

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta filozofická

Diplomová práce

**Modifikace povrchu spálených kostí v závislosti na
pre-kremační manipulaci s ostatky: experimentální
studie**

Štěpán Kunášek

Plzeň 2014

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologie

Studijní program Antropologie

Studijní obor Antropologie populací minulosti

Diplomová práce

**Modifikace povrchu spálených kostí v závislosti
na pre-kremační manipulaci s ostatky:
experimentální studie**

Štěpán Kunášek

Vedoucí práce:

Mgr. Anna Pankowská

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2014

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

Plzeň, červen 2014

.....

Obsah

Západočeská univerzita v Plzni	1
Západočeská univerzita v Plzni	2
1 ÚVOD	1
2 CÍL A HYPOTÉZY	2
3 MATERIÁL	2
4 METODY	2
5 Působení ohně na lidské ostatky a kremace	3
5.1 Hoření těla	4
5.2 Lebka	4
5.3 Trup	5
5.4 Teplotní gradient	6
5.5 Knotový efekt	6
5.6 Končetiny	7
5.7 Pohřby neúplně spálených těl	8
5.8 Zachovalost jednotlivých částí skeletu	9
5.9 Lebka	10
5.10 Trup	10
5.11 Končetiny	10
6 Tepelné změny kostní tkáně a odhad teploty kremace	11
7 Výsledky	12
8 diskuze	12
9 závěr	13
10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ	14
11 resumé	16

1 ÚVOD

Předkládaná práce by se měla věnovat pre-kremační tafonomii kosterního materiálu (např. Lyman 1994). Z archeologické i forenzní praxe vyplívá, že znalost tohoto faktoru je velmi důležitou součástí při rekonstrukci událostí, které předcházely celému procesu pálení. Kromě „tradičních“ představ o žárovém pohřebním ritu, u kterého se předpokládá pálení mrtvých bez předchozí manipulace s jejich měkkou tkání, je možné se v literatuře setkat s případy, kde tomu tak pravděpodobně nebylo. Jednu z „netradičních“ rituálních praktik indikují nálezy kosterních pozůstatků kanadských arktických skupin, pocházejících z lokality Saunaktuk. Pozůstalí zde zřejmě zemřelého zbavili měkkých tkání a teprve takto upravenou kostru vystavili ohni (Walker 2001). Z evropského pravěku je v literatuře diskutován další možný model funerálního chování, který odporuje běžnému nakládání s mrtvými při kremačním rituálu. V srbské lokalitě Vlasac, nedaleko mnohem známější mezolitické stanice Lepenski Vir, autoři výzkumu interpretují některé tamní pohřby jako žárový ritus „in situ“ tedy, že jedinec je nejdříve inhumován a později po dekompozici měkkých tkání jsou spáleny suché kosti (Boric et al. 2009).

Výzkumu tafonomie kostí v průběhu kremace se v minulosti věnovalo hned několik autorů (např. Baby 1954; Binford 1963; Thurman – Wilmore 1981). V době nedávno minulé např. Shipman, Foster, Schoeinger (1984) Dokládá (1999). V současnosti to jsou především Thomson (2004, 2005, 2009) dále Uberlaker (2007) a Goncalves (2011). Každý z těchto jmenovaných badatelů využil ke svému studiu experimentu, při němž páčil lidské nebo zvířecí kosti a poté hodnotil množství faktorů, které alteraci kostí při kremaci ovlivňují. Kromě jiných se tyto studie zaměřily také na morfologii fraktur spálených fragmentů. V důsledku výše zmiňované problematiky pre-kremačního nakládání se zesnulými jedinci v archeologickém kontextu (např. Baby 1954; Binford 1963; Goncalves 2011) nebo také lékařsko-soudní praxi (např. Uberlaker 2007) při svých experimentech rozlišovali tři základní předkremační stavy kostí. Kostí pokryté měkkou tkání, kosti čerstvě zbavené měkké tkáně a kosti suché. U

každé z těchto kategorií byl poté popsán daný typický lom, na jehož základě by měl být stav kosti před spálením bezpečně identifikován. Je velmi zarážející, že takřka polovina těchto pokusů skončila v opozici, k té druhé. Goncalves (2011) na to při svém experimentu upozornil a nastolil tak otázku do jaké míry jsou tyto závěry akceptovatelné.

