



TANATOLOGIA E TAFONOMIA



Indagine e analisi dei resti umani scheletrici -

Seminari di approfondimento in Antropologia

Alba Pasini | alba.pasini@unife.it

TANATOLOGIA E TAFONOMIA

STUDIO DEI FENOMENI POST-MORTALI

...► TANATOLOGIA

θάνατος + λόγος, studio degli eventi che seguono la morte (intrinseci)

...► TAFONOMIA e DIAGENESI

τάφος + νόμος studio degli eventi che seguono il seppellimento (estrinseci).

Temperatura, umidità, fattori di bioturbazione ecc.



TANATOLOGIA

STUDIO DEI FENOMENI POST-MORTALI

Morte: perdita totale ed irreversibile delle capacità dell'organismo di mantenere autonomamente la propria unità funzionale (Comitato Nazionale di Bioetica, 1991)

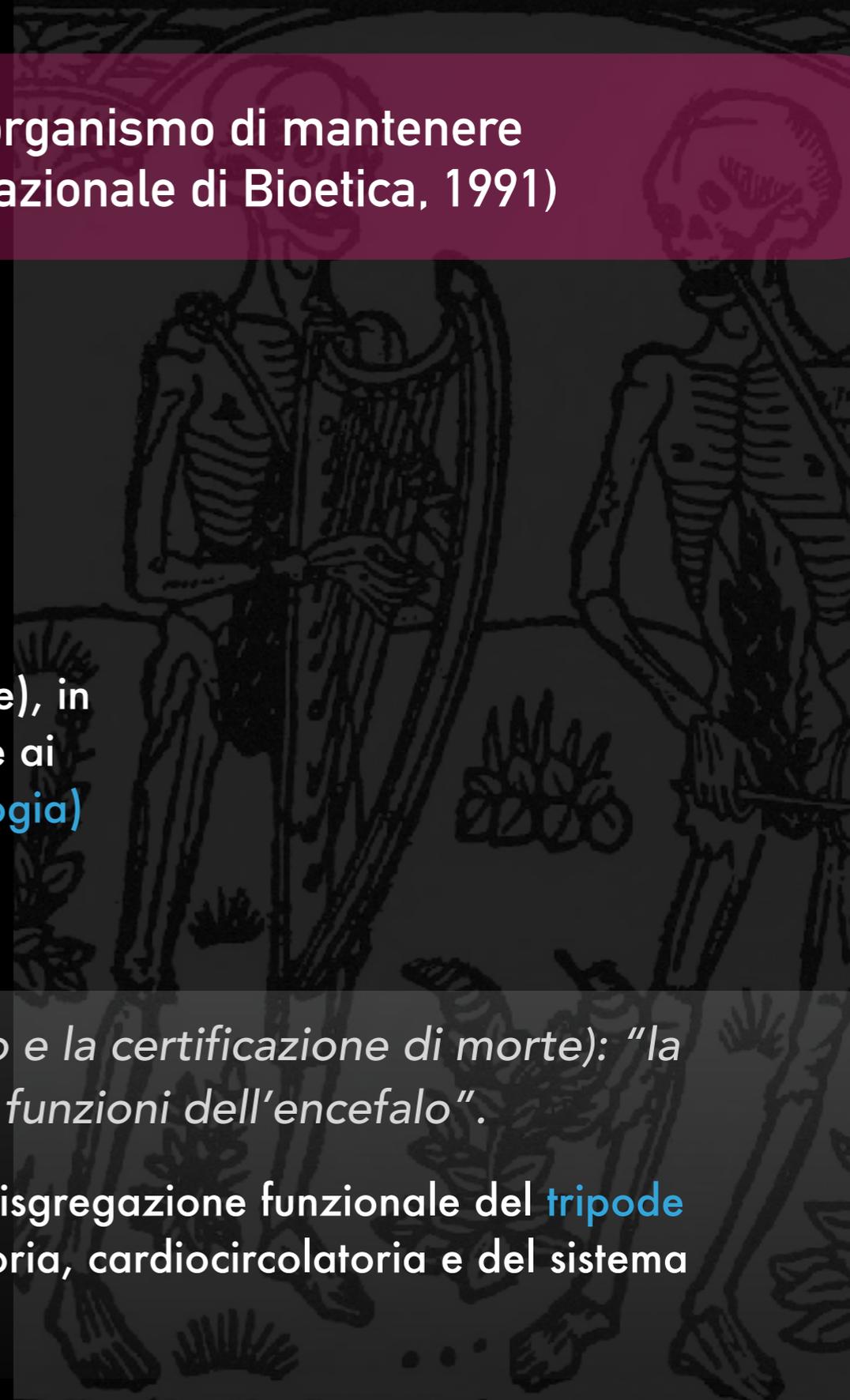
OGGETTO DELLO STUDIO TANATOLOGICO

- Le modificazioni che si verificano nell'organismo durante il passaggio tra la vita e la morte, e che consentono di accertare la realtà del decesso (diagnosi di morte)
- Le alterazioni chimico-fisiche (e quindi, sul cadavere, morfologiche), in riferimento ai diversi fattori in grado di influenzarne l'evoluzione e ai relativi tempi di estrinsecazione e di apprezzabilità (**tanatocronologia**)

DIAGNOSI DI MORTE

- *Legge 29/12/1993 n. 578, Art. 1 (norme per l'accertamento e la certificazione di morte): "la morte si identifica con la cessazione irreversibile di tutte le funzioni dell'encefalo".*

La morte dell'encefalo a tutti gli effetti garantisce l'irreversibile disgregazione funzionale del **tripode vitale di Bichat**, fondato sulla sussistenza di funzionalità respiratoria, cardiocircolatoria e del sistema nervoso centrale.



