

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO
SEMINARI DEL MASTER IN SCIENZE FORENSI E
CRIMINOLOGICHE



Venerdi 9 novembre 2012 ore 15.30
Dipartimento di Biologia ambientale e Biodiversità
Via Archirafi 18 - Palermo

Thanatos, figlio dell'Erebo e della Notte, era il dio greco che personificava la morte - da cui l'etimologia del termine "tanatologia".



Oggetto dello studio tanatologico

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

L' accertamento della **realtà della morte** (diagnosi di morte) ha ovvie finalità giuridiche e cliniche, risultando di assoluto rilievo anche in relazione alle delicate questioni circa l' espianto di organi e tessuti dal cadavere ai fini di trapianto terapeutico.

Ovviamente, l'accertamento della realtà della morte non può essere demandato a metodi fallaci - sia pure dotati di un qualche fondamento razionale.

E' ad esempio convinzione diffusa che la morte di una persona possa essere accertata avvicinando alle narici e alla bocca la fiamma di una candela o una piuma per vedere se subiscono o meno oscillazioni ovvero avvicinando uno specchio alla bocca per vedere se l'alito lo appanni. Altri hanno proposto di avvicinare alle narici e alla bocca un pezzetto di carta bibula bagnato con soluzione di acetato di piombo, che finirebbe con annerirsi con l'insorgere delle esalazioni cadaveriche putrefattive per la formazione dell'idrogeno solforato.

I criteri per l'accertamento e la certificazione della morte sono stabiliti:

- dalla legge 29 dicembre 1993, n. 578 («Norme per l'accertamento e la certificazione di morte»)
- dal decreto del Ministero della Sanità del 22 agosto 1994, n. 582 («Regolamento recante le modalita' per l'accertamento e la certificazione di morte» - regolamento di attuazione della citata legge n. 578)
- dal decreto del Ministero della Salute del 11 aprile 2008 - in G.U. n. 136 del 12 giugno 2008 (“Aggiornamento del decreto 22 agosto 1994, n. 582”)

Si rimanda anche al D.P.R. 10 settembre 1990 n. 285, “Approvazione del regolamento di polizia mortuaria” e alla legge 2 dicembre 1975, n. 644 (G.U. del 19-12-1975, n. 334), “Disciplina dei prelievi di parti di cadavere a scopo di trapianto terapeutico...” e succ. modifiche.

A mente dell'art. 1 della Legge 29 dicembre 1993, n. 578 (norme per l'accertamento e la certificazione di morte) «***la morte si identifica con la cessazione irreversibile di tutte le funzioni dell' encefalo*** ».

Si tratta di una definizione sintetica, assoluta e di immediata percezione, derivata dalle conclusioni del Comitato Nazionale di Bioetica (1991) che ha definito la morte come «*la perdita totale ed irreversibile della capacità dell' organismo di mantenere autonomamente la propria unità funzionale*». *

* *Si veda anche l'aggiornamento del 24/06/2010.*

La morte dell' encefalo a tutti i suoi livelli, ivi comprese le strutture tronco-encefaliche, garantisce l'irreversibile disgregazione funzionale del classico “*tripode vitale di Bichat*”, fondato sulla contemporanea sussistenza della funzionalità respiratoria, cardiocircolatoria e del sistema nervoso centrale – concetto che al giorno d'oggi conserva essenzialmente un fascino esemplificativo, alla luce dei progressi delle scienze rianimatorie.



Cimitero delle Porte Sante- Firenze

Proprio in considerazione dell'acquisizione “di sempre maggiori conoscenze scientifiche e dello sviluppo tecnologico e strumentale intervenuti nel tempo”, è stata proposta e supportata dal **Centro nazionale trapianti*** l'opportunità di procedere ad una revisione e aggiornamento del decreto ministeriale 22 agosto 1994 n. 582.

A tal fine “gruppi di lavoro costituiti nell'ambito della Consulta tecnica permanente per i trapianti, con il supporto anche di esperti esterni anestesisti, rianimatori, neurologi, neuroradiologi e medici legali, hanno in materia predisposto documenti tecnici, in particolare tra l'altro linee guida per l'applicazione di indagini strumentali di flusso ematico cerebrale in situazioni particolari, ai fini della diagnosi di morte in soggetti affetti da lesioni encefaliche”.

*creato presso l'Istituto Superiore di Sanità, ai sensi dall'articolo 8 della Legge n. 91 del 1 aprile 1999

Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute (G.U. n. 136 del 12 giugno 2008).

Art. 1

Accertamento della morte e arresto cardiaco

1. In conformita' all'art. 2, comma 1, della legge 29 dicembre 1993, n. 578, l'accertamento della **morte per arresto cardiaco** puo' essere effettuato da un medico con il rilievo continuo dell'elettrocardiogramma protratto per non meno di 20 minuti primi, registrato su supporto cartaceo o digitale.

*Art. 2 legge 29 dicembre 1993, n. 578

Accertamento di morte.

1. La morte per arresto cardiaco si intende avvenuta quando la respirazione e la circolazione sono cessate per un intervallo di tempo tale da comportare la perdita irreversibile di tutte le funzioni dell'encefalo e può essere accertata con le modalità definite con decreto emanato dal Ministro della sanità.

Art. 2 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

Requisiti clinico-strumentali per l'accertamento della morte nei soggetti affetti da lesioni encefaliche e sottoposti a trattamento rianimatorio

1. Nei soggetti affetti da lesioni encefaliche sottoposti a trattamento rianimatorio, salvo i casi particolari indicati al comma 2, le condizioni che, ai sensi della legge 29 dicembre 1993, n. 578, art. 3, impongono al medico della struttura sanitaria di dare immediata comunicazione alla Direzione sanitaria dell'esistenza di un caso di morte per cessazione irreversibile di tutte le funzioni dell'encefalo, sono:

- a) assenza dello stato di vigilanza e di coscienza, dei riflessi del tronco encefalico e del respiro spontaneo
- b) assenza di attività elettrica cerebrale
- c) assenza di flusso ematico encefalico, nelle situazioni particolari previste al comma 2.