2 CÍL A HYPOTÉZY

Cílem práce je rekonstrukce pre-kremační manipulace s ostatky na základě experimentální kremace zvířecích kostí a posléze tak vyhodnotit variabilitu modifikace povrchu kostí, pálených v různém stadiu dekompozice.

H_1 - Charakter modifikace povrchu kostí bude indikovat přítomnost či absenci měkké tkáně při kremaci.

...

3 MATERIÁL

Pro experiment budou využity kosti prasete domácího. Čerstvé kosti budou zajištěny z jatek a jako suché kosti budou využity izolované kosti z archeologických lokalit. Kostí se roztřídí do třech kategorií, tak aby zastupovaly nejběžnější kostní typy. Tedy kosti dlouhé, krátké a ploché.

4 METODY

Experimentální pálení kostí proběhne na venkovní hranici za přístupu kyslíku a proběhne minimálně ve třech fázích. Teploty žehu budou měřeny pomocí termočlánku propojeného s digitálním přístrojem Mastech MS8217. V průběhu kremace bude zaznamenáván časový interval mezi dosažením různých stupňů žehu. Po vlastní kremaci bude přistoupeno k hodnocení tepelně alterovaných fragmentů kostí makroskopickou a posléze mikroskopickou prospekci povrchu. Dále bude hodnoceno zbarvení kostí a jejich fragmentace. Jako jeden z dokumentačních nástrojů bude využito

grafické znázornění ve vhodném programu. Po získání dat z experimentu dojde ke statistickému zhodnocení výsledků.

5 PŮSOBENÍ OHNĚ NA LIDSKÉ OSTATKY A KREMACI

Působení ohně na lidské tělo vykazuje analogie pro spalování v krematoriích a pro případy z forenzní praxe, vyplívající ze zajištění obětí požárů nebo odstraňování těl spalováním pachatelem. Nabyté poznatky z těchto odvětví lze pak více či méně aplikovat na materiál pravěký a středověký v kontextu archeologie, kde je velice často možné se setkat s žárovými pohřby nebo s nálezy neúplně spálených těl. V minulosti byly v archeologii pozůstatky z žárových hrobů často ponechány stranou zájmu, neboť panoval předpoklad o jejich velmi nízké vypovídací hodnotě. To se ovšem v posledních několika desetiletích zásadně mění (Dokládal 1999). V zásadě, tomu napomohla větší tendence k interdisciplinární spolupráci mezi jednotlivými obory. V tomto případě především zkušenosti biologických antropologů z řad kriminalistů, kteří měli většinou bližší kontext k pozůstatkům, a proto rekonstrukce stavu jedince před spálením mohla být založena na znalosti jeho fyzických parametrů a jejich následné proměně vlivem vysoké teploty. Velký potenciál ve studiu tafonomie spálených pozůstatků mají experimentální studie. Ty je možné registrovat již od poloviny minulého století a jejich přínos je nesmírný. Díky těmto pracím mohla být stanovena a dále modifikována metodologie studia spálených ostatků. Z počátku byla většina expertíz z různých geografických destinací založena na samostatných nezávislých výzkumech, které nebyly komparovány s výsledky ostatních autorů, i přesto, že v zásadních bodech jejich výzkumů docházelo k minimálním rozdílům. Teprve později došlo ke vzájemné koordinaci a ujednocování jednotlivých stanovisek. Byl sledován vliv vysokého žáru a doba jeho expozice na zevní morfologii, vnitřní strukturu, barvu, fyzikální a chemické vlastnosti kostní tkáně a další.