TANATOLOGIA

STUDIO DEI FENOMENI POST-MORTALI

A seguito del decesso si manifestano diversi eventi:

PROCESSI PRECOCI

- Fenomeni abiotici immediati (triade del Bichat): perdita di coscienza e di tutte le funzioni neurologiche, arresto della circolazione, arresto della respirazione.
- Fenomeni abiotici consecutivi: disidratazione, raffreddamento, ipostasi, rigidità cadaverica, acidificazione dei tessuti (algor mortis, livor mortis, rigor mortis)

PROCESSI TARDIVI

- Processi trasformativi distruttivi: autolisi, autodigestione, putrefazione (stadio cromatico, enfisematoso, scheletrizzazione).
- Processi trasformativi particolari: macerazione, mummificazione, corificazione, saponificazione.



Sacro Speco di Subiaco, L'Eremita S. Macario mostra a tre giovani cavalieri le diverse fasi di decomposizione del corpo umano, particolare (XIII sec.)

PROCESSI PRECOCI

FENOMENI ABIOTICI CONSECUTIVI

...> *Algor mortis*

Raffreddamento del cadavere rispetto alla temperatura ambientale

Periodo 1:

- Durata di circa 3 ore
- Decremento termico di $0,5^{\circ}\text{C}/1\text{h}$

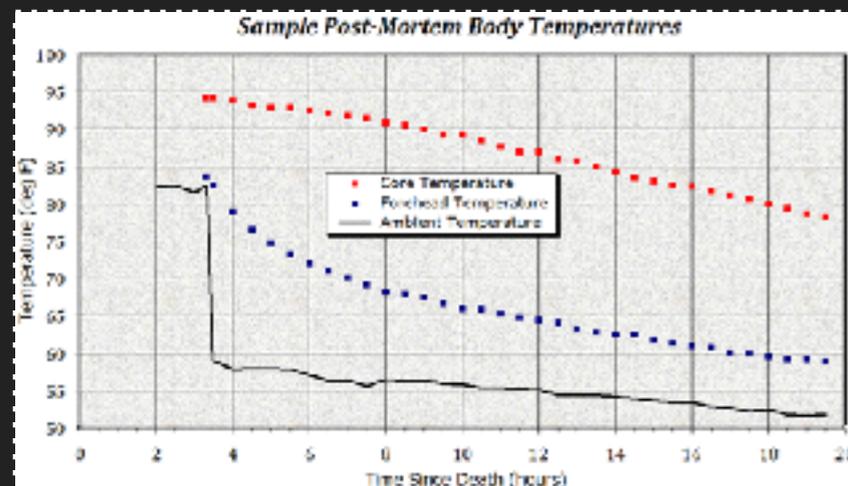
Periodo 2:

- Durata di circa 6/8 ore
- Decremento termico di $1^{\circ}\text{C}/1\text{h}$

Periodo 3:

- Durata compresa tra 11 e 30 ore
- Decremento termico di $0,75-5^{\circ}\text{C}/1\text{h}$

Fattori di influenza: costituzione corporea, temperatura interna/esterna, condizioni climatiche, indumenti, perdita di sostanza cutanea post-traumatica, sottigliezza della cute.