Art. 2 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

2. E' prevista l'esecuzione di indagini atte ad escludere l'esistenza di flusso ematico encefalico nelle sotto elencate situazioni particolari:

- a) bambini di eta' inferiore ad 1 anno;
- b) presenza di farmaci depressori del sistema nervoso di grado tale da interferire sul quadro clinico-strumentale complessivo; in alternativa al rilievo del flusso ematico cerebrale, l'iter puo' essere procrastinato sino ad escludere la possibile interferenza dei suddetti farmaci sul quadro clinico-strumentale complessivo;
- c) situazioni cliniche che non consentono una diagnosi eziopatogenetica certa o che impediscono l'esecuzione dei riflessi del tronco encefalico, del test di apnea o la registrazione dell'attivita' elettrica cerebrale.

Art. 3 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

Accertamento della morte nei soggetti affetti da lesioni encefaliche e sottoposti a trattamento rianimatorio

1. Nei soggetti di cui all'art. 2, la morte e' accertata quando sia riscontrata, per il periodo di osservazione previsto dall'art. 4, la **contemporanea** presenza delle seguenti condizioni:

a) assenza dello stato di vigilanza e di coscienza

b) assenza dei riflessi del tronco encefalico:

riflesso fotomotore

riflesso corneale

reazioni a stimoli dolorifici portati nel territorio d'innervazione del trigemino

risposta motoria nel territorio del facciale allo stimolo doloroso ovunque applicato

riflesso oculo vestibolare

riflesso faringeo

riflesso carenale

c) assenza di respiro spontaneo con valori documentati di CO₂ arteriosa non inferiore a 60 mmHg e pH ematico non superiore a 7.40, in assenza di ventilazione artificiale

d) assenza di attività elettrica cerebrale, documentata da EEG eseguito secondo le modalità tecniche riportate nell'allegato 1 al presente decreto, di cui costituisce parte integrante

e) assenza di flusso ematico encefalico, preventivamente documentata nelle situazioni particolari previste dall'art. 2, comma 2.

Art. 3 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

2. L'attività di origine spinale, spontanea o provocata, non ha alcuna rilevanza ai fini dell'accertamento della morte, essendo compatibile con la condizione di cessazione irreversibile di tutte le funzioni encefaliche.

3. Nel neonato, nelle condizioni di cui al presente articolo, l'accertamento della morte può essere eseguito solo se la nascita è avvenuta dopo la trentottesima settimana di gestazione e comunque dopo una settimana di vita extrauterina.

Art. 4 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

Periodo di osservazione

- 1. *Ai fini dell'accertamento della morte la durata del periodo di osservazione deve essere non inferiore a 6 ore.***
2. In tutti i casi di danno cerebrale anossico il periodo di osservazione non puo' iniziare prima di 24 ore dal momento dell'insulto anossico, ad eccezione del caso in cui sia stata evidenziata l'assenza del flusso ematico encefalico. In tale condizione, il periodo di osservazione puo' iniziare anche prima di 24 ore dal momento dell'insulto anossico, di seguito alla documentazione dell'assenza del flusso ematico encefalico.
3. La simultaneita' delle condizioni necessarie ai fini dell'accertamento deve essere rilevata dal collegio medico **per almeno due volte**, all'inizio e alla fine del periodo di osservazione. La verifica di assenza di flusso non va ripetuta.
- 4. *Il momento della morte coincide con l'inizio dell'esistenza simultanea delle condizioni di cui all'art. 3, comma 1.***

Art. 5 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

Arresto cardiaco irreversibile durante il periodo di osservazione

1. Qualora durante il periodo di osservazione di cui all'art. 4, si verifici la cessazione del battito cardiaco, l'accertamento della morte puo' essere effettuato con le modalita' previste all'art. 1.

Certificato di morte o necroscopico

Il certificato di morte rappresenta la formalizzazione scritta di un atto tecnico volto ad accertare la realtà della morte.

Tale compito è affidato al medico necroscopo.

Le funzioni di medico necroscopo sono esercitate da un medico nominato dalla Unità Sanitaria Locale competente; negli ospedali la funzione di medico necroscopo è svolta dal direttore sanitario o da un medico da lui delegato.

Il certificato di morte viene, quindi, allegato al registro degli atti della morte ed è necessario affinché l'ufficiale di stato civile autorizzi la sepoltura della salma.

Art. 6 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

Certificazione di morte

1. Le modalita' relative alla visita del medico necroscopo e la connessa certificazione di morte in caso di **arresto cardiaco** accertato secondo quanto previsto dall'art. 1, seguono le disposizioni contenute negli **articoli 4, 8 e 9 del regolamento di Polizia mortuaria**, approvato con decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1990, n. 285.

Nel caso in cui il riscontro elettrocardiografico sia stato eseguito da un medico necroscopo, il medesimo provvede direttamente alla compilazione del certificato necroscopico.

D.P.R.10 settembre 1990, n. 285

ART. 4

Le funzioni di medico necroscopo di cui all'art. 141 del Regio Decreto 9 luglio 1939, n. 1238, sull'ordinamento dello stato civile, sono esercitate da un medico nominato dalla Unità Sanitaria Locale competente.

Negli ospedali la funzione di medico necroscopo è svolta dal direttore sanitario o da un medico da lui delegato.

...

Il medico necroscopo ha il compito di accertare la morte, redigendo l'apposito certificato previsto dal citato art. 141.

La visita del medico necroscopo deve sempre essere effettuata non prima di 15 ore dal decesso, salvo i casi previsti dagli articoli 8, 9 e 10, e comunque non dopo le trenta ore.

D.P.R.10 settembre 1990, n. 285

ART. 8

Nessun cadavere può essere chiuso in cassa, nè essere sottoposto ad autopsia, a trattamenti conservativi, a conservazione in celle frigorifere, nè essere inumato, tumulato, cremato, prima che siano trascorse 24 ore dal momento del decesso, salvo i casi di decapitazione o di maciullamento e salvo quelli nei quali il medico necroscopo avrà accertato la morte anche mediante l'ausilio di elettrocardiografo, la cui registrazione deve avere una durata non inferiore a 20 minuti primi, fatte salve le disposizioni di cui alla legge 2 dicembre 1975, n. 644 e successive modificazioni.

D.P.R.10 settembre 1990, n. 285

ART. 9

Nei casi di morte improvvisa ed in quelli in cui si abbiano dubbi di morte apparente, l'osservazione deve essere protratta fino a 48 ore, salvo che il medico necroscopo non accerti la morte nei modi previsti dall'art. 8.