5.1 Hoření těla

Proces hoření těla se odvíjí od jeho složení. Pro základní představu lze využít čtyřkomponentní schéma, které využívá nutriční antropologie (Prokeš 2007).

$$W = A + P + F + M$$

W představuje v tomto vzorci hmotnost těla, A značí hmotnost vody, P je hmotnost proteinů, F je hmotnost tuku a M je hmotnost minerální složky. Minerální složku lze ještě dělit na kostní M_O a zbytkovou M_R minerální složku. J. Brožek (1965) ve svém příspěvku k dané problematice také uvádí složení „referenčního těla“ (A: 624,3 g/kg hmotnosti těla, P: 164,4 g/kg hmotnosti těla, F: 153,1 g/kg hmotnosti těla, M_O : 47,7 g/kg hmotnosti těla, M_R : 10,5 g/kg hmotnosti těla). Tyto komponenty hrají nejvýznamnější roli při spalování těla. Přeměna vody z jejího kapalného skupenství na plynné, neboli její odpařování je endotermní reakcí. Tedy reakcí, při které se tepelná energie spotřebovává. Na rozdíl od odpařování vody je spalování bílkovin a tuků na CO_2 , N_2 a H_2O reakcí exotermní, při níž právě tepelná energie vzniká. Jedná se o stejný princip jako u spalování paliva např. dřevo, uhlí, plyn atd.

Chemické změny měkkých tkání podmíněné činností vysokého žáru nebyly doposud systematicky zkoumány. V literatuře je však možné se setkat s předpoklady, že působením vysoké teploty na měkké tkáně vznikají sloučeniny typu pyrolu, pyrazinu, piperazinu a imidazolu pyrolýzou proteinů těla (Dokládál 1999). Deriváty pyrolu byly například zjištěny na některých mumiích, pocházejících z egyptské staré říše. Pravděpodobně v souvislosti s technologií mumifikace využívající sušení těla nad ohněm (Kaup – Wesser 2000).

5.2 Lebka

Při kremacích v moderních pecích za vysoké teploty často dochází k rychlému vysušení a karbonizaci měkkých tkání hlavy. Mozek v neotevřené lebce vydrží prakticky zachován beze změny asi až do teploty 400 – 500 °C. Postupně však narůstá tlak v lebeční dutině, který vytváří odpařování vody a

CO₂ z rozkládajících se bílkovin mozkové tkáně. Při dosažení teploty nad 700 °C se tlaky uvnitř a vně lebky vyrovnávají. Toho je z pravidla dosaženo dvěma způsoby.

Prvním z nich je prasknutí lebky. Běžně sice vykazuje trhliny, ale svůj tvar si víceméně drží. V extrémních případech dochází k roztrhnutí lebky explozí (Pope – Smith 2004). Čelní kost praská velmi často v oblasti šupiny a téměř vždy napříč. Paralelně praskají *lamina externa* a *lamina interna* ostatních lebečních kostí klenby. Na rozsáhlých plochách se poté oddělují od *diploe* (Pope – Smith 2004). Vnější stěna lebeční klenby je vystavena vysokému žáru, zatímco stěna vnitřní je ochlazována mozkovou tkání, která obsahuje vysoký podíl vody (asi 80% své hmotnosti). Působením vysoké teploty dochází ke smršťování kompakty vnější stěny lebeční kosti a jejímu praskání a následnému oddělení od *diploe*. Důsledkem toho může být preformace lebeční stěny a vyhrěznutí mozku, jehož hmota se pod vlivem vysokých teplot rozpíná (Pope – Smith 2004).

Druhým způsobem je ten, kdy lebka zůstává intaktní, přičemž přetlak uniká přirozenými otvory v lebce či se snižuje difúzními změnami.

Závěrečná fáze rozpadu lebky a její konečný rozpad je způsoben vzniklými prasklinami a malou mechanickou pevností pálených kostí. U kremací, známých z archeologické evidence, nelze vyloučit, že lebka mohla zůstat dlouhodobě zachována vcelku, neboť se předpokládá nerovnoměrné působení tepla na spalované kosti, které se odvíjí od přístupu kyslíku, použitém palivu a panujícím počasí (Prokeš 2007).

5.3 Trup

Při studiu působení ohně na trup lidského těla je nutné brát zřetel na významnou roli obsahu vody ve vnitřnostech, která je stejně jako u mozku zastoupena zhruba z 70% až 80% váhy jednotlivých orgánů. Právě vysoký obsah vody indikuje vznik gradientu teploty (Prokeš 2007). Dalším faktorem, který významně ovlivňuje průběh spalování trupu je množství podkožního tuku. Ten je hlavní příčinou vzniku knotového efektu (Benecke 1998).

