

Základní metody kosterní antropologie

Jana Velemínská

1. TAFONOMIE



Definice tafonomie

- Studium okolností smrti, „zákonitosti doprovázející pohřbívání“ (Efremov, 1940)
- Studium osteologických nálezů z hlediska jejich modifikace a místa uložení (Bonnischen, 1989)
- Rekonstrukce života fosilie(í) podle indicií v čase úmrtí (Olsen, 1980) – tafonomie zahrnuje aspekty přechodu živ. organismu z biosféry do litosféry;

archeologové hodnotí místo nálezu, paleontologové a paleoantropologové pak organismy; multidisciplinární obor (vědy biologické, kulturní, geologické)

Hlavní cíle:

1. rekonstrukce paleoprostředí
 2. určení faktorů způsobujících destrukci a opotřebovávání kostí
 3. porozumění selektivnímu transportu pozůstatků
 4. odlišení „lidského“ od jiného působení ve smyslu modifikace kosti
- Forenzní antropologie zahrnuje kromě 1. cíle dekompozici měkkých tkání (disartikulace, disperze složek těla, modifikace měkkých tkání i kostí)

Společné klíčové cíle: odhad času a okolností smrti, odlišení postmortálních změn, identifikovat faktory vztahující se ke zbytkům lidských pozůstatků

Forenzní tafonomie kontra tafonomie

forenzní pracovníci

- z tafonomického hlediska se **zabývají okolnostmi smrti**, perimortálním obdobím, postmortálním obdobím **v rozpětí hodin**, ... výj. několika roků, zatímco paleontolog zkoumá daleko dále v historii
- **zkoumají depozici měkkých tkání**
- **zkoumají většinou biologii individuí** – zjištění identity člověka, příčin a způsobu smrti (tafonomové zkoumají chování a ekologii populací a jedinců v minulosti)

historický výzkum – 3 fáze

1. získat a zpracovat historická data
2. zjistit současná data
3. konfrontovat historická a fakta se současností

Forenzní pracovníci i archeologové skládají dohromady puzzle, odlišnými metodami a navzájem se doplňují. Archeologické místo výzkumu je analogické s místem činu – archeologové potřebují rekonstruovat místo, aktivity a sekvenci aktivit, jak se staly – techniky výzkumu jsou aplikovatelné ve forenzní antropologii. Naopak forenzní metody (stopy po palných zbraních a krvi) jsou využitelné v archeologii.

Aktuální modely – princip analogie – je vytvořena série kroků, které zanechávají „stopy“ na kosti – porovnávání stop na kosti s modelovými vzory (př.: ohryz kostí)

- stopa – posuzování, velikosti, tvaru, orientace, frekvence, ...
- příčina – zkoumá se fyzická energie, která stopu způsobila
- efektor – materiál, který stopu způsobil
- chování – prehistorické vnější prostředí, ve kterém se děje určitá činnost, způsobující stopu
- ekologie – ekosystém a prostředí, ve kterém aktéři žijí (např. africká savana)

Artefakt (výrobek) ve vztahu k vnějšímu prostředí je daleko důležitější než sám o sobě, spojuje v sobě kulturní i přírodní síly (kulturní procesy jsou zemědělství, stavitelství, jednodenní tábory, ...)

Archeologové se zabývají materiálem, který kultury zpracovávají. Materiál kultury se mění stylem výroby i dizajnem v čase. Expertní posudky typu: výrobek nebyl vyroben dříve než ...

Existuje 5 fází, během nichž se organismus mění ve fosílii:

- život
- smrt
- rozklad mrtvoly
- fosílie
- zbytky fosílie

Carlson a Steele (1992): forenzní tafonomická historie zkoumá nejméně 2 druhy souvislostí (vazeb): 1, primární uložení (původní)
2, sekundární uložení

antemortální interval -díky vlhkosti a tučnosti kostí v antemortálním období jsou častější spirální zlomeniny, stopy hojení

perimortální interval – období okolo smrti

-zvláštní význam při zkoumání smrti – hranice mezi rozkladem měkkých tkání a odhalením kostí, kosti jsou vystaveny modifikujícím vlivům. Důležité je odlišit zranění a určit dobu jeho vzniku – může to být velmi zavádějící (hlavně odlišení perimortálního od antemortálního zranění).

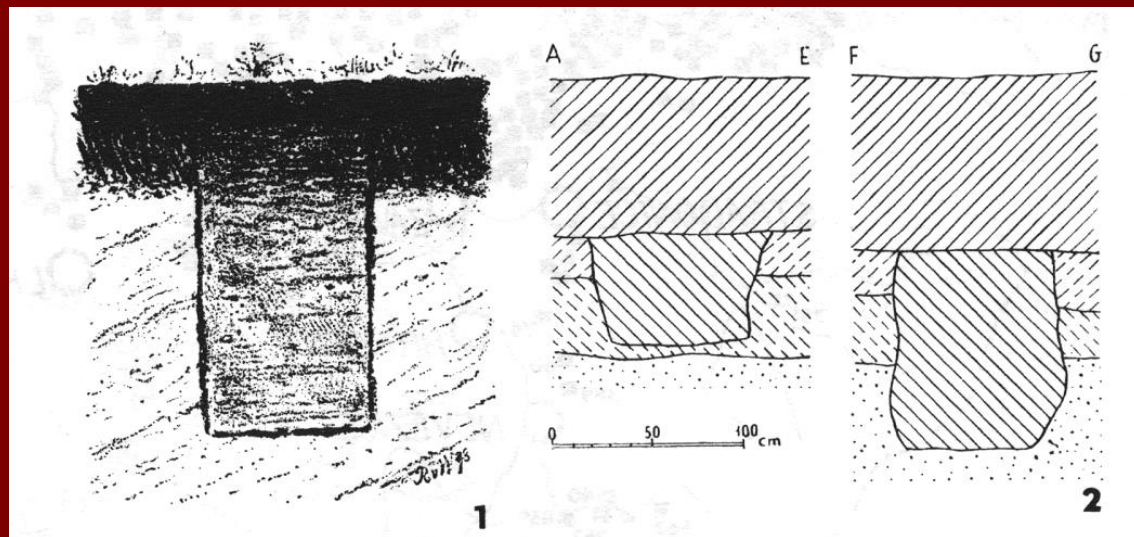
postmortální interval – je těžké zjistit jednotlivé fáze, hl. jejich absolutní čas.

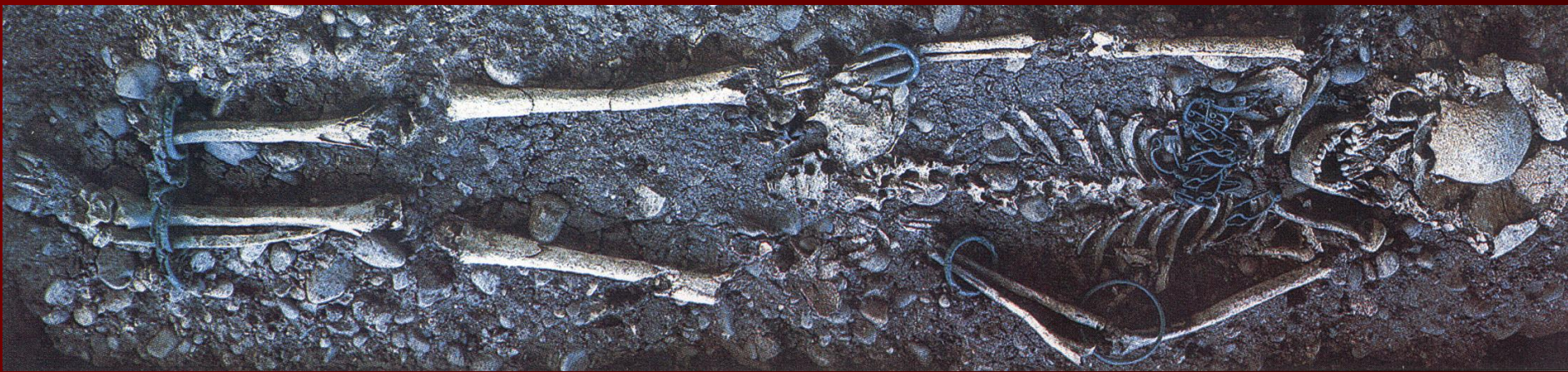
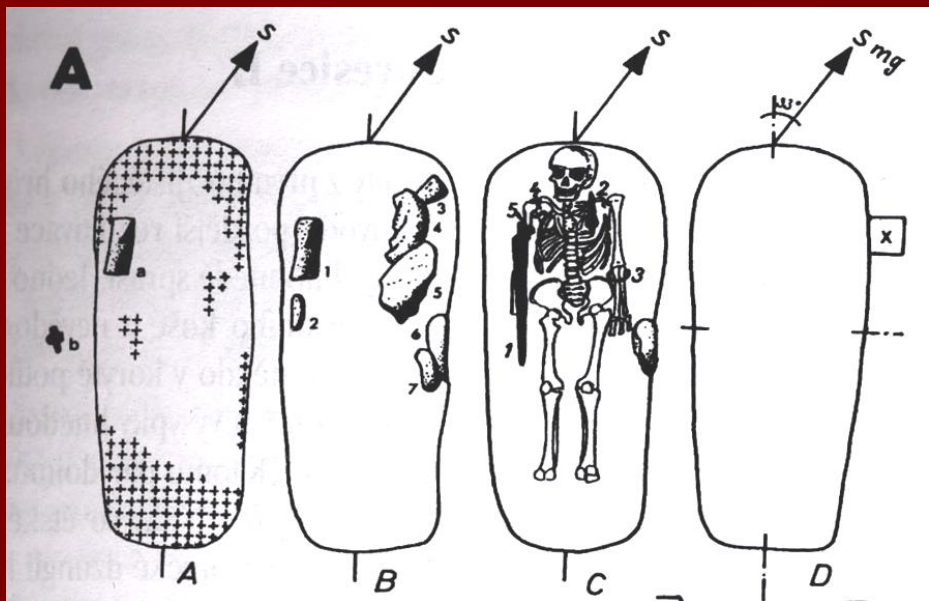
Důležitou roli zde hraje počasí, čas, zvětrávání.

Postmortální zranění – kosti jsou křehčí jasný zlom a častěji kolmo na osu kosti.



Tento letecký snímek vegetačních příznaků brobových jam keltského pobřežského pobřeží pořídil z dolnoplošníku přes okénko mostecký archeolog dr. M. Smrž roku 1994. Snímkována byla lokalita Strkovice na okrese Louny, kde byl ve stejné době prozkoumán keltský hrob. Na fotografii se pod tmavšími obdélníčky v orientaci severozápad-jihovýchod patrně skrývají archeology dosud nedotčené keltské broby. (Z. Smrž, ÚAPPSZČ, č. neg. 47-29/94) / Ko str. 26





Tafonomické sledování lidských pozůstatků

je jiné než u zvířat, neboť existují různé typy pohřbívání (kremace, balzamování, ...)

Odhad postmortálního intervalu

současné výzkumy dokumentují, jak **variabilní rychlost rozpadu** může být faktory: teplota, déšť, oblečení, typ pohřbu, hloubka hrobu, míra ohryzu a disartikulace, rozsah perimortálních traumat, tělesná váha, hlavní přírodní podmínky;

model postmortálních změn se mění regionálně mezi mikroprostředími

- suché prostředí – rychlé proudění vzduchu – mumifikace (např. jižní Arizóna)
- tropické oblasti – skeletalizace i během 2 týdnů
- zmrznutí a roztání
- adipocere – zmýdelnění – v bažinách bez přístupu vzduchu



Tišice. Zelené zbarvení na kořenech špičáku a třenového zubu je poměrně ojedinělé.



Typické zelené zbarvení vzniká při kontaktu kosti s bronzovými předměty a je následkem impregnace kostí sloučeninami mědi. Někdy si ozdoby podle zeleného zbarvení kostí pouze domýšlíme. Nejčastěji nacházíme stopy po bronzových předmětech na předloktí nebo na kosti vřetenní (brob č. 53 z Tišic). / Ke str. 193.



Rekonstrukce vnějšího prostředí:

← zelené zbarvení
(měď)

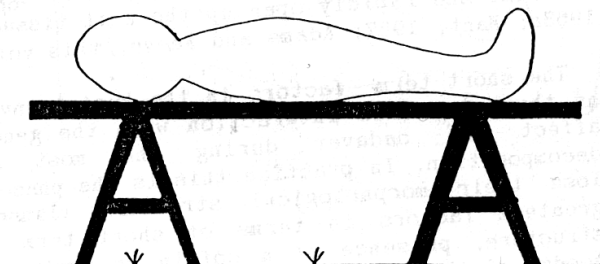
Hnědé zbarvení-
rašelina

zelené řasy – vlhko a stín

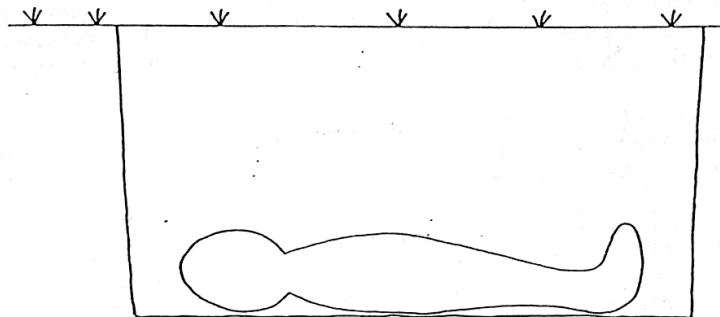
hlína v ústním otvoru –
pohřeb do hlíny

vybělení povrchu kosti,
sluneční expozice
(i slaná voda)

adipocere – vlhko bez
vzduchu, měkké
tkáně nehnijí



Above ground: higher temperature, diurnal fluctuations, higher oxygen and lower carbon dioxide. Easy access by decomposer organisms, rats, dogs and flying insects



Below Ground: lower temperature, less diurnal fluctuations, lower oxygen, higher carbon dioxide due to limited gas exchange, burrowing soil invertebrates

Těla nepohřbená v zemi

– rozklad daleko rychlejší, neboť půda a rakev brání působení mikro a makroorganismů a volné difuzi plynů. Dokonce i ponechání mrtvoly určitou dobu před pohřbem stačí k urychlení rozkladu (hmyzí vajíčka a mikroorganismy, urychlující rozklad v zemi).

Krátkodobé působící faktory v prostředí hrobu

- působí na mrtvolu během nejaktivnější fáze časného rozkladu, měkké tkáně ztrácejí jejich morfologickou strukturu (Janssen, 1984).
- **struktura hrobu**: přítomnost rakve, hrobka, hrobová výbava, šaty, rubáš – tyto mohou potlačit obecné působení půdního prostředí.
- **vlastnosti půdy**

Dlouhodobě působící faktory - po poškození rakve nebo hrobky -

v této fázi mají chemické vlastnosti půdy větší efekt než půdní biologie a výměna plynů skrz půdu.

