JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

ZOBRAZOVACÍ METODY V ANTROPOLOGII

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Mgr. Zuzana Freitinger Skalická

Autor práce:
Koblasová Věra

Abstrakt

Zobrazovací metody v antropologii.

Antropologie je věda zabývající se člověkem. Vznikla v 16 století. Jedním z jejích odvětví je fyzická antropologie, do které můžeme zařadit i forenzní antropologii (soudní a kriminologická) a osteologii. Zobrazovací metody v antropologii jsou nepostradatelným nástrojem ať už při identifikaci zemřelých, zkoumání mumií či jiného prehistorického kostního materiálu. V soudní antropologii a odontologii je srovnání předsmrtných a posmrtných RTG snímků jedním ze základů identifikace lidských pozůstatků. Nejnovějším trendem je 3D rekonstrukce obličeje za pomoci počítačové tomografie.

Cílem práce bylo:

1. Analyzovat současné dostupné metody v oblasti fyzické antropologie, které využívají radiologické zobrazovací metody.
2. Srovnat použití CT ve fyzické antropologii v ČR a v ostatních zemí EU.

Data byla zjištěna z dotazníků, které byly rozeslány do antropologických ústavů a muzeí, které se zabývají snímkováním historického kostního materiálu, a ze samotného vyhledávání a zpracování informací pro práci.

Výsledky jasně naznačují nedostatečné využívání zobrazovacích metod v antropologii. Antropologové mají přehled o možnosti využití zobrazovacích metod, ale z finančních a časových důvodů je dostatečně nevyužívají. V ostatních zemí Evropské unie jsou zobrazovací metody v antropologii využívány mnohem častěji než v České republice.

Před zahájením výzkumu byla stanovena hypotéza: V České republice nejsou v antropologii dostatečně využívány dostupné moderní radiologické zobrazovací metody. Potvrdila se.

Závěry bakalářské práce bych ráda publikovala na odborných seminářích radiologických asistentů a ukázala tak další možnosti využití radiologických zobrazovacích metod.

Abstract

Imaging Methods in Anthropology.

Anthropology, a science born in the 16th century, deals with humans. One of its branches is physical anthropology which includes forensic anthropology and osteology. The imaging methods in anthropology are indispensable tool for identification of the dead and for examination of mummies or other prehistoric bone material. Comparing of pre-death and after-death x-ray snapshots is essential for identification of human remains in forensic anthropology and odontology. The latest trend is 3D face reconstruction with the help of computed tomography.

The aim of the thesis is:

1. To analyse all the methods available in the field of anthropology of the present time which use the radiology imaging methods.
2. To compare using of the computed tomography in the Czech Republic and other European countries. The data were obtained through questionnaires sent to anthropology institutes and museums dealing with photographing historical bone material and through searching and processing information focused on the topic of the theses. The results show that the imaging methods in anthropology are under-used. The anthropologists are fully aware of all available imaging methods but the methods are not used often enough because of financial and time consuming reasons. On the contrary to under-using the imaging methods in the Czech Republic the other European countries use the methods a lot more often.

A hypothesis was established at the beginning of the research: “All the available modern radiology imaging methods are not used enough in the Czech Republic.

The hypothesis was confirmed.

I would like to present the results of the theses at the specialist’s seminars of radiology assistants and to point out the possible further use of radiology imaging methods.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Zobrazovací metody v antropologii vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s §47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, v nezkrácené podobě - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby stejným způsobem byly - v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Thesis.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 2.5.2012

…….

Podpis studenta

Poděkování

Ráda bych vyjádřila poděkování Mgr. Zuzaně Freitinger- Skalické, vedoucí mé bakalářské práce, za trpělivost, cenné rady, metodické vedení a věnovaný čas v průběhu zpracování tématu.

Obsah

Úvod ……..…. 8

1 Současný stav ……...……... 9

1.1 Anatomie kosti …….. 9

1.1.1 Obecná osteologie …… 9

1.1.2 Rozdělení kosti podle struktur ……10

1.1.3 Stavba kosti …….10

1.1.4 Tvar kosti ……11

1.1.5 Osifikace …… 11

1.1.6 Rozdělení lidské kostry ……11

1.1.6.1 Osový skelet ……12

1.1.6.2 Lebka ……...……12

1.1.6.3 Kostra končetin ……..13

1.1.7 Spojení kostí ……14

1.2. Antropologie ……16

1.3 Forenzní antropologie ……...……16

1.3.1 Rentgen ve forenzní antropologii ……17

1.3.2 Rekonstrukce tváře ……..……18

1.3.3 Budoucnost rekonstrukce tváře ……..……19

1.4 Soudní antropologie ……..……19

1.4.1 Nenáhodná zranění dětí ……..……..20

1.4.2 Soudní antropologie …..……21

1.4.3 Uchování snímků ……...……..21

1.5 Přehled pracovišť antropologie v ČR ……22

1.6 Význam zobrazovacích metod v antropologii …..……22

1.7 Zobrazovací metody používané v antropologii ……..……...24

1.7.1 Skiagrafie ……..……24

1.7.1.1 Princip ...….……..25

1.7.1.2 Digitální radiologie ……..26

1.7.1.3 Případy použití rentgenového vyšetření ……..……27
1.7.1.4 Rentgen v archeologii …….……29
1.7.2 Počítačová tomografie ……..30
1.7.2.1 Princip …….……30
1.7.2.2 Postprocesing ...…….……..31
1.7.2.3 Využití CT v antropologické praxi ……...…….32
1.7.3 Magnetická rezonance ……..35
1.7.3.1 Princip ……..…….……36
1.7.3.2 Přednosti magnetické rezonance …….37
1.7.4 Radiokarbonová metoda datování ……..…….38
1.7.4.1 Princip …….…….38
2 Cíl práce a hypotéza …….……40
2.1 Cíl práce ……..40
2.2 Hypotéza ……40
3 Metodika ……...……..41
3.1 Dotazníková metoda ..……41
3.1.1 Charakteristika dotazníkové akce ……41
3.1.2 Popis otázek v dotazníku ……...……..41
3.1.3 Dotazník ……..41
4 Výsledky …….…….……45
5 Diskuze …….……...……52
6 Závěr ..…….58
7 Seznam použitých zdrojů ……..59
8 Klíčová slova ……..……64
9 Přílohy …….……65
9.1 Zkratky ……65

Úvod

Antropologie je věda zabývající se člověkem, lidskými společnostmi, kulturami a lidstvem vůbec. Vznikla v šestnáctém století. Pochází z řeckého slova anthropos - lidská bytost. Jedním jejím odvětím je fyzická neboli biologická antropologie studující lidské tělo, jeho vývoj a genetiku. Do fyzické antropologie můžeme zařadit i forenzní antropologii (soudní a kriminologická aplikace) a osteologii (studuje lidskou kostru a kosti). Předmět studia i metody fyzické antropologie úzce souvisejí s anatomií a dalšími lékařskými disciplinami, s archeologií a v současné době zejména s genetikou, která otevřela nové možnosti studia a identifikace tkání (2, 24).

Zobrazovací metody jsou pro antropologii velkým přínosem. Antropologové pomocí zobrazovacích metod zkoumají, co je uloženo pod obvazy a dalším krytím bez radikálního zásahu a poničení, kterému se jinak nedá předejít (2).

Téma Zobrazovací metody v antropologii jsem si zvolila proto že mě daná problematika zajímá hned ze dvou důvodů. Jedním z nich je, že studuji obor radiologický asistent, kde se zabývám radiologickými metodami a jejich využitím v praxi. Druhým důvodem je fakt, že mě zajímá historie Egypta. Díky zobrazovacím metodám vědci zjistili mnoho zajímavých a překvapivých informací, ať už o mumiích samotných či historii Egypta.

Také se domnívám, že v této oblasti nejsou dostatečně využívány veškeré dostupné moderní radiologické zobrazovací metody.

1 Současný stav

1.1 Anatomie kosti

1.1.1 Obecná osteologie

Nauka o kostech se nazývá osteologie. Kost (os, ossis) je tvrdý, pevný a v daném rozmezí i pružný orgán žlutobílé barvy sloužící jako mechanická ochrana vnitřních orgánů. Tvoří oporu těla a vnitřní kostru, sloužící pro úpon svalů a šlach. Dále zajišťuje krvetvorbu a slouží jako zásobárna minerálů. V dospělosti má člověk cca 210 kostí, novorozenec pak 310. Kostní tkáň je tvořena buňkami (osteocyty) a mezibuněčnou hmotou. V ní jsou minerální a stopové prvky jako uhličitan vápenatý, chlorid sodný, atd., které zabezpečují tvrdost a uchování tvaru kosti (i po smrti). Minerály se spojují s vlákny (tvořené z osseinu- podobné kolagenu) a to zajišťuje pevnost a pružnost kostí. S věkem osseinu ubývá což způsobuje, že kostra starých lidí je křehká. Kost vzniká činností buněk- osteoblastů. Jedná se o buňky, které produkují základní hmotu kostní. Ta se postupně přemění v buňku kostní- osteocyty (3).

Obr. 1- Přes 2,5 tisíc let stará kostra člověka (18)

1.1.2 Rozdělení kosti podle struktury

1. *Lamelózní (vrstevnatá)*

Kompakta (zevní, plášťová) je tvořena lamelami, které mají ve stěnách osteocyty, ve středu prochází cévy. Tvoří střední část dlouhých kostí a povrch plochých kostí.

Spongióza (houbovitá) je tvořena nepravidelnými trámci, což zajišťuje velkou pevnost. Ve spongióze se nachází kostní dřeň.

2. *Fibrilární (vláknitá)* tvoří všechny výběžky a drsnatiny na kostech (1).

1.1.3 Stavba kosti

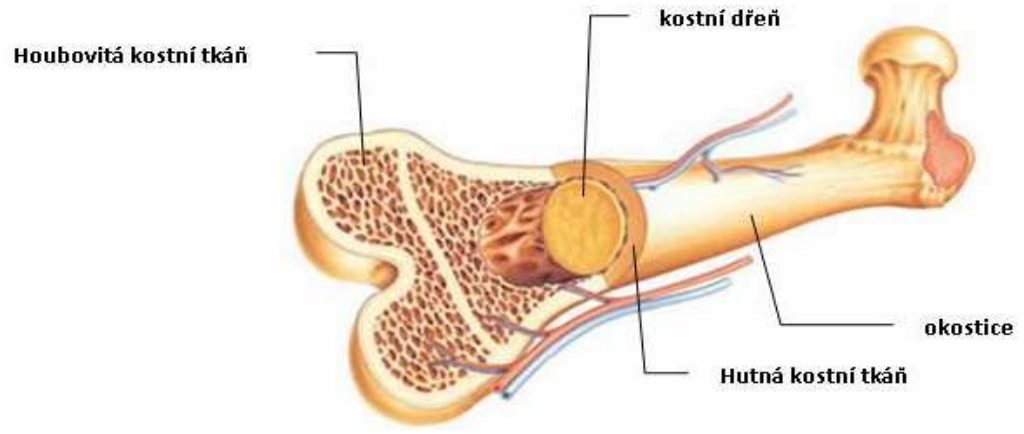
Okostice (periostem) je pevná vazivová blána, která pokrývá kost. Kromě kolagenních vláken, elastických vláken a fibroplastů obsahuje také nervová zakončení a cévní pleteně. Okostice zajišťuje cévní zásobení kosti, upínají se na ní svaly a umožňuje růst kostí do šířky. Při odtržení okostice dochází k poruše výživy kosti.

Kostní dřeň (medulla osmium) vyplňuje vnitřek kosti.

Červená kostní dřeň (medulla ossium rubra) – nachází se především u mladých jedinců, během života je nahrazována žlutou kostní dření. Červená kostní dřeň je krvetvorný orgán a přetrvává pouze v plochých kostech, žebrech, hrudní kosti.

Žlutá kostní dřeň (medulla ossium flava) – je tvořena tukovou tkání.

Šedá kostní dřeň (medulla ossium grisea) – je degradovaná žlutá tkáň, kterou můžeme najít u podvyživených a především starých jedinců (3).



Obr. 2- Stavba kosti (13).

1.1.4 Tvar kosti

Obecně rozeznáváme tři typy kostí.

Dlouhé kosti (os longum) tvoří převážně kosti končetin. Mají duté tělo a protáhlý tvar. Dva konce kosti se nazývají epifýzy, které nejsou kryty periostem, ale hyalinní chrupavkou. Střed kosti je pak diafýza. Mezi epifýzou a diafýzou se po dobu růstu nachází epifyzodiafyzární ploténka, která umožňuje růst kostí do délky.

Krátké kosti (os breve) jsou svou stavbou stejné jako kosti dlouhé. Jejich rozměry jsou přibližně stejné např.: obratel.Mezi krátké kosti se také řadí kosti *nepravidelného tvaru,* což jsou například některé lebeční kosti, obratle a dolní čelist.

Ploché kosti (os planum) stavebně odpovídají epifýze dlouhé kosti. Rozdíl plochých kostí oproti dlouhých je v zachování červené kostní dřeně i v dospělosti např.: lopatka, pánev (22).

1.1.5 Osifikace

Je proces, kdy se buňky vaziva nebo chrupavky mění na buňky kostní. Probíhá z osifikačních jader (dlouhé kosti mají až 3 osifikační jádra). Dle toho lze stanovit kostní věk – stupeň vývoje skeletu. Podmínkou dobré osifikace je dostatek vitamínu D (3).

