>Santos et al. (2019)</b>	IPS	82,4	98,5
Chytková (2020)	IPS	96,4	98,9
<b>Santos et al. (2019)</b>	SIS	69,8	98,8
Chytková (2020)	SIS	88,3	96,5
<b>Phenice (1969)</b>	IPS	100,0	96,0
Chytková (2020)	IPS	100,0	98,5
Lovell (1989)	IPS	100,0	83,0
MacLaughlin a Bruce (1990)	IPS	100,0	70,0
Toon a Garcia de Leon (2014)	IPS	100,0	82,0
<b>Klales et al. (2012)</b>	IPS	-	86,2
Chytková (2020) 50% spolehlivost	IPS	100,0	98,5
Chytková (2020) 95% spolehlivost	IPS	95,9	100,0
Lesciotto a Doershik (2018) 50% spolehlivost	IPS	-	72,8
Lesciotto a Doershik (2018) 75% spolehlivost	IPS	-	75,9
Toon a Garcia de Leon (2014)	IPS	-	66,0

Úspěšnost této metody umožňující odhad z celé pánevní kosti a zároveň z jednotlivých pánevních segmentů (Bruzek, 2002), byla testována na americké populaci v práci Listi a Bassett (2006). Americký soubor sestával z 876 levých kostí jedinců známého pohlaví, věku dožití

a původu, pocházejících z W. M. Bassovy kosterní kolekce univerzity Tennessee a Terryho anatomické kosterní kolekce Národního muzea přírodní historie. Metoda Bruzek (2002) na tomto souboru u dvou pozorovatelů vykazovala vysokou úspěšnost odhadu pohlaví (90 % a 92 %). Vzhledem k přibližně konzistentním vysokým hodnotám úspěšnosti odhadu pohlaví metodou Bruzek (2002) na souboru z originální práce, na našem souboru současné francouzské populace a souborům využitých v práci Listi a Bassett (2006) pravděpodobně není zatížena populační variabilitou pohlavního dimorfismu pánevní kosti.

V originální práci (Santos et al., 2019) použita na celkem 1 110 pánevních kostech 592 jedinců známého pohlaví a věku dožití pocházejících z následujících pěti kosterních souborů: (1) Tamaginyho kolekce portugalské populace, (2) Hamann-Toddovy osteologické sbírky clevelandského muzea přírodní historie, (3) kosterního souboru ze Spitalsfields (Londýn, Anglie), (4) Olivierova kolekce francouzské populace a (5) Terryho anatomické kosterní kolekce Národního muzea přírodní historie. Úspěšnost odhadu pohlaví z celé pánevní kosti byla v originální práci u těchto pěti populací 99,2 % (Tabulka 16). Byla sledována i úspěšnost odhadu pohlaví mezi jednotlivými populačně odlišnými osteologickými sbírkami, přičemž výsledky v úspěšnosti se výrazně neodlišovaly (Coimbra - 98 %, Hamman-Todd - 100 %, London - 100 %, Paris - 98,5 %, Terry - 99,4 %).

Naše výsledky odhadu pohlaví metodou Santos et al. (2019) provedeného na souboru současné francouzské populace vykazují obdobně vysoké hodnoty úspěšnosti jako v originální práci (98,4 %). U našeho vzorku byla navíc při odhadu z celé pánevní kosti vyšší aplikabilita (96,9) a to téměř 10 % (Tabulka 16).

Jelikož metoda Santos et al. (2019) umožňuje také odhad pomocí pouze sakroiliakálního a pouze ischiopubického segmentu, byla v originální práci prezentována i aplikabilita a úspěšnost těchto jednotlivých pánevních segmentů. Na našem souboru vykazuje odhad

pohlaví jednotlivými pánevními segmenty významně lepší výsledky aplikability. Při odhadu pohlaví ze sakroiliakálního segmentu byla aplikabilita na našem vzorku vyšší o téměř 20 % (originální práce – 69,8 %, naše výsledky – 88,3 %). Při odhadu pohlaví z ischiopubického segmentu pak byla aplikabilita na našem vzorku vyšší o 14 % (originální práce – 82,4 %, naše výsledky – 96,4 %). Oba segmenty se v originální práci úspěšností pohybují na téměř shodné hodnotě (sakroiliakální segment 98,8 %, ischiopubický segment 98,5 %), a vykazují tak přibližně stejnou úspěšnost jako odhad pohlaví z našeho vzorku (sakroiliakální segment 96,5 %, ischiopubický segment 98,9 %) (Tabulka 16). Takto snížená aplikabilita při odhadu pomocí pouze jednoho segmentu pánevní kosti může být způsobena vyšší populační variabilitou souboru originální práce. Z důvodu recentní publikace metody Santos et al. (2019) není k dispozici dalších prací testujících tuto metodu, tudíž není možné další srovnání v možném ovlivnění výsledků odhadu pohlaví populační variabilitou.

Populační variabilita pohlavního dimorfismu pánevní kosti (přesněji ischiopubického segmentu) a její vliv na úspěšnost odhadu pohlaví je diskutována především při využití metody Phenice (1969). Tuto metodu Phenice použil na soubor 275 dospělých jedinců známého pohlaví z Terryho osteologické sbírky Národního muzea přírodní historie ve Washingtonu. Phenice ve své práci uvádí, že jeho metoda vykazuje 96% úspěšnost (Tabulka 16) – pouze u 4 % (11 jedinců) bylo pohlaví nesprávně odhadnuto. Metoda je představována jako nově vyvinutá technika, která je úspěšná, vysoce objektivní a pro její použití není nutné zvláštních zkušeností.

Výsledky odhadu pohlaví na našem vzorku současné francouzské populace podporují výsledky Pheniceho původní práce (1969). Dle této metody odhadu z ischiopubického segmentu bylo u našeho vzorku správně přiřazeno pohlaví celkem u 98,5 % (Tabulka 16). Chybu odhadu jsme pozorovali pouze u mužů (u 3,1 % mužů). Lepší výsledky tak vykazoval odhad pohlaví u žen (úspěšnost 100 %).

Úspěšnost metody Phenice (1969) a tak možná populační variabilita ischiopubického segmentu byla testována v práci Lovell (1989). Soubor pro hodnocení úspěšnosti metody sestával z 50 stydkých kostí 36 jedinců známého pohlaví a věku (23 žen a 13 mužů) pocházejících od kadaverů pro americké lékařské školy. Odhad pohlaví metodou Phenice (1969) provedlo 12 profesionálních antropologů a studentů, kteří disponovali různou mírou zkušeností práce s osteologickým materiálem. Úspěšnost odhadu pohlaví v této práci dosáhla  $83 \% \pm 7 \%$  (Tabulka 16). Rozdílnost v úspěšnosti odhadu pohlaví v těchto dvou pracích může být dle Lovell (1989) nebylo způsobeno populační variabilitou, ale výskytem starších jedinců v souboru, jelikož původní soubor využívaný v práci Phenice (1969) byl patrně složen z mladších jedinců.