5.4 Teplotní gradient

Gradient teploty je jev, při kterém teplota působící na stejný objekt kolísá v jeho jednotlivých částech v závislosti na různých podmínkách a působí tak nerovnoměrně. V případě spalování lidských ostatků se tento termín užívá, když vysoká teplota působící na vnější část těla nepronikne do vnitřní dutiny. Vysoký obsah vody v orgánech zabraňuje jejich spálení. I u silně ohořelých mrtvol tak lze pozorovat vcelku dobře zachovalé vnitřnosti např. žaludek, játra, močový měchýř, dělohu a srdce i přesto, že vnější část těla podlehla absolutní destrukci (Benecke 1998). Efekt teplotního gradientu se uplatňuje hlavně při krátkodobém působení vysokých teplot a byl velmi dobře pozorován především v moderních krematoriích, kde dojde k zuhelnatění vnější svalové tkáně, kdežto ve vzniklých skulinách hrudního koše je patrné tmavě červené syrové maso. Žebra se posléze odpojí od hrudní kosti a vždy se mírně rozestoupí do laterálních směrů (Benecke 1998). Pánevní kost se v místě *facies syphisialis* rozdělí a také mírně rozevře. Kontrakcí zádového svalstva se zaklání hlava spalovaného jedince, spíše však zůstává dlouho spojena s trupem. Odděluje se až před samým závěrem spalování. Z toho důvodu zůstává dolní čelist ve své anatomické pozici. Jen výjimečně se hlava oddělí od těla dříve (Prokeš 2007).

5.5 Knotový efekt

Při knotové efektu je zřejmý předpoklad absence relativně stálého zdroje tepelné energie. Tedy v případech, kdy je hoření pouze iniciováno menším množstvím paliva např. malé množství hořlavé kapaliny, která stačí pro vznícení, ale pro další zásobování ohně energií je nedostačující. V takových případech je hlavním mechanismem destrukce těla právě knotový efekt. Tento jev je založen na teorii, která předpokládá upřednostnění spálení těch částí těla, které mají dostatečné množství podkožního tuku, aby samotná prezence tuku zásobovala proces hoření. Dále je nutné, aby byly tyto partie pokryty oděvem nebo nějakou jinou tkaninou. Zkapalněný podkožní tuk se totiž vsakuje do oděvu, který se pak chová jako knot podporující hoření (Benecke 1998). V experimentální studii, prováděné na čerstvě zabitém praseti

obaleném do bavlněné tkaniny, bylo prokázáno, že k iniciaci hoření a následného knotového efektu stačil pouze 1l benzínu. Za přítomnosti dostatečného množství tělesného tuku a porézního tuhého uhlíkatého materiálu bylo tělo zvířete spáleno během několika minut (DeHaan – Nurbakhsh 2001). Už při zuhelnatění kůže jsou organické látky spáleny a orgány pod pokožkou jsou lomivé a evokují vaření. Kůže příčně puká samovolně a při nepatrném násilí či manipulaci s mrtvolou puká i břišní stěna (Benecke 1998). K zažehnutí podkožního tuku je třeba teploty přibližně 250 °C, ale textilní knot hoří, když teplota po zažehnutí klesne na 24 °C. I v případech kdy již nepůsobí vnější zdroj tepla, pokračuje hoření jako pomalý pasivní jev (DeHaan – Nurbakhsh 2001). Tímto mechanismem je vysvětlován fenomén „samovznícení“ a následné spontánní uhoření, které se občas objevuje i v beletrii.

Důsledkem knotového efektu je možné předpokládat rychlejší průběh spalování těla a větší míru poškození a deformaci kosterního materiálu u jedinců s větší mírou tělesného tuku, tedy obézních, než u jedinců kachektických.

5.6 Končetiny

Vzhledem k předchozím kapitolám je evidentní, že průběh hoření končetin, jako periferních částí těla s absencí orgánů, obsahující velké množství vody, bude v jisté opozici k hlavě a trupu. I přesto je možné v souvislosti s popisem průběhu hoření končetin důležité zmínit jistý jev, který může do jisté míry přiblížit charakter průběhu žehu. V případě, že působení ohně natolik destruktivní, že ze spáleného jedince nedochovají pouze fragmenty, je možné pozorovat tzv. boxerskou pozici. Horní končetiny jsou přitaženy k tělu a ohnuté v loktech a v zápěstích. Dolní končetiny jsou rovněž mírně ohnuty v kyčelních kloubech, což je způsobeno tím, že mohutnější flexory mají jistou převahu na extenzory. Pro dokreslení celé situace tzv. boxerské pozice je třeba ještě zmínit i polohu zbytku těla. Tím, že dojde ke smrštění zádového a šíjového svalstva, tak se hlava lehce zakloní a hrudník má tendenci se vypínat vpřed. Tato pozice je známa z mnoha forezních

případů (Schmidt 2008), ale také například u jedince, který byl archeologicky exkavován po katastrofickém zániku v Pompejích.