Růst kostí do délky

Kosti rostou do délky pomocí růstových chrupavek. To jsou chrupavčité destičky mezi středem a koncem kosti. Osifikují od středu = růst do délky. K růstu kosti do délky dochází mezi 18 až 25 rokem života (1).

Růst kostí do šířky

Do šířky kosti rostou z okostice (periost) (3).

1.1.6 Rozdělení lidské kostry

- Osový skelet (axiální)
- Lebka (cranium)

- Kostra končetin

1.1.6.1 Osový skelet

Páteř (columna vertebralis) chrání míchu v páteřním kanálu a tvoří osu vzpřímeného těla. Skládá se z 33-34 obratlů. Mezi obratli jsou pružné meziobratlové destičky. Základem obratle je tělo z něhož vystupuje oblouk s výběžky.

Páteř tvoří:

7 krčních obratlů (vertebrae cervicales, C_1- C_7)

C_1- atlas (nosič) nemá tělo, pohyb hlavou dopředu – dozadu

C_2- axis (čepovec) má zub, kolem něho se otáčí atlas – rotační pohyb

12 hrudních obratlů (vertebrae thoracicae, Th_1-Th_{12})

5 bederních obratlů (vertebrae lumbales, L_1-L_5)

5 křížových obratlů srostlých v křížovou kost (os sacrum)

4-5 kostrčních obratlů spojených v kostrční kost (os coccygis)

Hrudní kost (sternum) uzavírá přední stranu hrudního koše, probíhá zde krvetvorba.

Žebra (costae) mají část kostěnou a chrupavčitou. V těle je 12 párů žeber. Prvních 7 párů jsou žebra pravá , 3 páry nepravá a poslední 2 páry jsou žebra volná (3).

1.1.6.2 Lebka (cranium)

Lebka je kloubně připojena k atlasu. Na lebce rozeznáváme dvě části.

Obličejová část lebky (splanchocranium)-

*maxilla (*horní čelist),

os zygomaticum (lícní kost),

os nasale (nosní kost),

os petrosum (kosti skalní),

vomer (radličná kost),

mandibula (dolní čelist),

os hyoideum (jazylka).

Mozková část lebky (neurocranium)-

*os frontale (*čelní kost),

os ethmoidale (čichová kost),

os sphenoidale (klínová kost),

os occipitale (tylní kost),

os temporale (spánková kost),

os parietale (temenní kost).

Lebeční spoje- jediné kloubní spojení na lebce je dolní čelist, ostatní spoje jsou nepohyblivé, zabezpečují je švy (sutury) (3).

Obr. 3- Porovnání lebky „malé dámy z Flores“ a Homo sapies.

1.1.6.3 Kostra končetin

Horní končetina- kosti horní končetiny (ossa membri superioris)

cingulum membri superioris (pletenec horní končetiny)

- *clavicula* (klíční kost),
- *scapula* (lopatka)
- *humerus* (kost pažní).

radius (kost vřetení),

ulna (kost loketní),

ossa carpi (kosti zápěstí),

ossa metacarpi (kosti záprstí),

phalanges (články prstů).

Dolní končetina- kosti dolní končetiny (ossa membri inferior)

cingulummembri inferiorit (pánevní pletenec dolní končetiny)

- *os ilium* (kost kyčelní)
- *os ischii* (kost sedací)
- *os pubis (* kost stydká)

femur (kost stehenní)

tibia (kost holenní)

*fibula (*kost lýtková)

ossa tarsi (kosti zánártní)

ossa metatarsi (kosti nártní)

patella (čéška) (3).

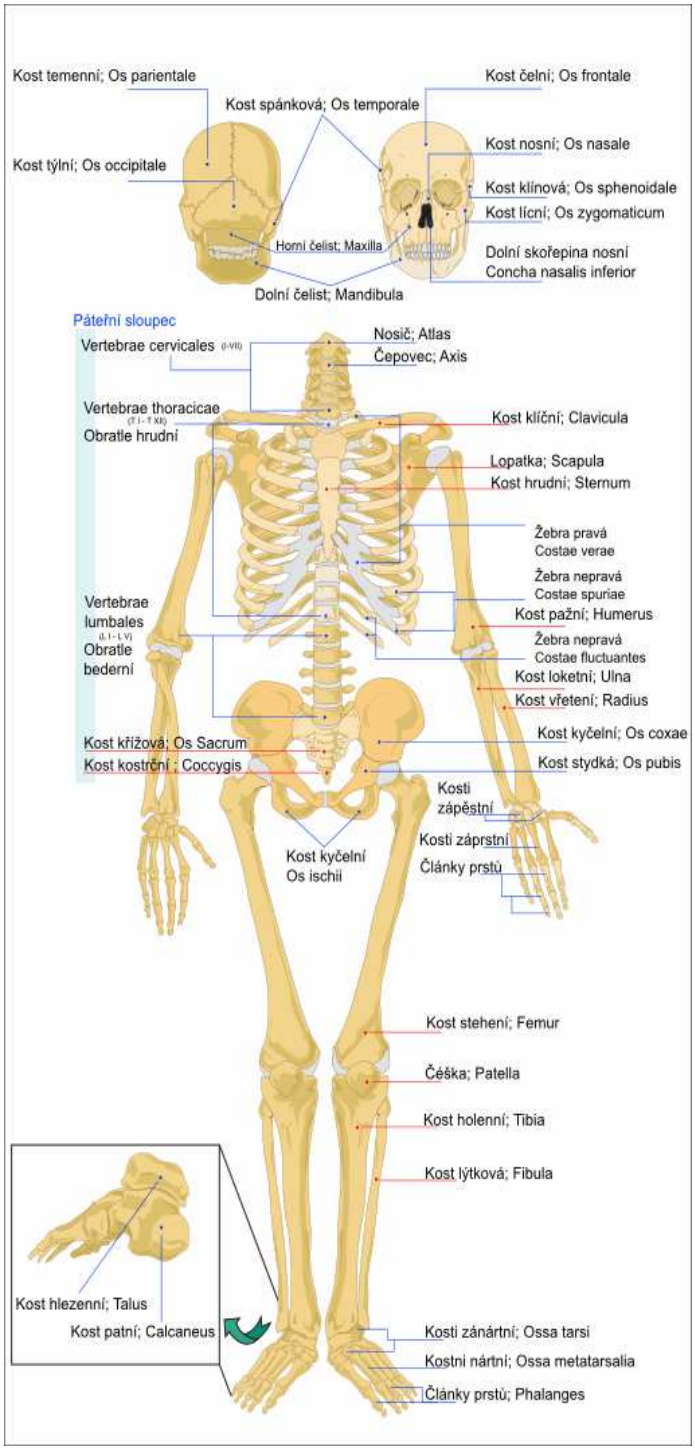
1.1.7 Spojení kostí

V souvislosti (articulatio fibrosa)

- *Vazivem (syndesmoza)* - málo pohyblivé, velmi odolné proti tahu (lebeční švy, zuby)
- *Chrupavkou (synchondroza)* - spojení stydkých kostí
- *Kostí (synostoza)* - pánev, kost křížová

V dotyku (articulatio synovialis)

- *Kloubní spojení*- skládá se z hlavice a jamky (22).



Obr. 4- Lidská kostra (38).

1.2 Antropologie

Antropologie je věda zabývající se člověkem, lidskými společnostmi , kulturami a lidstvem vůbec.Vznikla v šestnáctém století. Pochází z řeckého slova anthropos - lidská bytost. Antropologie je považována za syntetickou vědu, která umožňuje pochopit člověka jako biologickou a sociokulturní bytost.

Člověk představuje dvojdimenzionální bytost- průsečík přírody a kultury, proto jsou antropologové rozdělení.

1. *Fyzičtí (biologičtí) antropologové*- jejich předmětem výzkumu je lidský organismus.
2. *Kulturní (sociální) antropologové* – sledují člověka jako tvůrce a současně produkt kultury.

Do fyzické antropologie můžeme zařadit i forenzní antropologii (soudní a kriminologická aplikace) a osteologii (studuje lidskou kostru a kosti). Předmět studia i metody fyzické antropologie úzce souvisejí s anatomií a dalšími lékařskými disciplinami, s archeologií a v současné době zejména s genetikou, která otevřela nové možnosti studia a identifikace tkání (32).

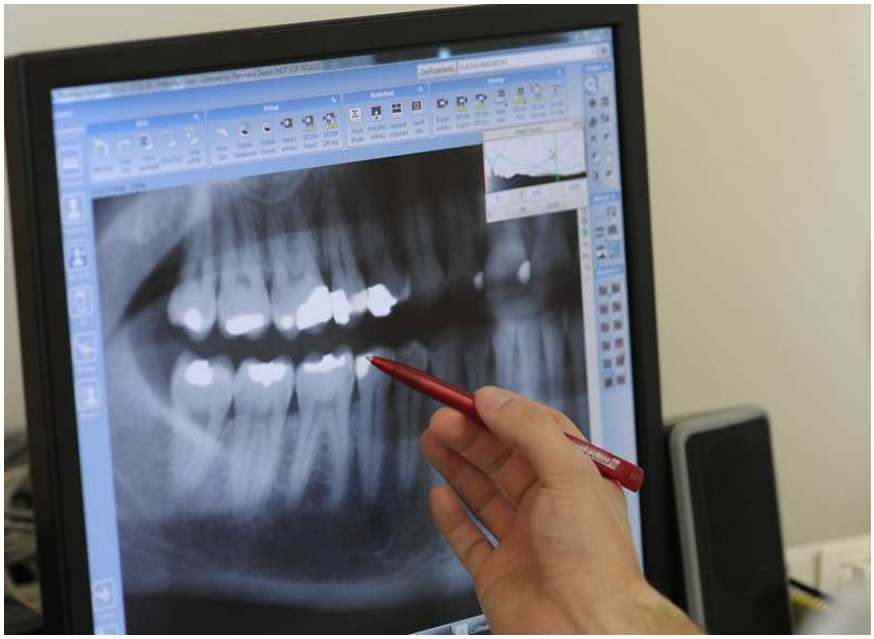
1.3 Forenzní antropologie

Antropologie se dělí na tři hlavní kategorie *archeologii, kulturní antropologii a fyzickou (biologickou) antropologii.*

Odborné znalosti v oblasti lidské ostoelogie vedly k zapojení fyzických antropologů do forenzní vědy, všeobecně nazývané forenzní antropologie.

Forenzní antropologie je nenahraditelným vyšetřovacím nástrojem při řešení kriminálních případů. Napomáhá přesné identifikaci lidských ostatků osob. Forenzní antropologové pomáhají při vyšetřování trestných činů, mohou také rekonstruovat

ostatky, jako třeba lebky a další části kostry s cílem analyzovat fyzické účinky poranění těla. Důležitou roli při identifikaci zemřelých hrají forenzní odontologové (zubní lékaři), kteří dělají analýzu stavu chrupu v okamžiku smrti a tu porovnávají se záznamem chrupu před smrtí. Významným pomocníkem je využití rentgenu a předchozích rentgenových snímků. Jestliže jsou k dispozici rentgenové snímky, provede se rentgen ostatků a výsledky se porovnají s původním materiálem, což neplatí pouze u chrupu.



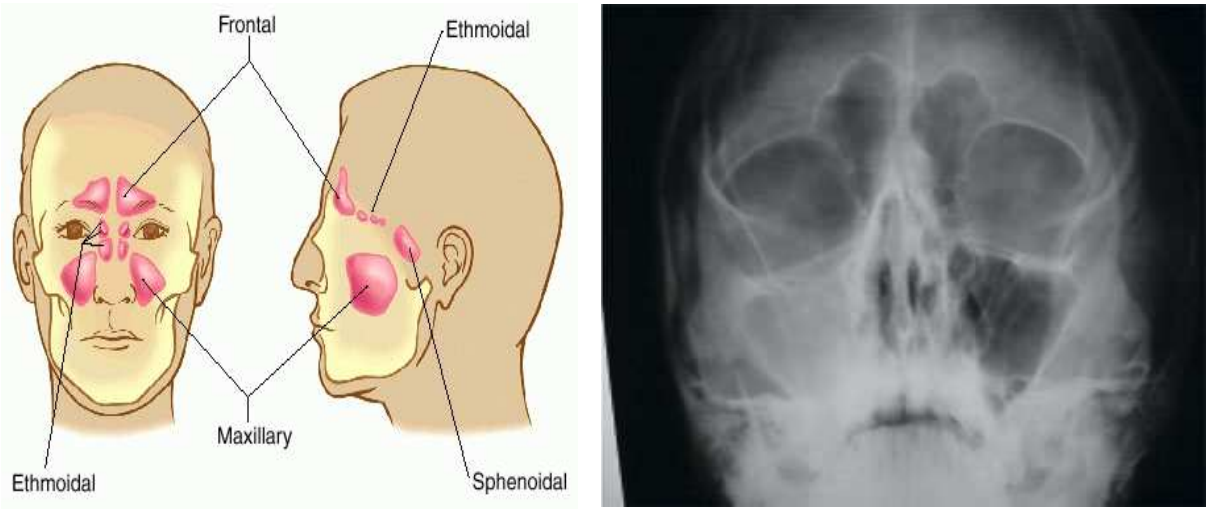
Obr. 5- Vyhodnocení RTG snímku (6).