Metoda Phenice (1969) byla z hlediska úspěšnosti využití na jiných populacích znovu testována prací MacLaughlin a Bruce (1990). Soubor pro hodnocení úspěšnosti metody sestával z 85 jedinců pocházejících z londýnského hřbitova (17.–18. století), 136 jedinců holandského původu pocházejících z univerzity v Leidenu a 52 jedinců skotského původu pocházejících z univerzity v Aberdeenu. Výsledky této studie prezentují velice nízké hodnoty úspěšnosti odhadu pohlaví a to 83% úspěšnost u anglické populace, 68% úspěšnost u holandské populace a 59% úspěšnost u skotské populace (Tabulka 16). Výsledky práce MacLaughlin a Bruce (1990) naznačují nekonzistentnost úspěšnosti metody Phenice (1969) mezi rozdílnými populacemi (Mcfadden a Oxenham, 2016).

Porovnání úspěšnosti metod Phenice (1969) a Klales et al. (2012) na jiném populačním vzorku provedly Toon a Garcia de Leon (2014). Tyto metody byly použity na souboru 50 jedinců (11 žen a 39 mužů) známého pohlaví a věku dožití pocházejících z kolumbijské osteologické sbírky. Metoda Phenice (1969) při odhadu pohlaví na tomto souboru vykazovala lepší výsledky v úspěšnosti (82 %) (Tabulka 16), čímž přesto spíše potvrzuje nižší úspěšnost metody při využití na jiných populačních souborech. Metoda Klales et al. (2012) tomu na kolumbijském souboru vykazovala velice nízkou úspěšnost odhadu pohlaví a to 66% (45% u

žen, 72% u mužů). I když je v tomto případě možný vliv populační variability pohlavního dimorfismu pánevní kosti, dle autorek nemusela metody Phenice (1969) a Klales et al. (2012) dosahovat tak úspěšných výsledků z důvodu malé velikosti souboru.

Proměnlivost úspěšnosti metody Phenice (1969) byla diskutována právě z hlediska variability populačního původu souborů využívaných v pracích, které při využití této metody nedosahovali tak vysoké procentuální úspěšnosti jako je uvedena v originální práci. Sám Phenice ale ve své práci poznamenává, že „existují určité rasové rozdíly v úspěšnosti techniky“ (Phenice, 1969), přičemž nižší úspěšnost odhadu pohlaví prý může být způsobena při odhadu z pozůstatků populace, se kterou je daný badatel hůře obeznámen. Dle Brůžka (2002) je v jiných pracích metoda Phenice (1969) při odhadu pohlaví úspěšná na 59–96 %. Mimo populační variability pozorovaných znaků se také předpokládá, že by proměnlivost úspěšnosti odhadu pohlaví mohla být způsobena hodnocením pouze přítomnost či absence daného znaku (tedy pouze 2 kategorie pro hodnocení daného znaku) a nebyla vytvořena mezilehlá forma, jako je přítomna u metody Bruzek (2002), která by zamezila přiřazování daného znaku k nesprávnému pohlaví (Klales et al., 2012). Navíc využitím pouze ischiopubického segmentu pánevní kosti není pokryt celkový pohlavní dimorfismus pánevní kosti (Bruzek, 2002).

Vznik metody Klales et al. (2012) byla motivován vyřešením některých nedostatků původní metody Phenice (1969), které by mohli zapříčínovat proměnlivé výsledky v její úspěšnosti při jejím využití na jiných osteologických souborech či jinými autory, čímž by byla vytvořena lepší metoda odhadu využívající pouze ischiopubický segment pánevní kosti. Klales et al. (2012) uvádějí celkem tři hlavní nedostatky metody Phenice (1969): (1) hodnocení znaku nízkým počtem kategorií, které tak nepostihují celkovou variabilitu daného znaku; (2) odhad pohlaví je založený na principu majority, který každému znaku přisuzuje stejnou váhu, i když ne každý znak vykazuje stejnou míru pohlavního dimorfismu (i když Phenice sám podotýká, že každý z jím sledovaných znaků je, co

se týká pohlavního dimorfismu, jinak významný); (3) pro odhad pohlaví nejsou využívány posteriorní pravděpodobnosti. Prostřednictvím ordinálního skórování znaků, analyzováním skóre pomocí statistické klasifikace, porovnáním kvantifikovaných dat pomocí intraobservační a interobservační chyby, by mělo být docíleno takové modifikace původní metody odhadu pohlaví, která by měla stanovenou míru validity a reliability.

V práci Klales et al. (2012) bylo k odhadu pohlaví touto metodou použito celkem 310 pánevních kostí jedinců známého pohlaví, věku a původu ze dvou osteologických sbírek. 170 pánevních kostí pocházelo z Hamann-Toddovy osteologické sbírky clevelandského muzea přírodní historie, přičemž patřily ženám a mužům afroamerického a bělošského původu z 19. století. Ostatních 140 pánevních kostí pocházelo z W. M. Bassovy kosterní kolekce univerzity Tennessee, kde byli zastoupeni ženy a muži bělošského, afroamerického, hispánského, asijského, mexického a japonského původu z 20. století. Úspěšnost odhadu pro ženské i mužské pohlaví bylo 86,2 %, přičemž žen byla úspěšnost 98,0 % a u mužů 74,4 % (Tabulka 16). Nízká hodnota úspěšnosti u mužů byla podle autorů způsobena populační specificitou, přičemž právě u mužů byly odečítány nízké hodnoty skóre u ventrálního oblouku, jehož hodnoty mají v rovnici silnou váhu (Klales et al., 2012; Lesciotto a Doershik, 2018). Metoda Klales et al. (2012) tak měla představovat slibnou metodu odhadu pohlaví ve forezních vědách i bioarcheologii, jelikož modifikovala metodu Phenice (1969) do systematického bodovacího systému se statistickým rámcem, který měl poskytovat přesnou klasifikaci a známou míru chybovosti (Klales et al., 2012).

Na našem vzorku současné francouzské populace jsme dosáhli velice dobrých výsledků v úspěšnosti odhadu pohlaví metodou Klales et al. (2012). Pro porovnání s originálními výsledky jsme kromě odhadu pohlaví s 95% spolehlivostí, které jsou uvedeny ve výsledcích, provedli také odhad s 50% spolehlivostí, která byla použita v práci Klales et al. (2012) i dalších pracích testující její spolehlivost. Při odhadu pohlaví

s posteriorní pravděpodobností  $\geq 50$  % byla úspěšnost velice vysoká, přičemž všem ženám bylo správně přiřazeno pohlaví (ve 100 %) a mužům v 96,9 %. Celková úspěšnost metody Klales et al. (2012) s 50% spolehlivostí byla na našem vzorku 98,5 %. V případě odhadu pohlaví touto metodou s posteriorní pravděpodobností  $\geq 95$  % pro ženské nebo mužské pohlaví, byla aplikabilita velice nízká v případě skupiny mužů našeho vzorku, jelikož téměř 25 % jedinců bylo odhadováno jako indiferentní jedinci. Úspěšnost u takto odhadovaného pohlaví však byla u žen i mužů 100%. V případě použití 50% i 95% spolehlivosti jsme dosahovali lepších výsledků než v originální práci (Tabulka 16).