ART. 10

Nei casi in cui la morte sia dovuta a malattia infettiva-diffusiva compresa nell'apposito elenco pubblicato dal Ministero della Sanità o il cadavere presenti segni di iniziata putrefazione, o quando altre ragioni speciali lo richiedano, su proposta del coordinatore sanitario dell'Unità Sanitaria Locale il Sindaco può ridurre il periodo di osservazione a meno di 24 ore.

Art. 6 Decreto 11 aprile 2008 Ministero della Salute

Certificazione di morte

2. L'accertamento della morte eseguito con le modalita' indicate negli articoli 1, 3 e 4 esclude ogni ulteriore accertamento previsto dall'art. 141 del regio decreto 9 luglio 1939, n. 1238, sull'ordinamento dello Stato Civile, e dagli articoli 4, 8 e 9 del regolamento di Polizia mortuaria soprarichiamato.

3. L'obbligo della compilazione del certificato necroscopico previsto dall'art. 141 del suddetto regio decreto 9 luglio 1939, n. 1238, spetta, in qualita' di medico necroscopo, al medico che ha effettuato l'accertamento secondo quanto previsto dall'art. 1, o al componente medico legale nel collegio di cui all'art. 2, comma 5, della legge 29 dicembre 1993, n. 578, o, in mancanza, al suo sostituto nel predetto collegio.

Fenomeni e segni tanatologici

In accordo con Borri (1914), i fenomeni della morte possono essere suddivisi in due categorie :

1) *a-biotici* o *vitali negativi*, in quanto la loro assenza indica il cessare della vita

2) *trasformativi del cadavere*, detti anche *positivi*, in quanto agiscono attivamente nel modificare l'organismo umano sia nel senso della sua distruzione che della sua, più o meno duratura, conservazione.

BORRI L., Delle indagini sul cadavere e del valore dei fenomeni cadaverici sotto il rispetto medico-legale (tanatologia forense), in Trattato di medicina legale conforme al diritto italiano costituito, Vallardi, Milano, 1914, vol. L

Fenomeni “a-biotici” o vitali negativi

1) ***Fenomeni immediati***, in relazione all'arresto delle funzioni essenziali per la vita dell'individuo: perdita della coscienza, della sensibilità, della motilità spontanea a seguito dell'arresto della funzionalità del sistema nervoso centrale, arresto del respiro, arresto dell'attività cardiocircolatoria.

2) ***Fenomeni consecutivi***, in rapporto con le modificazioni che si instaurano nel cadavere mentre persistono attività vitali residue a livello di organi, di tessuti e di elementi cellulari: raffreddamento corporeo, rigidità cadaverica, ipostasi, acidificazione, disidratazione, perdita dell'eccitabilità neuro-muscolare)

I **fenomeni trasformativi** possono essere ulteriormente suddivisi in

distruttivi

- autolisi
- putrefazione
- macerazione

comuni

- autolisi
- putrefazione

conservativi

- saponificazione
- mummificazione
- corificazione

speciali

- macerazione
- saponificazione
- mummificazione
- corificazione

I fenomeni trasformativi “**speciali**” si evidenziano unicamente a fronte di particolari condizioni fisico-chimiche dell' ambiente nel quale il cadavere si trova a soggiornare, distinguendosi in alcuni maggiormente disgregativi per il cadavere e altri che ne consentono invece una più duratura conservazione.

ALGOR MORTIS

Il decremento post mortale della temperatura corporea è senza dubbio tra i fenomeni tanatologici più noti, tanto da essere volgarmente equiparato alla stessa realtà della morte.

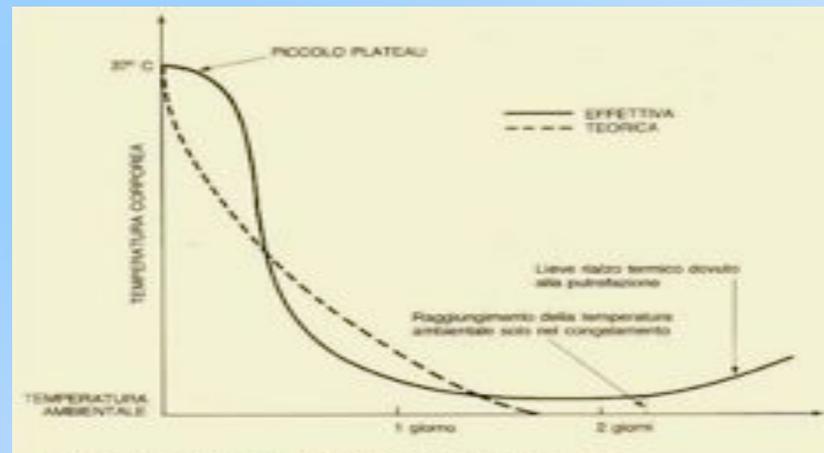
La temperatura corporea interna, nel vivente, a livello rettale è mediamente pari a 37°C.

L'arresto delle funzioni vitali ed il conseguente venire meno dei processi metabolici fanno sì che il cadavere – esposto solitamente ad una temperatura ambientale inferiore ai 37°C – raggiunga la temperatura dell'ambiente circostante, disperdendo il proprio calore per conduzione, convezione, irraggiamento ed evaporazione.

In accordo alla **legge di Newton**, la velocità della perdita di calore da parte di un oggetto che si raffredda all'aria, a temperatura costante e in assenza di variabili, quali la ventilazione e l'umidità, è in rapporto di **proporzionalità lineare** con la differenza tra la temperatura dell'oggetto stesso e quella ambientale ed è in relazione con la propria conduttività termica, cioè con la capacità di condurre calore, specifica di ogni sostanza.

Il raffreddamento del cadavere, anche in ragione dell'eterogeneità dei tessuti da cui è costituito, **non** segue perfettamente la legge di Newton, ma procede secondo un andamento **sigmoide** decrescente, con variazioni di temperatura meno rapide nelle prime ore che seguono il decesso e nelle ore più prossime all'allineamento della temperatura corporea con la temperatura ambientale.

CURVA DI RAFFREDDAMENTO DEL CADAVERE



Il peculiare andamento della curva di dispersione termica del corpo umano è determinato, con riferimento al **primo plateau**, dai fenomeni di vita residua che, in quanto metabolicamente attivi, producono piccole quantità di calore, rendendo quindi disomogeneo il progredire del raffreddamento corporeo (in alcuni casi determinando addirittura un lieve quanto transitorio iniziale innalzamento della temperatura cadaverica).