Stárnutí typu hrobového prostředí (rakev, ..) a jeho působení na rozklad mrtvoly.

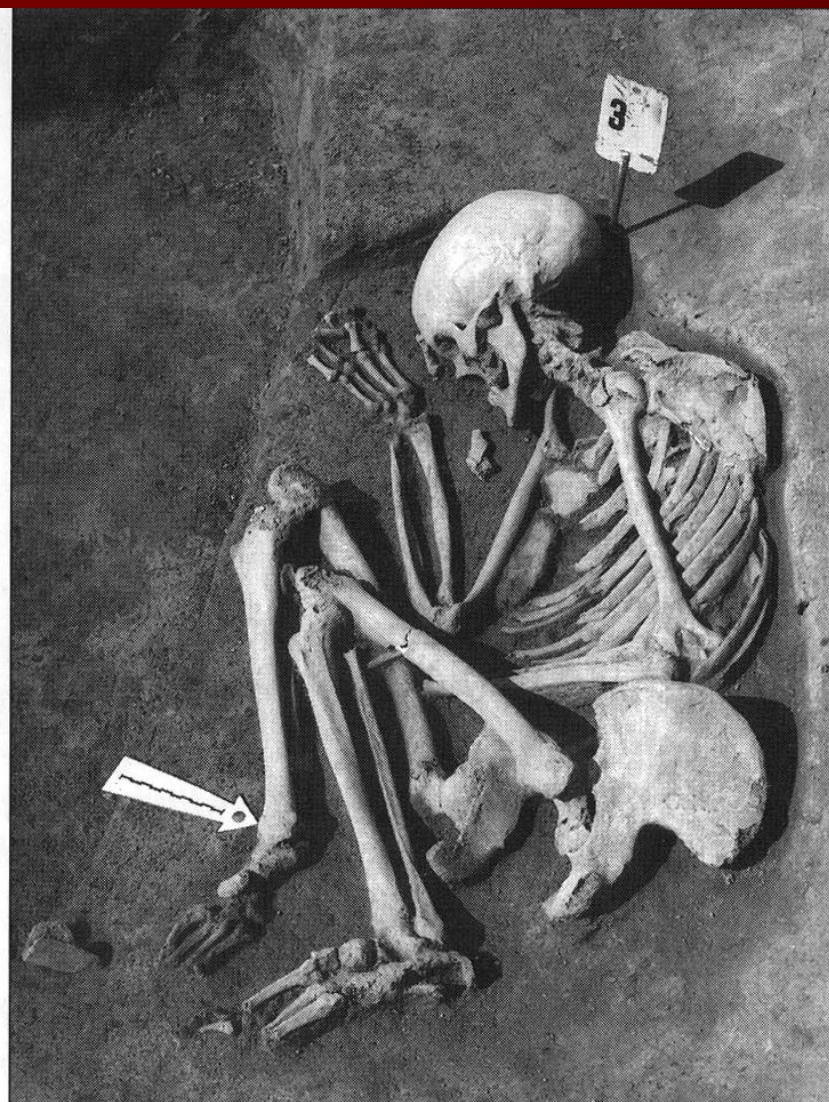
V severní Evropě **důkazy o pohřbech z období středního a svrchního paleolitu, mezolitu** – pohřbívání začalo do jednoduchých hrobových jam, postupně pak do dřevěných nebo kamenných rakví

d. bronzová - skrčenci, žáry v mladší a pozdní době bronzové

7.-5. století - pohřbívání do mohyl s dřevěnou komorou, mohyly s vozem (Halštát)

v Laténu - pohřbívání do rakví z vydlabaných polovin stromů nebo bez rakví (3. a 4. století BC), 2.-1. století - žáry

Slované - dřevěné rakve s pásovým kováním



Hroby mohou být ploché, nebo překryté mohylou země - několik typů:

mělké hroby bez rakví (obr. 2.1)

mělké hroby s rakví (obr. 2.2)

hlubší hroby bez rakve či s rakví (obr. 2.3 a 2.4)

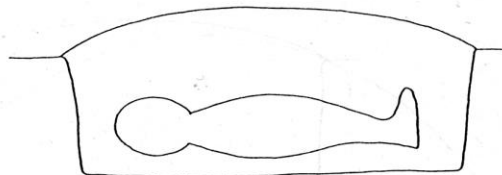


Figure 2.1

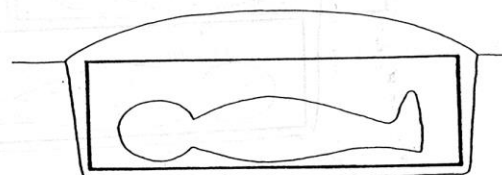


Figure 2.2

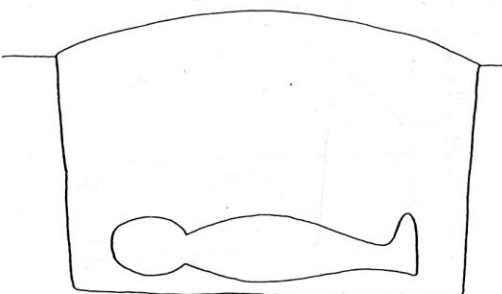
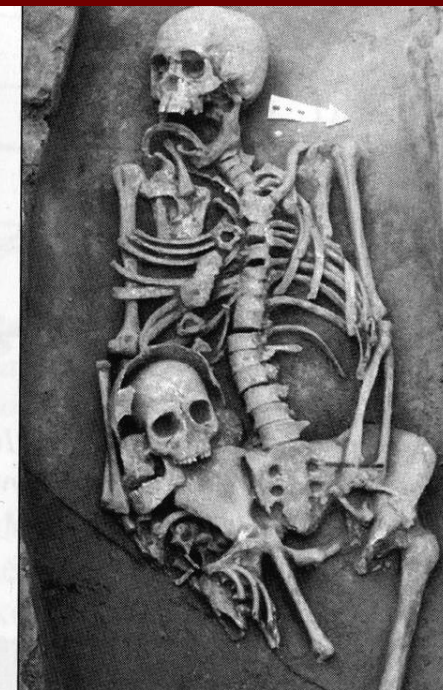


Figure 2.3



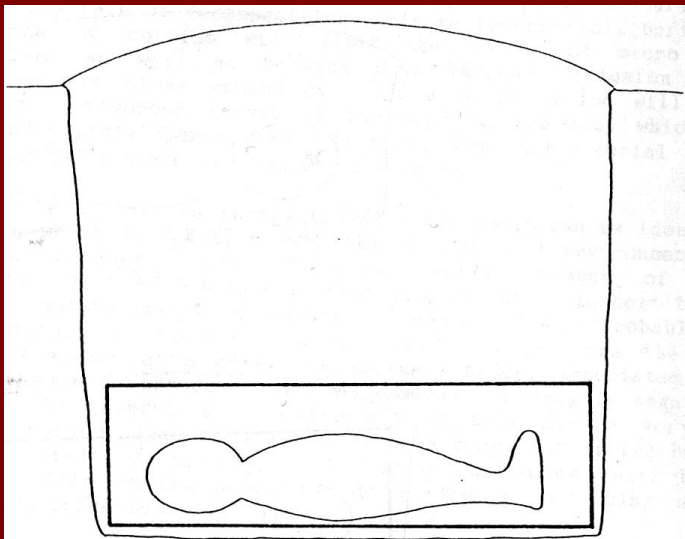


Figure 2.4

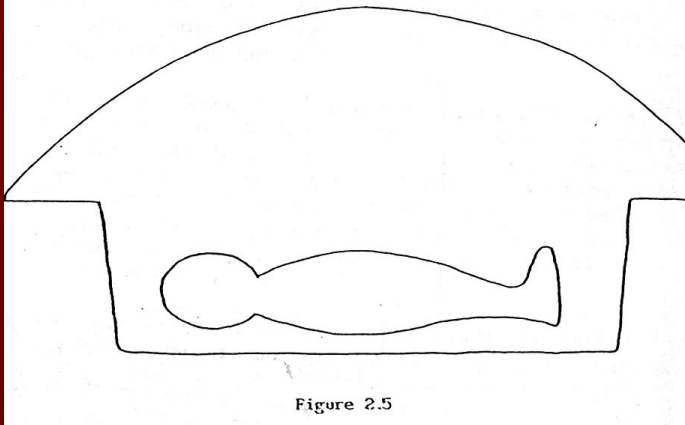
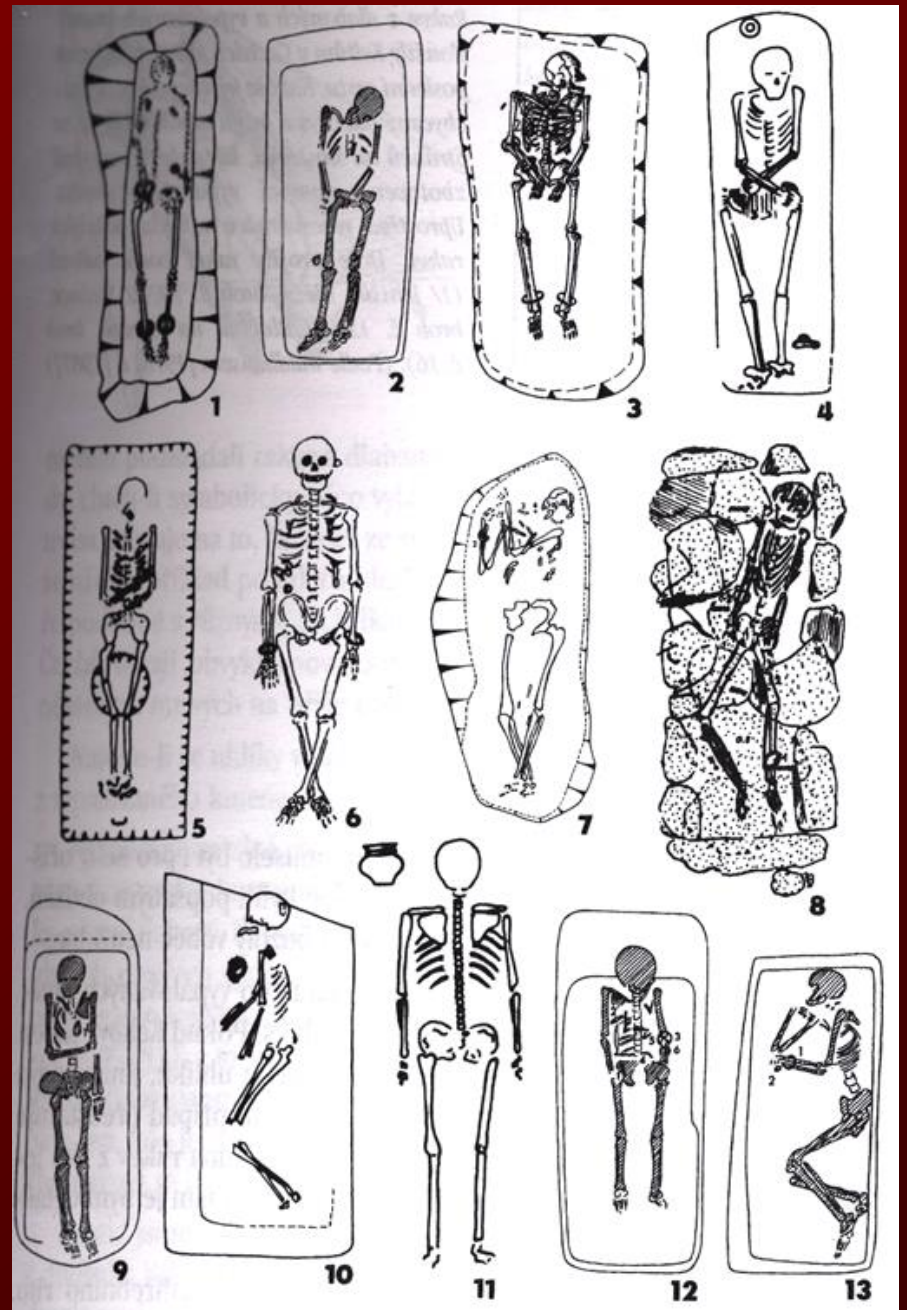
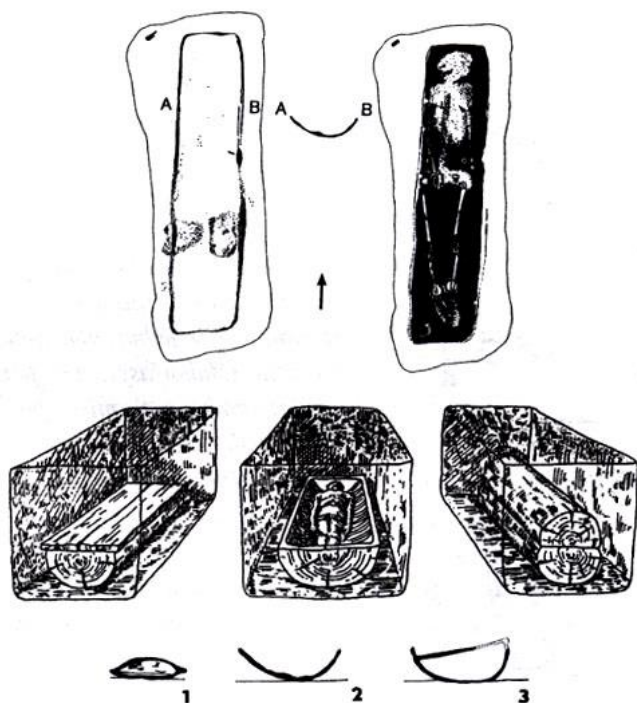
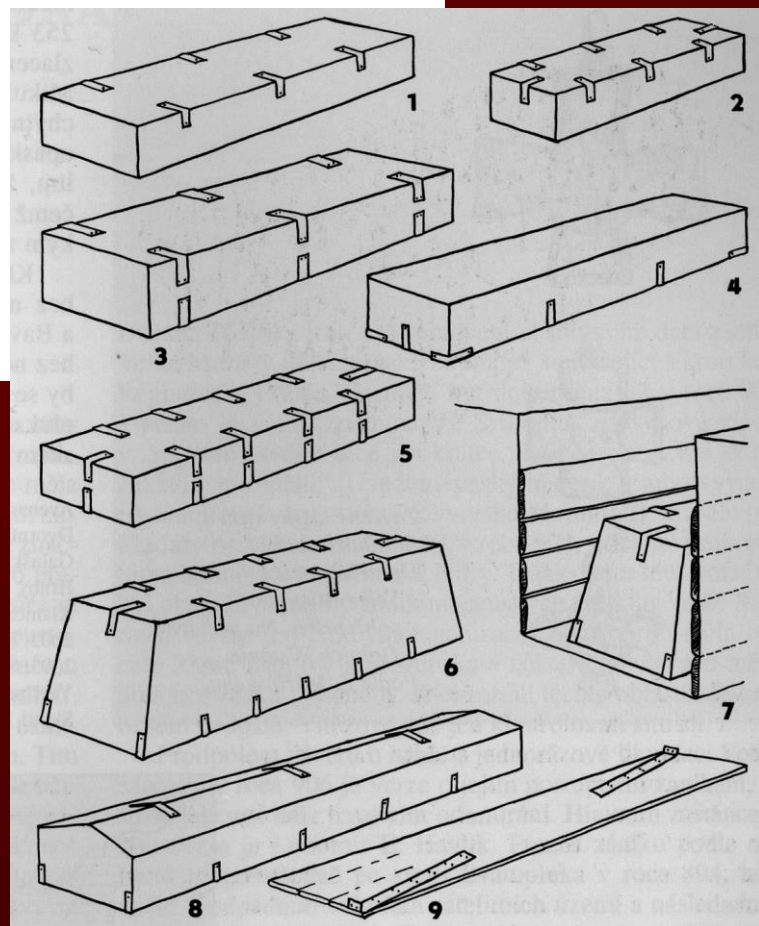