Úspěšnost metody Klales et al. (2012) byla v práci Lesciotto a Doershik (2018) hodnocena na populačně stejném osteologickém souboru jako v originální práci (není uvedeno, zda se jednalo o totožné jedince). Soubor se tak sestával z 278 pánevních kostí jedinců známého pohlaví, věku, bělošského či afroamerického původu Hamann-Toddyovy osteologické sbírky clevelandského muzea přírodní historie. Využitím metody Klales et al. (2012) bylo dvěma hodnotiteli správně odhadnuto pohlaví u 73,1 % a 72,4 % (Tabulka 16), což je značně horší výsledek v úspěšnosti než v původní práci.

### 10.3 Kritérium nízké subjektivity skórování

Brůžek se ve své metodě (2002) pokusil eliminovat subjektivitu během hodnocení vybraných znaků tím způsobem, že pro hodnocení znaků používá jen tři kategorie – přítomnost, absence a neurčitý typ znaku (indiferentní). Tímto Brůžek reagoval na složité rozhodování pozorovatele mezi pouhými dvěma přímo sousedícími kategoriemi rozvoje daného znaku. Druhým aspektem této metody je eliminace zaměnitelnosti jednotlivých znaků, přičemž jako příklad uvádí preaurikulární žlábek (*sulcus preauricularis*) a paraglenoidální žlábek (*sulcus paraglenoidalis*), které v jeho metodě představují dva samostatně hodnocené znaky.



Nízkou subjektivitu v hodnocení 11 znaků využívaných metodou Bruzek (2002) podporují naše výsledky opakovaného měření stejným hodnotitelem. Většina sledovaných znaků totiž vykazovala velkou shodu měření, jelikož shoda byla hodnocena jako „perfektní“ či „podstatná“. V práci Listi a Bassett (2006), kde byla porovnávána úspěšnost metody Bruzek (2002) s další morfoskopickou metodou odhadu pohlaví bylo také diskutováno hodnocení dílčích znaků. Nižší úspěšnost Brůžkovy metody, která ale přesto dosahovala velmi dobrých výsledků (nad 90 %), mohla být dle autorů způsobena zmatením hodnotitelů, jelikož prý metoda Bruzek (2002) představuje složitější přístup při hodnocení některých znaků (například velkého sedacího zářezu – což do jisté míry podporují i naše výsledky, jelikož například znak GrSN1 na našem vzorku disponoval nižší mírou shody měření). Rozdíl v úspěšnosti mezi dvěma hodnotiteli však v práci Listi a Bassett (2006) nebyl významný (90 % a 92 %).

Při použití metod využívajících pouze ischiopubický segment pánevní kosti na našem souboru byla shledána velice dobrá míra shody měření jednotlivých sledovaných znaků. Dle Phenice (1969) by jeho metoda měla disponovat nízkou mírou subjektivity v hodnocení sledovaných znaků, jelikož uvádí, že by většina hodnotitelů i s minimálními zkušenostmi měla být schopná pomocí jeho techniky správně odhadnout pohlaví jedince během několika málo sekund. Naše výsledky, i když velmi překvapivé, podporují autorovo tvrzení, jelikož nezkušený hodnotitel při opakovaném využití této metody na kontrolní vzorek dosahoval při hodnocení všech tří Phenicem sledovaných znaků „perfektní“ shody měření. Vliv zkušeností hodnotitele nebyl prokázán ani v práci Lovell (1989), kde byl odhad prováděn skupinou různě zkušených studentů a profesionálních antropologů. Přestože nejlepších výsledků při odhadu pohlaví dosahovali právě profesionální antropologové, nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v úspěšnosti odhadu mezi jinak zkušenými pozorovateli. Za doklad závislosti úspěšnosti odhadu pohlaví metodou Phenice (1969) je považována práce MacLaughlin a Bruce (1990). Rozdíl v úspěšnosti odhadu pohlaví mezi 34 odlišně zkušenými

hodnotiteli totiž dosáhl 14 % (Mcfadden a Oxenham, 2016). V případě Pheniceho metody je tak subjektivita hodnocení dílčích znaků mezi jednotlivými pracemi nekonzistentní.

Klales et al. (2012) ve své práci uvádějí pro všechny tři sledované znaky touto metodou vysoké hodnoty míry shody měření („perfektní“) mezi čtyřmi odlišně zkušenými pozorovateli. Naše výsledky opět podporují tyto výsledky, jelikož u všech tří sledovaných znaků byla detekována „perfektní“ shoda míry měření mezi opakovaným měřením nezkušeným hodnotitelem. V práci Lesciotto a Doershik (2018) také nebyla prokázána významná subjektivita v odhadu pohlaví mezi dvěma hodnotiteli (73,1 % a 72,4 %). Při porovnání úspěšnosti metody Klales et al. (2012) s metodou Phenice (1969) v práci Toon a Garcia de Leon (2014) mohla být dle autorů nižší úspěšnost první ze zmiňovaných metod způsobena subjektivitou hodnocení sledovaných znaků. Dva hodnotitelé se totiž v tomto případě ve svých měřeních shodovali pouze v 58,9 % případů.

#### **10.4 Kritérium zachovalosti**

Důležitým aspektem kvalitně aplikovatelné metody v antropologii je zachovalost daných kosterních struktur potřebných k jejich použití. Pro úspěšné uplatnění metody odhadu pohlaví je tak důležité míra zachovalosti důležitých diagnostických struktur jako je lebka či pánevní kost v archeologickém záznamu (Waldron, 1987). Zachovalost kostí v archeologickém záznamu je podmíněno vícero faktory. Na zachovalost kostí má významný vliv například pH půdy, ve které je daný jedinec pochován (Gordon a Buikstra, 1981), nebo například mikrobiální napadení houbami, bakteriemi či sinicemi, což má za následek zvýšení porosity kostí a tím jejich větší náchylnost poškození vlivem diagenetických procesů (Jans et al., 2004). Některými dalšími faktory, které ovlivňují zachovalost kostry, jsou onemocnění, trauma nebo operace, které dotyčný jedinec podstoupil během života, způsob pohřbu,

dekompozice, disperze, chemické reakce, narušování hrobů, postup při exhumaci a postexkavačních pracích (Waldron, 1987).

V našem případě je tedy důležitá samotná zachovalost pánevní kosti, ale i to, zda se liší míra zachovalosti jednotlivých segmentů pánevní kosti. Tedy, zda je sakroiliakální nebo ischiopubický segment více či méně přítomný v archeologickém záznamu. Z důvodu využívání 3D modelů pánevních kostí žijících jedinců k odhadu pohlaví, disponujeme souborem s nepoškozenými pánevními kostmi. Pro hodnocení zachovalosti sakroiliakálního či ischiopubického segmentu v archeologickém záznamu jsme tak museli využít jiných studií či dat.