Mrtví jedinci bývají často ukládáni do nějaké schránky, ve které jsou spáleni, anebo pouze na hranici s rukama sepjatýma nad břichem. V důsledku odpařování vody vlivem vysoké teploty se smršťují svaly a šlachy, které tak pomalu zvedají paži v ramenním kloubu, někdy až nad hlavu. V některých případech se paže ohýbají i v lokti. V dalším postupu se od horní končetiny oddělují prstní články a posléze i metakarpy, částečně již podélně popraskané a nakonec kosti zápěstí. Pokud se paže oddělí v celku, rozpadá se stejným způsobem v závislosti na epicentru tepelného zdroje. Často však zůstává *humerus* v ramenním kloubu a kosti předloktí se oddělí, až když už nejsou zachovány žádné ze svalů a šlach, které by bránily jejich oddělení od paže. Destrukce spodní končetiny probíhá v podobném pořadí, dokud nezůstává pouze *femur* připojen v kyčelním kloubu (Dokládál 1999).

5.7 Pohřby neúplně spálených těl

S pohřby neúplných těl, jevících známky spálení je možné se setkat také i v archeologickém kontextu (Dokládál 1999). Rozdílné stupně žehu, působící na lidské tělo je možné klasifikovat podle Crow – Glassmanovy stupnice z roku 1996, která je přebírána dalšími autory (např. Schmidt 2008, Prokeš 2007; Dokládál 1999).

CGS 1 - Pokud poškození těla odpovídá spíše působením kouře a stopy ohně se nijak neprojeví na skeletu.

CGS 2 – Na těle jsou evidentní stopy působení různého stupně žehu na jednotlivé partie. Mohou také chybět některé části končetin.

CGS 3 – Absence převážné části končetin. Hlava je přítomna, ale je výrazně destruována žehem.

CGS 4 – Rozsáhlé poškození ohněm. Některé části končetin mohou být připojeny k trupu. Hlava je silně fragmentována a oddělena od těla.

CGS 5 – Kremace. Pozůstatky jsou vysoce fragmentované neúplné a roztroušené.

5.8 Zachovalost jednotlivých částí skeletu

Mezi faktory, které ovlivňují zachovalost skeletu, patří před-kremační stav jedince. Především to, zda byl jedinec pálen ihned po smrti nebo s nějakým časovým odstupem, ale také zda nebyly páleny pouze suché kosti (Uberlaker 1991; Thompson 2004). Čerstvá kost je komplexní materiál, který obsahuje množství vody, krev a kostní dřev s vysokou koncentrací tuku. Samotný obsah tuku je jedním z iniciátorů hoření (viz. knotový efekt) a tudíž u průběhu hoření čerstvých kostí je možné očekávat fluktuující a turbulentní plameny, které u suchých kostí pozorovat nelze. To je jeden z důvodů odlišné fragmentace jednotlivých skeletů (DeHaan – Nurbakhsh 2001). Dalšími faktory jsou samozřejmě přístup kyslíku, kvalita paliva, délka žehu, ale velmi významně se projevuje způsob uložení na hranici nebo při kremaci v peci (Uberlaker 1991). Faktory ovlivňující fragmentaci kosterních pozůstatků, které prošly tepelnou alterací, tedy ty činnosti aplikované po samotném žehu, mají také obrovský význam na zachování skeletu. Patří mezi ně např. hašení doutnajících hranice vodou, záměrné drcení, vybírání spálených fragmentů ze žároviště, způsob a místo jejich uložení, tedy do jaké míry budou ovlivněny post-depozičními procesy a v neposlední řadě také jejich vyzvednutí, v archeologické praxi, a manipulace s ostatky ve sféře lékařsko-soudní (Schmidt 2008; Uberlaker 1991).