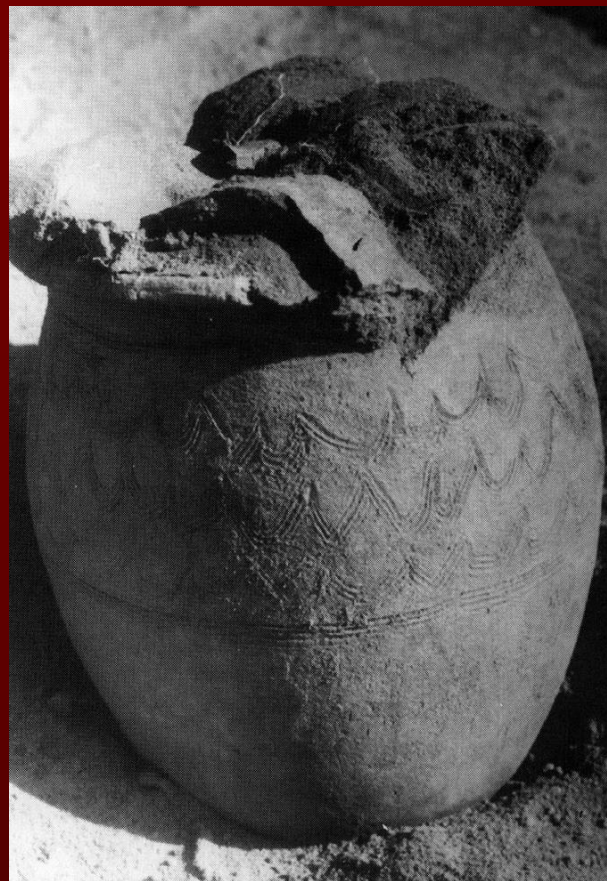
Figure 2.5





Rakve z dlabaných a vypalovaných kmenů sloužily Keltům v Čechách jako schránka na poslední cestu. Nahoře její archeologicky zachycený půdorys a profil u pohřbu č. 12 ze Stránců na Mostecku, kde byla nepochybně zhotovena pomocí vypalování ohněm. Uprostřed rekonstrukce vzhledu keltských rakví. Dole profily rakví podle nálezů (1/ Jenišův Újezd, brob č. 79, 2/ Stránci, brob č. 12, 3/ Blučina na Moravě, brob č. 16). (Podle Waldhausera [1978] a [1987])





Hroby s mohylami

Hrob s dřevěnou místností (márnicí) a mohylou – více vzduchu než v rakvi

Tyto různé typy mají vliv na přístup mikroorganismů, půdní fauny, regulace difúze plynů a tekutin a dekompozice těla, vlastnosti okolní půdy

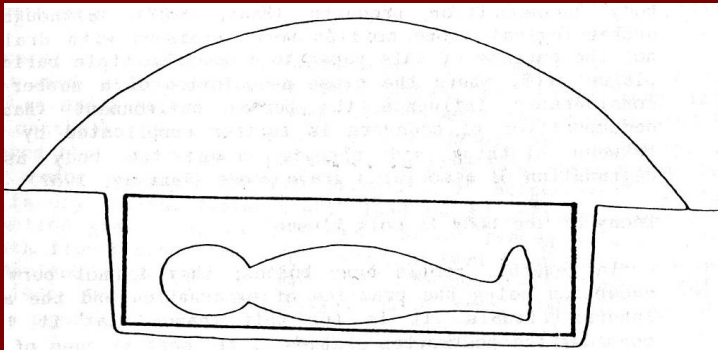


Figure 2.6

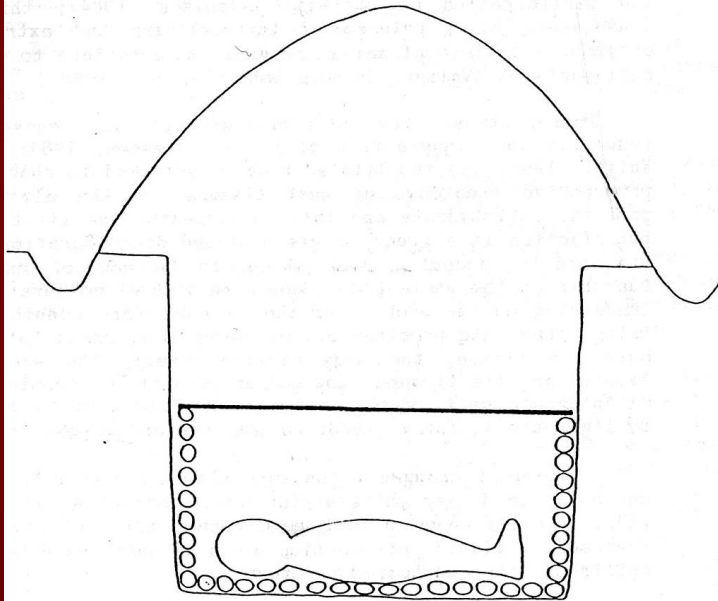
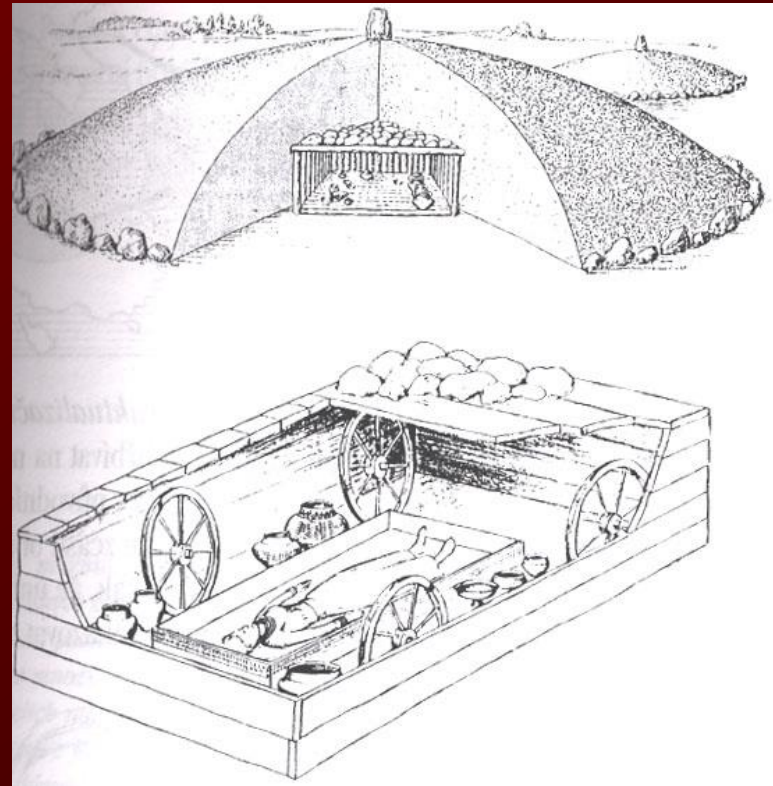


Figure 2.7



Rozklad těla: měkké tkáně

Autolýza je postmortální proces kvašení, který probíhá bez působení bakterií, ale díky intra a extracelulárním lytickým enzymům – dochází k selhání obnovy hmoty a selhání udržení iontových pump na povrchu buněk.

Tlení je oxidační proces dekompozice bílkovin (přítomnost O_2)

Hniloba je mikrobiálně a enzymaticky indukovaná redukce a zkapalnění tkání.

V měkkých tkáních se mění proteinová, karbohydrátová i tuková složka.

Znaky hniloby:

- zelené či zelenočervené zbarvení kůže v oblasti břicha, později krku, ramen, ...
- praská kůže a vytváří se na ní bublinky, tělní dutiny se zvětšují (mrtvolný emfyzém),
- obsah těla se zkapalňuje, ... skelet spojený vazy.
- hnilobu zpomaluje mráz, přítomnost solí ve vodním prostředí, vysoušení

Tuk se rozkládá dvěma typy reakcí, hydrolýzou a oxidací. Tělesný neutrální tuk (lipidy a glykolipidy) je vlastními lipázami rozkládán na glycerol a mastné kyseliny (olejová, stearová, palmitová, linoleová, ...). Oxidací mastných kyselin vznikají aldehydy, ketony, CO_2 , ...

Hydrolýza ve větším rozsahu - díky lipolytickým enzymům (Clostridia).

Pokud nedochází k dalším chemickým reakcím, dochází k zmýdelnění tuků, tzv saponifikaci, mastné kyseliny zůstávají jako **adipocere** (vosková substance – mrtvolný vosk, vznikající rozpadem mrtvých těl na vlhkých místech nebo pod vodou). Jde o hydrolýzu a hydrogenaci tělesného tuku – (nejen u těl ve vlhkém prostředí, ale bylo nalezeno i u těl v suchém prostředí – využití vlastní tělní vody).

Relativně recentní adipocere – načervenalá až hnědá barva, později bílá až šedá, nejdříve měkká, později suchá až křehká hmota.

- rychlá dekompozice - vazba s Na – hrubý drobný materiál
- pomalá dekompozice – vazba s K – jemný pastovitý materiál - špinavě šedivá barva
- vazba s Ca a Mg – pevná, křehká, šedobílá až nažloutlá hmota

Casperovo pravidlo:

- 1 týden vzduch =
- = 2 týdny voda =
- = 8 týdnů hrob v zemi



Obr. 5.3 Mumifikácia vlhkom bez prístupu vzduchu – adipocere (západná Han dynastia, 167 pred n. l.) (Knussmann, 1988).