Waldron (1987) ve své práci zabývající se zachovalostí kostí v archeologickém záznamu prezentuje procentuální zastoupení kostí a jejich částí a to na vzorku 88 dospělých jedinců z britského archeologického naleziště v Londýně. Mezi kosti, které jsou nejvíce odolné vůči procesu destrukci a tak disponují nejlepším procentuálním zastoupením na tomto nalezišti, jsou dle něj především husté a relativně těžké kosti, přičemž do této skupiny zahrnuje také jamku kyčelního kloubu (lat. *acetabulum*) nebo oblast velkého sedacího zářezu. Jamka kyčelního kloubu se v souboru vyskytoval v 60,8 %, oblast velkého sedacího zářezu se vyskytovala v 66 %. Oblast aurikulárního povrchu kyčelní kosti disponovala také vcelku dobrým stupněm zachovalosti a to téměř 60 %.

Sakroiliakální segment pánevní kosti, do které ho z výše uvedených částí zahrnujeme právě oblast aurikulárního povrchu kyčelní kosti a oblast velkého sedacího zářezu, tak vykazuje poměrně dobrou procentuální zachovalost. V případě ischiopubického segmentu pánevní kosti je dle Waldron (1978) zachovalost horší. Oblast stydké kosti vykazuje pouze 29% zachovalost v archeologickém záznamu a oblast sedacího hrbolu 56,3% zachovalost. Dle samotného autora této práce (Waldron, 1978) je nízká přítomnost stydké kosti problémem a to z důvodu její užitečnosti

pro odhad věku dožití. V našem případě je tedy její nízká hodnota zachovalosti i problém z důvodu její užitečnosti pro odhad pohlaví.

Nižší zachovalost ischiopubického segmentu vůči sakroiliakálnímu segmentu potvrzují i záznamy skórování 11 Brůžkových znaků u souboru 592 pánevních kostí jedinců známého pohlaví a věku dožití, které jsme využili jako referenční soubor pro aplikování metody Santos et al. (2019). Přestože byly pravděpodobně pro vytvoření tohoto referenčního souboru autory vybírány co nejlépe zachované pánevní kosti, u 18 jedinců (tedy 3 %) byl špatně zachován ischiopubický segment. Sakroiliakální segment pánevní kosti byl v tomto souboru lépe zachován, jelikož poškození tohoto segmentu vykazovali pouze tři jedinci (tedy 0,5 %).

Stejný postup sledování zachovalosti jednotlivých segmentů jsme využili i na datech zachovalosti kosterních pozůstatků pocházejících ze hřbitova u kostela sv. Máří Magdaleny v Plzni (Galeta et al., 2015). U 169 dospělých jedinců jsme sledovali možnost skórování pěti metaznaků metody Bruzek (2002) z čehož jsme následně odvozovali zachovalost jednotlivých segmentů pánevní kosti. Ze 169 jedinců bylo možné skórovat alespoň jeden z pěti metaznaků u pouhých 60 jedinců (35,5% zachovalost). U těchto jedinců bylo možné skórovat alespoň jeden z pěti metaznaků u 95 pánevních kostí. U všech (100 %) pánevních kostí bylo možné skórovat alespoň jeden ze tří metaznaků příslušejících sakroiliakálnímu segmentu. Oproti tomu skórování alespoň jednoho ze dvou metaznaků ischiopubického segmentu bylo možné jen u 25 pánevních kostí (26,3 %).

Nízká zachovalost ischiopubického segmentu (přesněji stydké kosti) byl jedním z důvodů, proč někteří autoři (Bruzek, 2002) zpochybňovali vhodnost metody Phenice (1969) k odhadu pohlaví. Nízká zachovalost je určitým důvodem znevýhodňující odhad z ischiopubického segmentu, který na našem souboru současné francouzské populace vykazoval velice dobré výsledky aplikability i úspěšnosti.

## 11 ZÁVĚR

Pro odhad pohlaví jsou v biologické a forenzní antropologii upřednostňovány metody založené na hodnocení morfologie pánevní kosti, jelikož v souvislosti vazby na lidskou reprodukční funkci vykazuje nejvyšší úroveň pohlavního dimorfismu (Brůžek et al., 2002; Bruzek a Murail, 2006). Podle principu ekvifinality mají být nejlepším nástrojem odhadu pohlaví metody využívající pohlavně dimorfní znaky sakroiliakálního i ischiopubického segmentu pánevní kosti. Slabší úroveň pohlavního dimorfismu na jednom ze segmentů totiž při využití celé pánevní kosti může být vykompenzován silnějším projevem pohlavního dimorfismu na druhém z těchto segmentů (Bruzek, 2002).

Kombinace vysokých hodnot aplikability i úspěšnosti prokázala u odhadu pohlaví morfoskopickými metodami nejlepší výsledky při využití celé pánevní kosti (aplikabilita 100 % a 97 %, úspěšnost 99 % a 98,4 %) na vzorku současné francouzské populace. Jako nejlepší nástroj pro pohlavní diagnózu byla kombinace sakroiliakálního a ischiopubického segmentu potvrzena i vysokými hodnotami aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví pomocí morfometrických rozměrů sakroiliakálního i ischiopubického segmentu u portugalské populace (okolo 100 %).

Úspěšnost odhadu pohlaví pomocí morfoskopických i morfometrických metod sakroiliakálního segmentu byla vysoká (90–95%), ale nižší než u metod hodnotících celou kost. Omezením metod sakroiliakálního segmentu byla nízká aplikabilita. U morfoskopických metod byla aplikabilita sakroiliakálního segmentu v jednom případě pouze 88,3 %, u morfometrických metod pak nedosahovala aplikability vyšší než 68,3 %. Sakroiliakální segment, jehož morfologie má být evolučně přizpůsobena především adaptaci lidského druhu na vzpřímený postoj a bipední lokomoci (Novotný, 1986; Bruzek, 2002), tak samostatně nepředstavoval vhodný nástroj k odhadu pohlaví.

Ischiopubický segment oproti tomu představoval vhodnější morfofunkční část pánevní kosti k odhadu pohlaví než sakroiliakální

segment. Například aplikabilita i úspěšnost byla u metody Santos et al. (2019) stejně vysoká jako u odhadu z celé pánevní kosti (aplikabilita 96,4 %, úspěšnost 98,9 %). Význam ischiopubického segmentu byl prokázán i při následném využití metod odhadu pohlaví využívajících pouze ischiopubický segment. Vysoké hodnoty úspěšnosti ischiopubického segmentu na našem souboru odporují pracím, které tento segment či stydkou kost nepovažují za vhodný nástroj odhadu pohlaví (Lovell, 1989; McLaughlin a Bruce, 1990; Toon a Garcia de Leon, 2014). Aplikabilita u metody Klales et al. (2012) dosahovala sice jen 85,7 % (pro ženy přesto 95,9 %), ale úspěšnost se u obou metod pohybovala okolo 100 %.