Il **secondo plateau**, invece, è da mettere in relazione con la produzione di calore che si verifica per effetto degli ormai incipienti fenomeni putrefattivi.

**EVOLUZIONE DEL DECREMENTO
TERMICO
POST-MORTALE**

- PRIMO PERIODO:

- ∅ Durata: circa 3 ore

- Decremento termico: circa 0,5°C/1h

- SECONDO PERIODO:

- ∅ Durata: 6 - 8 ore

- Decremento termico: circa 1°C/1h

- TERZO PERIODO:

- ∅ Durata: minimo 11 ore, massimo 30 ore

- Decremento termico: $\frac{3}{4}$ grado all'ora

- $\frac{1}{2}$ grado all'ora

FATTORI INFLUENTI SUL DECREMENTO DELLA TEMPERATURA CADAVERICA

- Fattori intrinseci
- Fattori estrinseci

- Fattori intrinseci:

- ∅ Costituzione corporea (pannicolo adiposo)
- ∅ Rapporto tra massa e superficie corporea
- ∅ Temperatura del corpo al momento della morte (ipotermia / ipertermia)
- ∅ Estese aree di perdita di sostanza cutanea post-traumatica (escoriazioni, ustioni...)
- ∅ Sottigliezza della cute

- Fattori estrinseci:
 - ∅ Temperatura ambientale
 - ∅ Umidità e ventilazione
 - ∅ Indumenti
 - ∅ Natura del mezzo ambiente

Metodologia operativa

Toccare la superficie cadaverica è una manovra preliminare che, unitamente all'apprezzamento del fenomeno ipostatico e della rigidità cadaverica, consente di farsi un'idea approssimativa circa l'epoca del decesso (recente o remota): se la superficie cutanea non è ricoperta da indumenti e risulta fredda al tatto saranno passate circa 2-4 ore dal decesso se ci si trova in luogo aperto, ovvero 6-8 ore se in ambiente chiuso.

E' fondamentale, in ogni caso, il ricorso ad un'esatta rilevazione della temperatura mediante un termometro.

Termometri tanatologici

- Termometro a mercurio:

E' costituito da un'asta di vetro appositamente graduata e conformata al "L", dotata di una branca, terminante con il bulbo, sufficientemente lunga da poter essere inserita nel canale ano-rettale per circa 10 cm.

- Pregi: non deve essere ripetutamente tarato
- Difetti: fragilità

Termometri tanatologici

- Termometro digitale:

in genere dotato di due sonde rispettivamente per la rilevazione della temperatura ambientale e di quella rettale.

Pregi:

- possono fornire la temperatura differenziale (Δt ambiente/cadavere) e memorizzare i risconti termometrici effettuati
- alcuni modelli possono essere collegati ad un computer portatile che, se fornito di apposito software, può rappresentare automaticamente il diagramma della curva di dispersione termica.

La temperatura ambientale deve essere misurata in modo da non esporre la sonda od il termometro a fonti dirette di calore, vento o umidità ed usando l'accortezza di effettuare il rilievo in stretta prossimità del cadavere.

La temperatura cadaverica va rilevata a livello del canale ano-rettale ad una profondità di circa 10 centimetri o, in alternativa, a livello del canale vulvo–vaginale .

ATTENZIONE: purchè il caso non presenti problematiche relative a possibile violenza sessuale, al fine di non rischiare di inficiare l'esame della pertinente lesività !

I rilievi termometrici devono essere effettuati in maniera sistematica, mediante plurime misurazioni che consentano un'accettabile ricostruzione della curva di dispersione termica cadaverica.

In determinati casi, la misurazione della temperatura cadaverica può essere controindicata o risultare complessa.

È CONTROINDICATA

Quando si sospetta una violenza sessuale.

In particolare, le operazioni di inserimento e di rimozione del termometro rettale possono indurre una dilatazione dell'orifizio anale con conseguente aspetto beante dello stesso, che potrebbe essere interpretata erroneamente come evidenza di un atto sessuale.

È COMPLESSA

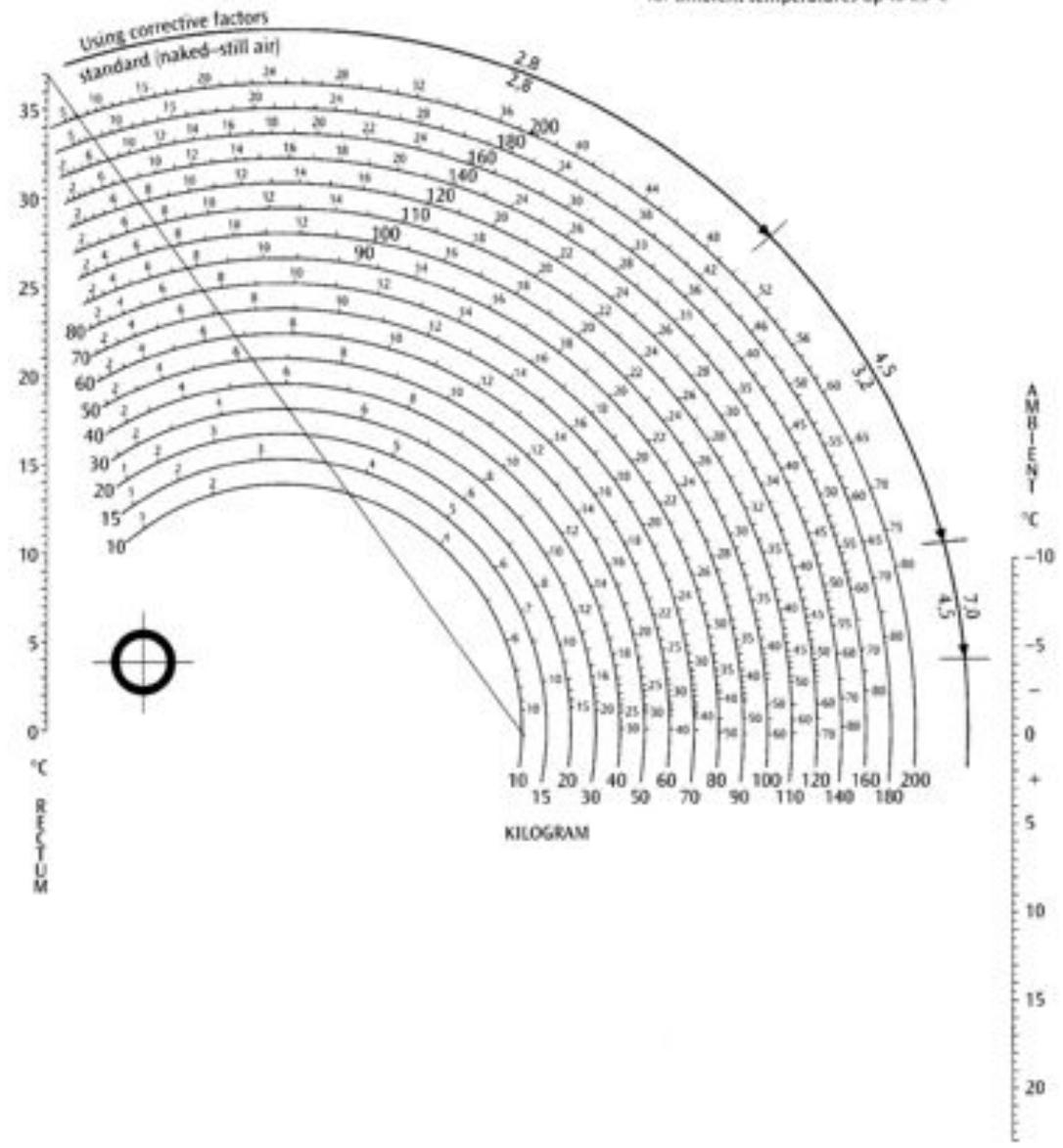
- In ambienti poco illuminati e/o angusti
- Nei casi di depezzamento del cadavere
- Lesioni estese del perineo