Antropolog hledá staré zloneminy, odlišnosti tvarů určitých kostí či znaky vnitřní struktury kostí. Nachází i ortopedické šrouby a hřeby, odhalí zda osoba trpěla onemocněním, které mělo dopad na kosti (TBC) (9).

1.3.1 Rentgen ve forenzní antropologii

Rentgenové paprsky mohou dobře posloužit při identifikaci osob. Lékaři jej používají pro interpretaci vnitřních onemocnění a zlomenin. U různých osob se liší vnitřní struktura kostí stejně jako tvar kosti.

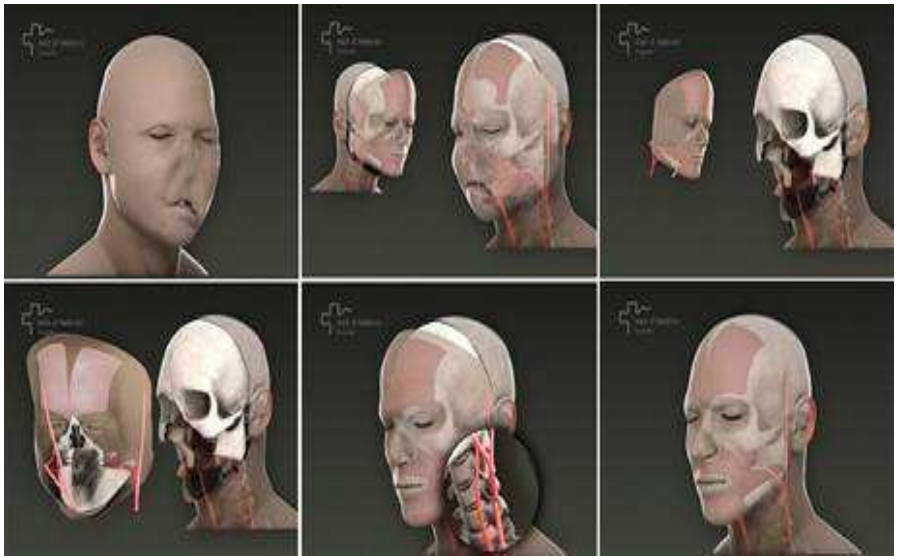
Další oblastí zájmu radiologické analýzy je čelní sinus. Frontální sinus, který se nachází nad nosem uvnitř čela, má pro každého jedince typický tvar. To pomáhá v případech, kdy je možné porovnat rentgenové snímky pořízené za života osoby s rentgenovým snínkem provedeným při pitvě (9)



Obr. 6- Schematické znázornění frontálního sinusu a rentgenový snímek dutin (23).

1.3.2 Rekonstrukce tváře

Technikou 3D počítačové rekonstrukce je portrétní identifikace úspěšnější a dokonalejší, protože pozorovatel si může prohlédnout tvář ze všech stran. Potřebná data lze získat z počítačové tomografie (CT) (30).



Obr. 7- 3D rekonstrukce obličeje (20).

1.3.3 Budoucnost rekonstrukce tváře

CT a MR nám poskytují velké množství reálných dat o měkkých tkáních pokrývajících lebku, stejně jako o lebce. Nový obor morfometrie spojující prostorovou geometrii s biologickou homologií otevírá zcela nové dimenze pro finální analýzu podoby lidské tváře (30).

1.4 Soudní antropologie

Zobrazovací metody v antropologii jsou mocným nástrojem. Lékařští výzkumníci a forenzní antropologové nemají takové znalosti v bodech radiologie jako samotní radiologové. Forenzní vyšetřovatel by se měl obracet na radiologa, jehož zkušenosti by mohly být nápomocné při soudních konzultacích.

Důležitost radiografických technik v klinické soudní medicíně je široce uznávaná. Radiologická šetření hrají důležitou roli v diagnostice nenáhodných zranění dětí, při lékařských zanedbáních nebo při stanovení biologického věku v nejasných

případech. V soudní antropologii a odontologii je srovnání předsmrtných a posmrtných RTG snímků jedním ze základů identifikace lidských pozůstatků.

Posmrtná radiologická vyšetření jsou běžná ve většině moderních soudních zařízení. Cizí předměty jako úlomky kulek nebo sklo můžou být viděny rentgenem a následně analyzovány. Při lokalizaci kulek je důležité si pamatovat, že dost možná odbočí od vstupní stopy, takže by pro zjištění přesné lokalizace mělo být prozkoumáno celé tělo. Typ kulky způsobí různá zranění kostí a měkkých tkání.

Pro soudní antropologii se také využívají další zobrazovací techniky jako je MR či CT. Korelace mezi předsmrtnými a posmrtnými MR změnami, stejně tak CT změny, nejsou dostatečně zhodnocené, jelikož jen málo radiologických oddělení si může dovolit zrtácet čas skenováním zkoumaných zemřelých osob (16).

1.4.1 Nenáhodná zranění dětí

Radiologie hraje důležitou roli při diagnostikování týrání dětí. Většina úrazů všech zneužívaných dětí ve Spojených státech bylo ve zdravotnictví zjištěno pomocí zobrazovací metody. Kompletní RTG vyšetření by mělo zahrnovat celou axiální kostru.

Nejčastější zlomeniny související s nenáhodným zraněním jsou diafyzání, spirálně oblé či transversní zlomeniny. Metafyzální- epifyzální zlomeniny jsou méně časté. Všechna tato zranění jsou považována za nenáhodná, protože síla, která by zapříčinila zlomeninu, není způsobena jednoduchým pádem nebo jinou nehodou. Caffey zavedl termín fraktury lopatou k popsání metafyzární zlomeniny dlouhách kostí, které jsou typické u zneužívaných dětí (16).

Subdurální krvácení je běžným důsledkem násilného třesení s dítětem. Anglicky takzvaný „ třesový syndrom”, způsobuje narušení a krvácení žíly do subdurálního prostoru. Diagnóza syndromu je získávána pomocí CT a MR.

Soudní antropologové navrhují pro konkrétní poranění hlavy různé techniky. CT se doporučuje pro detekci subarachnoidálního krvácení, zatímco MR je vynikající při odhalování subdurálních hematomů. CT a MR jsou stejně účinné pro prokázání epidurálního hematomu a samotné CT je vhodné pro zjištění zlomenin.

Čerstvé nahromadění subdurální krve je díky vysoké hustotě vidět na CT. Po prvním týdnu po poranění se hustota postupně zmenšuje. MR je při zjišťování subakutního a chronického extracerebrálního krvácení lepší než CT. Subakutní a chronická subdurální krev produkuje různě vysoké intenzity signálu s T1 obrazů. Vyvíjení subdurální krve se projevuje zvýšením intenzity signálu s T2 obraz (16).

1.4.2 Soudní antropologie

Soudní antropologové řeší problémy jakými jsou označení biologického věku a identifikace lidských ostatků. Biologický věk u žijících dospělých osob starších 25 let nelze přesně odhadnout. Pro stanovení věku více jek 16 let se běžně dělá rentgen zubů a rukou.

Použití rentgenových snímků pro identifikaci lidských ostatků se běžné používá při hromadných katastrofách. Nejčastěji se dělají rentgenové snímky lebky, zubů, hrudníku a břišní oblasti.

Nicméně není určen žádný minimální počet srovnávacích hledisek, která musejí být přítomna pro určení identity. Obvykle jsou považovány za dostatečný důkaz pro pozitivní identifikaci jeden až čtyři shodné vlastnosti a žádné neshodné. V průměru polovina těl z většiny katastrof je identifikováno za použití různých radiologických srovnání (16).

1.4.3 Uchování snímků

Je důležité opatrně uchovávat snímky v lékařských zařízení a soukromých ordinacích tak dlouho, jak je to jen možné. RTG snímky jsou obyčejně považovány za majetek nemocnice nebo pracovišť, ve kterých byly pořízeny. V některých státech jsou RTG snímky dávány pacientům k vlastní úschově, tím se lékařská zařízení před zákonem zprošťují odpovědnosti v případě stráty těchto materiálů. Ve Spojených Státech schválily všechny členské státy zákon, který nařizuje tyto snímky uchovávat. Tato doba se může různit nezi 5 až 30 lety (16).

1.5 Přehled pracovišť antropologie v ČR

Ústav antropologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

Univerzita Karlova v Praze, Katedra obecné antropologie

Západočeská Univerzita v Plzni, Katedra antropologických a historických věd

Univerzita Palackého v Olomouci, Kulturní antropologie

Národní muzeum, antropologické oddělení

Česká společnost antropologická

Archeologický ústav AV ČR Brno

Hrdličkovo muzeum člověka

1.6 Význam zobrazovacích metod v antropologii

Zobrazovací metody v antropologii jsou jedny z nejdůležitějších metod, které nám umožňují získat informace životě lidí v dávné minulosti. Zkoumáním mumií, prehistorického materiálu či jiného historického materiálu se dozvíme více.

Antropologové pomocí zobrazovacích technik zkoumají vše, co je uloženo pod obvazy a dalším krytím bez radikálního zásahu a poničení. V době faraónů byly vyráběny falzifikáty mumií. Místo lidského těla bylo použito například dřevo. Díky zobrazovacím metodám můžeme odhalit i tyto podvrhy.

Základní otázky:

- *Příčina smrti*- díky zobrazovacím metodám, můžeme zjistit příčinu úmrtí, zda šlo o násilnou nebo přirozenou smrt.
- *Stáří*
- *Postup mumifikace*
- *Nalezení předmětů v obalech mumie*- v dřívějších dobách bylo běžné ukládání amuletů k tělu mumifikovaného. Můžeme nalézt i další předměty, které pochovali spolu s mrtvým. Například v Norsku pomocí počítačové tomografie zjistili, že mumie stará 3000 let má na sobě propracovanou zlatou posmrtnou masku (7).
- *Rekonstrukce vzhledu*- díky 3D technice lze rekonstrukcí zhotovit například obličej. V Egyptě po CT vyšetření sestrojili obličej nejslavnější mumie světa- faraóna Tutanchamona (8).

Obr. 8- Obličej faraóna Tutanchamona (21).

- *Stav tkání*
- *Identifikovat choroby, kterými člověk trpěl před smrtí*- týká se i veškerých chorob, které prodělal během života. Jedná se například o vrozené anomálie skeletu, poúrazové a úrazové změny skeletu, kostní a

kloubní záněty, kostní nádory, osteopatie, cribra orbitalia, Harrisovy linie atd.

Klatovská nemocnice zkoumala 399 let starou Anežku Kunhutu Příchovskou z Příchovic. Vědci u ní zjistili, že trpěla chronickou rýmou, plicní a kostní tuberkulózou, zánětem vedlejších nosních dutin a roky před smrtí neměla své zuby (15).

- *Jak žili, co jedli*- můžeme zjistit, z čeho se skládal jejich jídelníček.
- *Jaká byla jejich fyzická aktivita*
- *Genetický původ jedince*

1.7 Zobrazovací metody používané v antropologii

1.7.1 Skiagrafie

Zobrazování pomocí skiagrafie se využívalo především v předchozích letech. Dnes se využívá modernějších zobrazovacích metod jako je CT.

Obr. 9- Rentgenový snímek hlavy starověké egyptské mumie (11).

Rentgenový snímek hlavy starověké egyptské mumie byl pořízen v poslední době digitální zobrazovací technikou. Odhaluje dosud neznámé narušení parietálních laloků v lebce mumie. To by mohlo naznačovat přítomnost parazitů, anémie, podvýživy nebo blížící se smrt. Na krku mumie můžeme vidět materiál, který měl zajistit přirozený tvar krku (11).

Rentgenové záření je elektromagnetické záření o vlnové délce 10^{-8} až 10^{-12} m. Vzniká zabržděním urychlených elektronů na anodě. Skiagrafické vyšetření je prováděno díky ionizujícímu záření, které prostupuje tkání a dopadá na rentgenový film, kde vzniká obraz (34).

Ke vzniku rentgenového záření je nutná především energie, která se v rentgence přemění v energii rentgenového záření.

Rentgenový přístroj se skládá z napájecího zdroje, ovladače rentgenového přístroje, kabele vysokého napětí, rentgenového zářiče a rentgenky. V rentgence je produkce záření soustředěna na jediné místo, do nejmenší plochy = ohnisko rentgenky (34).

1.7.1.1 Princip

Vysoké napětí přivedené na rentgenku vyvolá mezi katodou a anodou rentgenky velký potenciální rozdíl. Tím se elektrony v rentgence urychlí.

Elektrony získávají kinetickou energii. Jsou přitahovány anodou a dopadají na ni velkou rychlostí.

Nárazy prudce dopadajících elektronů na anodu vzniká rentgenové záření. Z rentgenky vychází vždy brzdné i charakteristické záření (19).

Hlavní vlastnosti rentgenového záření jsou:

- schopnost pronikat hmotou
- vyvolávat v určitých krystalických látkách světélkování (luminiscenční efekt)

- působit na fotografický materiál (fotochemický efekt)
- působit ionizaci v plynech a kapalinách (ionizační efekt)
- působit v živé hmotě určité změny (biologický efekt) (34).

Ke vzniku rentgenového obrazu jsou nutné tři komponenty:

- zdroj záření
- objekt
- zobrazovací medium

Obr. 10- Rentgenový přístroj (12).