...> *Livor mortis*

Decolorazione della salma a causa della stasi del sangue non più pompato dal cuore, che per gravità filtra lentamente verso il basso attraverso i tessuti

Comparsa di **macchie ipostatiche a partire da 2/3 ore** (raccolte ematiche rossastre nelle zone declivi del corpo per percolazione del sangue). La compressione data dal peso del corpo impedisce l'afflusso di sangue nei vasi

- Migrazione totale:** ipostasi mobili, fino a 10-12 ore dal decesso. Rosso vinoso.
- Migrazione parziale:** ipostasi semifisse, fino a 25/30-48 ore. Verdastro.
- Fissità assoluta:** ipostasi fisse, oltre 48/72 ore. Bruno.



...> *Rigor mortis*

Rigidità cadaverica, per meccanismo di pseudo contrazione post mortale dell'apparato muscolare

Si manifesta dopo circa 3 ore dal decesso e raggiunge la massima rigidità dopo circa 36/48 ore, risolvendosi dopo 72 ore, quando le masse muscolari passano ad uno stato di flaccidità completa.

Processo influenzato dalla temperatura ambientale (basse t =comparsa ritardata; alte t =risoluzione accelerata) e dalla condizione dell'individuo prima della morte (grado di sviluppo muscolare, genere di morte).



PROCESSI TARDIVI

PROCESSI TRASFORMATIVI DISTRUTTIVI

I tempi di comparsa dei fenomeni putrefattivi sono molto variabili e dipendono da numerosi parametri.