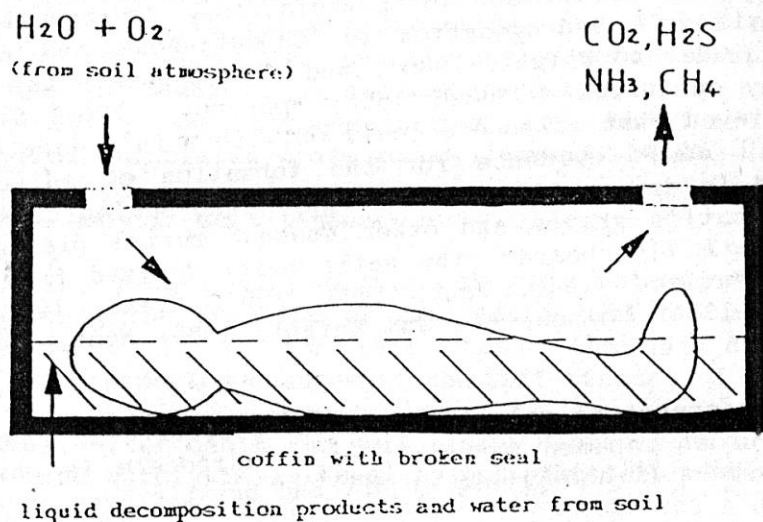


Figure 3.1

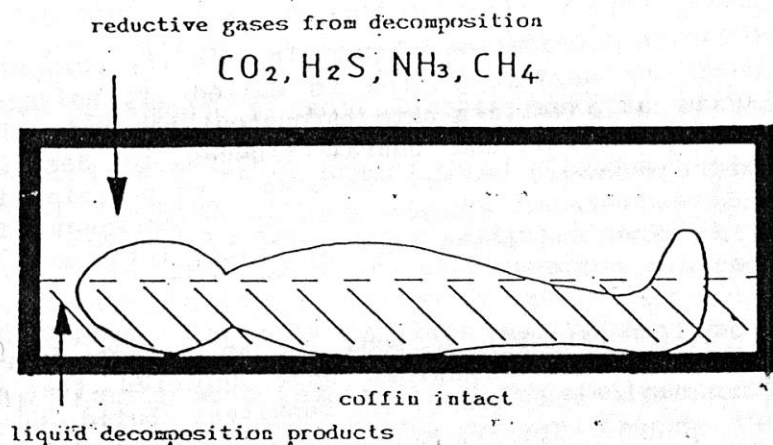


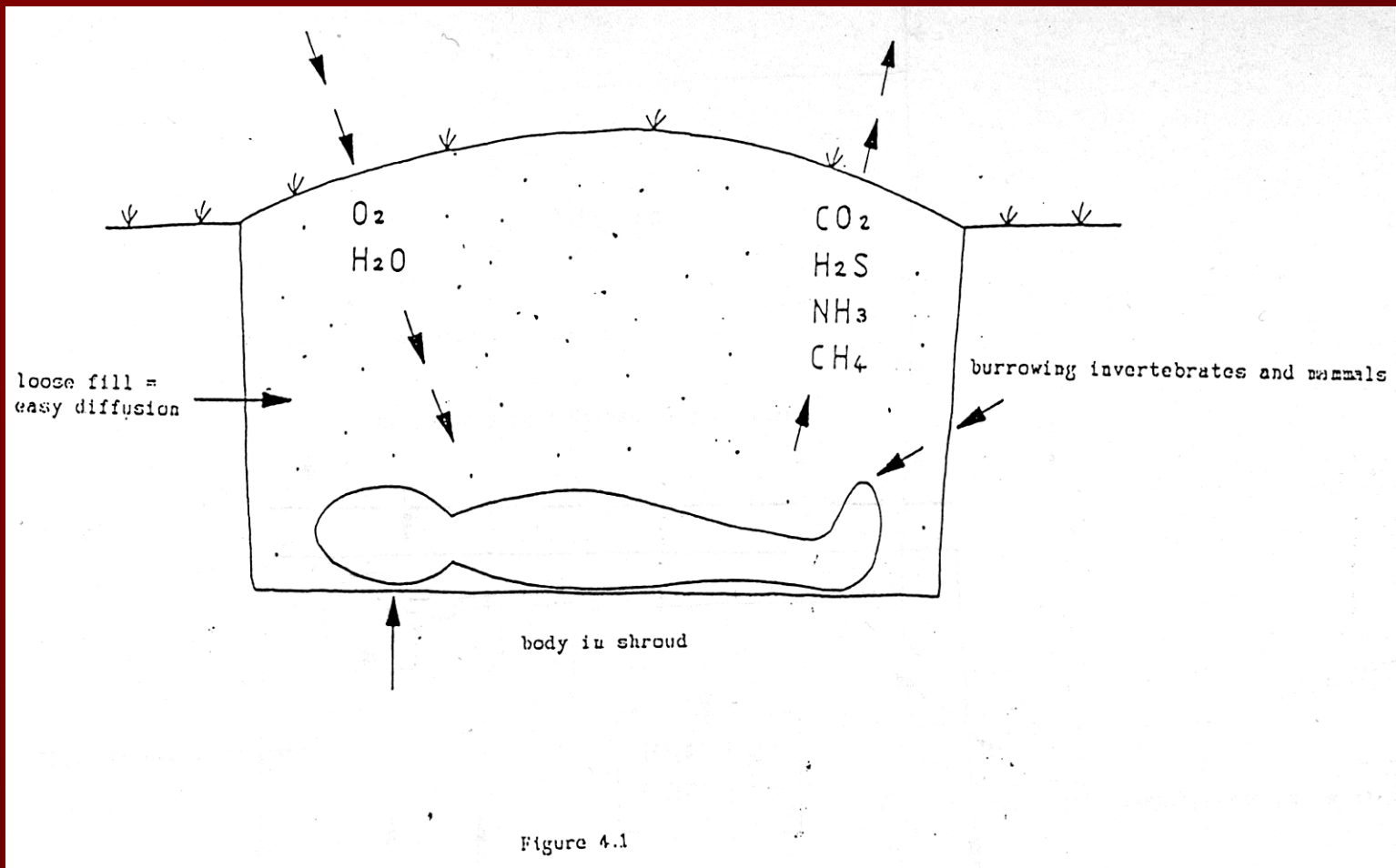
Figure 3.2

Aerobní mikroorganismy odčerpávají kyslík z rakve, jejich činností se vytváří H_2S , CO_2 , CO , NH_3 , CH_4 . Na dně rakve zůstává voda a hnilobná tekutina (obr. 3.1, 3.2) – když se rakev poruší, dochází k výměně plynů a tekutin z rakve a půdy – urychlení hnilobných procesů (obr. 3.1).

Při rozkladu se slabě zvyšuje kyselost, ale i pufrací (tlumící) kapacita – ve skutečnosti se pH nemění.

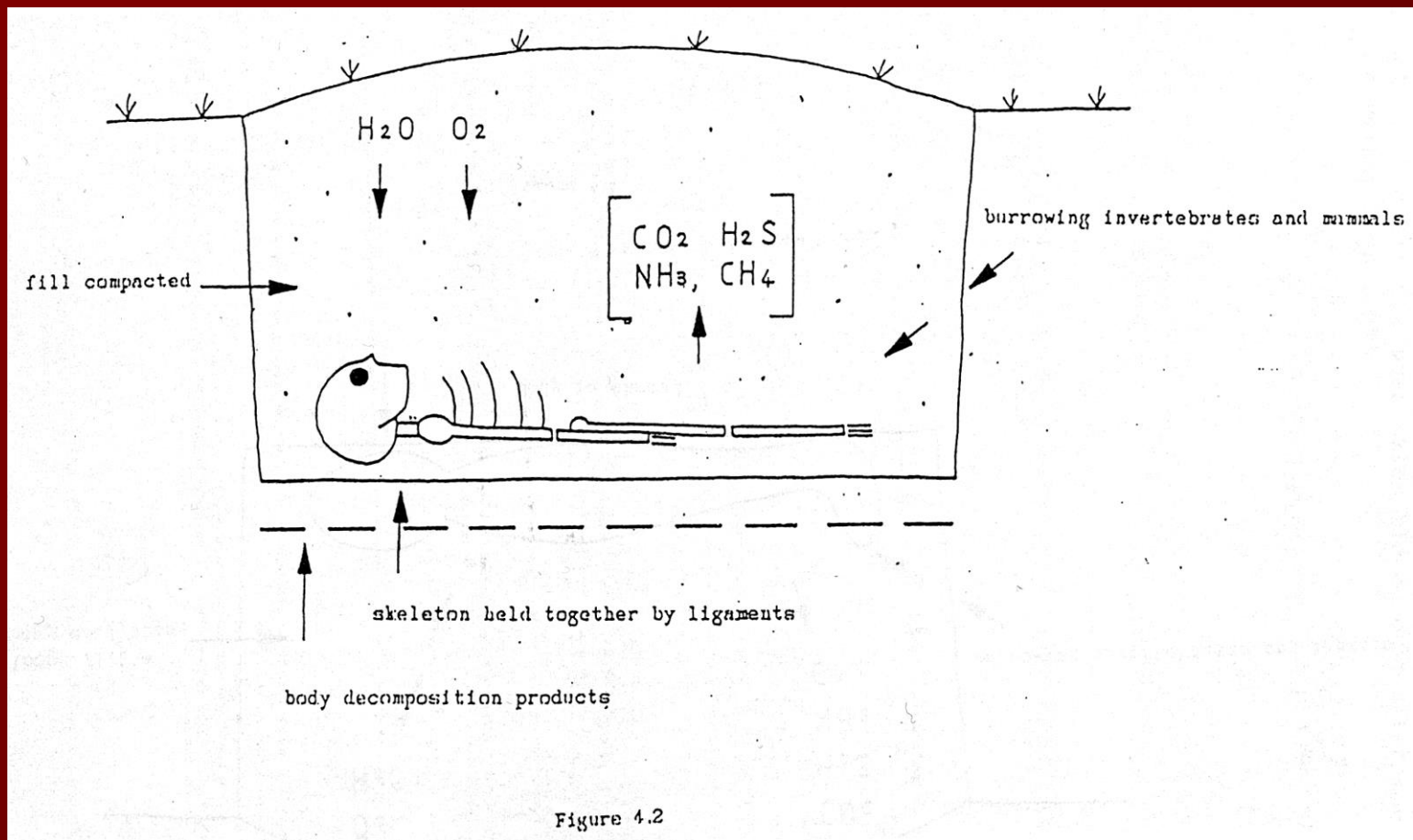
Situace ale není tak jednoduchá, hrají zde roli předměty v rakvi (např. rozpad rakve – rozpad celulózy, snižování pH).

Další typy postmortálních změn – **mumifikace** (způsob pohřbívání, např. v Egyptě) a **vysoušení** (přirozená mumifikace)

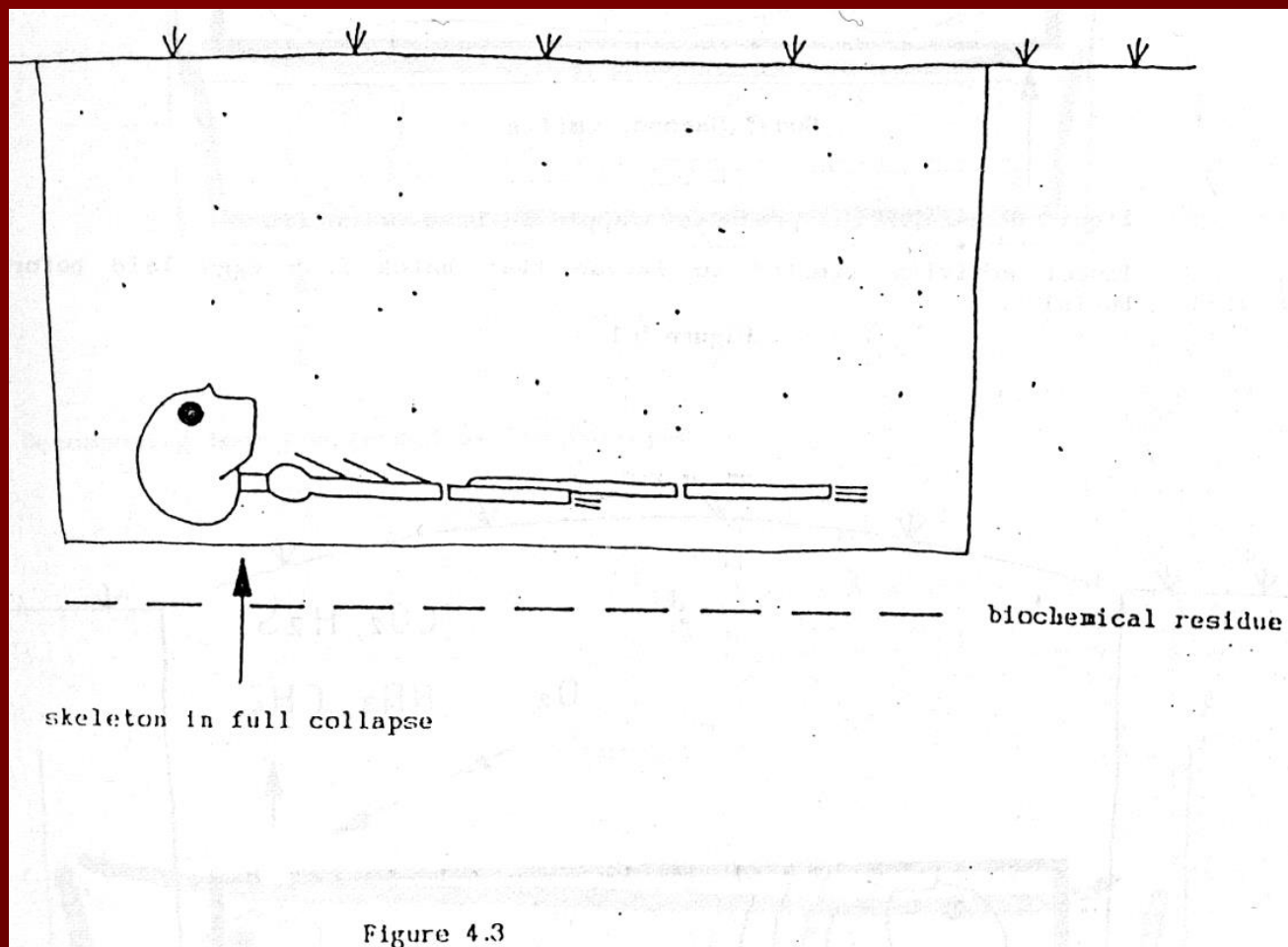


Nenasycené tuky podléhají samovolné oxidaci a konečným produktem jsou aldehydy. **Karbohydráty** se štěpí na neutrální cukry, kyselinu mléčnou, CO_2 a vodu. Oxidací cukrů vzniká sirovodík.

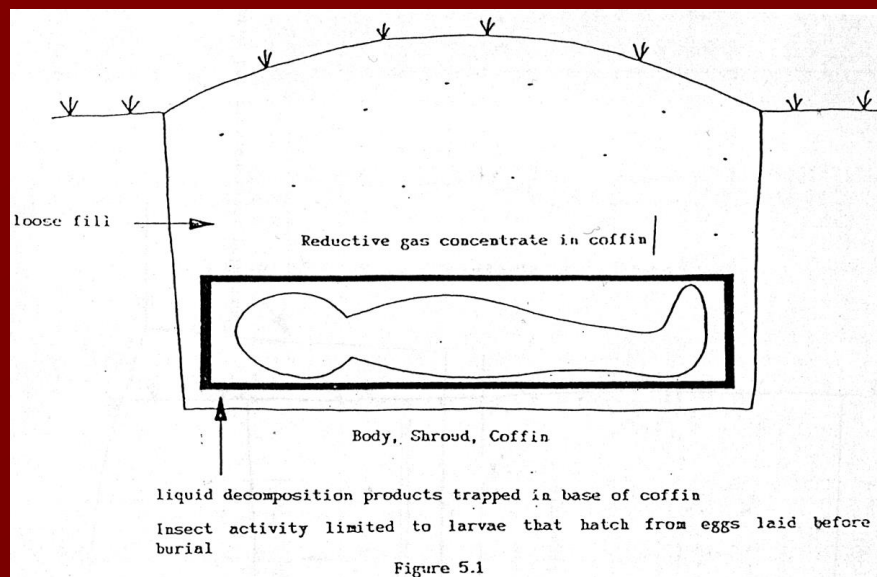
Degradace proteinů - polypeptidy, aminokyseliny – proces zvaný proteolýza. Tkáně s vysokým obsahem kolagenu (ligamenta, šlachy, kosti) nepodléhají proteolýze.



Jednoduchý model mělkého hrobu **bez rakve** (obr. 4.1.) – tělo zabaleno do rubáše – navršena kyprá vzdušná půda – volná difúze plynů a vody, volný přístup mikroorganismů a půdních bezobratlých i savců (brání jim při dekompozici oděv). Obr. 4.2 Znázorňuje pozdější rozklad – zásyp kompaktní - redukováná výměna plynů, hnilobná masa je zkapalněna a prosakuje do země, dochází ke skeletalizaci, kosti spojeny ligamenty. Mikrobiální aktivita redukována pro nedostatek substrátu.