1.7.1.2 Digitální radiologie

Analogový obraz má daný stupeň šedi a nelze ho už dále měnit. Vzniká latentní sumační obraz vyšetřované oblasti, které se po vyvolání filmu zviditelní. Z obou stran filmu jsou zesilovací fólie, které luminiscenci zesílí výsledný obraz. Zviditelnění se provádí buď pomocí luminiscenčního efektu rentgenového záření nebo fotochemickým efektem (31).

Digitální zobrazení. Snímky se získávají v digitální podobě z fosforové fólie, skenováním laserem a převodem signálu do digitální podoby.

Místo tradičně používaných fotografických filmů jsou používané digitální rentgenové snímače.

Digitální zobrazení se dělí na:

1. **Nepřímá CR** (computed radiography)

Kazeta nemá film, ale fosforové desky. Po ozáření laserem je v čtecím zařízení emitováno světlo, které se převede na elektrický signál a tím na digitální obraz.

2. **Přímá DR** (direct radiography)

Je dvojího typu.

- Rentgenové záření dopadá na desku s amorfním selenem.
- Rentgenové záření dopadá nejprve na desku s CsJ, z které se emituje světlo a dopadá na selenovou desku (31).

1.7.1.3 Případy použití rentgenového vyšetření

V antropologickém ústavu na Quinnipiac Univerzitě byla zkoumána mumie. Vyžadovala speciální zacházení, proto se musel použít přenosný rentgen. Snímky z různých úhlů odhalily maximum možných informacích. Zpráva o výzkumu obsahovala nečekané zjištění, že jedinec mohl být zavražděn.

Rentgen hlavy mumie odhalil zlomeninu v okcipitální oblasti spolu s tím, co se zdálo být zbytky mozkové tkáně.

Výzkumníci došli k závěru, že tento typ zranění je v souladu s újmou způsobenou ostrým předmětem s obdélníkovým tvarem. Protože nebyly nalezeny známky léčení, je zřejmé, že toto zranění zapříčinilo smrt (37).

Obr. 11- Rentgenový snímek hlavy mumie (37).

Výzkumníci mumií v oddělení antropologie provedli v Yale University School of Medicine roku 2000 zkoumání mumie v jejich sbírce pomocí zobrazovacích metod. Tato mumie pochází z doby římské, z místa nedaleko Théb.

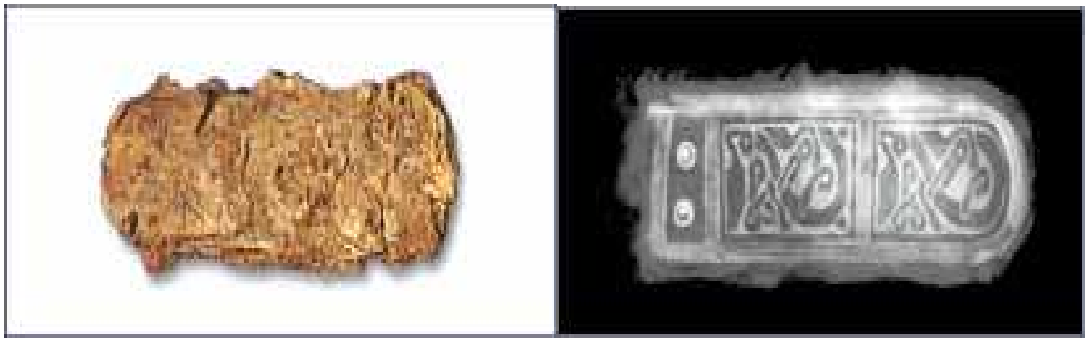
Výzkumníci se domnívali, že jde o mumii kojence. Jak ale ukázalo rentgenové vyšetření, jednalo se o dítě ve věku 7 až 8 let. Bylo zjištěno, že dítě trpělo traumatickým poraněním a infekcí, které přispěly k jeho zmenšené velikosti. Vyšetření provedl Dr. Joseph Slade z Yale University School of Medicine, který zjistil porušení růstu možná v důsledku podvýživy, systémové infekce v levém boku a v obou ramenních kloubech. Také bylo nalezeno několik zhojených zlomenin (36).

Obr. 12- Rentgenový snímek mumie (36).

1.7.1.4 Rentgen v archeologii

Počátky používání rentgenu v archeologii se objevují již v roce 1897, nebo-li téměř ihned po objevení paprsků X Röntgenem. Velkým přínosem bylo zjištění, co mumie obsahuje nebo neobsahuje, aniž by se nález nevratně zničil. Od té doby se zájem o využívání RTG zobrazení kosterních pozůstatků zvyšoval, vrchol zaznamenala v 60-tých letech minulého století. V dnešní době je jeho využívání při výzkumu kosterních materiálů téměř samozřejmostí (10).

Pro archeology má velký význam používání rentgenového záření za účelem zkoumání nalezených předmětů. Digitální rentgenová kontrola umožňuje identifikovat velké množství poznatků o předmětu. Slouží pro další rozhodnutí, jak naložit se zkoumaným materiálem (31).



Obr. 12- Rentgenový snímek archeologického nálezu (5).

Na rentgenovém snímku je dobře vidět dekorace a výrobní technologie předmětu.

1.7.2 Počítačová tomografie (CT)

Počítačová tomografie vyřešila především problém s překrýváním orgánů. Pomocí CT antropologové zkoumají, co je uloženo pod obvazy a dalším krytím.

V Moravské Třebové se provádělo zkoumání mumie princezny Hereret. Antropologové se snažili díky CT rekonstrukci získat tvář princezny. Porovnávali poznatky získané na počátku 70 let minulého století, kdy jediná tehdejší metoda byla konvenční radiologie. Pomocí CT získali trojrozměrnou vizualizaci lidského těla (4).

Díky CT jsou na mumii například dobře vidět zachovalé kosti. Touto metodou lze zjistit co nejvíce informací o objektu, aniž bychom do něho zasahovali. Použitím matematického zpracování získáme 3D obrazy a tím komplexní obraz o kostře (4).

Při skenování mumií je nutné CT přístroj přenastavit, především velmi snížit dávky rentgenového záření. Je nutné si uvědomit, že mumie váží kolem 8 kg (4).

1.7.2.1. Princip

Tomografie umožňuje zobrazení pouze jedné vrstvy s potlačením sumace, které se dosáhne pohybovým neostřením tkání v jiných vrstvách než je vrstva zvolená (14, 26, 28).

Vyšetření počítačovou tomografií se skládá z většího množství sousedících vrstev- skenů. Svazek záření je vycloněn do tvaru vějíře (jeho šířka určuje šířku zobrazované vrstvy). Záření po průchodu vyšetřovanou oblastí dopadá na detektory. V detektorech dochází k registraci množství dopadajícího záření a je převedeno na elektrický signál, který se zpracovává v počítači (14, 26, 28).

Během zhotovení jedné vrstvy se systém rentgenka - detektory otáčí kolem vyšetřované oblasti o 360°. Získáme velké množství dat, z kterých počítač rekonstruuje obraz vyšetřované vrstvy (14, 26, 28).

Získané obrazy jsou v digitální podobě. Míra zeslabení záření je registrována jako denzita v tzv. Hounsfieldových jednotkách. Stupnice denzity je rozdělena na 2000 stupňů od -1000 do +1000. Na CT obrazech jsou denzity reprezentovány stupni šedi (28).

Na CT vyšetření je nejprve zhotoven digitální snímek vyšetřované oblasti, na kterém se naplánuje rozsah vyšetření.

Při CT vyšetření se získávají řezy téměř vždy v axiální rovině. Lze z nich poté vytvořit rekonstrukci v libovolné rovině nebo v trojdimenzionální (3D) (28,26).

1.7.2.2 Postprocesing

MPR (multiplanar reformation) = 2D reformátové obrázky. Obrázky jsou rekonstruované z volumových dat- koronární, sagitální, šikmé, zakřivené. Volíme hustotu řezu, tloušťku, linie řezu- koronární, sagitální. Zakreslí se linie a je vypočtena rovina kolmého řezu na tuto linii.

MIP (maximum intensity projection) = technika objemová- 3D. Jde o volume-rendering techniky u nichž se užívají vhodné editační techniky definování objemu zájmu (VOI). Požije se buď celý objem dat nebo jen jeho část. Konkrétní obrázky se pak vytvářejí projekcí VOI do pozorovací roviny a zobrazením maximálních hodnot denzity nalezených ve směru projekce nazývané viewing angle.

VRT (volume rendering techniques) = VRT přidělí jednotlivým hodnotám denzity řadu hodnot opacity, a tak lépe definuje kontury objektu, nebo umožňuje semitransparentní zobrazení struktury (28).

Obr. 13- Vyšetření mumie v CT (27).

1.7.2.3 Využití CT v antropologické praxi

Následující případ ukazuje na důležitost multidisciplinárního přístupu ke kostem pohřbeným v betonu, a to ve spolupráci se soudními patology, antropology, radiology. Je nezbytné dopravit na pitevnu celý blok betonu pro zachování důkazů a provedení celkových šetření vícevrstvou tomografickou zkouškou (MSCT).

Při demolici domu ve francouzském městě pracovníci nalezli na povrch betonového bloku kost. Bylo požádáno forenzní oddělení Fakultní nemocnice v Toulouse o analýzu tohoto bloku. Policie měla několik forenzních a antropologických otázek: Kolik kostí a úlomků bylo naleznuto v bloku? Byly kosti lidské nebo zvířecí? Jestliže se jednalo o kosti lidské, bylo by možné určit rasu, pohlaví, věk a výšku zesnulého? Jak staré jsou kosti?

Na zodpovězení otázek bylo potřeba multidisciplinární radiologické, soudní a antropologické šetření betonu a kostí (16).

Bylo provedeno multidisciplinární forenzní, antropologické a rentgenové vyšetření kostí uzavřených v betonovém kvádru za účelem zjištění, zda kosti byly lidské. Dříve než byly kosti odstraněny z betonu, byla provedena vícevrstvová počítačová

tomografie (MSCT). Tato studie označila umístění kostních úlomků v betonovém kvádru, což pomohlo jejich vyjmutí a obnovení a také identifikaci jejich typu a původu. Studie odhalila, že kosti byly lidské a jejich kompatibilita byla shodná s kostmi dítěte ve věku 8-13 a s minimální výškou 128 cm (16).

Obr. 14- Pohled na kosti v betonovém kvádru (16).

Samotná studie CT byla provedena na katedře radiologie akademického zdravotního centra University of Toulouse ve Francii. Betonový blok byl celý skenován počítačovou tomografií. Snímky byly rekonstruovány podle měkkých tkání a kosterních algoritmů. Byla provedena maximální intenzita projekce (MIP) a provedené množstevní techniky (VRT), trojrozměrné (3D) rekonstrukce. Obrázky byly získány na základě axiální CT, dvojdimenzionálního (2D) koronárního a sagitálního přeformátování (MPR) (16).

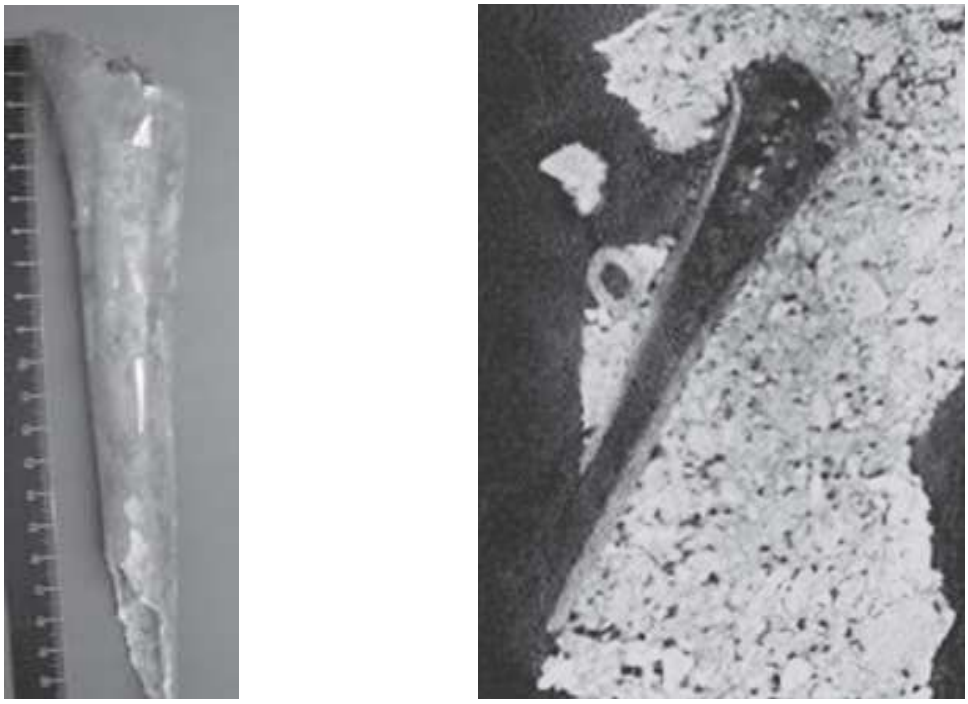
Pro antropologickou studii byly kosti pečlivě extrahovány z betonových bloků za pomoci obrázků MSCT a s pomocí obyčejného kladiva a dláta.