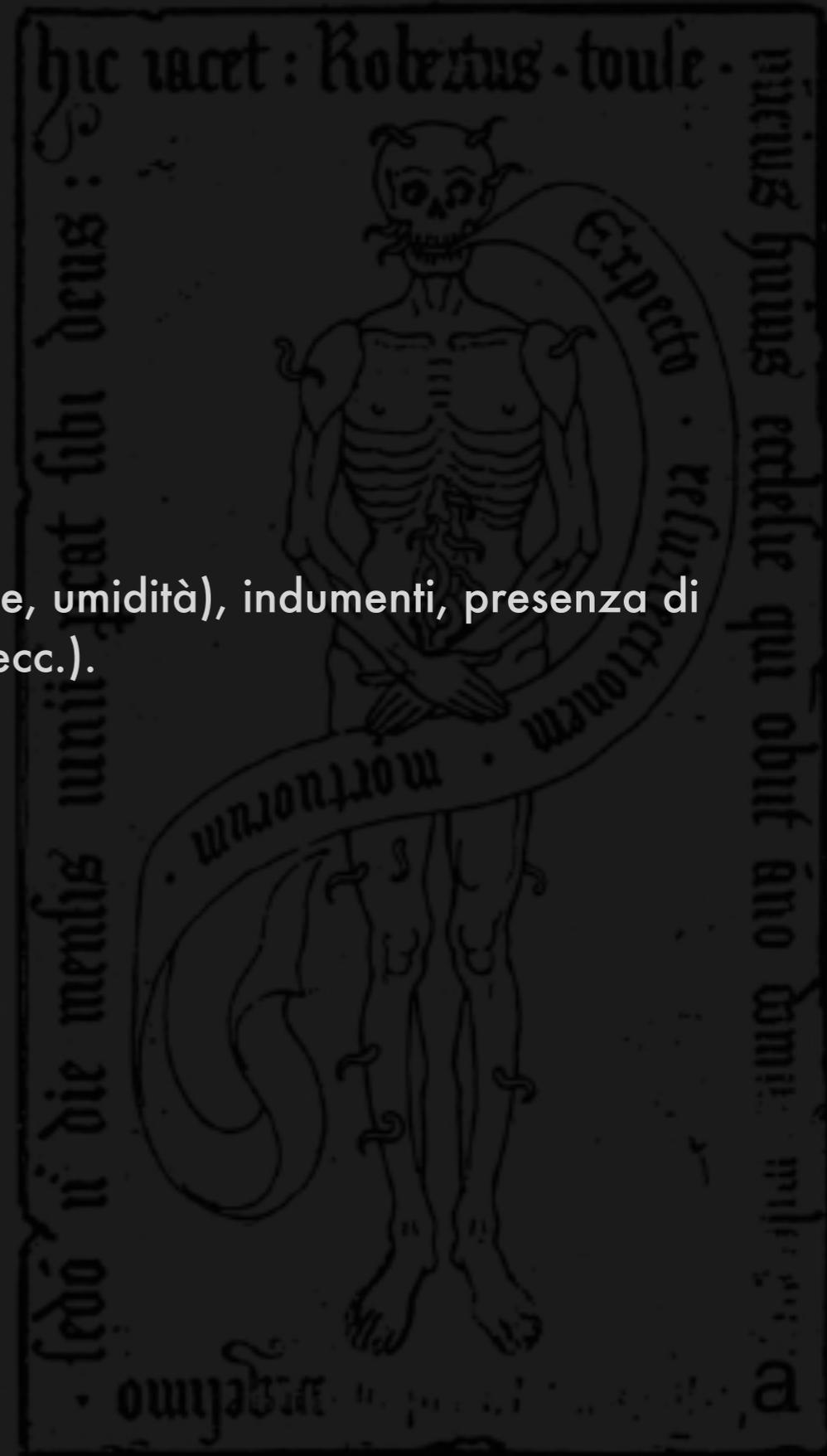
PARAMETRI INTRINSECI

Peso, muscolatura, stato di salute in vita

PARAMETRI ESTRINSECI

Stagione, condizioni climatiche esterne (temperatura, ventilazione, umidità), indumenti, presenza di fattori biodeteriogeni (insetti, microfauna, macrofauna, vegetali ecc.).

BODY FARMS



LA PUTREFAZIONE

STADIO CROMATICO

...> *Stadio cromatico*

Il cadavere assume una colorazione verdastra, a partire da una macchia putrefattiva nel quadrante addominale inferiore destro (valvola ileo-cecale), per l'elevata concentrazione di batteri anaerobi.

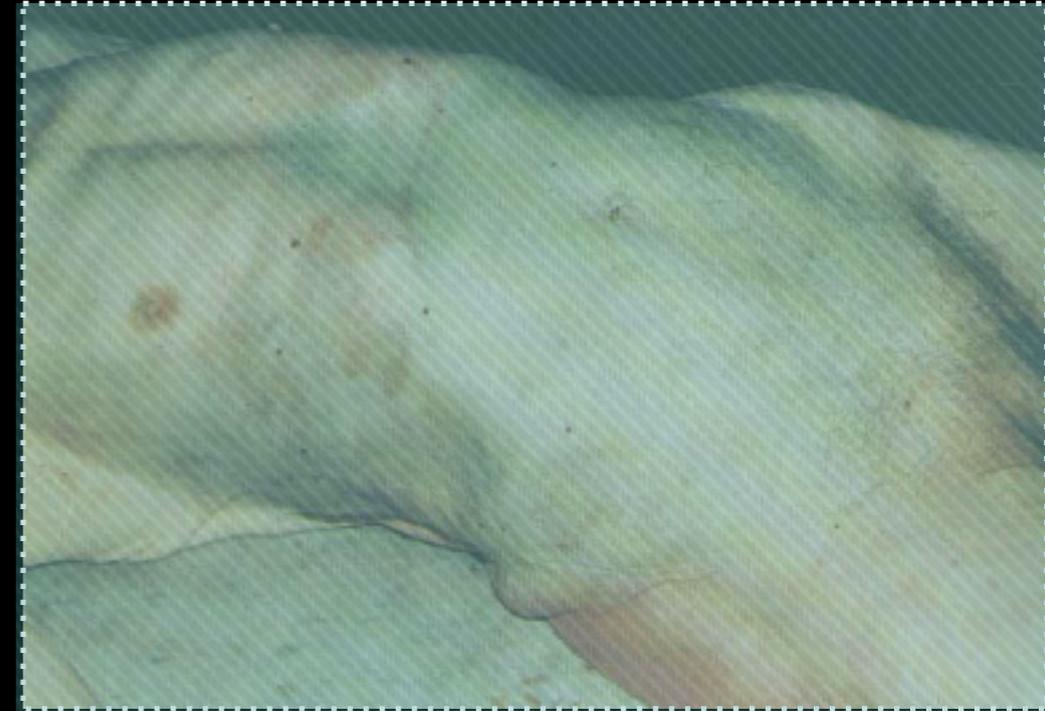
Può avere inizio anche in sedi di lesioni o raccolte ematiche. A volte è presente il fenomeno della **marmorizzazione**, in cui il disegno del reticolo venoso sottocutaneo viene accentuato, formando una trama verdastra in particolari distretti somatici.