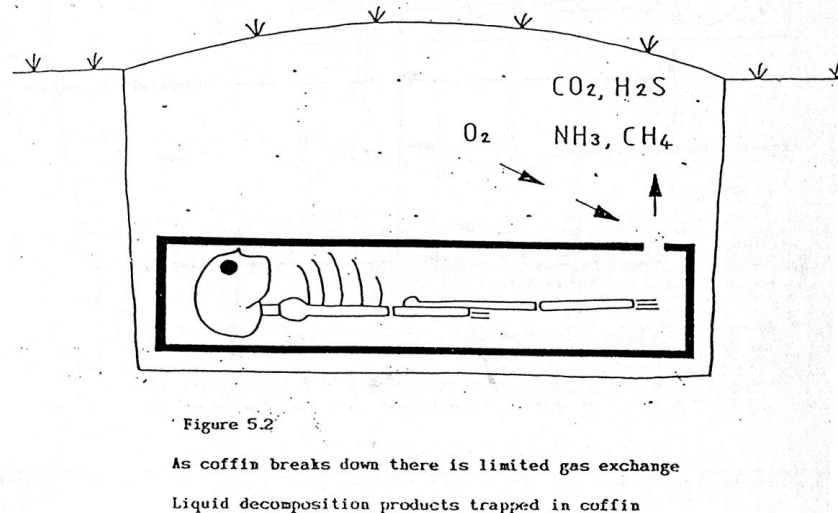


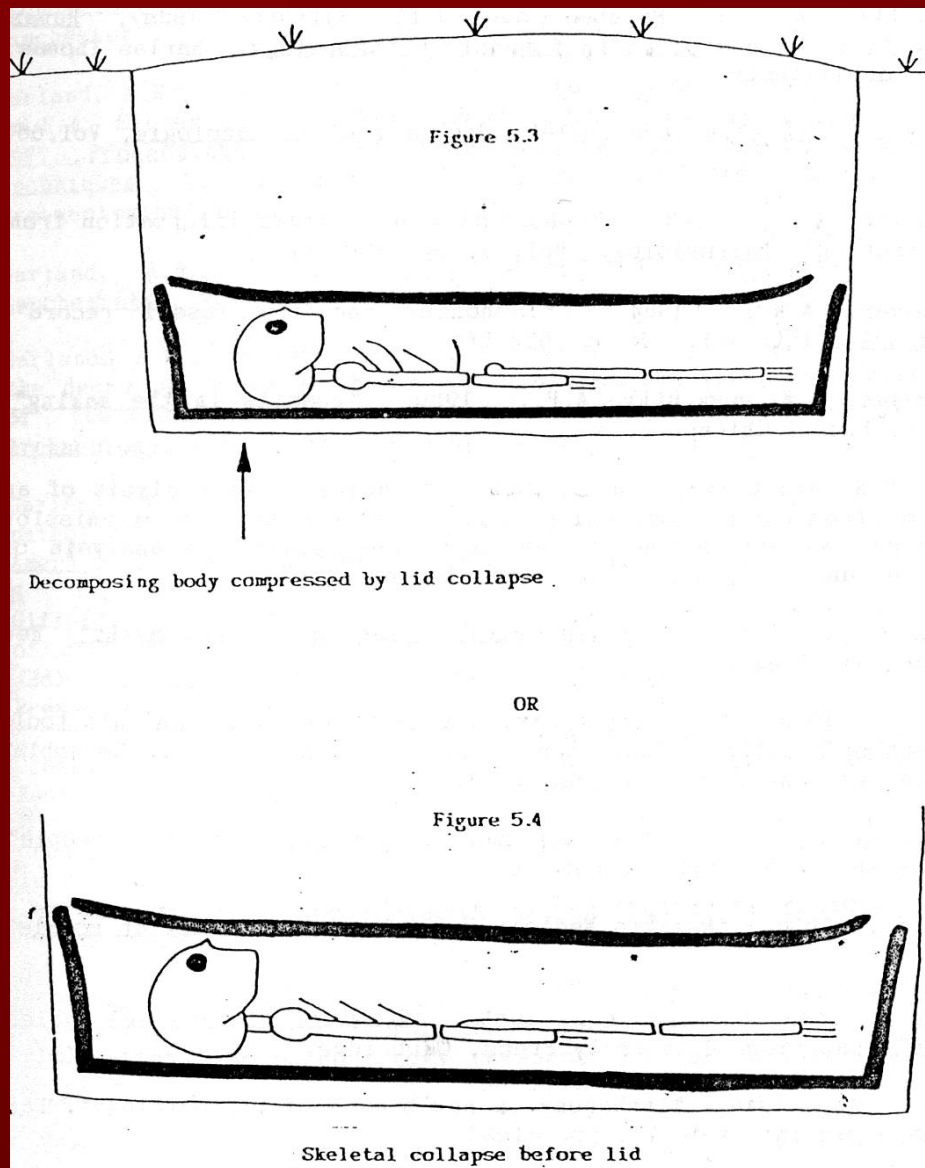
Obr 4.3. ukazuje pozůstatky člověka tak, jak je nacházejí archeologové: zásyp kompaktní, skelet disartikulován, měkké vrstvy reprezentovány jen chemickými rezidui v půdě.



Obr. 5.1 ukazuje časný rozklad mrtvoly **pohřbené v rakvi**. Rozklad závisí na kvalitě rakve. Prostředí v rakvi se rychle stává anaerobním a plyny a hnilobná masa je uzavřena v rakvi. Aktivita zvířat redukována, pouze hmyz, jejichž vajíčka byla nakladena na mrtvolu před pohřbením.

Když se rakev začne rozpadat (obr. 5.2), stav skeletu při vykopávkách je determinován počasím, nebo když se víko rakve propadne, závisí na rozkladu mrtvoly v tomto okamžiku. Může docházet k interakci mezi materiálem rakve a tělem.





Výzkum na univerzitě
v Tennessee (Wass et al., 1992)
– vycházejí z faktu, že se při
dekompozici těla uvolňují
mastné kyseliny, anionty i
kationty – měření jejich
koncentrace pod mrtvolou

Existuje velká **variabilita**
v rozkladu těl i na jedné lokalitě
– např. v různých hrobech díky
různému způsobu pohřbívání
(železná rakev zachovává
vlhkost – člověk, který zemřel
před 113 lety – zápach a hniloba
jako nedávno zemřelý)

Hrobová výbava – dřevo, textilie,
kov

b

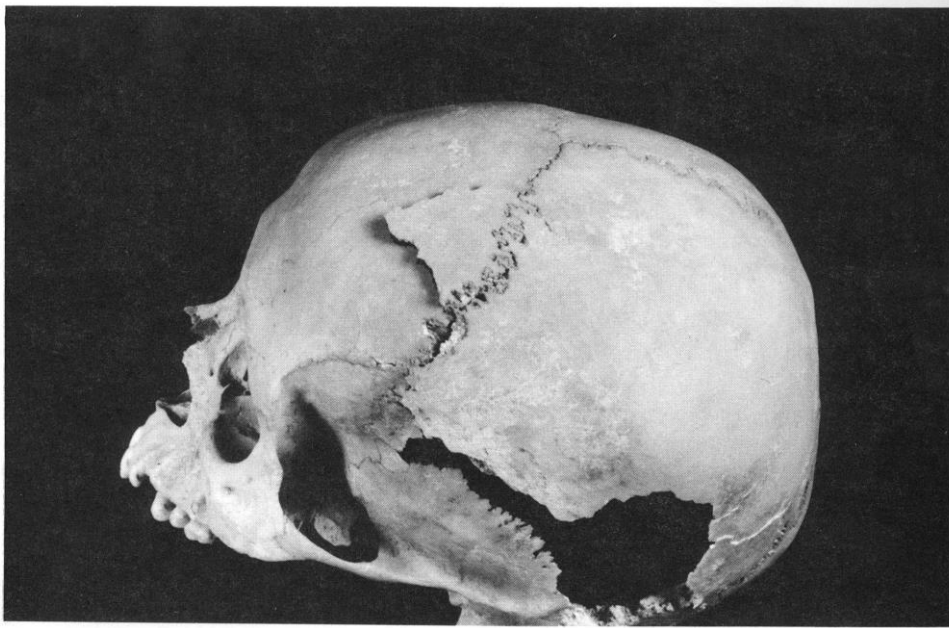


Figure 72b. Postmortem breakage of the left side of the frontal bone adjacent to the coronal suture. Note the sharp edges of the break, and that the broken bone was forced outward from the cranium. Other postmortem breakage of the cranium is visible toward the bottom of the photograph. Specimen from University of Chicago miscellaneous collections. Photograph by Diane Houdek.

Zlomeniny kostí postmortem (dehydratace, akumulace solí, žár, činnost mrchožroutů i lidí, tlak země či ledu) – je třeba je odlišit od pre(perimortálních zlomenin.

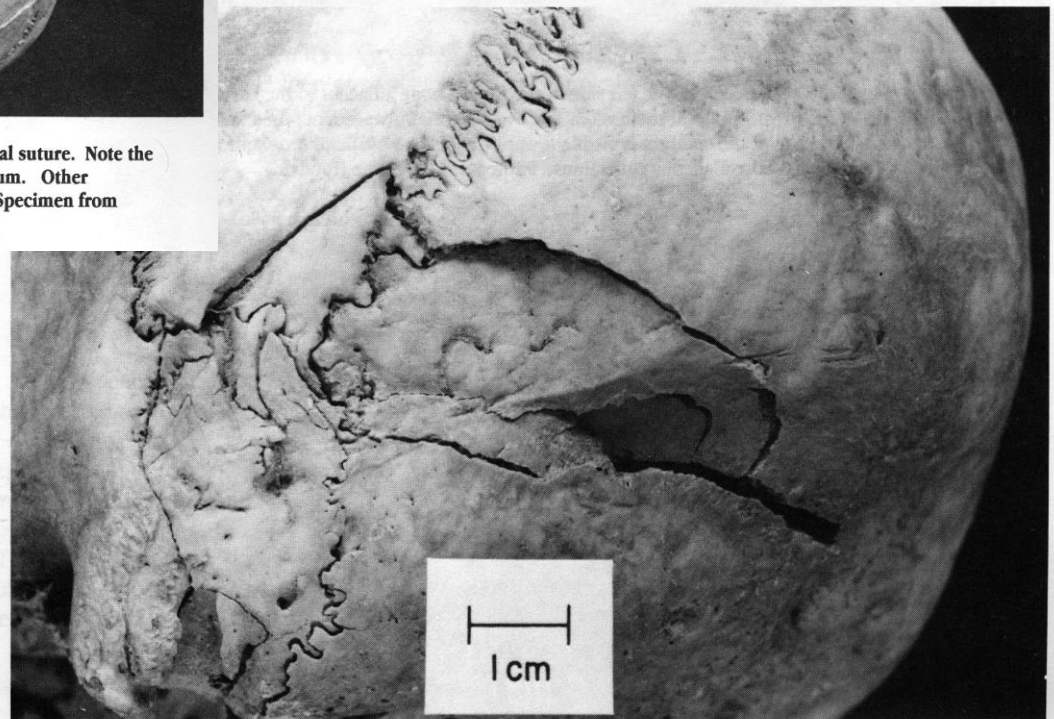
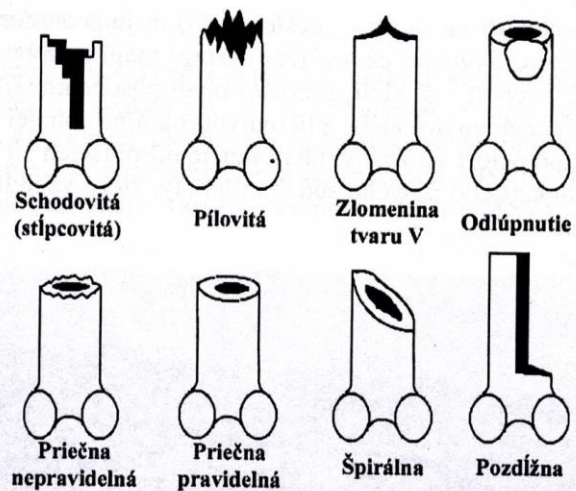


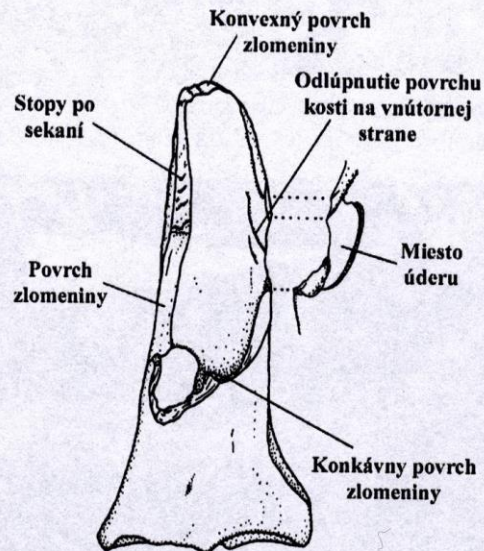
Figure 72a. Perimortem depressed cranial fracture just posterior to asterion on the left side of the occipital bone. Specimen from Burial 239-242, Norris Farms 36, central Illinois. Previously published as Figure 1 in *American Antiquity* 56(1991):581-603. Courtesy of G.R. Milner and the Society for American Archaeology.

Spirální zlomeniny – typické pro pre a peri mortální změny, lidské zásahy

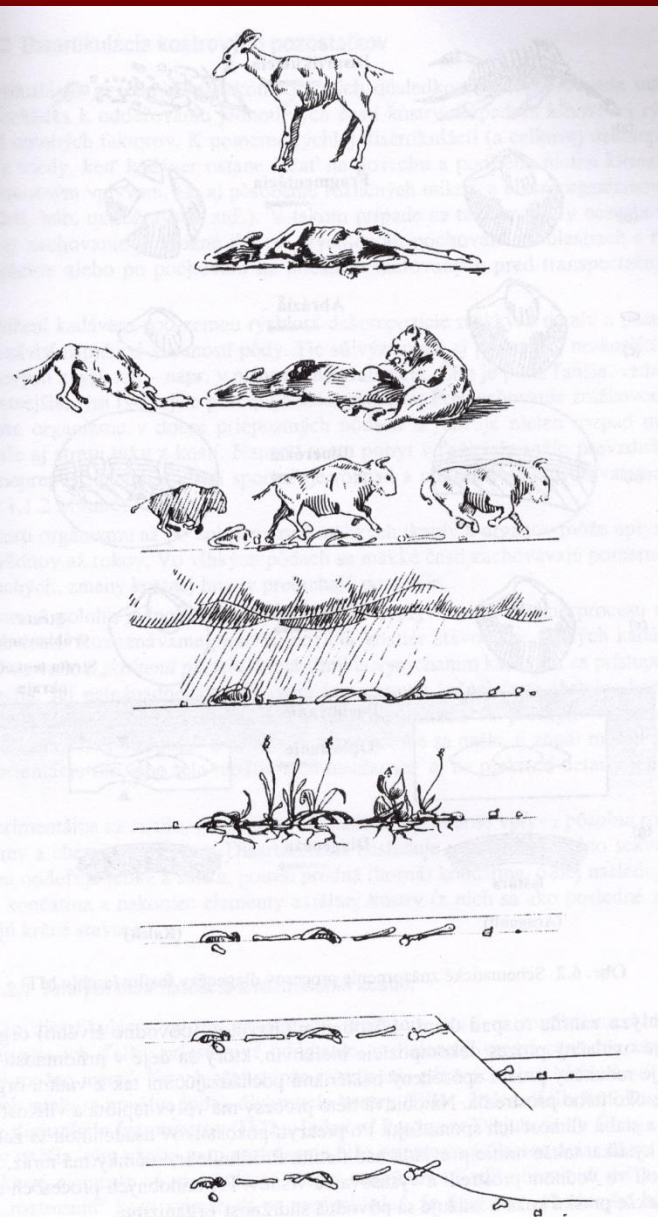
Čtvercové (hranaté) zlomeniny s pravými úhly vzhledem k okraji kosti (je tam méně kolagenu) – typické pro zlomeniny vzniklé dlouho po smrti.