In questi casi è necessario fare riferimento alla temperatura cutanea, ascellare o ombelicale.

NOMOGRAMMA
di
Henßge - Madea

Tra i vari metodi matematici proposti al fine di effettuare una datazione della morte quanto più possibile corretta, quello di Henßge - Madea si distingue per la notevole applicabilità nella pratica forense, in virtù della relativa semplicità metodologica.

for ambient temperatures up to 23°C



Il nomogramma consente di effettuare in tempo reale la lettura del dato tanatocronologico conoscendo

- TEMPERATURA RETTALE
- TEMPERATURA AMBIENTALE
- PESO DEL CADAVERE

L'utilizzo del nomogramma consiste nel congiungere con una retta i punti corrispondenti alla temperatura rettale e alla temperatura dell'ambiente, individuati sulle corrispondenti scale ("Rectum" e "Ambient"). La retta così tracciata si interseca con quella di riferimento, inclinata verso destra e in basso, prestampata sul nomogramma. Si individua quindi la retta che contiene l'intersezione così ottenuta ed il polo del nomogramma (individuato dalla croce col cerchio intorno). L'epoca della morte si ricava intersecando quest'ultima retta con l'arco di cerchio corrispondente al peso corretto del cadavere.

L'errore al 95% di probabilità sulla stima ottenuta si legge in corrispondenza dell'arco più esterno.

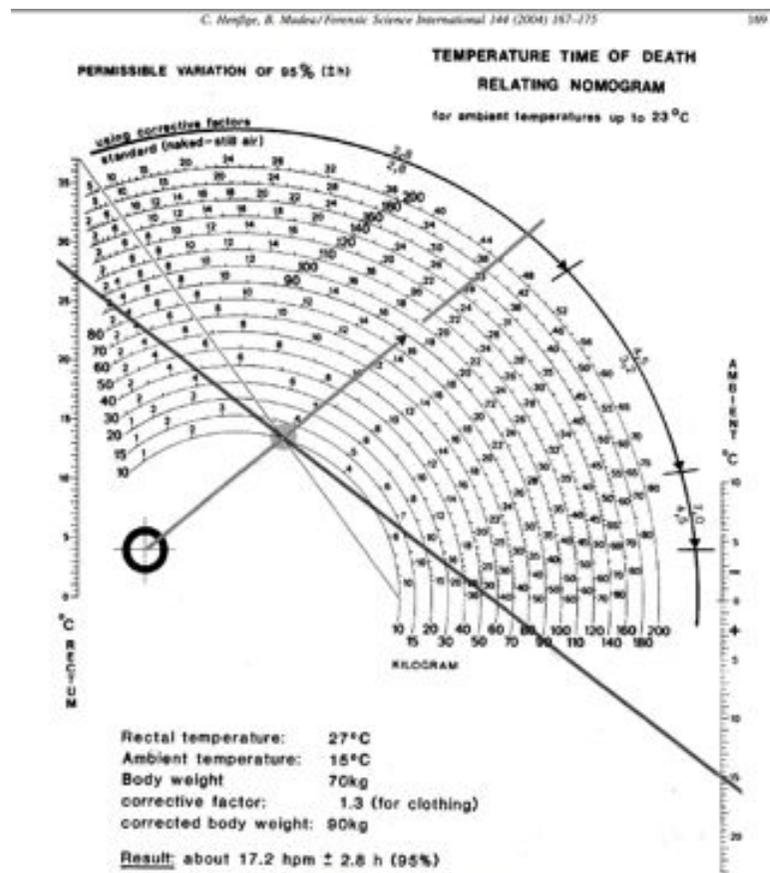


Fig. 2. Application of the nomogram-method.