Věk byl vyhodnocen z nejlépe zachovalých kostí (levé stehenní kosti). Výška byla stanovena na základě měření minimální diafyzální délky. Podle MPR rekonstrukce, která vyšla 25,3 cm, odpovídá minimální výšce 128 cm. 3D VRT rekonstrukce všech kostí nebyla bohužel možná, kvůli obtížím s rozdělením a elektronickým vyjmutí kostí

z vysoce hustého betonu. Stanovení původu, typu a stavu kostí bylo přesnější a jednodušší, než rekonstrukce MSCT. Původ kostí a kosterní nezralost neumožňuje určení pohlaví a rasového fenotypu.

Lidské ostatky se skládaly z jedné levé a jedné pravé stehenní kosti, jedné levé holenní kosti a jedné části levé kyčelní kosti. Některé kosti na sobě měly zanechány stopy půdy. To naznačuje druhotný pohřeb. Stáří kostí bylo odhadnuto až na sto let (16).

(a) (b)



Obr. 15- Levá tibia, (a) suchá kost, (b) 2D MPR rekonstrukce (16).

Konzultanti oborů antropologie, stomatologie a radiologie jsou užiteční zejména při stanovení stáří zemřelého a přítomnosti předcházejícího traumatu, které se může objevit v případech zneužívaných dětí.

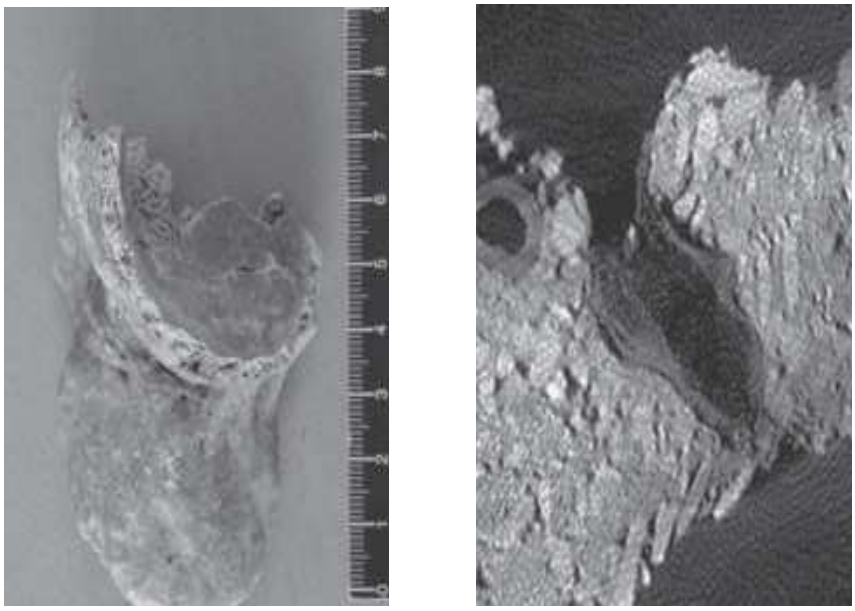
Stalo se tak poprvé, že MSCT byla pro antropologické účely použita ke studiu vnitřku betonového kvádru. Tento případ ukazuje, že MSCT je vskutku užitečná pro forenzní patologii a soudní antropologii, které se podílejí na studii kosterních

pozůstatků vložených do betonového bloku. MSCT metoda byla schopna rozlišit lidské a zvířecí pozůstatky..

Vzhledem k vysoké hustotě betonu nebylo možné udělat 3D VRT rekonstrukci jednotlivých kostí.

Tato zpráva nabízí pro studium kostí alternativní metody za pomoci CT k rozlišení kostí od betonu. Jedná se o předběžný pokus skenování kosterních pozůstatků ukrytých v betonovém bloku tak, aby se zabránilo rozpadu křehkých kostí a kloubů. (16).

(a) (b)



Obr. 16-Část levé kyčelní kosti (a) suchá kost, (b) 2D MPR rekonstrukce části kyčelní kosti (16).

1.7.3 Magnetická rezonance (MR)

Vědci z univerzity v Curychu jako první na světě použili magnetickou rezonanci při zkoumání těla téměř tisíc let staré mumie nalezené v Peru. MR technika zviditelnila

meziobratlové ploténky, mozkovou blánu, cévy a zbytek balzamovací tekutiny. Vědci pomocí MR mohli určit stáří mumie (15-16 let), protože byly rozpoznatelné růstové plotýnky na horní paži mumie (17).

Obr. 17- Vyšetření mumie v MR (17)

Magnetická rezonance je založena na protonech a jejich chování v silném zevním magnetickém poli. Pracuje s tkáněmi, ve kterých je obsažena voda, hlavním prvkem je vodík, který obsahuje pouze jeden proton (25, 35).

1.7.3.1 Princip

Protony neustále vytvářejí spinový pohyb rotací kolem své vlastní dlouhé osy. Jejich dlouhé osy však směřují různými směry a jejich magnetické momenty se navzájem vyruší.

Po umístění protonů do statického pole dochází k uspořádání protonů rovnoběžně se siločarami magnetického pole. Dalším vlivem statického magnetického

pole na proton je vznik precesního pohybu. Všechny protony ale nevytvářejí pohyb synchronně.

K tomu, abychom mohli měřit velikost magnetického momentu v tkáni, musíme změnit uspořádání protonů, aby jejich podélná osa nebyla rovnoběžná se siločarami vnějšího magnetického pole. Tuto změnu získáme pomocí vysokofrekvenčního elektromagnetického impulsu dodaného z vnějšku (25,35).

Dochází k vychýlení dlouhé osy protonů o 90° nebo až 180° = **podélná magnetizace.**

Díky vysokofrekvenčnímu impulsu proton začne provádět precesi synchronně **= příčná magnetizace.** Naopak podélná rotace se podstatně utlumuje.

Radiofrekvenční signál je vysílán z cívky, která slouží jako vysílač a zároveň jako přijímač. Po přerušení vysílání radiofrekvenčního signálu se proton vrací do normálního stavu- dochází k relaxaci. Proton při tomto ději uvolňuje postupně energii. Doba trvání tohoto jevu se měří až v několika sekundách (25, 23).

Magnetizace v podélné ose se vrací do normálu- T1 čas. Rotace v transverzální rovině naopak zaniká a dochází k tzv. rozfázování. Doba návratu do normální podoby je pak podstatou T2 času.

Na **T1 váženým obrazu** se tekutina (moč, žluč, likvor) zobrazí tmavě (hyposignální) a tuk naopak bíle (hypersignální). Kalcifikace, proudící krev, kompakta je asignální. T1 vážený obraz slouží především k přesné anatomické verifikaci.

Na **T2 váženým obrazu** se tekutina (moč, žluč, likvor) zobrazí naopak bíle (hypersignální). Tuk je šedý (izo až hyposignální). Kalcifikace, proudící krev, kompakta je asignální. Předností T2 vážených obrazů je mnohem lepší posuzování tkáňových rozhraní (např.: likvor a vazy v páteřním kanálu) (25, 35).

1.7.3.2 Přednosti magnetické rezonance

- Vyšetření ve třech základních rovinách.
- Podobnější zobrazení měkkých částí (25, 35).

1.7.4 Radiokarbonová metoda datování

Používá se ke stanovení stáří biologického materiálu. Je to metoda, založená na množství poklesu atomů radioaktivního izotopu uhlíku ^{14}C v původně živém objektu. Metody datování pomáhají při určování stáří prehistorických nálezů archeologům a paleoantropologům (32).

Metody datování se obecně dělí na tři základní kategorie:

- Metody izotopické- k datování je využit poločas rozpadu radioaktivních izotopů (radiokarbonová metoda, draslíko-argonová metoda, metoda štěpení , termoluminisence)
- Metody chemické- využívají k datování chemické reakce
- Metody geofyzikální- využívající změn paleomagnetické polarity (metoda paleomagnetické polární stratigrafie) (32).

1.7.4.1 Princip

Umožňuje měřit stáří nálezu podle přirozeného radioaktivního rozpadu nestabilních izotopů určitých chemických prvků. Způsob datování využívá skutečnost, že rychlost radioaktivního rozpadu je stále stejná a nezávisí na vnějších podmínkách. U těchto metod se využívá znalosti poločasu rozpadu (32,33).

Tělo příjmem potravy a z okolního prostředí získává uhlík. Uhlík ^{14}C se vytváří interakcí neutronů kosmického záření s oxidem uhličitým (CO_2).Díky neustálému příjmu potravy a vylučováním odpadních látek za života jedince dochází k určité rovnovážné koncentraci uhlíku ^{14}C.

Zemře-li jedinec, přeruší se jeho příjem uhlíku ^{14}C. Koncentrace ^{14}C v těle klesá díky radioaktivnímu rozpadu. Poločas rozpadu ^{14}C se udává v rozmezí 5500-5800 let. Poločas rozpadu vyjadřuje dobu, kdy poklesne relativní obsah ve vzorku na polovinu (32, 33).

Pomocí měření poměru ke stabilnímu uhlíku ^{12}C lze vypočíst dobu, kdy jedinec zemřel. Pro přímé zjištění poměrů mezi ^{14}C a ^{12}C používá citlivých spektrometrických urychlovačů částic (Accelerator Mass Spectroscopy- AMS). Tyto přístroje jsou

schopny určit stáří i na základě mikroskopických částeček. Technika AMS umožnila prokázat přítomnost lidí na americkém kontinentě již v období před 50 tisíci lety.

Metodu objevil v roce 1944 americký chemik Willard Frank Libby, který za tuto metodu dostal Nobelovu cenu za chemii (32,33).

2 Cíl práce a hypotéza

2.1 Cíl práce

Analýza současných zobrazovacích metod v oblasti fyzické antropologie, které používají radiologické zobrazovací metody. Srovnání použití počítačové tomografie (CT) ve fyzické antropologii v České republice a v ostatních zemích Evropské unie.

2.2 Hypotéza

V České republice nejsou v antropologii dostatečně využívány dostupné moderní radiologické zobrazovací metody.

3 Metodika

3. 1 Dotazníková metoda

3.1.1. Charakteristika dotazníkové akce

Dotazníky byly určeny pro antropology, kteří využívají zobrazovací metody ke své práci. Byly rozeslány do antropologických ústavů a muzeí, které se zabývají snímkováním historického kostního materiálu. Pomocí e-mailu byly dotazníky rozeslány s průvodním dopisem a kontaktem na jednotlivá pracoviště.

Dotazníkové šetření bylo rozesláno do Ústavu antropologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, Univerzity Karlovy v Praze (katedra obecné antropologie), Západočeské univerzity v Plzni (katedra antropologických a historických věd), Univerzity Palackého v Olomouci (kulturní antropologie), Národního muzea (antropologické oddělení), Archeologického ústavu AV ČR Brno a Hrdličkova muzea člověka.

Celkem bylo rozesláno 50 dotazníků, návratnost byla 22 dotazníků, z toho dva byly z šetření vyřazeny pro nedostatečné vyplnění. Ke konečnému zpracování jsem použila 20 dotazníků.

3.1.2 Popis otázek v dotazníku

Dotazník se skládá z osmi otázek. Ve čtyřech otázkách se mohl antropolog dále rozepsat o svých zkušenostech a připomínkách k danému tématu. Dotazníkové šetření se zaměřuje na využitelnost radiologických zobrazovacích metod v antropologii, na jejich přínosy a limity.

3.1.3 Dotazník

1. Uveďte prosím Vaše současné působiště:

☐ Ústav antropologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

☐ Univerzita Karlova v Praze, Katedra obecné antropologie

☐ Západočeská Univerzita v Plzni, Katedra antropologických a historických věd

☐ Univerzita Palackého v Olomouci, Kulturní antropologie

☐ Národní muzeum, antropologické oddělení

☐ Česká společnost antropologická

☐ Jiné: ……

2. Na daném pracovišti působím jako:

☐ Student

☐ Zaměstnanec

3. Podílel/a jste se na některých výzkumných metodách, či na nich pracujete? Pokud ano, na kterých?

☐ Ano, ……..

☐ Ne

4. Byl/a jste v zahraničí (za studiem, zaměstnáním,…) a setkal/a jste se s zobrazovací metodou, která se u nás nepoužívá? Jakou?

☐ Ano, ...

☐ Ne

5. Myslíte si, že je v ČR dostatečný počet zobrazovacích metod používaných v antropologii (X- ray, CT, MR, …) ?

☐ Ano

☐ Ne

6. Jakou máte zkušenost se spoluprácí s radiologickými asistenty?

☐ Výborná

☐ Dobrá

☐ Uvítal/a bych lepší

☐ Špatná

☐ Jiné: ……

7. Podílel/a jste se někdy na grantu pro zobrazovací metodu?

☐ Ano

☐ Ne

8. Pokud potřebujete vyšetřit historický materiál, s jakým zařízením spolupracujete?

☐ Máme vlastní rentgen, CT, …

☐ Spolupráce se soukromým zařízením

☐ Spolupráce se speciálním zařízením

☐ Spolupráce s klasickou nemocnicí

4 Výsledky

Odpovědi z dotazníků jsem slovně vyhodnotila. U otázek 2, 3, 5, 6, 7 a 8 jsou odpovědi vyhodnoceny graficky.

Otázka č. 1 **Uveďte prosím Vaše současné pracoviště.**

Z Ústavu antropologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity odpověděli tři respondenti.