Nízká míra intra-observační chyby, kterou jsme dosáhli v našem souboru („perfektní“/„dostatečná“) nepodporuje ani velmi diskutovanou subjektivitu v hodnocení morfoskopických znaků. Ischiopubický segment zároveň představoval dobrý nástroj odhadu pohlaví při využití diskriminační analýzy morfometrických rozměrů (aplikabilita nejčastěji 70–92 %, úspěšnost nad 95 %). Prokázán byl i vliv na aplikabilitu přidávání rozměrů sakroiliakálního segmentu k rozměrům ischiopubického segmentu při diskriminační analýze. Největší efekt na aplikabilitu mělo přidání všech sedmi rozměrů sakroiliakálního segmentu do diskriminačních funkcí s pouze jedním rozměrem ischiopubického segmentu (zvýšení aplikability o 43 %). Nevýhodou využití ischiopubického segmentu k odhadu pohlaví se zdá být jeho nízká zachovalost, což jsme dokumentovali na dvou souborech, kde byl ischiopubický segment zachován jen z 24 % a 26 %.

Ischiopubický segment tak představuje část pánevní kosti, která při odhadu pohlaví vykazuje velice dobré hodnoty úspěšnosti, ale poněkud nízké hodnoty aplikability, což je důvodem nevhodnosti samostatného využití ischiopubického segmentu k odhadu pohlaví. Hodnota aplikability se dá zvýšit současným využitím sakroiliakálního segmentu (viz morfoskopické i morfometrické metody). Mezipopulační variabilita nepředstavovala zásadní problém při využití našeho souboru i přes horší výsledky aplikability při využití metody Klales et al. (2012). Při testování

metody Klales et al. (2012) na jiných populačních souborech v některých pracích (Toon a Garcia de Leon, 2014; Lesciotto a Doershik, 2018) ale vykazovala i nízké hodnoty úspěšnosti. Největším problémem ischiopubického segmentu je jeho zachovalost v archeologickém záznamu, přičemž z důvodu nesplnění tohoto zásadního kritéria kvalitní metody odhadu pohlaví není použití ischiopubického segmentu k odhadu pohlaví vhodné. Pro odhad pohlaví u více jedinců bude totiž stejně nutné využití metody odhadu pohlaví z celé pánevní kosti.

## 12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

- Abitbol MM. 1988. Evolution of the ischial spine and of the pelvic floor in the hominoidea. *Am J Phys Anthropol* 75:53–67.
- Ascádi G, Nemeskéri J. 1970. History of human lifespan and mortality. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Bilfeld MF, Dedouit F, Rougé D, Telmon N, Sans N, Rousseau H. 2013. Ontogeny of size and shape sexual dimorphism in the ilium: A multislice computed tomography study by geometric morphometry. *J Forensic Sci* 58:303–310.
- Bilfeld MF, Dedouit F, Sans N, Rousseau H, Rougé D, Telmon N. 2015. Ontogeny of size and shape sexual dimorphism in the pubis: A multislice computed tomography study by geometric morphometry. *J Forensic Sci* 60:1121–1128.
- Blackless M, Charuvastra A, Derryck A, Fausto-Sterling A, Lauzanne K, Lee E. 2000. How sexually dimorphic are we? Review and synthesis. *Am J Hum Biol* 12:151–166.
- Boucher BJ. 1957. Sex differences in the foetal pelvis. *Am J Phys Anthropol* 15:581–600.
- Bruzek J. 2002. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157–168.
- Brůžek J, Likovský J, Černý V. 2002. Současné metody biologické antropologie a jejich využití při hodnocení kostry přisuzované českému knížeti Svyatopluku I. *Archeol Rozhl* 54:439–456.
- Bruzek J, Murail P. 2006. Methodology and reliability of sex determination from the skeleton. In: *Forensic anthropology and medicine: Complementary sciences from recovery to cause of death*. Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J, editors. Totowa, New Jersey: Human Press Inc. p 225–242.
- Buikstra JE, Ubelaker DH eds. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains: Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History. Arkansas: Arkansas archeological survey research.
- Callewaert F, Boonen S, Vanderschueren D. 2009. Sex steroids and the male skeleton: A tale of two hormones. *Trends Endocrinol Metab*



21:89–95.

- Callewaert F, Sinnesael M, Gielen E, Boonen S, Vanderschueren D. 2010. Skeletal sexual dimorphism: Relative contribution of sex steroids, GH – IGF1, and mechanical loading. *J Endocrinol* 207:127–134.
- Cardoso HF V, Saunders SR. 2008. Two arch criteria of the ilium for sex determination of immature skeletal remains: A test of their accuracy and an assessment of intra- and inter-observer error. *Forensic Sci Int* 178:24–29.
- Čihák R. 2011. *Anatomie 1. Třetí, upr.* Praha: Grada Publishing, a.s.
- Cohen J. 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas* 20:37–46.
- Coleman WH. 1969. Sex differences in the growth of the human bony pelvis. *Am J Phys Anthropol* 31:125–151.
- Cutler Jr GB. 1997. The role of estrogen in bone growth and maturation during childhood and adolescence. *J Steroid Biochem Mol Biol* 61:141–144.
- Derry DE. 1909. Note on the innominate bone as a factor in the determination of sex: with special reference to the sulcus preauricularis. *J Anat Physiol* 43:266–276.
- DeSilva JM, Rosenberg KR. 2017. Anatomy, Development, and Function of the Human Pelvis. *Anat Rec* 300:628–632.
- Dirkmaat DC ed. 2012. *A companion to forensic anthropology.* Chichester: Wiley-Blackwell.
- Eastell R. 2005. Role of oestrogen in the regulation of bone turnover at the menarche. *J Endocrinol* 185:223–234.
- Elftman HO. 1932. The evolution of the pelvic floor of primates. *Am J Anat* 51:307–346.
- Fazekas IG, Kósa F. 1978. *Forensic fetal osteology.* Akadémiai Kiadó.
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M. 1980. Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *J Hum Evol* 9:517–549.
- Frayer DW, Wolpoff MH. 1985. Sexual dimorphism. *Annu Rev Anthropol* 14:429–473.
- Galeta P, Šneberger J, Friedl L, Pankowská A, Jurman K, Kubátová I.