C. Henßge, B. Madea "Estimation of the time since death in the early post-mortem period". Forensic Science International, 144 (2004) 167–175

PERMISSIBLE VARIATION OF 95% (±1)

TEMPERATURE TIME OF DEATH
RELATING NOMOGRAM

for ambient temperatures up to 23 °C

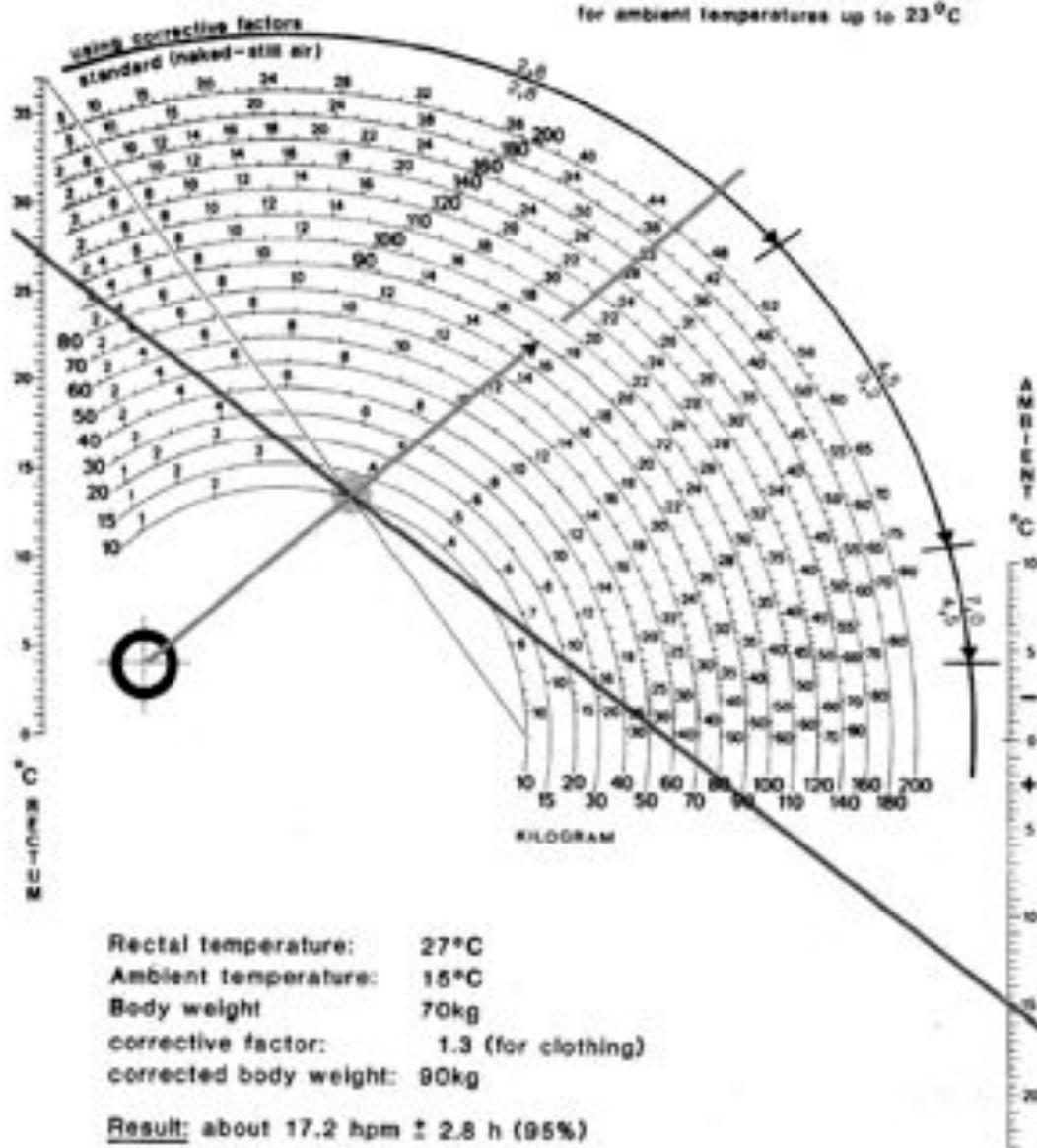
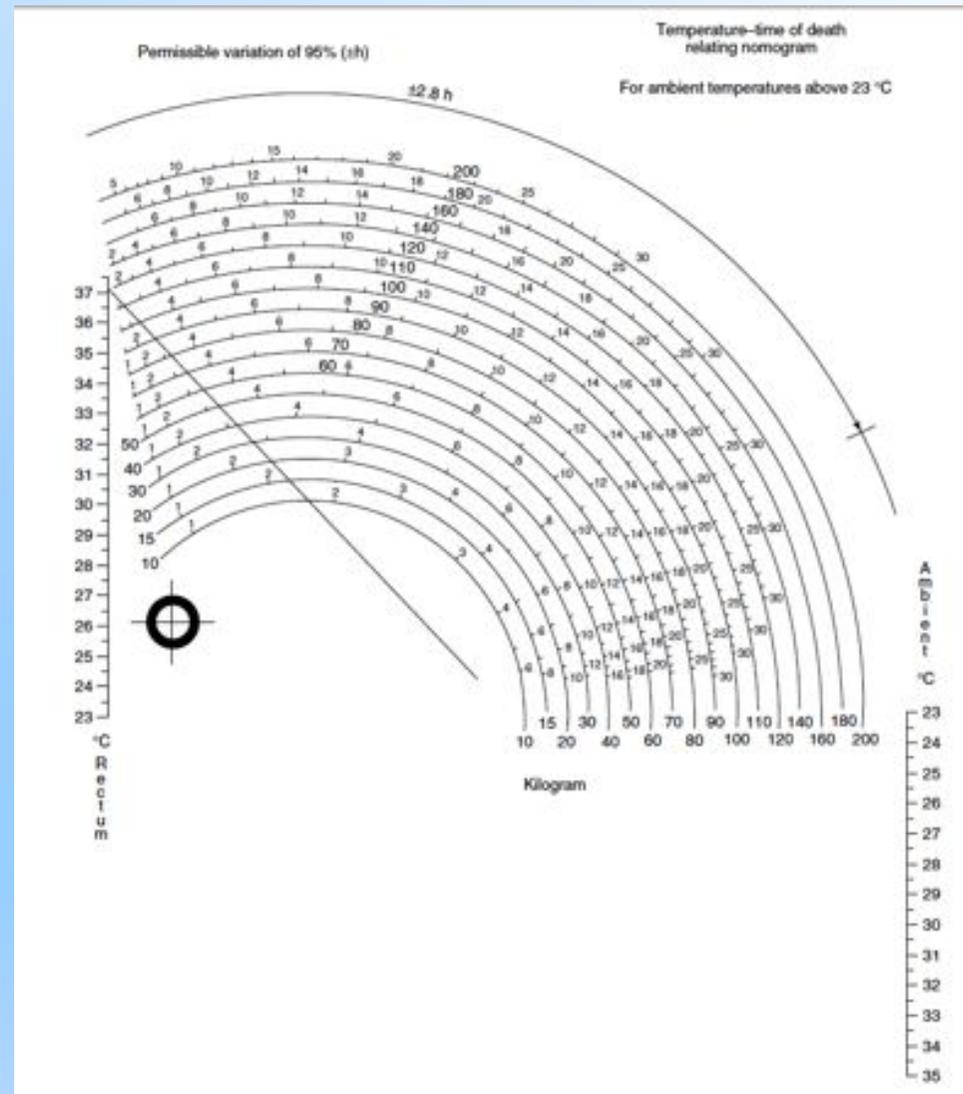


Fig. 2. Application of the nomogram method.