Emoglobina> *Solfoematoglobina*
Idrogeno solforato

Colorazione violacea/verdastra

...> *Comparsa del fenomeno*

- Estate: entro le 20-25 ore
- Inverno: entro 2 giorni



LA PUTREFAZIONE

STADIO ENFISEMATOSO

...> *Stadio enfisematoso*

Durante questo processo, cadavere si gonfia a causa della formazione di gas, che si raccolgono in ogni spazio cavitario dei corpi, per effetto dei batteri anaerobi; la cute si tende, le labbra divengono tumide e i bulbi oculari protrudono (*facies negroide*). Si osservano bolle cutanee, effetto *degloving* su mani e piedi e distacco di peli e capelli.



...> *Comparsa del fenomeno*

- Estate: entro 3-6 giorni
- Inverno: entro 3-6 settimane

...> *Il fenomeno del parto in bara*



LA PUTREFAZIONE

FASE COLLIQUATIVA

...> Fase colliquativa

Nel penultimo stadio con la **diffusione batterica** sino alla cute si ha la separazione dello strato corneo e i tessuti interni vengono scoperti, con grande proliferazione di colonie di microrganismi. Come conseguenza "all'apertura" del corpo l'aria e il gas fuoriescono, sgonfiando il cadavere, che assume un **colorito nerastro**. I tessuti assumono forma di sostanza liquamosa e nera, fuoriuscendo dal corpo. Si sviluppa il tipico odore di **ammoniaca**.

...> Comparsa del fenomeno

- Estate: entro 15 giorni
- Inverno: entro 1-2 mesi



LA PUTREFAZIONE

SCHELETRIZZAZIONE

...> *Scheletrizzazione parziale e completa*



La scheletrizzazione rappresenta l'ultimo stadio putrefattivo ed è rappresentata dalla scomparsa dei tessuti molli dal cadavere.

Alcuni fattori che influenzano la velocità di questo processo comprendono fenomeni di bioturbazione, (larve, insetti saprofagi, fauna), profondità di inumazione, assenza o presenza di seppellimento, presenza di indumenti/materiali particolari.



...> *Comparsa del fenomeno*

-Estate: entro 2 mesi in superficie

-Inverno (clima freddo): entro 8-10 mesi

...> *NB: entro 2/5 anni per i resti inumati*

PROCESSI CONSERVATIVI

MUMMIFICAZIONE

...> Mummificazione

La mummificazione è un processo **naturale o artificiale** per il quale il corpo subisce una rapida disidratazione in seguito ad una sorta di liofilizzazione delle cellule corporee che mantengono la loro integrità morfologica perdendo liquidi. La pelle assume colore brunastro e la consistenza del cuoio. Avviene in ambiente molto secco, in condizioni estreme di calore o di gelo. E' tuttavia sufficiente che l'ambiente circostante permetta una **rapida evaporazione** dei liquidi corporei.

...> Comparsa del fenomeno

- Superficiale: entro 4-8 settimane
- Totale: 6-12 mesi



PROCESSI CONSERVATIVI

CORIFICAZIONE

...> Corificazione

La corificazione è un processo naturale che si verifica in **ambienti umidi con carenza di ossigeno** (ad esempio nelle casse di zinco) che arresta i fenomeni colliquativi e la stabilizzazione delle strutture proteiche in un processo di alterazione del connettivo cutaneo simile a quello della conciatura. Consiste nell'acquisizione dei caratteri del cuoio da parte della cute, che resta relativamente morbida, integra ed elastica, a causa di processi chimici di disidratazione e polimerizzazione, che provocano un'infinita conservazione del corpo. La cute assume un colorito giallastro, più scuro nelle parti scoperte (testa e mani). Le articolazioni non sono rigide poiché nei tessuti rimane, talvolta, malleabilità.



...> Fenomeno completo entro 1-2 anni.