2015. Katalog kosterního souboru ze hřbitova u kostela sv. Máří Magdaleny v Plzni. Vydání prv. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- Genovés S. 1959. L'estimation des différences sexuelles dans l'os coxal: différences métriques et différences morphologiques. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 10:3–95.
- Gordak G. 1952. Observations upon the role of the sex hormones in the development of bony pelvic conformation. *Am J Obstet Gynecol* 64:292–300.
- Gordon CC, Buikstra JE. 1981. Soil ph, bone preservation, and sampling bias at mortuary sites. *Am Antiq* 46:566–571.
- Gray H. 1918. *Anatomy of human body*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Greulich WW, Thoms H. 1944. The growth and development of the pelvis of individual girls before, during, and after puberty. *Yale J Biol Med* 17:91–98.
- Handelsman DJ. 2001. Androgen action and pharmacologic uses. In: DeGroot LJ, Jameson JL, editors. *Endocrinology*. 4th ed. Philadelphia: W. B. Saunders. p 2232–2242.
- Hanna RE, Washburn SL. 1953. The determination of the sex of skeletons, as illustrated by a study of the Eskimo pelvis. *Hum Biol* 25:21–27.
- Holcomb SMC, Konigsberg LW. 1995. Statistical study of sexual dimorphism in the human fetal sciatic notch. *Am J Phys Anthropol* 97:113–125.
- Hoshi H. 1961. On the preauricular groove in the Japanese pelvis with special reference to the sex difference. *Okajimas folia Anat Jpn* 37:259–269.
- Houghton P. 1974. The relationship of the pre-auricular groove of the ilium to pregnancy. *Am J Phys Anthropol* 41:381–389.
- Huseynov A, Zollikofer CPE, Coudyzer W, Gascho D, Kellenberger C. 2016. Developmental evidence for obstetric adaptation of the human female pelvis. :1–6.
- Işcan MY, Derrick K. 1984. Determination of sex from the sacroiliac joint: A visual assessment technique. *Florida Sci* 47:94–98.
- Jans MME, Nielsen-marsh CM, Smith CI, Collins MJ, Kars H. 2004. Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *J*

- Archaeol Sci 31:87–95.
- Juul A. 2001. The effects of oestrogens on linear bone growth. *Hum Reprod Update* 7:303–313.
- Karsten JK. 2017. A test of the preauricular sulcus as an indicator of sex. *Am J Phys Anthropol* 165:604–608.
- Kelley MA. 1979. Parturition and pelvic changes. *Am J Phys Anthropol* 51:541–546.
- Klaes AR, Ousley SD, Vollner JM. 2012. A revised method of sexing the human innominate using phenice's nonmetric traits and statistical methods. *Am J Phys Anthropol* 149:104–114.
- Krishan K, Chatterjee PM, Kanchan T, Kaur S, Baryah N, Singh RK. 2016. A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic Sci Int* 261:165.e1–165.e8.
- Landis JR, Koch GG. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159–174.
- Laurenson RD. 1964. The chondrification of the human ilium. *Anat Rec* 148:197–202.
- Lesciotto KM, Doershik LJ. 2018. Accuracy and reliability of the Klaes et al. (2012) morphoscopic pelvic sexing method. *J Forensic Sci* 63:214–220.
- Listi GA, Bassett HE. 2006. Test of an alternative method for determining sex from the os coxae: Applications for modern americans. *J Forensic Sci* 51:248–252.
- Lovejoy CO, Cohn MJ, White TD. 1999. Morphological analysis of the mammalian postcranium: A developmental perspective. *Proc Natl Acad Sci* 96:13247–13252.
- Lovell NC. 1989. Test of Phenice's method for determining sex from the os pubis. *Am J Phys Anthropol* 79:117–120.
- Maass P, Friedling LJ. 2016. Scars of parturition? Influences beyond parity. *Int J Osteoarchaeol* 26:121–131.
- Máchová J. 2016. *Biologie člověka pro učitele*. 2. vydání. Praha: Karolinum.
- Mackie EJ, Ahmed YA, Tatarczuch L, Chen KS, Mirams M. 2008. Endochondral ossification: How cartilage is converted into bone in the

- developing skeleton. *Int J Biochem Cell Biol* 40:46–62.
- MacLaughlin S, Bruce M. 1990. The accuracy of sex identification in European skeletal remains using the Phenice characters. *J Forensic Sci* 35:1384–1392.
- Malínský J, Lichnovský V. 2006. *Přehled embryologie člověka v obrazech*. 3. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Mcfadden C, Oxenham MF. 2016. Revisiting the Phenice technique sex classification results reported by MacLaughlin and Bruce (1990). *Am J Phys Anthropol* 159:182–183.
- Mcgriff-Lee N, Kalantaridou SN, Pucino F, Calis KA. 2005. Effects of androgens on bone in men and woman. *Clin Rev Bone Miner Metab* 3:51–66.
- Morales AJ, Nolan JJ, Nelson JC, Yen SS. 1994. Effects of replacement dose of dihydroepiandrosterone in men and women of advancing age. *J Clin Endocrinology Metab* 78:1360–1367.
- Morton DG, Hayden CT. 1941. A comparative study of male and female pelves in children with a consideration of the etiology of pelvic conformation. *Am J Obstet Gynecol* 41:485–495.
- Murail P, Bruzek J. 1999. A new approach to sexual diagnosis in past populations. *Practical Adjustments from Van Vark ' s Procedure*. 53:39–53.
- Murail P, Bruzek J, Braga J. 1999. A New Approach to Sexual Diagnosis in Past Populations . *Practical Adjustments from Van Vark ' s Procedure*. *Int J Osteoarchaeol* 9:39–53.
- Murail P, Cunha E, Dutailly B. 2017. Validation and reliability of the sex estimation of the human os coxae using freely available DSP2 software for bioarchaeology and forensic anthropology. *Am J Phys Anthropol* 164:1–10.
- Notelovitz M. 2002. Androgen effects on bone and muscle. *Fertil Steril* 77:34–41.
- Novotný V. 1986. Sex determination of the pelvic bone a systems approach. *Anthropol* 24:197–206.
- O’Rahilly R, Gardner E. 1972. The initial appearance of ossification in staged human embryos. *Am J Anat* 134:291–307.
- O’Rahilly R, Gardner E. 1975. The timing and sequence of events in the development of the limbs in the human embryo. *Anat Embryol (Berl)*

148:1–23.

- Ober C, Loisel AD, Gilad Y. 2009. Sex-specific genetic architecture of human disease. *Nat Rev Genet* 9:911–922.
- Okumura M, Ishikawa A, Aoyama T, Yamada S, Uwabe C, Imai H, Matsuda T, Yoneyama A, Takeda T, Takakuwa T. 2017. Cartilage formation in the pelvic skeleton during the embryonic and early-fetal period. *PLoS One* 12:1–19.
- Patriquin ML, Steyn M, Loth SR. 2005. Metric analysis of sex differences in South African black and white pelvises. *Forensic Sci Int* 147:119–127.
- Phenice TW. 1969. A newly developed visual method of sexing the os pubis. *Am J Phys Anthropol* 30:297–302.
- Plavcan JM. 2011. Understanding dimorphism as a function of changes in male and female traits. *20:143–155.*
- Raisz LG, Bingham PJ. 1972. Effect of hormones on bone development. *Annu Rev Pharmacol* 12:337–352.
- Reynolds EL. 1947. The bony pelvis in prepuberal childhood. *Am J Phys Anthropol* 5:165–200.
- Rissech C, García M, Malgosa A. 2003. Sex and age diagnosis by ischium morphometric analysis. *Forensic Sci Int* 135:188–196.
- Rissech C, Malgosa A. 2007. Pubis growth study: Applicability in sexual and age diagnostic. *Forensic Sci Int* 173:137–145.
- Rosenberg K, Trevathan W. 1996. Bipedalism and human birth: The obstetrical dilemma revisited. *Evol Anthropol* 4:161–168.
- Santos F, Guyomarc P, Rmoutilova R, Bruzek J. 2019. A method of sexing the human os coxae based on logistic regressions and Bruzek's nonmetric traits. *Am J Phys Anthropol* 169:435–447.
- Saunders SR. 1992. Subadult skeletons and growth related studies. In: *The skeletal biology of past peoples: Advances in Research Methods*. Katzenberg MA, Saunders SR, editors. 2nd ed. New York: Wiley-Liss. p 1–22.
- Scheuer L. 2002. Application of osteology to forensic medicine. *Clin Anat* 15:297–312.
- Scheuer L, Black S. 2004. *The Juvenile Skeleton*. Elsevier Academic Press.