Míru fragmentace spálených pozůstatků je možné blíže specifikovat stanovením distribuce průměrných lineárních rozměrů kostních úlomků v ostatcích. Kvantifikaci kosterních pozůstatků lze provést stanovením jejich hmotnosti nebo objemu srovnáním s referenčními hodnotami, získaných z moderních kremací a experimentálních studií (Dokládál 1999, Thompson 2004). Reprezentativnost žárových pozůstatků je možné odhadnout sledováním zastoupení různých částí těla nebo typických anatomických prvků v souboru (Dokládál 1999; Uberlaker 1991; Schmidt 2008).

5.9 Lebka

Rozdílnost ve spálení *lamina externa* a *lamina interna* je způsobena ochlazováním vnitřní stěny lebečních kostí mozdem (viz. hoření těla). Neúplné spálení temporálních fragmentů může dokládat, že hmota temporálních svalů mohla kosti do jisté míry chránit před žářem (Pope – Smith 2004). Relativně dobré zachování obličejových částí kosti může indikovat polohu při spalování, kdy jedinec ležel na zádech a většina paliva byla pod ním, podobně je tomu i velmi silně přepálené kosti týlní (Prokeš 2007). Na druhé straně pokud jsou anteriorní a superiorní části lebečních kostí obličejové výrazně degradovány vysokým žehem, lze opět usuzovat o jiné křemáčnické poloze, kdy například byl jedinec uložen na zem a na jeho tělo bylo vyskládáno palivo (Pope – Smith 2004; Dokládál 1999).

5.10 Trup

Mezi axiálními prvky skeletu bývá většina spálena nekompletně, s výjimkou anteriorních segmentů kostí žeber a klíčních kostí, které právě bývají spáleny zcela. Obratle vesměs vždy vykazují neúplné spálení obratlových těl a úplné destrukci oblouků. Kompletní spálení anteriorních prvků a neúplné nebo částečné spálení prvků posteriorních jako jsou těla obratlů či lopatky může opět vést k úvaze o poloze těla na zemi a na ni navršené hranici a naopak (Dokládál 1999; Prokeš 2007)

5.11 Končetiny

Diafýzy dlouhých kostí jsou velmi často zcela spáleny, kdežto epifýzy mohou být poměrně dobře zachované. Důvodem může být pokrytí kloubů vazy a synoviálními váčky, které chránily kost před působením křemáčnického žáru (Prokeš 2007). Distální partie horních i dolních končetin mohou vykazovat nejmenších stupňů přepálení. Nejpravděpodobnější vysvětlení tohoto jevu je takové, že tyto partie byly nejvíce vzdáleny od centra žehu a tak pokud nebyla křemace kontrolována a usměrňována zůstaly tyto segmenty skeletu na okrajích pálené hranice.

6 TEPELNÉ ZMĚNY KOSTNÍ TKÁNĚ A ODHAD TEPLoty KREMACI

Intenzitu působení ohně a teplotu při kremaci lze velmi zhruba odhadnout podle stupně přepálení kostí, který evokují především barevné změny na povrchu kosti (např. Dokládál 1999). Během působení žáru na kosterní pozůstatky dochází k řadě procesů, které se odrážejí i ve změnách mechanických vlastností kostí (Dokládál 1999, Thompson 2004)