Z Univerzity Karlovy v Praze, katedry obecné antropologie odpověděli dva respondenti.

Ze Západočeské Univerzity v Plzni, katedry antropologických a historických věd odpovědělo šest respondentů.

Z Univerzity Palackého v Olomouci, Kulturní antropologie, odpověděli čtyři respondenti.

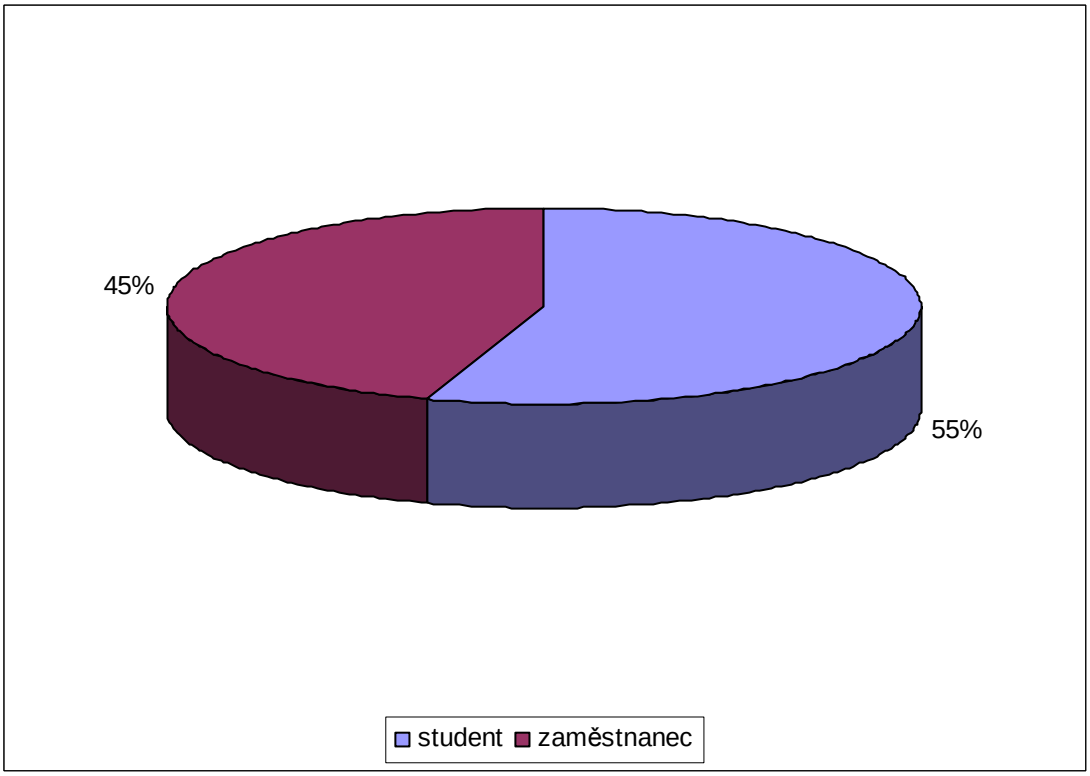
Z Národního muzea, antropologického oddělení odpověděli tří respondenti.

Z Archeologického ústavu AV ČR Brno odpověděl jeden respondent.

Z Hrdličkova muzea člověka odpověděl jeden respondent.

Otázka č. 2 **Na daném pracovišti působím jako:**

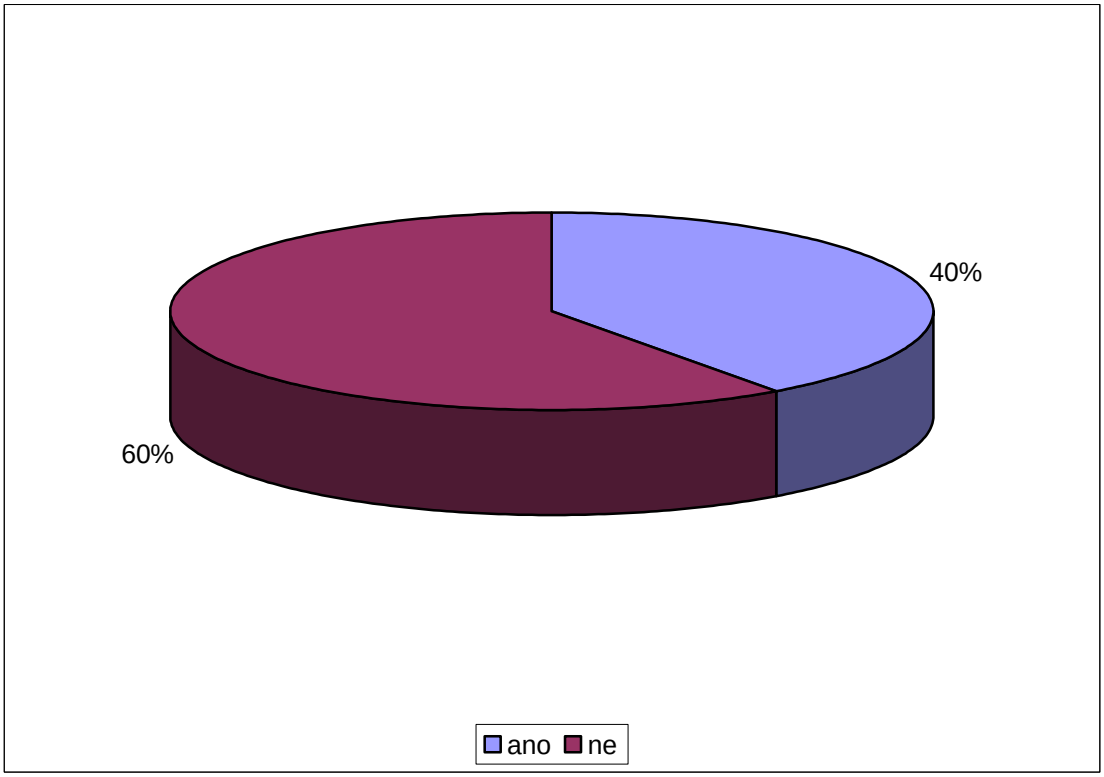
Graf 1



Z celkového počtu 20ti respondentů (100%) bylo 11 (55%) studentů a 9 (45%) zaměstnanců.

Otázka č. 3 **Podílel/a jste se na některých výzkumných metodách, či na nich pracujete? Pokud ano, na kterých?**

Graf 2 Spolupráce respondentů na výzkumných metodách.



Na otázku číslo tři převažuje záporná odpověď. Dvanáct respondentů (60%) označilo jako odpověď **NE**, zatímco osm z dvaceti respondentů odpovědělo **ANO** (40%).

Pokud respondenti zaškrtli odpověď **ANO**, dále se mohli rozepsat o tom, na jakých metodách se podíleli. Uváděli pouze použití rentgenu při výzkumu. A to ve fakultní nemocnici na Karlově náměstí a v Národním muzeu. Jeden respondent uvedl, že na oddělení lékařské antropologie Anatomického ústavu LF MU se snaží o zdokonalení nejrůznějších metodik vhodných pro diagnostiku chorob z kosterních pozůstatků (paleopatologie).

Otázka č. 4 **Byl/a jste v zahraničí (za studiem, zaměstnáním,…) a setkal/a jste se s zobrazovací metodou, která se u nás nepoužívá? Jakou?**

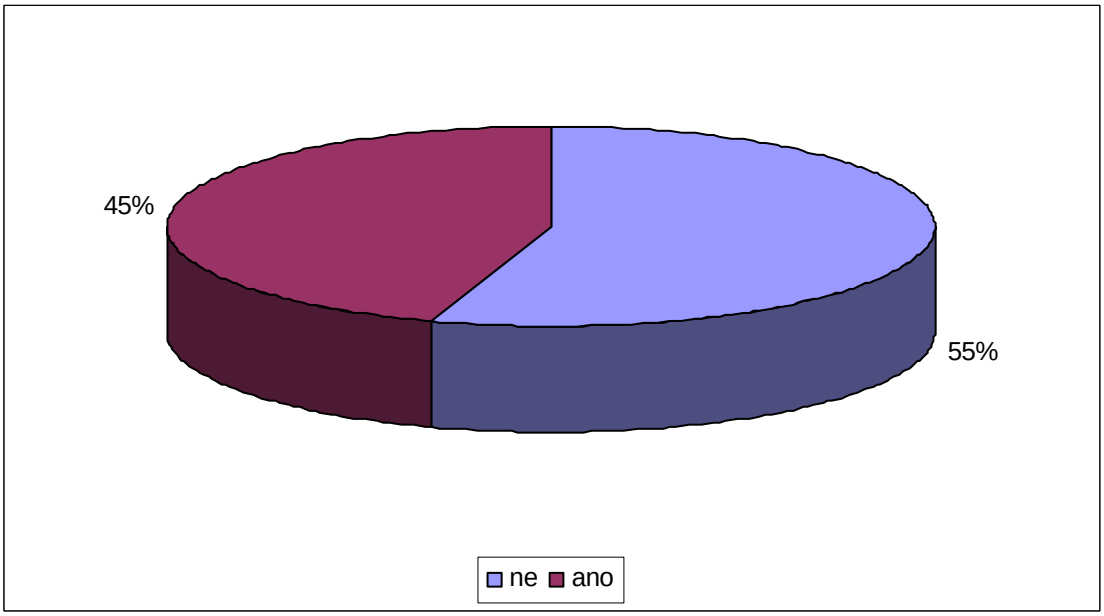
Na otázku číslo čtyři všichni respondenti (100%) odpověděli, že se v zahraničí nesetkali se zobrazovací metodou, která se u nás nepoužívá.

Osm z respondentů uvedlo, že ještě nevycestovali za zkoumáním kostního materiálu do zahraničí.

Jeden respondent uvedl, že se již několikrát zúčastnil mezinárodní expedice v Sakkaře (Egypt), kde využíval v terénu jen nejnutnější rentgenové snímkování.

Otázka č. 5 **Myslíte si, že je v ČR dostatečný počet zobrazovacích metod používaných v antropologii?**

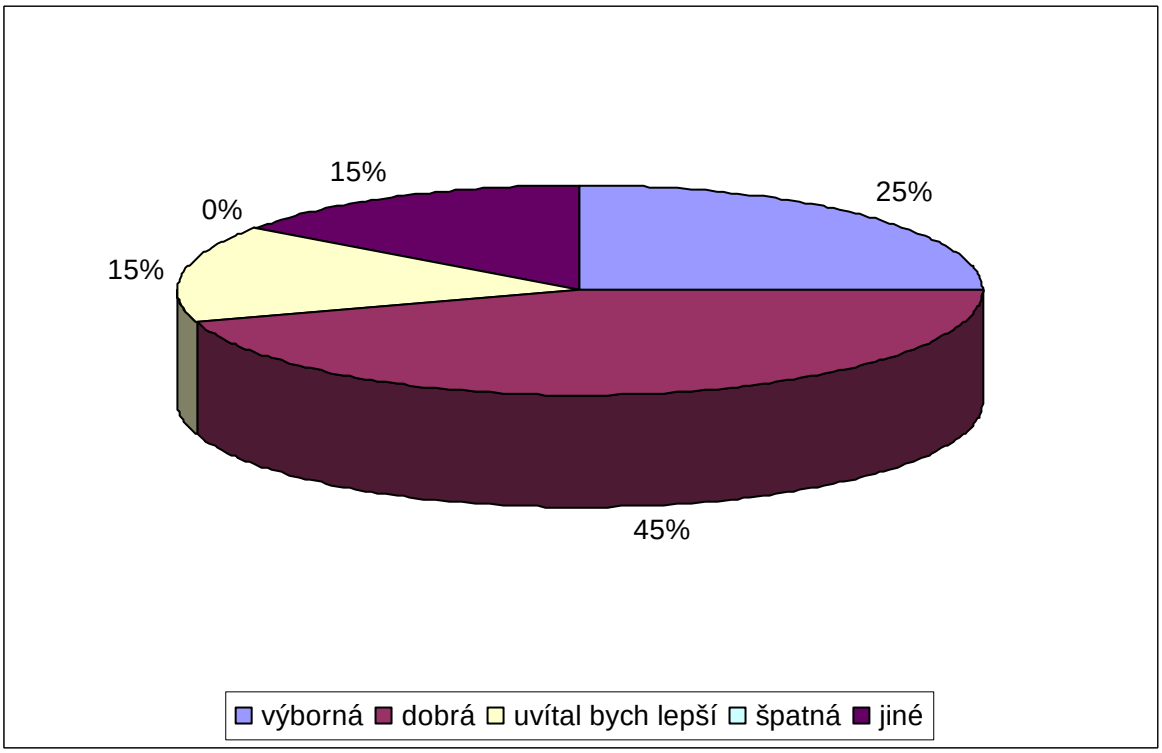
Graf 3 Je v ČR dostatečných zobrazovacích metod využívaných v antropologii?



Na otázku číslo pět jedenáct respondentů odpovědělo **NE** (55%), devět respondentů odpovědělo **ANO** (45%).