- Schimpf M, Tulikangas P. 2005. Evolution of the female pelvis and relationships to pelvic organ prolapse. *Int Urogynecol J* 16:315–320.
- Schutkowski H. 1993. Sex determination of infant and juvenile skeletons: I. Morphognostic features. *Am J Phys Anthropol* 90:199–205.
- Seeman EGO. 2001. Sexual dimorphism in skeletal size, density, and strength. *J Clin Endocrinol Metab* 86:4576–4584.
- Spradley MK, Jantz RL. 2011. ANTHROPOLOGY Sex Estimation in Forensic Anthropology: Skull Versus Postcranial Elements. 56.
- Strayer LM. 1943. The Embryology of the Human Hip Joint. *Yale J Biol Med* 16:13-26.6.
- Sutter RC. 2003. Nonmetric subadult skeletal sexing traits: I. A blind test of the accuracy of eight previously proposed methods using prehistoric known-sex mummies from northern Chile. *J Forensic Sci* 48:927–935.
- Toon C, Garcia de Leon J. 2014. A comparison of the Kiales et al. (2012) and Phenice (1969) methods of sex estimation on a modern colombian sample. In: Proceedings of the 64th Annual Scientific Meeting of the American Academy of Forensic Sciences. Seattle, WA: Colorado Springs, CO: American Academy of Forensic Sciences. p 465.
- Ubelaker DH, Degaglia CM. 2017. Population variation in skeletal sexual dimorphism. *Forensic Sci Int* 278:1–7.
- Ubelaker DH, De La Paz JS. 2012. Skeleta indicators of pregnancy and parturition: a historical review. *J Forensic Sci* 57:866–872.
- Verbruggen SW, Nowlan NC. 2017. Ontogeny of the Human Pelvis. *Anat Rec* 300:643–652.
- Vlak D, Roksandic M, Schillaci MA. 2008. Greater sciatic notch as a sex indicator in juveniles. *Am J Phys Anthropol* 137:309–315.
- Waldron T. 1987. The relative survival of the human skeleton: implications for paleopathology. In: Death, decay and reconstruction. Boddindton A, Garland AN, Janaway RC, editors. Manchester: Manchester University. p 55–64.
- Washburn SL. 1960. Tools and human evolution. *Sci Am* 203:63–75.
- White TD, Black MT, Folkens PA. 2011. Human Osteology. Third Edit. Elsevier Academic Press.

White TD, Folkens PA. 2005. The human bone manual. Elsevier Academic Press.

Yanase T, Suzuki S, Goto K. 2003. Aromatase in bone: Roles of vitamin D3 and androgens. *J Steroid Biochem Mol Biol* 86:393–397.

## 13 RESUMÉ

The *os coxae* is morphologically formed by two separate parts: sacroiliac and ischiopubic segment. The morphology of the sacroiliac segment reflects evolutionary adaptation to bipedal locomotion and an upright posture. The morphology of the ischiopubic segment reflects adaptation of female pelvis to parturition fetus with relatively large head. The level of sexual dimorphism of *os coxae* is given by the sum of the sexual dimorphism of both segments. According to the principle of equifinality, it can be assumed that the sex estimation methods using both segments of *os coxae* should be preferred over those using only one segment.

The aim of this thesis is to compare the applicability and accuracy of sex estimation from the whole *os coxae* and sex estimation from sacroiliac or ischiopubic segment separately. For this comparison we chose methods using both morphoscopic data (Phenice, 1969; Bruzek, 2002; Klales et al., 2012; Santos et al., 2019) and morphometric data (discriminant analysis). The morphoscopic data were obtained from 3D models of pelvic bones (individuals of known age and sex) from the current French population. The morphometric data consisted of 12 measurements of *os coxae* from the Portuguese population (individuals of known age and sex). We used two criteria to evaluate the quality of the method: applicability and accuracy. The applicability of sex estimation was defined as the percentage of individuals for which was possible to estimate female or male sex. The accuracy of sex estimation was defined as the match of the sex estimate with the actual sex.

The best results of applicability and accuracy were shown by the sex estimation from both segments. Sacroiliac segment showed high accuracy rates, but showed very low applicability values. It is main reason why sacroiliac segment is not suitable for sex estimation separately. Good results were shown by using ischiopubic segment separately because of almost the same results as when using both segments. Due



to the low preservation of this part of *os coxae* in the archaeological record and sometimes low applicability values, ischiopubic segment is not suitable for sex estimation separately as well.

## 14 PŘÍLOHY

### 14.1 Seznam tabulek

Tabulka 1. Struktura podle pohlaví a věku dožití souboru současné francouzské populace, jejichž 3D modely pánevních kostí byly využity pro snímání morfoskopických proměnných. ....	38
Tabulka 2. Struktura podle pohlaví a věku dožití portugalského osteologického souboru, který byl použit pro snímání morfometrických proměnných. ....	39
Tabulka 3. Segmenty pánevní kosti využitá jednotlivými metodami odhadu pohlaví z pánevní kosti podle využitého segmentu (označeno „x“). ....	40
Tabulka 4. Skórování znaků a metaznaků sakroiliakálního segmentu pánevní kosti hodnocených metodou Bruzek (2002) a Santos et al. (2019). ....	41
Tabulka 5. Skórování znaků a metaznaků ischiopubického segmentu pánevní kosti hodnocených metodou Bruzek (2002) a Santos et al. (2019). ....	42
Tabulka 6. Nejlepší prediktory (znaky) pro odhad pohlaví z celé pánevní kosti i jednotlivých segmentů. ....	45
Tabulka 7. Popis hodnocení znaků metody Phenice (1969). ....	45
Tabulka 8. Popis rozvoje znaku dle druhu znaku a jeho skóre dle metody Klales et al. (2012). ....	47
Tabulka 9. Slovní hodnocení síly shody měření dle Landis a Koch (1977). ....	48
Tabulka 10. Popis 12 přímých rozměrů pánevní kosti podle segmentu kosti. ....	49
Tabulka 11. Intraobservační chyba u 11 znaků a pěti metaznaků (tučně) odečítaných metodou Bruzek (2002) se slovním hodnocením míry shody měření. Vysvětlení zkratk znaků a metaznaků viz Tabulka 4 a Tabulka 5. ....	51