Při teplotách kolem 300 – 400 °C dochází ke zvýšení vzájemného poměru uhlíku a kyslíku (C/N) v kosti a ke snížení poměru glycinu a glutamové kyseliny (Gly/Glu), reprezentující poměr mezi kolagenovou (Gly) a nekolagenovou (Glu) proteinovou složkou kosti (Thompson 2004). Při působení teploty 700 °C na kost, dochází ke ztrátě krystalické vody a rekrystalizaci a také dochází k úniku CO₂. Konverzí vzniká pyrofosfát, který se od 800 °C váže hydroxyapatitem na whitlockit. Whitlockit je charakteristickou součástí minerálů spálených kostí a lze jej prokázat rentgenostrukturní analýzou (Uberlaker 1991). Z pouhé presence whitlockitu v kostním minerálu však ještě není možné vytvářet rezolutní závěry o působení vysoké teploty na kost, protože může za vhodných podmínek, především přítomností hořčíku v místě uložení, vznikat i v nespálených kostech (Thompson 2004). Změny minerální fáze mají za následek změny struktury a mechanických vlastností kosti. Experimentálně byla pro kost zjištěna míra minima mechanických vlastností při teplotě 400 °C. Poté pevnost vzrůstá a při teplotě 800 °C dosahuje více než dvojnásobek počáteční hodnoty To je způsobeno sintrací kosti při teplotách 700 – 800 °C, kdy dochází k fúzi krystalů kostního minerálu. Lamelární struktura kosti ustupuje homogenní struktuře, ztavení krystalů podmiňuje zmenšení objemu a to vede k charakteristickému smršťování kostí vystavených působení tepla (Dokládál 1999; Schmidt 2008). Přejídná fáze mezi lamelární stavbou a homogenní strukturou je charakteristická velmi malou mechanickou pevností, získávají křídovitý charakter. Tyto změny v krystalické struktuře kosti vedou ke snížení rozpustnosti kosti (Dokládál 1999). Lepší zachování žárových pozůstatků ve srovnání s kostrovými je možné pozorovat i na archeologických lokalitách (Prokeš 2007).

7 VÝSLEDKY

Z důvodu neprovedení experimentu. Není možné žádné výsledky uvádět.

8 DISKUZE

Diplomová práce se bude věnovat pre-kremační tafonomii kosterního materiálu (např. Lyman 1994). Z archeologické i forenzní praxe vyplývá, že znalost tohoto faktoru je velmi důležitou součástí při rekonstrukci událostí, které předcházely celému procesu pálení. Kromě „tradičních“ představ o žárovém pohřebním ritu, u kterého se předpokládá pálení mrtvých bez předchozí manipulace s jejich měkkou tkání, je možné se v literatuře setkat s případy, kde tomu tak pravděpodobně nebylo. Jednu z „netradičních“ rituálních praktik indikují nálezy kosterních pozůstatků kanadských arktických skupin, pocházejících z lokality Saunaktuk. Pozůstalí zde zřejmě zemřelého zbavili měkkých tkání a teprve takto upravenou kostru vystavili ohni (Walker 2001). Z evropského pravěku je v literatuře diskutován další možný model funerálního chování, který odporuje běžnému nakládání s mrtvými při kremačním rituálu. V srbské lokalitě Vlasac, nedaleko mnohem známější mezolitické stanice Lepenski Vir, autoři výzkumu interpretují některé tamní pohřby jako žárový ritus „in situ“ tedy, že jedinec je nejdříve inhumován a později po dekompozici měkkých tkání jsou spáleny suché kosti (Boric et al. 2009).

Výzkumu tafonomie kostí v průběhu kremace se v minulosti věnovalo hned několik autorů (např. Baby 1954; Binford 1963; Thurman – Wilmore 1981). V době nedávno minulé např. Shipman, Foster, Schoeinger (1984) Dokládal (1999). V současnosti to jsou především Thomson (2004, 2005, 2009) dále Uberlaker (2007) a Goncalves (2011). Každý z těchto jmenovaných badatelů

využil ke svému studiu experimentu, při němž páčil lidské nebo zvířecí kosti a poté hodnotil množství faktorů, které alteraci kostí při kremaci ovlivňují. Kromě jiných se tyto studie zaměřily také na morfologii fraktur spálených fragmentů. V důsledku výše zmiňované problematiky pre-kremačního nakládání se zesnulými jedinci v archeologickém kontextu (např. Baby 1954; Binford 1963; Goncalves 2011) nebo také lékařsko-soudní praxi (např. Uberlaker 2007) při svých experimentech rozlišovali tři základní předkremační stavy kostí. Kostí pokryté měkkou tkání, kosti čerstvě zbavené měkké tkáně a kosti suché. U každé z těchto kategorií byl poté popsán daný typický lom, na jehož základě by měl být stav kosti před spálením bezpečně identifikován. Je velmi zážející, že takřka polovina těchto pokusů skončila v opozici, k té druhé. Goncalves (2011) na to při svém experimentu upozornil a nastolil tak otázku do jaké míry jsou tyto závěry akceptovatelné.