Obr. 6.4 Základné typy zlomenín kostí (Lyman, 1996)



Obr. 6.5 Stopy po údere na čerstvú kosť (Lyman, 1996)

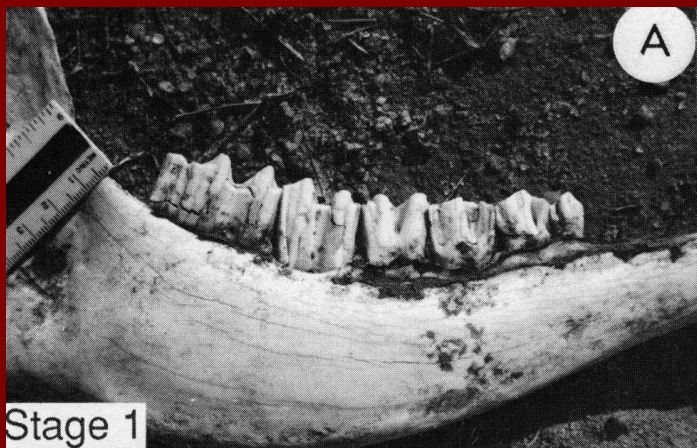


Obr. 6.1 Schematické znázornenie postmortálnych dejov (Shipman, 1981)

Model zvětrávání kostí

Jedná se o proces bezprostředního působení prostředí na kosti (půda, slunce, ...)
– celkem 6 stádií (Behrensmeyer, 1978):

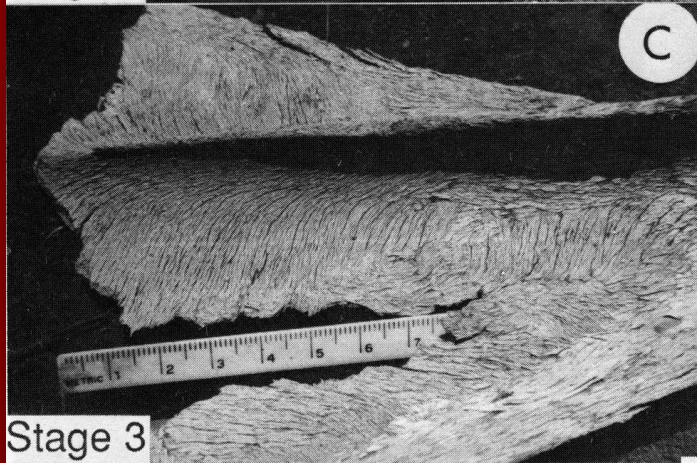
- stádium 0** – povrch kostí bez prasklin a odlupování, kost je mastná, dřevná dutina nenarušená, výskyt ligament a svalů
- stádium 1** – tenké koncentrické vrstvy s náznakem odpadávání, většinou spojeno s trhlinami; tuk, kůže; svaly a ligamenta mohou být i nemusí
- stádium 2** – odlupování koncentrických vrstev, trhliny na hranách kostí – tendence odpadávat, odlupování i podlouhlých vrstev – hlubší reliéf, zbytky šlach, ...
- stádium 3** – hrubý povrch kosti, fibrózní struktura, zvětrávání nebývá hlubší než 1-1,5 mm, praskliny i napříč kostí, měkké tkáně vzácné
- Stádium 4** – hrubá struktura, odpadávání kousků kostí – zvětrávání až do dřene, otevřené trhliny
- stádium 5** – rozpadávající se kost, fragmentární, původní tvar kostí je těžce rozeznatelný



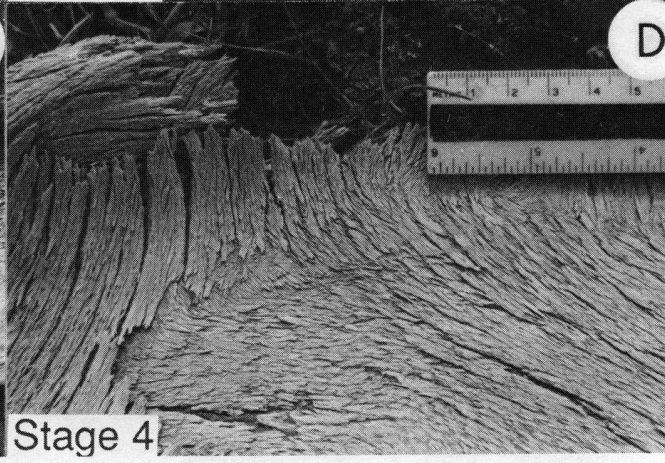
Stage 1



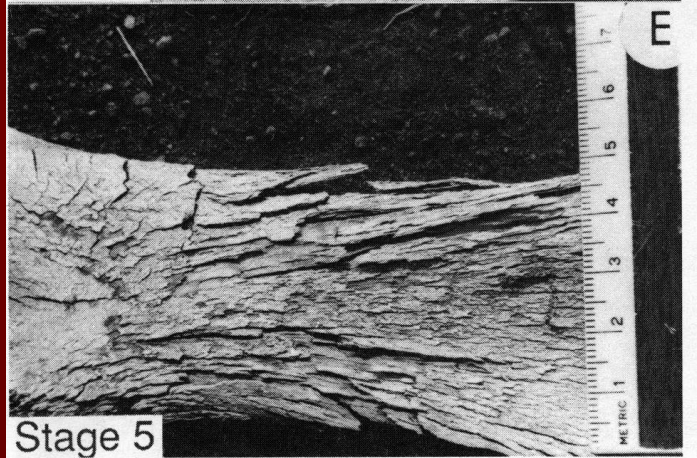
Stage 2



Stage 3



Stage 4



Stage 5

4 stupně rozkladu (Waldron, 1987):

1. Kompletní kost
2. Zachována více než polovina epifýzy
3. Zachována pouze polovina epifýzy
4. Přítomny pouze zlomky

Chemické změny kostního minerálu

- Homoionická / heteroionická substituce –iontová výměna mezi kostí a vnějším prostředím – nelze ji zjistit
- Isomorfní / heteromorfní rekrystalizace hydroxyapatitu – vzniká minerál brushit – desintegrace kosti, neboť má větší krystaly, rozpustnost ve vodě
- Kombinace heteroionické substituce a heteromorfní rekrystalizace – rozpoštění kovu zevnitř rakve – Pb (pyromorfit), Fe (vivianit)
- Siluety / pseudomorfy (stíny, duchové) jsou posledním vizuálně rozeznatelným stupněm rozkladu (prvky P, Mn, Cu, Fe)



Modely poškození kostí zvířaty

modely ohryzu kostí –
každé zanechává jiné
stopy

Haynes (1938) – studoval
pozůstatky bizonů a losů –
5% spirální zlomeniny, 8%
aktivity šelem; menší
živočichové – až 50%
takových zlomenin



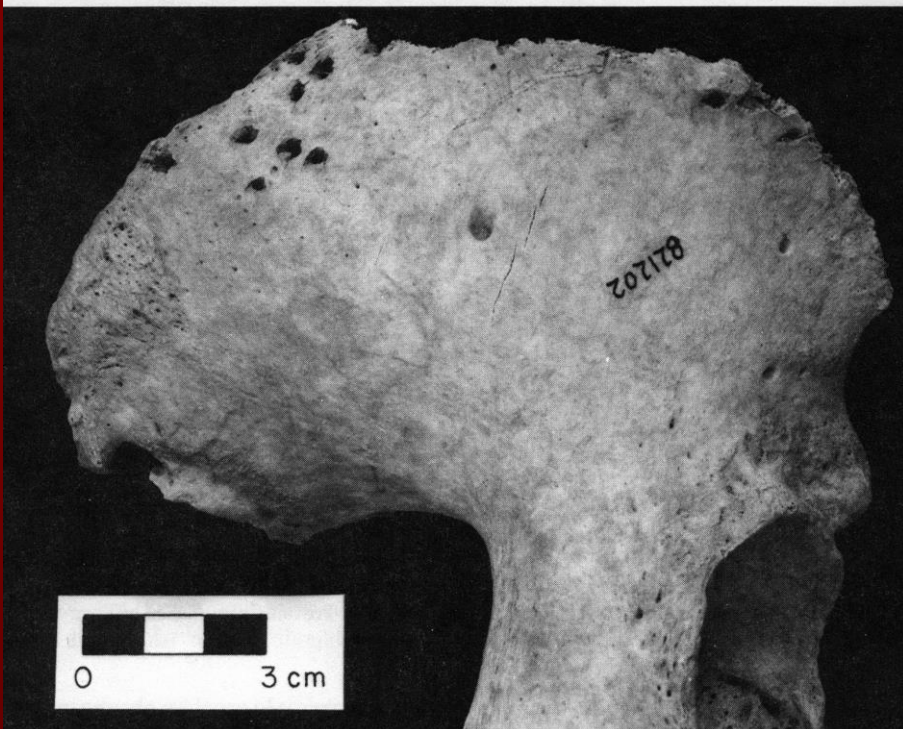
Ohryz kostí hlodavci

Spirální zlomeniny
archeologové i forenzní
antropologové často
interpretují jako důkaz
lidské aktivity,



Výzkum Haglanda et al. (1989) –
5 stádií ohryzu mrtvol vlkem:

1. nic
2. ventrální thorax a obě horní končetiny
3. oddělení dolních končetin
4. pouze páteř pohromadě
5. totální disartikulace



Poškození kosti hmyzem

1. Nekrofágové – mrtvé tělo je jejich potravou
2. Nekrofilové – predátoři či parazité nekrofágů
3. Omnivorové – široké trofické spektrum
4. Oportunisté – kadávr je pouze útočiště či obydlí tohoto hmyzu

Druhovú klasifikace umožňuje určit roční období pohřbu, dobu mezi smrtí a pohřbem, úpravy zpomalující rozklad mrtvoly, sekundární pohřeb, ...

Poškození kosti rostlinami

Vrůstání kořenového systému do otvůrků a dutin, diploe, ...



Figure 71a-b. Cutmarks. a) Cutmarks on frontal bone (probably indicative of scalping). Specimen from Burial 72, Norris Farms 36, central Illinois. Previously published as Figure 2 in *American Antiquity* 56(1991):581-603. Courtesy of G.R. Milner and the Society for American Archaeology. b) Cutmarks on posterior surface of greater trochanter and neck of a right femur. Specimen from Burnt Mesa, northwest New Mexico. Courtesy of C.G. Turner II.

Zářezy – důkaz skalpování nebo preparace za účelem rituálu.

Zářezy za účelem odstranění měkkých vrstev – většinou shluk zářezů kolem specifické anatomické struktury (odstranění šlach a ligament). Nedávné řezné plochy – světlejší (vznik např. během vykopávek).

Ostré nástroje (kovové či kamenné) V tvar, tupé nástroje – široké stopy

Kanibalismus a násilná smrt

Nálezy se znaky kanibalismu (antropofagie), násilí:

- Krapina (jeskyně kanibalů)
- Halštat (7. - 5. století BC)- hromadné hroby – pohřeb příslušníka vyšší kasty
spojený s násilnou smrtí mladších jedinců (Býčí skála)
- Latén (5. století BC-0)
- Knovízská kultura – knovízské jámy – hromadné hroby se stopami násilí
- střední doba bronzová (16. -12. století BC)
- Jihozápad USA – podél Little Colorado River, FOUR Corners – kmen Anasazi – kanibalismus v rozmezí 900-1300 AD

Existence kanibalismu na jihozápadě USA potvrzeno mnoha autory – první Hough (1902); Turner a Turner (1999) – důkazy kanibalismu na 38 místech

Turner and Turner (1999) – vyvinul kritéria pro identifikaci kanibalismu. Nejdříve doporučeno zjistit minimální počet jedinců (spočítat kosti), věk, sex, ...

Tafonomické rysy kanibalismu:

- Jednoduchý posudek (stratigrafie, zvětrávání kostí, stopy ...)
- Zachovalost kostí dobrá až výborná (bez rysů zvětrávání, bez ohryzu)
- Ohryz zvířat se vyskytuje u méně než 5% elementů
- Obratle většinou chybí
- Většina částí lidského těla disartikulována
- Perimortální zlomeniny a zranění se vyskytují u 40-100% elementů
- Totální rozbití hlavy, obličeje, dlouhých kostí – kvůli získávání morku
- Rány podobné úderům kladiva na kovadlinu, časté spirální zlomeniny a komprese
- Počet fragmentů 400-3500 – rekonstrukce složitá díky velkému množství neidentifikovatelných úlomků
- Řezání, zlámání, tepelná úprava – u 2-35% elementů
- Stopy zářezů u 1-5% fragmentů na specifických místech
- Psudonástroje, způsobující v rukou lidí nehodu (1 na 10 000 úlomků)
- Frekvence zásahů: 95 % po rozbití, 20 % tepelně upravených , 3 % zářezů, 2 % žvýkání nebo hlodání
- „pot polish“ –zaoblení konců epifýz, díky vaření kostí za účelem konzumace vyvařené mastné polévky

Masové hroby

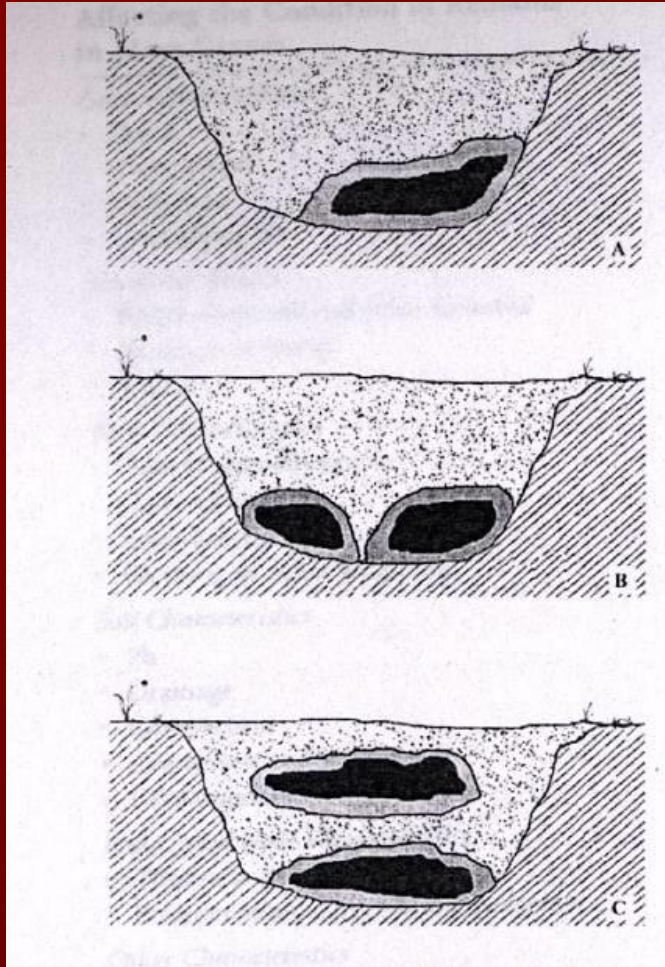
Hugland et al., 2000 – neshoda mezi vědci, týkající se minimálního počtu individuí v masovém hrobu; definice závisí na profesi a zájmech autorů:

1. Mant (1987) – 2 a více těl, které jsou navzájem v kontaktu – rychlost a dekompozice těl ležících v kontaktu probíhá jiným způsobem
2. UN Special Reporter (1966) – 3 a více obětí nezákonných hromadných poprav – cíl zjistit, jak oběti zemřely
3. Skinner (1987) - nejméně půl tuctu individuí – funkční odlišení paralelně uložených těl či jednotlivých hrobů od masových

Proč exhumovat hromadné hroby?