Christian Friedrich von Kahlbutz

...> Saponificazione

Questo processo avviene prevalentemente quando la salma è a contatto con del liquido e in un ambiente con scarso apporto di ossigeno (ad esempio in acque stagnanti, casse di zinco ecc.). L'alterazione dei grassi corporei fa sì che i tessuti assumano aspetto gelatinoso, per poi indurirsi fino a diventare coriacei.



L'**adipocera** è una sostanza organica simile alla cera (sale di calcio insolubile) formata dall'idrolisi da parte di batteri anaerobi del grasso contenuto nel corpo, in ambienti umidi e in presenza di sali di calcio. Nella sua formazione, la decomposizione viene rimpiazzata da una **struttura compatta e permanente dei tessuti grassi, organi interni e della faccia**. Ha colore bianco-grigiastro e compare entro un mese dalla morte.

...> Comparsa del fenomeno

- Comparsa: 2-3 mesi
- Completamento: 1 anno

TAFONOMIA E DIAGENESI

ALTERAZIONI POST-MORTEM

La tafonomia (**τάφος + νόμος**) è definita come lo studio dei processi attraverso i quali i resti organici passano dalla biosfera alla litosfera come risultato di processi biologici e geologici (Efremov, 1940), quindi dal momento della morte fino alla definitiva conservazione; in antropologia può essere considerata come lo studio del destino post-mortale dei resti umani.

E' quindi definibile come la disciplina utile alla valutazione e all'interpretazione delle condizioni di conservazione, al fine di individuare gli agenti e i processi di alterazione.

La tafonomia viene distinta in quattro fasi che si susseguono temporalmente:

- ◆ La morte dell'organismo
- ◆ Le vicende che subiscono i resti fino al loro seppellimento (biostratinomia)
- ◆ Il seppellimento definitivo nei sedimenti
- ◆ Le trasformazioni diagenetiche.



TAFONOMIA E DIAGENESI

FATTORI DI ALTERAZIONE

Con il termine "alterazione" si indicano tutti i processi che portano alla modificazione delle caratteristiche iniziali di un qualsiasi materiale sottoposto all'azione di agenti meteorici, fisici, chimici, biologici o antropici.

Le ossa sono costituite da una componente organica (**collagene**) ed una inorganica (**carbonato idrossiapatite**).

Essendo fosfati, hanno un comportamento analogo ai **materiali carbonatici**. Possono essere quindi soggette a processi di **soluzione**, più rapidi in ambienti asciutti e acidi (**ALTERAZIONE CHIMICA**), o ad esercitazioni di tipo meccanico (**ALTERAZIONE MECCANICA**).

La loro resistenza all'alterazione tende ad aumentare quando le ossa abbiano subito combustione moderata.



Molti agenti di alterazione producono sull'osso effetti macroscopicamente assimilabili a patologie, interventi antropici o altre evidenze importanti.

È QUINDI DI ESTREMA IMPORTANZA, AI FINI DELL'ANALISI ANTROPOLOGICA, RICONOSCERE TALI EVIDENZE.

DIAGENESI

FATTORI AMBIENTALI

ACQUA

- Azione erosiva per dissoluzione della componente minerale;
 - Variazioni cromatiche per concentrazione di minerali o sali.
- Buona conservazione in ambiente totalmente saturo d'acqua (**anaerobico**).
Ottima conservazione in **acqua salata**.

TERRENO DI GIACITURA

- Azione chimica: natura chimica del terreno come principale causa di degrado dei resti umani inumati. Scarsa conservazione in suoli a pH acido (<6)
- Azione meccanica: pressione come causa di deformazioni significative (cranio e femore).

FUOCO

- Alterazioni da combustione: *burn patterns*
- Fratture
- Variazioni cromatiche
- Cambiamenti dimensionali

ALTRI FATTORI

Esposizione alla luce solare, combustione, particolari condizioni di seppellimento (saponificazione, mummificazione, bog burial...)



DIAGENESI

EFFETTI DEL TERRENO DI DEPOSIZIONE

Terreno ghiaioso

Terreno permeabile all'acqua; l'osso assume un colore biancastro e diventa friabile a seguito dell'azione batterica.

Terreno umido ed argilloso

Discrete condizioni di conservazione. Una volta recuperati ed esposti alle condizioni di superficie, possono comparire crepe e fratture per il processo di evaporazione dell'acqua accumulata nell'osso durante la giacitura.

Terreno sabbioso

Disgregazione superficiale e conseguente fragilità dell'osso.