Tabulka 12. Instraobservační chyba hodnocení znaků odečítaných metodou Phenice (1969) a Klales et al. (2012). Vysvětlení zkratk znaků viz Tabulka 7 a Tabulka 8.....	52
Tabulka 13. Výsledky odhadu pohlaví pro jednotlivé oblasti pánevní kosti metodami Bruzek (2002) a Santos et al. (2019). ....	53
Tabulka 14. Výsledky odhadu pohlaví metodami Phenice (1969) a Klales et al. (2012).....	55
Tabulka 15. Změna mediánu aplikability odhadu pohlaví dle diskriminačních funkcí podle počtu rozměrů ischiopubického a sakroiliakálního segmentu. ....	60
Tabulka 16. Úspěšnost a aplikabilita využitých morfoskopických metod odhadu pohlaví z pánevní kosti a porovnání s výsledky prací testující jejich úspěšnost. Aplikabilita uvedena v případě její dostupnosti. V případě hodnocení úspěšnosti více hodnotiteli, je uvedena průměrná hodnota. ....	67

## 14.2 Seznam obrázků

Obrázek 1. Lidská pánev (převzato z Gray, 1918) .....	4
Obrázek 2. Tři primárních osifikačních center pánevní kosti. (1) Primární osifikační centrum kyčelní kosti – třetí prenatální měsíc, (2) primární osifikační centrum sedací kosti – čtvrtý až pátý prenatální měsíc, (3) primární osifikační centrum stydké kosti – pátý až šestý prenatální měsíc (převzato a upraveno z Scheuer a Black, 2004).....	7
Obrázek 3. Sakroiliakální (modře) a ischiopubický (červeně) segment pánevní kosti (převzato a upraveno z Čihák, 2011). ....	9
Obrázek 4. Pánevní kost. Pravá strana, pohled zředu. (1) crista iliaca, (2) fossa iliaca, (3) tuberositas iliaca, (4) spina iliaca posterior superior, (5) facies auricularis, (6) linea arcuata, (7) spina iliaca posterior inferior, (8) incisura ischiadica major, (9) eminentia iliopubica, (10) spina ischiadica, (11) pecten ossis pubis, (12) tuberculum pubicum, (13) facies symphysialis, (14) foramen obturatum, (15) crista phallica, (16) spina iliaca anterior superior, (17) spina iliaca anterior inferior, (18) facies lunata	

(acetabuli), (19) incisura acetabuli, (20) tuberculum obturatorium posterius (var.), (21) tuber ischiadicum (převzato z Čihák, 2011). ..... 11

Obrázek 5. Pánevní kost. Pravá strana, pohled na mediální stranu. (1) crista iliaca, (2) fossa iliaca, (3) tuberositas iliaca, (4) spina iliaca posterior superior, (5) spina iliaca posterior inferior, (6) facies auricularis, (7) linea arcuata, (8) incisura ischiadica major, (9) spina ischiadica, (10) incisura ischiadica minor, (11) tuber ischiadicum, (12) spina iliaca anterior superior, (13) spina iliaca anterior inferior, (14) eminentia iliopubica, (15) pecten ossis pubis, (16) sulcus obturatorius, (17) tuberculum pubicum, (18) facies symphysialis, (19) crista phallica (převzato z Čihák, 2011). ... 12

Obrázek 6. Křížová kost. Pohled zprava shora zpředu. (1) basis ossis sacri, (2) canalis sacralis, (3) facies auricularis, (4) foramina sacralia anterior, (5) lineae transversae, (6) processus articularis superior, (7) apex ossis sacri (převzato z Čihák, 2011). ..... 13

Obrázek 7. Spojení na pánvi. Křížokyčelní kloub a vazy pánve. Pohled zpředu. Žlutá šipka – lacuna musculorum, červená šipka – lacuna vasorum, oranžová šipka – canalis obturatorius. (1) štěrbina křížokyčelního kloubu, (2) ligamentum sacroiliacum interosseum, (3) ligamentum iliolumbale, (4) ligamentum sacroiliacum anterius, (5) ligamentum inguinale, (6) arcus iliopectineus, (7) ligamentum lacunare, (8) foramen suprapiriforme, (9) foramen infrapiriforme, (10) musculus piriformis, (11) discus interpubicus, (12) ligamentum pubicum inferius (lig. arcuatum pubis), (13) ligamentum pubicum superius, (14) ligamentum sacrospinale, (15) ligamentum sacrotuberale (převzato z Čihák, 2011). 14

Obrázek 8. Rozdíl ve tvaru pánve mezi pohlavími. (1) ženská pánev, (2) mužská pánev (převzato z Gray, 1918). ..... 26

Obrázek 9. Rozměry velkého sedacího zářezu dle Bruzek (2002) charakteristický pro ženskou pánevní kost (1) a mužskou pánevní kost (2). (as) aurikulární povrch pánevní kosti, (sn) velký sedací zářez, (A) vrchol *tuberculum piriformis*, (A') vrchol zadního dolního kyčelního trnu, (B) báze sedacího trnu, (C), odraz nejhlubšího bodu, (D) nejhlubší bod velkého sedacího zářezu, (AB/A'B) šířka velkého sedacího zářezu, (AC) zadní oblouk, (BC) přední oblouk, (AP/A'P) kolmý rozměr ..... 28

Obrázek 10. Preaurikulární žlábek ( <i>sulcus preauricularis</i> ) (převzato z Karsten, 2017). .....	29
Obrázek 11. Hodnocení přítomnosti složeného oblouku. Složený oblouk je přítomný u (1) ženské pánevní kosti. U (2) mužské pánevní kosti složený oblouk není přítomen (převzato z Bruzek, 2002). .....	30
Obrázek 12. (1) ženský ventrální oblouk, (2) mužský ventrální oblouk, (3) ženská subpubická konkavita/kontura, (4) mužská subpubická konkavita/kontura, (5) ženský mediální aspekt ischiopubického ramene, (6) mužský mediální aspekt ischiopubického ramene (převzato z Phenice, 1969). .....	33
Obrázek 13. Srovnání aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví metodami Bruzek (2002) a Santos et al. (2019) ze sakroiliakálního segmentu (SIS), ischiopubického segmentu (IPS) a celé pánevní kosti (IPS+SIS). .....	54
Obrázek 14. Srovnání aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví metodami Phenice (1969) a Klales et al. (2012) u žen, mužů a u obou pohlaví („Celkem“). .....	56
Obrázek 15. Srovnání aplikability a úspěšnosti odhadu pohlaví pomocí sedmi přímých rozměrů pánevní kosti na sakroiliakálním segmentu (SIS - 105 kombinací) a pěti přímých rozměrů pánevní kosti na ischiopubickém segmentu (IPS - 28 kombinací) – bez jedinců s nulovou aplikabilitou i úspěšností. ....	58
Obrázek 16. Změna aplikability kombinací rozměrů ischiopubického segmentu postupným přidáváním různého počtu (1–7) rozměrů sakroiliakálního segmentu. ....	59