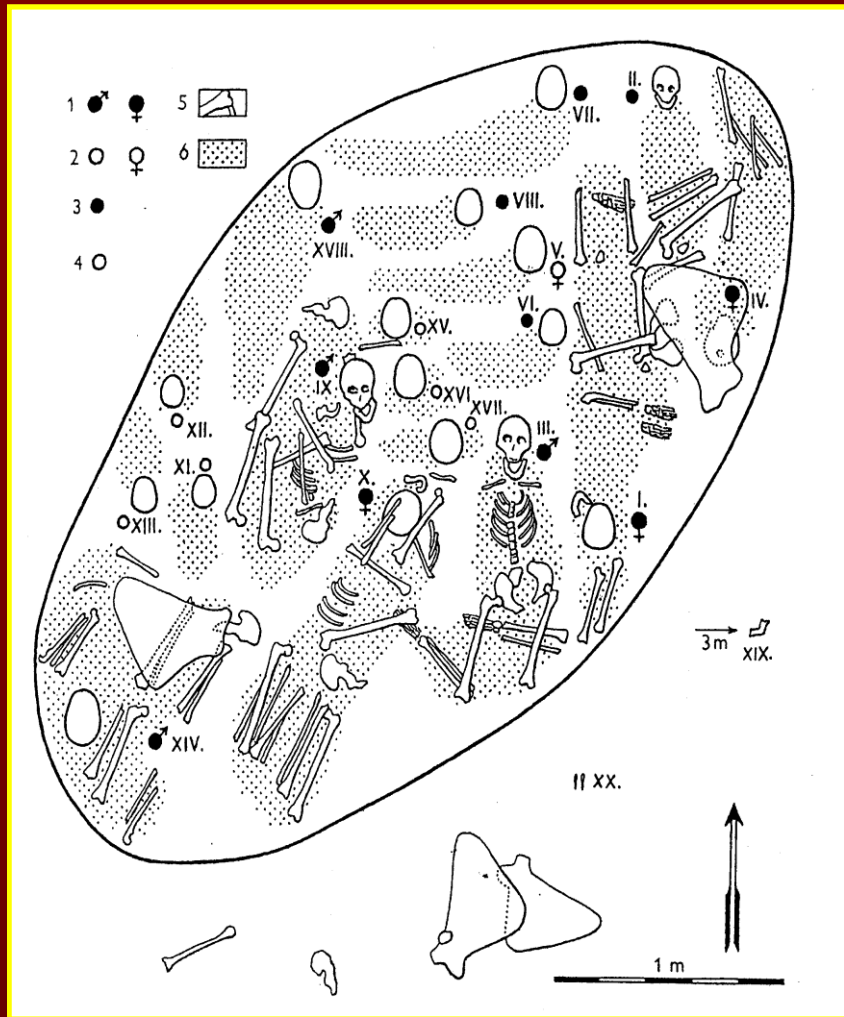
- lidská práva
- sběr informací, umožňujících identifikaci
- vytvořit zprávu, ze které by bylo možné čerpat v případě revize nálezu
- varování před krutostí, prevence před podobnými událostmi
- pocta obětem a lidskému životu

Anatomie masových hrobů



- Jedinci zde bývají v různém stavu rozkladu, častá jsou těla ležící na okraji.
- Pokud jsou v jednom hrobu dvě oddělené hromady těl, signalizuje to postupné pohřbívání těl (vedle sebe), někdy nad sebou a vrstva oblečení a hlíny mezi – velké zrychlení rozkladu.
- Satelitně umístěná těla – nejméně chráněná.
- Těla na povrchu skupiny těl se rozkládají rychleji než ta uvnitř. Někdy se vyskytuje mumifikace nekrytých částí těl povrchových vrstev.
- Těla v dolní vrstvě skupiny bez kontaktu s půdou – vlastní mikroprostředí - nejpomalejší rozklad.

Reconstruction of the mass burial using Maška's data (Klíma, 1991)



Diversity of taphonomic interpretations :

Ullrich (1996) – mass burial with dismemberment

Oliva (2001) – myth of the mass grave

Svoboda (2001) – space-limited burial area

Zilhao & Trinkaus (2002) – « mass grave » a complete or near complete social unit

Modifikace kostí ohněm

Analýza tzv. žárových pohřbů či ohořelých těl je vždy nesmírně složitá; nekompletní kremace představuje pro antropology ohromný problém (fragmentace kostí, změna barvy, smršťení (zmenšení) velikosti, ...)- komplikace s určením počtu jedinců, věku a sexu, životního způsobu, rasy, perimortálních podmínek, výživy, traumat (Krogman 1943, Wells 1960).

Typické žárové pohřby pro určité časové období (d. bronzová, latén) i oblasti (severní Amerika a severní a střední Evropa).

Výzkum žárů se provádí na 3 hlavních úrovních:

1. analýza skopických charakteristik
2. analýza histologických charakteristik
3. **demografická analýza** (odlišit od zvířecích, počet, sex, věk, původ)

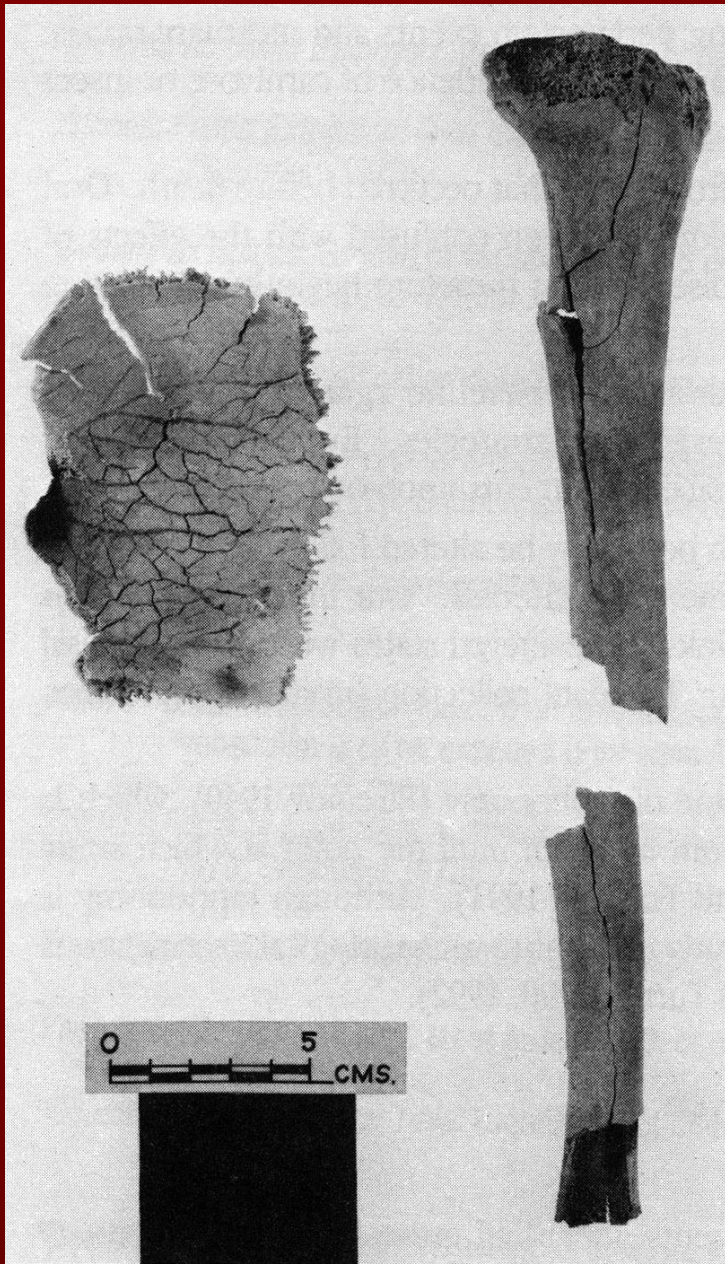
Kost bez měkkých tkání – ostrý zlom, deformace

Kost ve svalech – po shoření fúze tkání dohromady – zakřivené struktury

Je těžké odlišit tepelně upravené kost (vaření, pečení) od zvětralých kostí

Histologie -? Je vzorek ohořelá kost (Haversův systém se zmenší, Haversovy kanálky zvětší)

1. fáze hoření – hoří org. látky (mukopolysacharidy, aminokyseliny, kolagen,...)
2. fáze – ztráta org látek v teplotě 500-600 st.
3. fáze – karbonáty, minerální sole, dekompozice magnézia

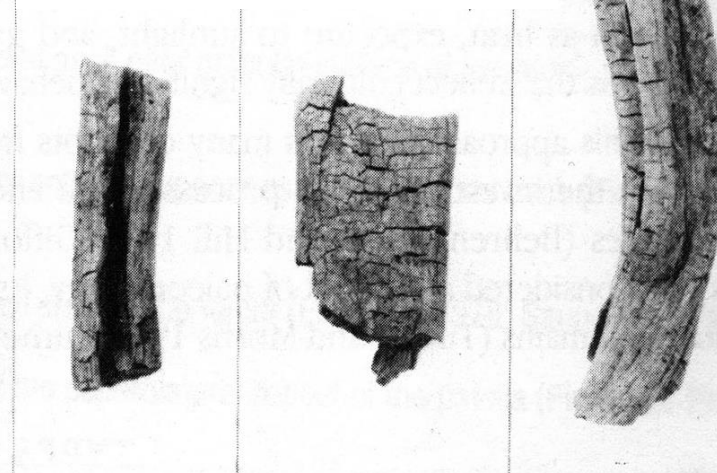


a

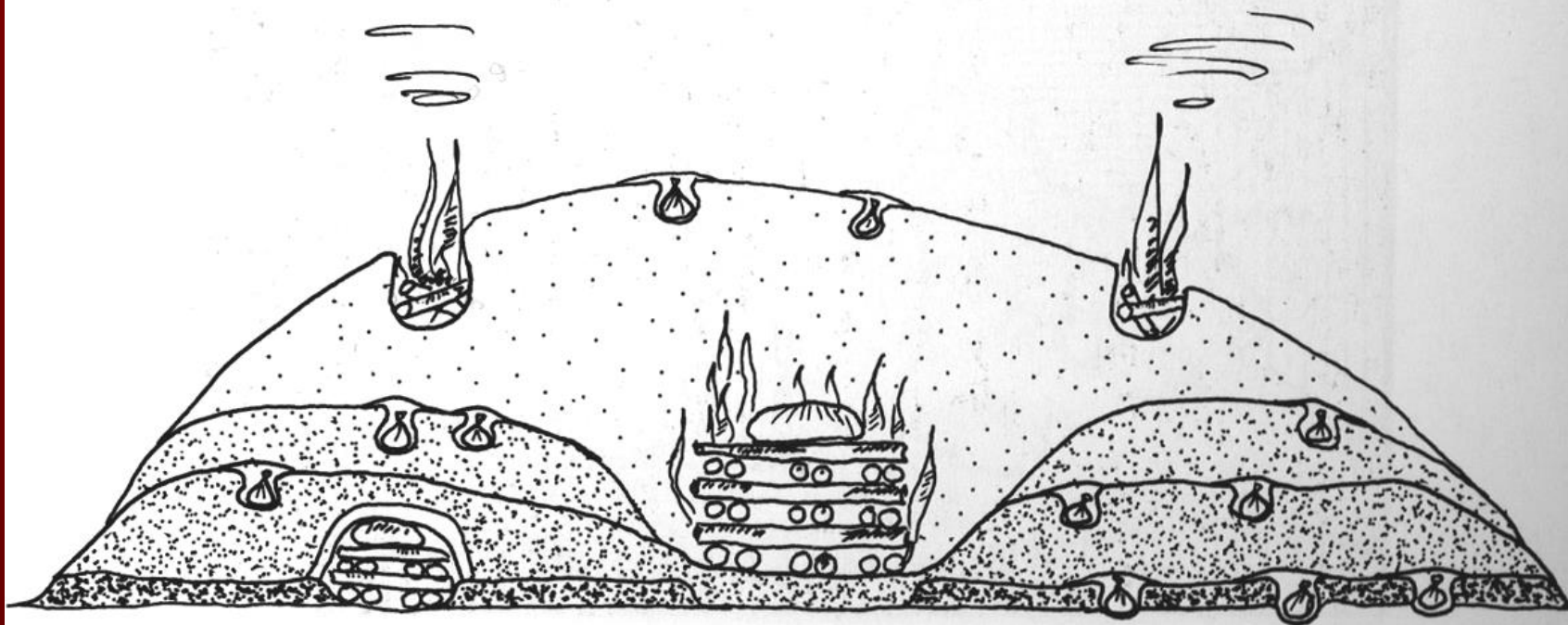
Figure 1: Colors generated using the average RGB color values of experimental bones samples cremated from 1-3 hours in a furnace while surrounded by air, diatomaceous earth, and topsoil

Cremation Temperature	Cremation Environment		
	Air	Diatom Earth	Topsoil
Unburned			
100°C			
200°C			
300°C			
400°C			
500°C			
600°C			
700°C			
800°C			
900°C			
1000°C			
1100°C			

b



Dohnal 1980; Dostál 1957; Dostál 1965; Dostál 1985; Galuška–Lutovský 1993; Charvát 1988; Junková 1956; Lutovský 1996; Měřínský 2002; Ohler 2001; Pauliny 1999; Smetánka 2003;



Vizuální charakteristiky

Změna barvy – škála barev od černé, hnědé k šedomodré, šedobílé, křídově bílé, méně častými barvami jsou zelená, žlutá, růžová a červená (Dunlop, 1978).