Terreno salino

Sbiancamento della superficie dell'osso a causa dell'accumulo di sali.

Terreno in caverna

L'osso è esposto a fenomeni di mineralizzazione quali accumuli di carbonato di calcio sotto forma di concrezioni o variazioni cromatiche.

Terreno acido

Forte demineralizzazione dell'osso fino alla sua completa degradazione in suoli con pH inferiore a 6.

Terreno agricolo

Possibile alterazione chimica se presenti elevate concentrazione di fertilizzanti e pesticidi nel suolo. Possibili frammentazioni, alterazioni meccaniche e distruzione dei resti ossei causate da azioni antropiche quali aratura meccanica.

DIAGENESI

FATTORI DI BIOTURBAZIONE

Sezione sottile di osso lungo con radice in vaso sanguigno (ingrandimento 160x)

RADICI

Dislocazione e impronte per secrezioni acide

FAUNA

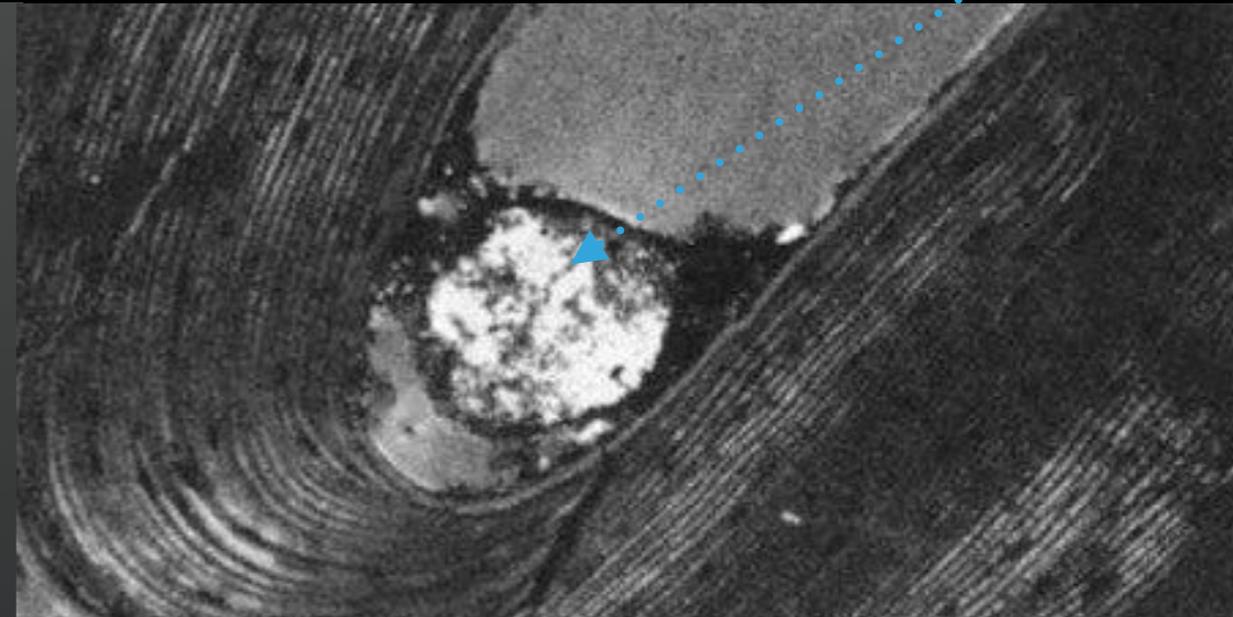
Insetti, animali fossori, ungulati e carnivori

Fori, dislocazione, gnawing marks

MICROORGANISMI

Funghi, batteri

Solubilizzazione dell'apatite, marcata friabilità e cambiamento cromatico



(Ortner, 2003)

Dall'alto: effetti invasivi delle radici; gnawing marks di roditori ("effetto rotaia"); azione di dermestidi su osso lungo.