9 ZÁVĚR

Ve stručném přehledu informací, které byly nashromážděny během studia spálených kostí, je možné vycítit velký potenciál environmentálních metod ve studiu působení ohně na lidské pozůstatky. Tato práce zdaleka nepředstavila možnosti, které se v moderním přístupu ke studiu tafonomie kremačních pozůstatků, ale spíše se zaměřila na představení získaných výsledků, které je možné využít při interpretacích některých jevů, spojených s pálením lidských pozůstatků.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

Baby, R. S. 1954: Hopewell cremation practices, Ohio Hist. Soc., Papers Archaeologist 1, 1–17.

Benecke M. 1998: Spontaneous human combustion: Thoughts of a forensic biologist. Skeptical Inquirer 22:47–51.

Binford, L. R. 1963: an analysis of cremations from three Michigan sites, Wisconsin Archaeologist 44, 98–110.

Boric, D et al. 2009: Mesolithic cremations as elements of secondary mortuary rites at Vlasac (Serbia). Documenta Praehistorica XXXVI, 247- 282.

Brozek J. 1965: Human body composition: models, methods, applications. 3: 3 –19.

DeHaan JD, Nurbakhsh S. 2001: Sustained combustion of an animal carcass and its implications for the consumption of human bodies in fires. J Forensic Sci 46(5).1076–1081.

Dokláda, I M. 1999: Morfologie spálených kostí. Význam pro identifikaci osob. Brno: Masarykova univerzita v Brně.

Gonçalves, D., et al. 2011: Implications of heat-induced changes in bone on the interpretation of funerary behaviour and practice. Journal of Archaeological Science 38(6). 1308-1313.

Kaup Y, Weser U. 2000: Ancient metalloenzymes as possible markers in molecular archaeology. Journal of Inorganic Biochemistry 79. 1–6.

Lyman, R. L. 1994: Vertebrate Taphonomy. Cambridge: Cambridge University Press.

Pope E. J., Smith O. C. 2004: Identification of traumatic injury in burned cranial bone: an experimental approach. J Forensic Sci. 49(3):431–40.

Prokeš L. 2007: Posmrtné změny a jejich význam při interpretaci pohřebního ritu: (ke vztahu mezi archeologií a forenzními vědami). ÚAM FF MU.

Shipman, P. Foster, G. Schoeinger, M. 1984: Burnt Bones and Teeth: an Experimental Study of Color, Morphology, Crystal Structure and Shrinkage. *Journal of Archaeological Science* 11, 307-325.

Schmidt C. W. 2008: The analysis of burned human remains. London. Academic.

Thompson, T.J.U. 2004: Recent Advance in the Study of Burned Bone and Their Implications for Forensic Anthropology. *Forensic Science International* 146, 203-205.

Thompson, T.J.U. 2005: Heat-induced dimensional changes in bone and their consequences for forensic anthropology. *Journal of Forensic Science* 50, 1008-1015.

Thompson, T. J. U., Gauthier, M., Islam, M. 2009: The application of a new method of Fourier Transform Infrared Spectroscopy to the analysis of burned bone. *Journal of Archaeological Science* 36, 910-914.

Thurman, M. D., Wilmore, L. J. 1981: A Replicative Cremation Experiment. *North American Archaeologist* 2, 275-283.

Uberlaker D. H. 1991: Perimortem and postmortem modification of human bone. Lessons from forensic anthropology. *Anthropologie* 29.

Ubelaker, D. H., Rife, J. L. 2007: The practice of cremation in the Roman-era cemetery Kenchreai, Greece: the perspective from archaeology and forensic science. *Bioarchaeology of the Near East* 1, 35-57.

Walker, P. L. 2001: A Bioarchaeological Perspective on the History of Violence. *Annual Review of Anthropology* 30, 573-596.

11 RESUMÉ

This version of Master thesis is horrible mistake. Submitted work could be about research of bone surface in depends of pre-cremation manipulation. But it doesn't. Actually this paper isn't about anything, besides assembly of drivels and hot needle nonsense. I really didn't want to steal your time during reading that, so I'm genuinely and openly sorry for it. I believe, that next version will be satisfaction for everyone and especially for my thesis supervisor, because I totally disappointed her in every aspect of our cooperation.