Per temperature superiori a 23 °C bisogna usare un altro nomogramma. La differenza tra questo nomogramma e quello sino a 23 °C è rappresentata essenzialmente dalle relative lunghezze del plateau di temperatura postmortem, che risulta essere più breve in ambienti a temperature più elevate.



Esistono condizioni nelle quali il metodo di Henßge - Madea **non** può essere applicato.

- ✓ Corpi rinvenuti in ambiente particolarmente assolato o con sistemi di condizionamento artificiale
- ✓ Nel sospetto di una ipotermia cadaverica
- ✓ Qualora il luogo dove viene rinvenuto il cadavere non sia lo stesso nel quale è avvenuto il decesso
- ✓ Qualora le informazioni circostanziali depongano per una variabilità della temperatura durante il periodo compreso tra il momento del decesso e l'osservazione da parte del medico legale.

Le ipostasi (*livor mortis*)

Il fenomeno delle ipostasi è strettamente legato all'arresto dell'attività cardiaca.

In un sistema chiuso di vasi comunicanti, un liquido che venga sollecitato soltanto dalla forza di gravità tende a raccogliersi nelle parti inferiori del sistema stesso. Così avviene per il sangue del cadavere che, venuta meno l'energia pressoria prodotta dalle contrazioni del cuore, affluisce nei vasi delle zone più declivi del cadavere stesso - sia in quelle cutanee, sia in quelle viscerali - formando delle macchie di color rosso violaceo (*livor mortis*).

Se il cadavere, come per lo più accade, si trova in posizione supina, le macchie ipostatiche si localizzano al dorso, alle regioni posteriori del capo, del collo, degli arti, rispettando i punti nei quali il corpo poggia sul substrato sottostante perché la compressione ivi esercitata dal peso del corpo stesso impedisce l'afflusso del sangue nei vasi.





Le aree di sbiancamento in corrispondenza del torace e dell'addome derivano dal fatto che il soggetto giaceva sull'arto superiore sinistro e sulla mano destra.



Questo soggetto giaceva su un materasso in lattice sagomato a “porta uova”.

In condizioni normali, le macchie ipostatiche iniziano a formarsi 2-3 ore dopo la morte e vanno poi aumentando di estensione e di intensità, man mano che aumenta la quantità di sangue affluito nelle zone declivi. La rapidità di comparsa e l'intensità delle ipostasi sono in rapporto con il grado di fluidità del sangue del cadavere; sono quindi maggiori in quei tipi di morte - morti improvvise, asfittiche, ecc. - nelle quali in genere non si verifica la coagulazione post-mortale del sangue. Al contrario, le ipostasi sono scarse e tardive nelle morti precedute da lunga agonia, da emorragie, ecc.

Nelle prime 10-12 ore dalla morte, cambiando la posizione del cadavere (ad esempio, da supino a prono), si può apprezzare la scomparsa o la riduzione dell'intensità delle lividure ipostatiche già formate. In seguito, gli spostamenti della posizione corporea non influenzano più lo stato delle ipostasi primitive. La pressione digitale riesce comunque ad attenuare localmente le lividure ipostatiche anche in seconda-terza giornata dal decesso.



Cronologia del fenomeno ipostatico

1. Fase di migrazione totale (ipostasi mobili)
 - ∅ Si protrae sino a 10-12 ore dalla morte.
2. Fase di migrazione parziale (ipostasi semifisse)
 - ∅ Si riscontra fino a 25-30 ore e talora anche 48 ore dal decesso.
3. Fase di fissità assoluta (ipostasi fisse)
 - ∅ Oltre 48-72 ore dal decesso.

La formazione di nuove ipostasi in regioni divenute secondariamente declivi, a seguito del cambiamento di posizione del corpo, non è da riferire alla migrazione delle primitive ipostasi.

Si tratta invece di una migrazione locale che si verifica dalle parti profonde a quelle superficiali e viceversa dei singoli distretti corporei.

Colore delle ipostasi

- ROSSO VINOSO



- VERDASTRO (per il sopraggiungere della putrefazione - solfometaemoglobina)



- BRUNO (fase putrefattiva più avanzata – ematina)

Colori particolari in caso di avvelenamento da CO, cianuro, apiolo !



Ipostasi color rosso-ciliegia in un caso di avvelenamento da CO.

RIGOR MORTIS

L'atonia muscolare post-mortale - segno abiotico immediato - conferisce al cadavere una sostanziale rilassatezza, tale da consentire qualsiasi movimento passivo a livello dei diversi distretti articolari. Dopo qualche ora, tuttavia, si assiste all'instaurarsi dell'irrigidimento cadaverico (periodo di invasione) che, con andamento progressivo ed intensità crescente, induce nei muscoli uno stato di contrattura con notevole rigidità di tutte le articolazioni (periodo culminante), fino alla graduale defervescenza del fenomeno (periodo di risoluzione) che, una volta completa, restituisce al cadavere la sua iniziale flaccidità (quest'ultima, anzi, è più accentuata di quella originaria tanto da consentire con estrema facilità movimenti passivi articolari anche al di là dei limiti naturali) .

Diversi studi hanno accreditato la teoria, tuttora accettata, che nella formazione ed evoluzione della rigidità cadaverica svolga un ruolo fondamentale l'adenosin-trifosfato (ATP), più precisamente la progressiva caduta della concentrazione di ATP nel muscolo cadaverico in rapporto alla sua mancata sintesi post-mortale. In effetti nel post-mortem si è rilevato un progressivo decremento dell'ATP muscolare, dovuto alla graduale scissione ad opera dell' enzima adenosin-trifosfatasi (ATP-asi), con iniziale possibilità di scorrimento dei filamenti di actina e miosina ma con successiva totale inscindibilità dell'interazione acto-miosinica a partire dal momento della completa scomparsa dell'ATP.