DIAGENESI ALTERAZIONI MECCANICHE



Deformazione pressoria data dal terreno di giacitura

Fratture post-deposizionali: margini netti, diversità cromatica



Deformazione analoga al rachitismo data dalla esposizione in suoli acidi con scarso drenaggio

DIAGENESI

ALTERAZIONE CHIMICA

PSEUDO TREPONEMATOSI



(Mann-Hunt, 2005)

PSEUDO OSTEOLISI



(Wells, 1967)

PSEUDO MASTOIDITE



(Wells, 1967)

MASTOIDITE

TREPONEMATOSI

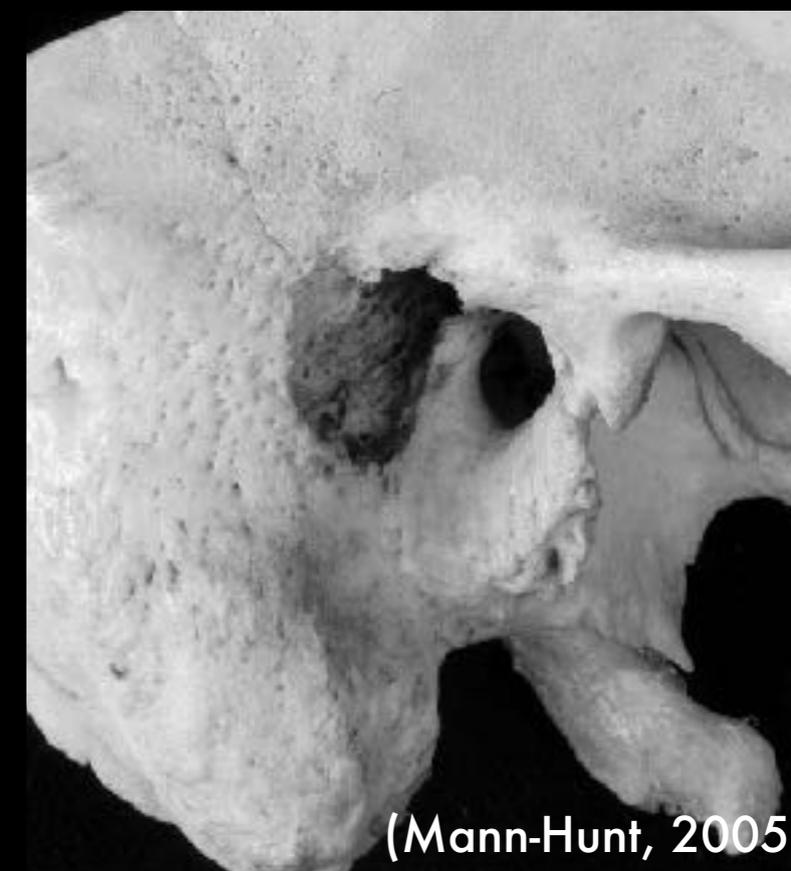


(Mann-Hunt, 2005)

OSTEOLISI DA EMANGIOMA



(Mann-Hunt, 2005)

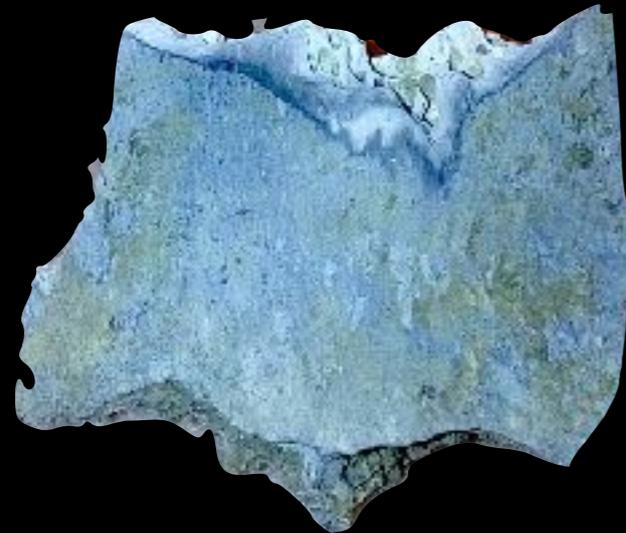


(Mann-Hunt, 2005)

DIAGENESI

CASO PARTICOLARE: GLI EFFETTI DEL FUOCO

Alterazioni meccaniche: fratturazione



Effetto S

Effetto U

Effetto LD



Deformazioni e shrinkage



DIAGENESI

CASO PARTICOLARE: GLI EFFETTI DEL FUOCO

Alterazioni cromatiche



Temperatura (°C)

Colore

100-200

Alterazioni non significative

300

Marrone

400

Nero, blu

500

Grigiastro

600-700

Grigio chiaro

>800

Bianco

Altri colori

Verde, rosa, rosso, giallo