Barva souvisí

- s teplotou, které je kost vystaven a
 - dobou jejího působení
 - s organickým i anorganickým materiálem, spojeným s kostmi (hnědá – hemoglobin, sole; černá – karbonizace kosti hořící za nedostatku kyslíku; šedomodrá a šedá - rozklad látky za vysoké teploty; bílá- znamená kompletní ztrátu organické hmoty a vysrážení solí; zelená – měď, bronz, červená železo, ...
- 1 úlomek může mít mnoho barev – deformace, zlomy kostí, různé části povrchu mohou být vystaveny žáru různou dobu

Smrštění závisí

na typu kosti (kompakta, spongioza)

na teplotě

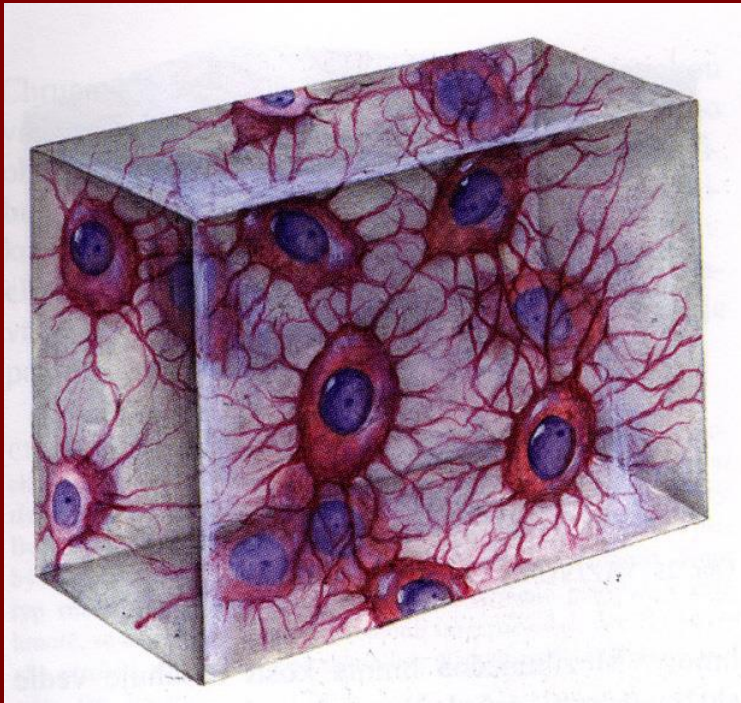
na mineralizaci kosti. Muži mají vyšší obsah minerálů a více se jim v žáru smrští kosti – mezipohlavní rozdíly. Může to způsobit, že jsou někteří muži nesprávně určeni jako ženy (do 800st jsou mezipohlavní rozdíly zanedbatelné)

Kompilace více prací:

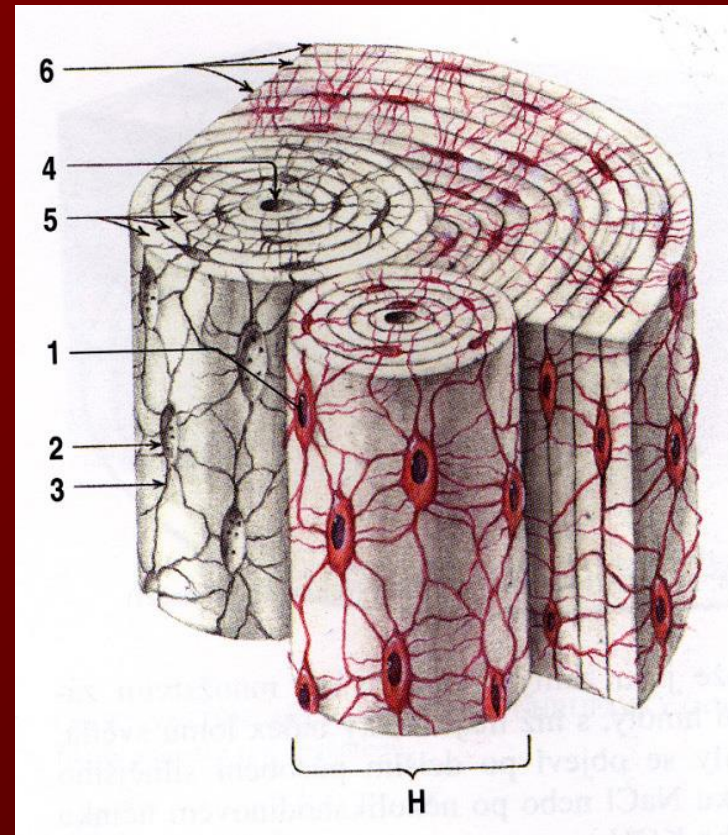
spongioza se zmenšuje o 12, kompakta o 5%

při 1000 st. – proximodistální délka se redukuje o 5%, až 27% průměr kosti

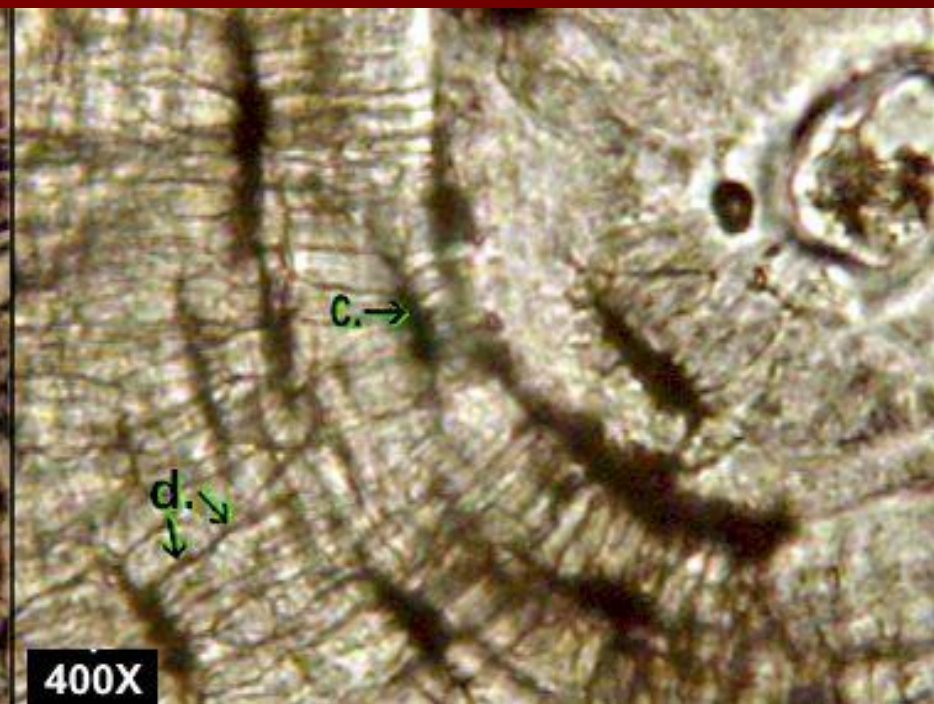
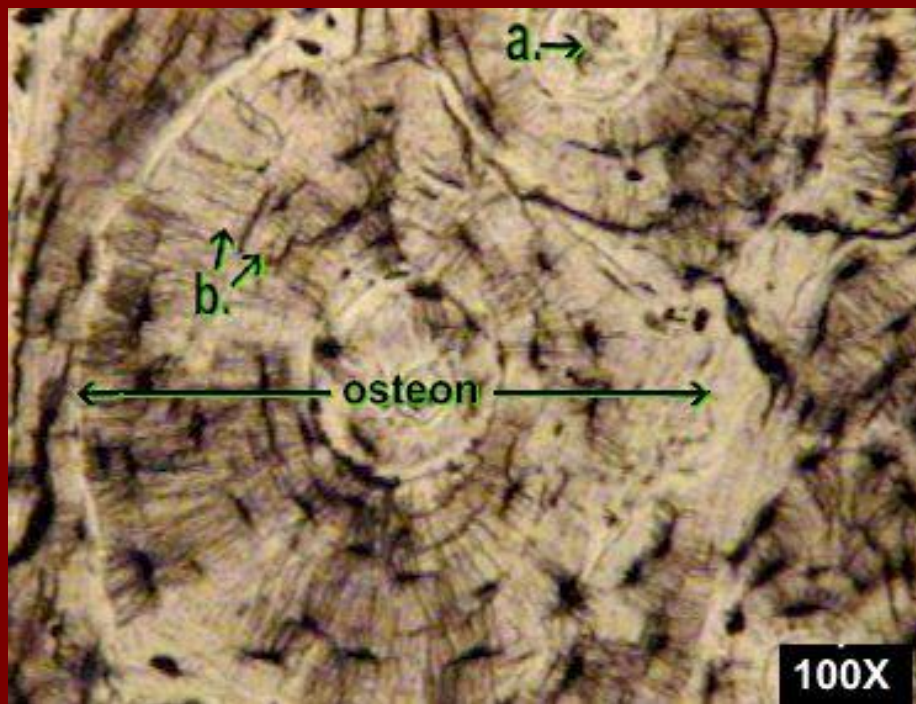
Při teplotě větší než 800 st. – těžká identifikace kostí, fraktury a deformace



Fibrilární kost



Lamelózní kost



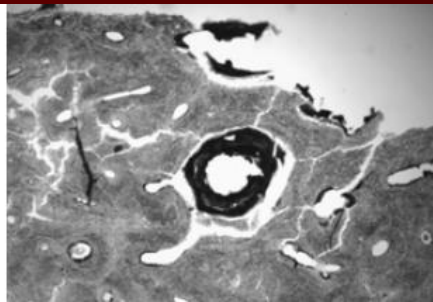
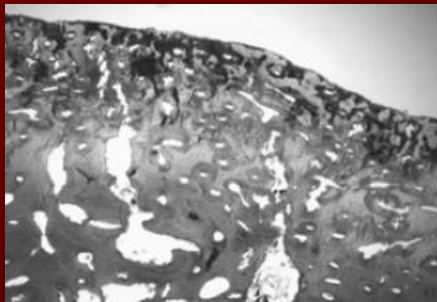
- a → central canal in the center of the osteon
- b → concentric lamellae form concentric rings around the central canal
- c → lacunae with an osteocyte inside
- d → many canaliculi (spidery lines) act as a communication system between osteocytes in bone



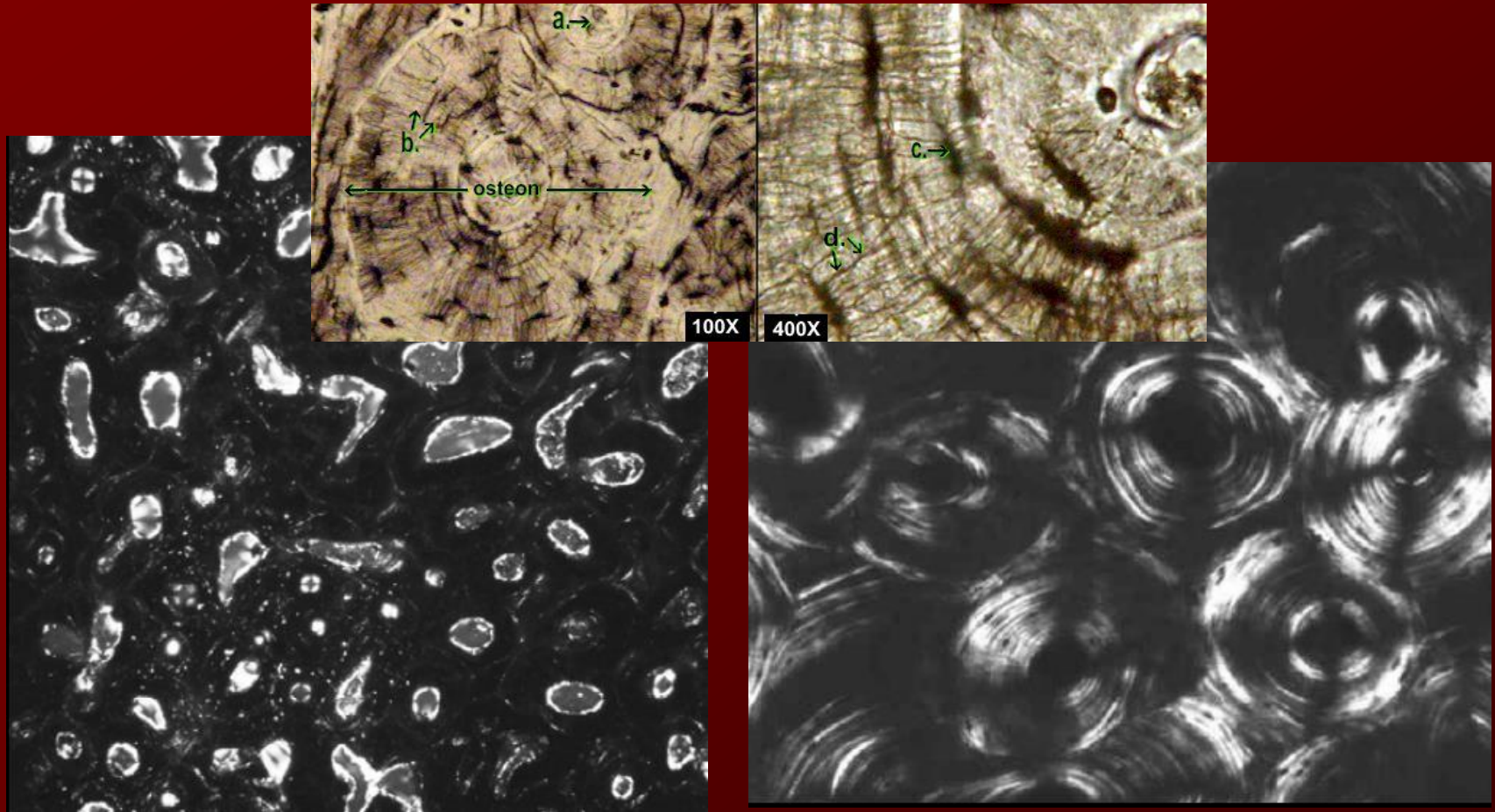
Spálená kost (800 st)

STRUKTURA SPÁLENÝCH KOSTÍ

- 1. v první fázi se struktura kosti nemění – zachovává se Haversův systém
- 2. zvýraznění kanálků, později kanálky mizí v procesu granulace,
- zhrubnutí lamel
- 3. lakuny osteocytů přestávají být patrné a představují pouze zamlžené obrysy
- **4. osteony se zmenšují, Haversovy kanálky se však zvětšují a jsou**
- **zanášeny sutinami**
- 5. mezi osteony se objevují praskliny, nepravidelné v délce i průběhu, nejčastěji probíhají na periferii osteonu
- 6. při spalování se objevuje **úbytek osteonů, do 800 °C je tento úbytek**
- **nepodstatný**
- 7. úbytek významným až na teplotu 1 000 °C
- 8. kost spongiózní – podobné změny - lakuny a lamely zanikají, přetrvává pouze granulární matrix



Mikrostruktura kosti



ztráta dvojlomu v polarizovaném světle (dvojlom = výsledek průběhu vláken kolagenu)