Otázka č. 6 **Jakou máte zkušenost se spoluprácí s radiologickými asistenty?**

Graf 4 Zkušenost antropologů se spoluprácí s radiologickými asistenty

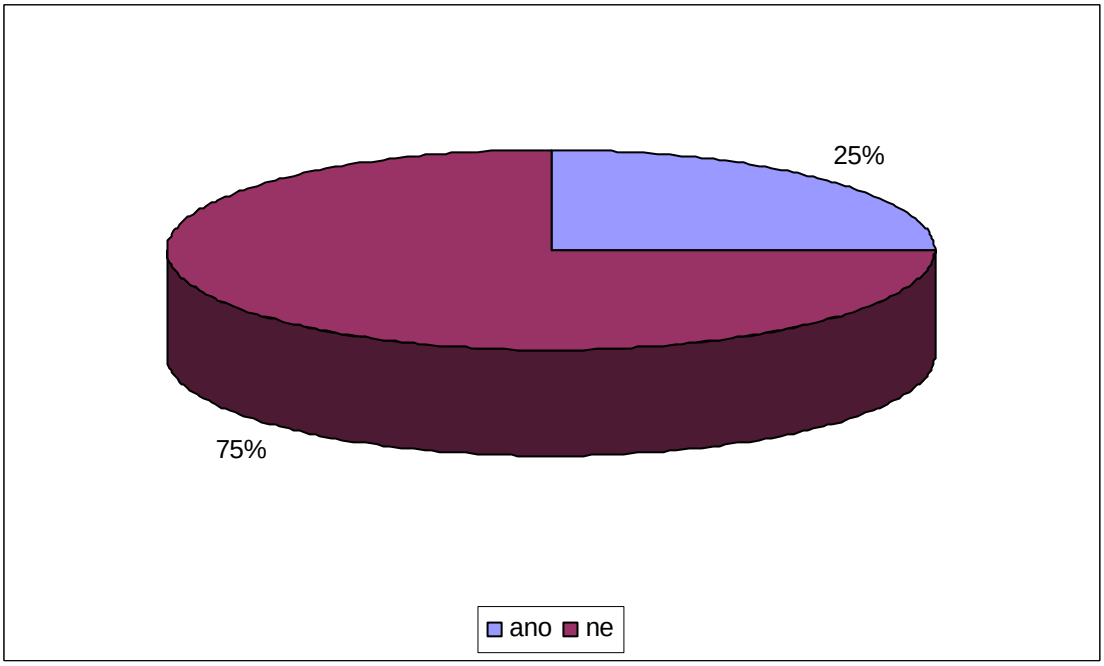


Z tázaných dvaceti respondentů pět uvedlo, že mají výbornou zkušenost se spoluprácí s radiologickými asistenty (25%). Devět respondentů uvedlo, že spolupráce s radiologickými asistenty je dobrá (45%). Tří respondenti by uvítali lepší spolupráci s radiologickými asistenty (15%). Žádný z respondentů neoznačil, že má špatnou zkušenost s radiologickými asistenty (0%) a poslední tři respondenti označili, že mají jinou zkušenost s radiologickými asistenty (15%).

Respondenti, kteří v dotazníku označili, že mají jinou zkušenost s radiologickými asistenty než je výborná, dobrá, uvítal bych lepší a špatná, uvedli, že ještě neměli možnost se za dobu své činnosti setkat s radiologickými asistenty.

Otázka č. 7 **Podílel/a jste se někdy na grantu na zobrazovací metodu?**

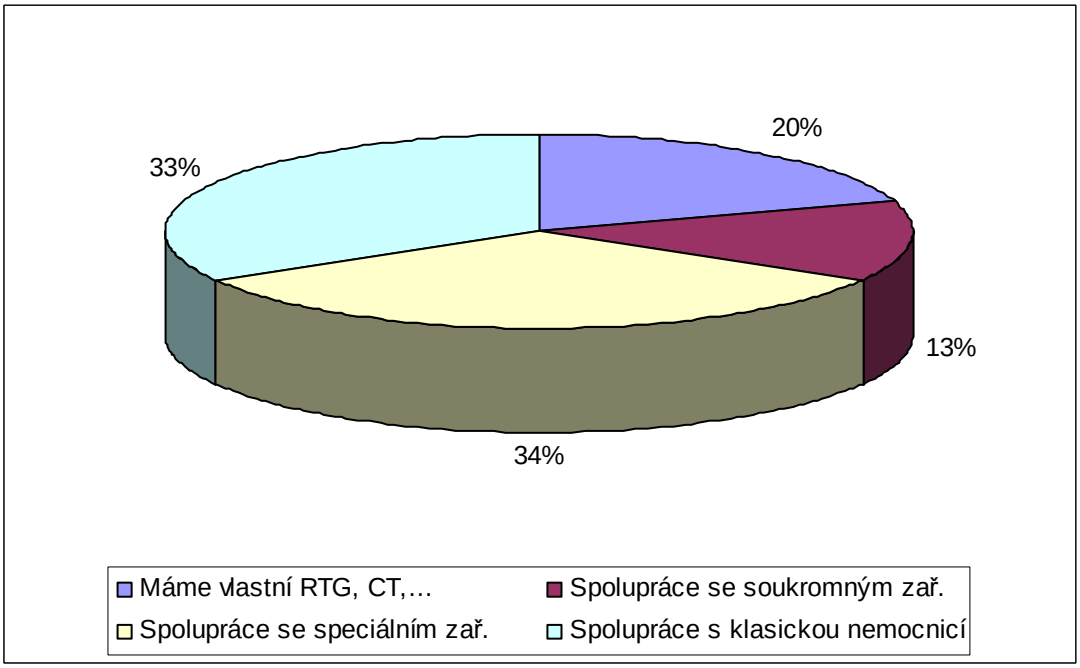
Graf 5



Na otázku číslo sedm odpovědělo **ANO** pět respondentů (25%). Zbylých patnáct respondentů odpovědělo, že se neúčastnili grantů na zobrazovací metody (75%).

Otázka č. 8 **Pokud potřebujete vyšetřit historický materiál, s jakým zařízením spolupracujete?**

Graf 6



Na poslední otázku tří respondenti uvedli, že ke své práci využívají vlastní radiologický přístroj (20%). Dva respondenti odpověděli, že spolupracují se soukromým zařízením (13%). Pět respondentů spolupracuje se speciálním zařízením (34%). Zbylých pět respondentů spolupracuje s klasickou nemocnicí (33%).

Respondenti, kteří uvedli spolupráci se speciálním zařízením, využívají rentgen v Národním muzeu.

Respondenti, kteří uvedli, že mají vlastní radiologický přístroj, pracují v Národním muzeu.

Respondenti, kteří uvedli spolupráci s klasickou nemocnicí, využívají rentgen například v Praze na Karlově náměstí.

5 Diskuze

Cílem této práce bylo:

1. Analyzovat současné dostupné metody v oblasti fyzické antropologie, které využívají radiologické zobrazovací metody.
2. Srovnat použití CT ve fyzické antropologii v ČR a v ostatních zemí EU.

Do výzkumu byly zahrnuty odpovědi z 20ti dotazníků, které byly určeny pro antropologické ústavy a muzea, která se zabývají snímkováním historického kostního materiálu. Dotazník byl zaměřen na první cíl práce.

První dvě otázky dotazníku byly identifikační. Týkaly se pracovišť respondentů a jejich působením v nich. Výsledek první otázky nám ukazuje, v jakých ústavech se nejčastěji zabývají snímkováním historického kostního materiálu. I když by se dalo čekat, že nejvíce se snímkováním bude zabývat Národní muzeum, které má svůj vlastní rentgen, z výsledků je vidět, že i ostatní pracoviště se touto problematikou zabývají. Počet dotazníků, které se vrátily, nebyl velký. Domnívám se, že prvním důvodem malé návratnosti je hlavně fakt, že v České republice není tolik antropologů, kteří by se zabývali touto problematikou a druhým důvodem může být jejich časová vytíženost.

Dále bylo zjišťováno, zda se antropologové podíleli nebo pracují na výzkumných metodách. Sice převládá záporná odpověď, jak je vidět z grafu 2, ale mnoho antropologů stále hledá způsoby, jak zobrazovací metody dále zlepšovat a vyvíjet.

V dalších otázkách jsem zjišťovala, zda se respondenti setkali v zahraničí se zobrazovací metodou, která se u nás nepoužívá a zda si myslí, že v ČR máme dostatečný počet zobrazovacích metod používaných v antropologii. Jak je vidět, Česká republika má stejné prostředky pro zkoumání historického kostního materiálu jako jiné země, ale náš problém spočívá v nedostatku financí a času, které jsou zapotřebí k vyšetření. Proto se můžeme dočíst, že v zahraničí používají například magnetickou rezonanci a počítačovou tomografii mnohem častěji než u nás.

Dále jsem se zaměřila na spolupráci radiologických asistentů a antropologů. Nejčastější odpověď byla, že antropologové mají dobré zkušenosti se spoluprácí

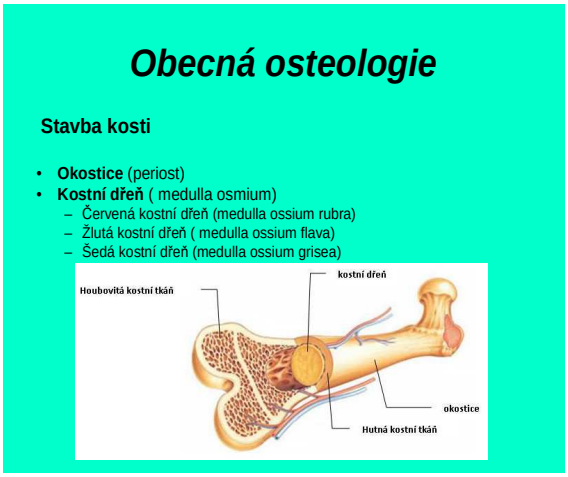
s radiologickými asistenty. Tento výsledek ukazuje na samotné chování radiologických asistentů při své práci a na jejich přístup k využití zobrazovacích metod v antropologii.

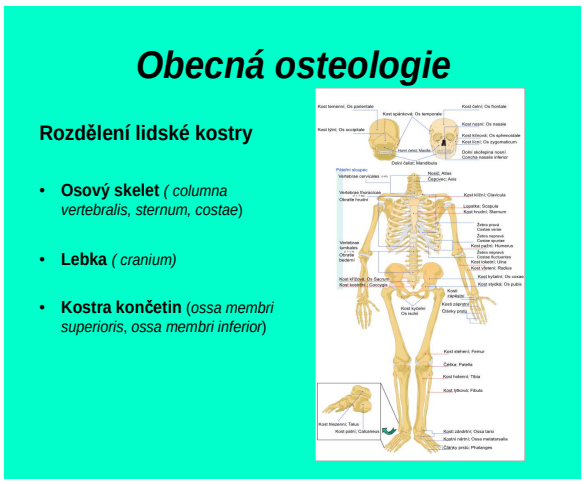
Předposlední otázka byla zaměřená na postoj antropologů k rozvoji zobrazovacích metod. Graf 5 ukazuje, že patnáct respondentů se neúčastnilo grantu na zobrazovací metodu, zatímco pět respondentů ano. Domnívám se, že antropologové se neúčastní grantů v takové míře proto, že výsledek, zda grant získají, je velmi nejistý. Samozřejmě velkou část hraje časová náročnost přípravy a zpracování samotného grantu. Když si antropolog dá práci s vypracováním grantu na zobrazovací metodu, a poté mu grantová komise finanční podporu nedá, může ho to odradit od dalšího snažení.

V poslední otázce jsem zjišťovala, v jakých zařízeních nejčastěji antropologové provádějí zkoumání historického kostního materiálu. Jak bylo již několikrát zmíněno, vlastní rentgen má pouze Národní muzeum v Praze a právě s ním nejčastěji spolupracují ostatní respondenti. S ohledem na výsledky si myslím, že soukromá zařízení nemají dostatek peněz na pořízení a provoz radiologických přístrojů. Pravdou je, že klasické nemocnice mají své radiologické přístroje vytížené, protože jsou nepostradatelnými pomocníky při diagnostice onemocnění a zachraňují lidské životy.

Druhý cíl práce jsem zjišťovala při samotném vyhledávání a zpracování informací. Ať už v literatuře nebo na internetových stránkách není problém s vyhledáním použití počítačové tomografie ve fyzické antropologii v ostatních zemí. Na internetu Vás po zadání hledaného výrazu zaplaví velké množství informací a odkazů na jednotlivé stránky a to především z ostatních zemí Evropské unie. Když prolistujete některé z nich uvidíte, že v zahraničí využívají CT mnohem častěji než u nás. To samé se dočtete i v odborných časopisech a knihách. Proč tomu tak je? Já se domnívám, že největší rozdíl, proč se v ostatních zemích Evropské unie CT používá ve fyzické antropologii více než u nás, jsou finance. Jak vyplývá z celé mé bakalářské práce, v České republice není dostatek financí na použití CT ve fyzické antropologii. Pořízení přístroje se pohybuje v milionových položkách, nemluvě o provozních nákladech, které sebou používání přístroje přináší. Ostatní země jsou na tom lépe, ať už v samotném zdravotnictví, kde se CT především využívá, tak i v antropologii.

Možnost publikování závěrů bakalářské práce na odborných seminářích radiologických asistentů a prezentování možností využití zobrazovacích metod.



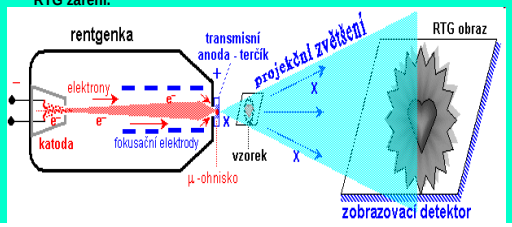


Obecná osteologie

Porovnání lebky "malé dámy z Flores" a Homo Sapies.

Vznik rentgenového záření

- RTG záření je **elektromagnetické vlnění** velmi krátké vlnové délky.
- RTG záření vzniká přeměnou **elektrické energie** v **energii záření**.
- Vysoké napětí na rentgence vyvolá velký **potenciální rozdíl mezi katodou a anodou.**
- Elektrony emitované **katodou** jsou přitahovány **anodou** na kterou dopadají velkou rychlostí. **Nárazy** prudce dopadajících **elektronů na anodu** vzniká **RTG záření.**



Zobrazovací metody

Skiagrafie

- Skiagrafické vyšetření je prováděno díky **ionizujícímu záření**, které prostupuje tkání a dopadá na RTG film, kde vzniká obraz.

Rentgenový snímek hlavy starověké mumie →

Zobrazovací metody

Skiagrafie

- **Složení rentgenového přístroje:**
  - *Napájecí zdroj*
  - *Ovladač rentgenového přístroje*
  - *Kabel vysokého napětí*
  - *Rentgenový zářič*
  - *Rentgenka*

Zobrazovací metody

Skiagrafie

- **Analogový obraz**
- **Digitální zobrazení**
  - *Nepřímá CR* (computed radiography)
  - *Přímá DR* (direct radiography)

Zobrazovací metody

Skiagrafie

- Využití skiagrafie pro archeologii.
  - Na rentgenovém snímku je dobře vidět dekorace a výrobní technologie předmětu.

Zobrazovací metody

Počítačová tomografie (CT)

- Záření po průchodu vyšetřovanou oblastí **dopadá na detektor.**
- V detektorech dochází k **registraci** množství dopadajícího záření a je převedeno na **elektrický signál,** který se zpracovává v počítači.

Zobrazovací metody

Počítačová tomografie (CT)

- **Postprocesing**

  Díky rekonstrukci můžeme získat obrázky v libovolné rovinně, než je snímaná axiální.

- **Nejpoužívanější rekonstrukce:**
  - **MPR** *(multiplanar reformation)*
  - **MIP** *(maximum intensity projection)*
  - **VRT** *(volume rendering techniques)*

Zobrazovací metody

Počítačová tomografie (CT)

Levá tibia, suchá kost a 2D MPR rekonstrukce →

Zobrazovací metody

Počítačová tomografie (CT)

- *Rekonstrukce tváře*

Zobrazovací metody

Magnetická rezonance (MR)

- Vyšetření MR je založeno na **protonech** a jejich chování v **silném zevním magnetickém poli.**
- Pracuje s tkáněmi ve kterých je obsažena **voda,** hlavním prvkem je **vodík**- obsahuje pouze jeden proton.

Zobrazovací metody

Magnetická rezonance (MR)

- Protony neustále vytvářejí pohyb= **spin.**
- Po dodání **vysokofrekvenčního elektromagnetického signálu:**
  - *Dochází k podélné magnetizaci*
  - *Dochází k příčné magnetizaci*
- **T1 vážený obraz.**
- **T2 vážený obraz.**

Zobrazovací metody

Radiokarbonová metoda datování

- Umožňuje měřit **stáří nálezu** podle **přirozeného radioaktivního rozpadu** nestabilních izotopů určitých chemických prvků.
- Základním prvkem je **nestabilní uhlík ^{14}C**, kdy se měří poměr ke **stabilnímu uhlíku ^{12}C.**
- Z tohoto poměru lze vypočítat **dobu,** kdy jedinec zemřel.

Zobrazovací metody

Radiokarbonová metoda datování

- Poločas rozpadu ^{14}C se udává v rozmezí **5500- 5800 let.**
- Pro přímé zjištění poměrů mezi ^{14}C a ^{12}C se používá **citlivých spektrometrických urychlovačů částic.**
  - *Accelerator Mass Spectroscopy- AMS*
- Metodu objevil v roce **1944 Willard Frank Libby**, který za ni dostal **Nobelovu cenu za chemii.**

6 Závěr

Bakalářská práce se zabývala zobrazovacími metodami v antropologii. Byly určeny dva cíle. Prvním cílem bylo analyzovat současné dostupné metody v oblasti fyzické antropologie, které využívají radiologické zobrazovací metody. Druhým cílem bylo srovnání použití CT ve fyzické antropologii v ČR a v ostatních zemí EU.

Z výzkumného šetření vyplynulo, že v České republice máme dostatečný počet radiologických zobrazovacích metod. Hlavním důvodem, proč se u nás nesetkáme tak často s vyšetřením historického kostního materiálu ať už pomocí magnetické rezonance, počítačové tomografie či dalších zobrazovacích metod, jsou především náklady na vyšetření či pořízení radiologického přístroje. Samozřejmě, že velkou roli hraje i časová vytíženost radiologických asistentů a především samotných radiologických přístrojů, které dnes zachraňují lidské životy.

Byla stanovena hypotéza: V České Republice nejsou v antropologii dostatečně využívány dostupné moderní radiologické zobrazovací metody. Potvrdila se.

Výsledky dotazníkového šetření ukázaly, že antropologové by ocenili větší možnost využitelnosti všech dostupných radiologických zobrazovacích metod při jejich výzkumu.

Závěry bakalářské práce bych ráda publikovala na odborných seminářích radiologických asistentů a ukázala tak další možnosti využití radiologických zobrazovacích metod.

7 Seznam použitých zdrojů

1. BOROVANSKÝ, Ladislav, et al. *Soustavná anatomie člověka díl I.* Praha : Avicenum, 1976. 583 s.

2. COPANS, Jean. *Základy antropologie a etnologie.* 1. vyd. Praha: Portál, 2001. 128 s. ISBN: 80-7178-385-4.

3. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 3.vyd. GRADA, 2001, 552 s. ISBN: 80-7169-970-5

4. ČT24, *Vědci zkoumají mumie pomocí počítačové tomografie*, [online]. [cit.2012-01-25]. Dostupné z: http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/veda-a-technika/59119-vedci-zkoumaji-mumie-pomoci-pocitacove-tomografie/

5. DIGITAL X-RAY IMAGING, *Archeological artefakt*, [online]. [cit. 2012-01-12]. Dostupné z: http://www.ntbxray.com/application/miscellaneous/application_miscellaneous.html

6. EASYDENT, *Zubní klinika v Praze*, [online]. [2012-02-03]. Dostupné z: http://www.easydent.cz/preventivni-prohlidky/

7. EGYPTOLOGIE AKTUÁLNĚ, *Blackheathská nemocnice pomáhá rozluštit egyptské tajemství.* [online]. [2012-03-14]. Dostupné z: http://egyptologie.kvalitne.cz/?p=345

8. EGYPTOLOGIE AKTUÁLNĚ, *Divy světa: Tutanchámonova hrobka.* [online]. [2012-01-25]. Dostupné z: http://www.starovekyegypt.net/zajimavosti/tutanchamon_tvar.php

9. FERLLININ, Roxana. *Němý svědek*. 3. vyd. Mladá fronta, 2007, 192 s. ISBN: 978-80-204-1652-0

10. HOLUB Jan, *Vytvoření expozičních parametrů pro prehistorický materiál*. České Budějovice, 2010. 100 s. Bakalářská práce obhájená na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích v roce 2010. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Marta Dočkalová, Ph.D.

11. [online]. [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: http://anthropologydaily.tumblr.com/

12. [online]. [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: http://www.vmk-rtg.cz/pausch-naradi-elevacni-stul.htm

13. HUDEK, František, Školní a webové informační centrum, [online]. Dostupné z: http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson_detail&id=261

14. CHUD8ČEK, Zdeněk. Radiodiagnostika I. část.1. vyd. Brno: idvpz Brno, 1995, 293 s, ISBN-10: 80-7013-114-4

15. iDNES.cz, Lékaři vyšetřili na CT mumii z klatovských katakomb, měla tuberkulózu. [online]. [2012-03-21]. Dostupné z: http://plzen.idnes.cz/lekari-vysetrili-na-ct-mumii-z-klatovskych-katakomb-mela-tuberkulozu-1k5-/Plzen-zpravy.aspx?c=A110321_141529_plzen-zpravy_pp

16. J Forensic Sci, September 2011, Vol. 56, No. 5 doi: 10.1111/j.1556-4029.2011.01742.x

17. KLIMT Martin, Automatizace, [online]. [cit. 2012-3-8]. Dostupné z: http://www.automatizace.cz/article.php?a=2687

18. LaVoisin, Muž z doby železné zemřel za podivných okolností, [online]. [cit. 2012-01-21]. Dostupné z: http://historicky.blog.cz/0810/muz-z-doby-zelezne-zemrel-za-podivnych-okolnosti

19. lf1.cz/upload/rtg-komplet.doc

20. Lidovky.cz, ČTK. Ve španělsku provedli první úplnou transplantaci obličeje, [online]. [2011-12-15]. Dostupné z: http://www.lidovky.cz/ve-spanelsku-provedli-prvni-uplnou-transplantaci-obliceje-p4z-/ln_veda.asp?c=A100423_201203_ln_veda_tsh

21. Lidovky.cz, ČTK, Záhadná smrt Tutanchamona rozluštěna. Zabila jej sněť. [online]. [2012-02-16]. Dostupné z: http://relax.lidovky.cz/zahadna-smrt-tutanchamona-rozlustena-zabila-jej-snet-pda-/ln-zajimavosti.asp?c=A100216_162028_ln-zajimavosti_jv

22. Lidské tělo, [online]. [2011-10.28]. Dostupné z: http://www.lidsketelo.estranky.cz/clanky/stavba-kosti-a-dalsi/kost.html

23. Medicína, nemoci, studium na 1 LF.UK. Zánět dutin, MUDr. Štefánek Jiří, [online]. [cit.2012-02.12]. Dostupné z: http://www.stefajir.cz/index.php?q=zanet-dutin

24. Miroslav Josef, Antropologie, [online]. [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Antropologie

25. NEKULA, J., CHMELOVÁ, J. Základy zobrazování magnetickou rezonancí.1 vyd. Ostrava: Universitas ostraviensis, 2009, 68 s, ISBN: 978-80-7368-335-1

26. NEKULA, Josef, Miroslav HEŘMAN, Jaroslav VOMÁČKA a Martin KÖCHER. Radiologie. 3. vyd. Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. 208 s. ISBN 80-244-1011-7

27. n-tv, Mumien im CT, [online]. [cit 2011-11-16]. Dostupné z: http://www.n-tv.de/wissen/300-Jahre-alte-Foeten-geroentgt-article508761.html

28. PC RTG tomografie – principy, [online]. [cit. 2012-01-14]. Dostupné z: http://xuv.kfe.fjfi.cvut.cz/fyzika-a-technika-rtg-zareni/pc-rtg-tomografie/55

29. Porovnání velikosti lebky "malé dámy z Flores" a Homo sapies, Josef Pazdera, [online]. [2011-11-09]. Dostupné z: http://www.osel.cz/index.php?clanek=998

30. RAK, Roman, Václav MATYÁŠ a Zdeněk ŘÍHA. Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích. 1 vyd. Grada Publishing, 2008, 664 s. ISBN-13: 978-80-247-2365-5

31. ROSINA, Jozef, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 230 s, ISBN: 80-247-1383-7

32. SOUKUP, Václav. Dějiny antropologie. Praha: Karolinum, 2004, 667s. ISBN: 80-246-0337-3

33. STVOŘENÍ, Datování metodou uhlíku 14C, [online]. [cit. 2012-02-05]. Dostupno z: http://www.stvoreni.cz/puvod-zeme/datovani-metodou-uhliku-14c/

34. SVOBODA, Milan. Základy techniky vyšetřování rentgenem. 2., doplněné vydání. Praha: Avicenum, 1973,605 s.

35. WEIS, Ján a Peter BOŘUTA. Úvod do magnetickej rezonance. 1. vyd. Bratislava: DATEX, 1998, 108 s, ISBN: 80-967953-8-4

36. Yale Peabody Museum of Natural History. [online]. [cit. 2011-11-06]. Dostupné z: http://peabody.yale.edu/collections/anthropology/painted-mask-and-x-ray

37. Yale Peabody Museum of Natural History. [online]. [cit. 2012-01-03] Dostupné z: http://peabody.yale.edu/collections/anthropology/x-ray-head

38. ZBYTEK, OndřejLidská kostra, [online]. [2012-03-28.]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Lidska_kostra.svg

8 Klíčová slova

Antropologie

Forenzní antropologie

Magnetická rezonance

Obecná osteologie

Počítačová tomografie

Radiokarbonová metoda datování

Skiagrafie

Význam zobrazovacích metod v antropologii

9 Přílohy

9.1 Zkratky

AMS- accelerator mass spectrosscop

C- uhlík

CT- computed tomography

EU- Evropská unie

MIP- maximum intensity projection

MPR- multiplanar reformation

MR- magnetická rezonance

MSCT- multislice computed tomogtaphy

RTG- rentgenový

TBC- tuberkulóza

VOI- objem zájmu

VRT- volume rendering techniques

2D- dvourozměrný

3D- trojrozměrný