Il rigor mortis è dunque da ricondurre alla stabile interazione delle proteine contrattili - in eccesso di acido lattico e riduzione del pH - in forma di acto-miosina; la successiva risoluzione trova motivazione nella rinnovata solubilità dei complessi acto-miosinici dovuta all'autolisi ed alla putrefazione che li scinde nuovamente nei rispettivi protidi (actina e miosina).

Si ritiene che il rigor mortis si verifichi **simultaneamente** in tutti i muscoli; tuttavia, esso è più evidente dapprima nei gruppi muscolari più piccoli, specificamente in quelli della mandibola ed in quelli mimici del viso, poi nei muscoli della nuca, degli arti superiori e del tronco; infine, in quelli degli arti inferiori.

La massima intensità della rigidità si ha verso la 36^a-48^a ora.

Per lo più, verso la 72^a ora la rigidità è completamente risolta e le masse muscolari passano ad uno stato di flaccidità completa.

I dati riportati sono comunque indicativi, in quanto vari fattori - intrinseci ed estrinseci - influiscono sull' epoca di comparsa, sul periodo di stato e sulla rapidità di scomparsa della rigidità.

Fattori intrinseci

- il grado di sviluppo muscolare (quanto maggiore è quest'ultimo tanto più notevole sarà la rigidità)
- l'età dell'individuo (nei neonati e nei vecchi la rigidità è in genere precoce, ma poco intensa e fugace)
- il genere di morte (la rigidità è più intensa nelle morti rapide).

Fattori estrinseci

- le basse temperature ritardano la comparsa e la diffusione del rigor mortis e favoriscono la sua intensità e durata
- le temperature elevate anticipano la comparsa del rigor mortis, accelerandone però la risoluzione

Autolisi

L' autolisi è un *processo trasformativo distruttivo* molto precoce, in quanto prende avvio con l'esaurirsi dei fenomeni di vita residua, manifestandosi a livello macroscopico solo più tardivamente ed in stretta correlazione con la putrefazione.

L' autolisi si distingue tuttavia dalla putrefazione per il fatto che si tratta di un *processo auto-demolitivo* dovuto alle sole **attività enzimatiche cellulari** e quindi in assenza dell'intervento di microorganismi.

Il processo autolitico si manifesta autonomamente solo in circostanze eccezionali (in pratica solo nella macerazione asettica intrauterina del feto), essendo precocemente affiancato e sovrastato dalla putrefazione.

Manifestazioni autolitiche possono verificarsi anche in vita, come avviene ad esempio nella **pancreatite acuta necrotico-emorragica**.

Dal punto di vista biochimico, l'autolisi consiste nell' aggressione enzimatica e nella disgregazione delle macromolecole fondamentali: le proteine vengono scisse in peptoni e quindi in aminoacidi; i nucleoprotidi in acido fosforico e basi puriniche; i carboidrati in alcoli, acido piruvico ed acido lattico; i lipidi in glicerolo ed acidi grassi.

Il processo autolitico è più lento in caso di morte rapida in soggetti sani mentre risulta accelerato nelle morti precedute da fasi agoniche più o meno prolungate ovvero determinate da processi patologici che abbiano indotto una protratta e diffusa sofferenza cellulare.

Tra i fattori estrinseci, trattandosi di fenomeno legato ad attività enzimatiche, assume valore fondamentale la **temperatura** (optimum tra i 37 e i 45°C).

La velocità e l'entità del fenomeno autolitico nei vari distretti dell'organismo variano in funzione del tipo di tessuto, risultando più lente e meno intense in quelli ad elevata componente connettivale, assumendo decorso rapido e notevole estrinsecazione nel pancreas, nella midollare del surrene, nella mucosa gastrica ed intestinale, mostrando invece una gradualità intermedia nel fegato, nella milza, nei reni, nei muscoli e nell'encefalo.

Putrefazione

La putrefazione (dal latino *putridum facere*) rappresenta il “percorso” comunemente seguito nell' ambito dei processi trasformativi cadaverici, essendo praticamente obbligatoria in condizioni ambientali “standard”. Essa rappresenta l'insieme dei processi di decomposizione dei costituenti organici dello organismo, determinati dall' attività metabolica di microrganismi anaerobi ed aerobi, endogeni ed esogeni.



I microrganismi della putrefazione appartengono a diverse specie, molte delle quali sono costituenti della normale flora dell' organismo vivente, soprattutto a livello delle vie digerenti e respiratorie superiori. Tali microrganismi, unitamente ad altri eventualmente presenti in funzione patogena, proliferano nel cadavere, non essendo più soggetti ad alcun sistema di restrizione del loro sviluppo; altri si insediano dall' esterno per inquinamento post-mortale.

Nel caso in cui gli organi interni siano sterili, essenzialmente nei feti e nei neonati venuti a morte subito dopo il parto, la putrefazione origina solitamente a livello toracico per penetrazione di germi nelle vie aeree, ovvero nelle sedi del rivestimento cutaneo-mucoso caratterizzate dalla presenza di soluzioni di continuità.

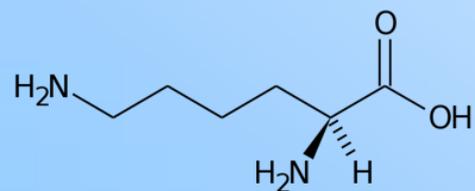
L'evoluzione del fenomeno è in questo caso **centripeta**.

L'azione disgregativa dovuta ai microrganismi si sovrappone a quella già avviata dall' autolisi, inducendo ulteriore e più fine decomposizione biochimica - proteica, glicidica e lipidica .

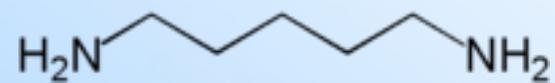
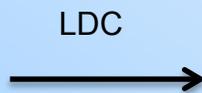
La destrutturazione dei lipidi porta al loro irrancidimento ed alla formazione di acidi grassi complessi che vengono ulteriormente ossidati in acidi grassi inferiori (butirrico, propionico, valerianico, caproico, ecc.) ed in sostanze volatili.

Le sostanze proteiche giungono alla completa scissione in aminoacidi, dai quali derivano anidride carbonica, **ptomaine**, ammoniaca, idrogeno solforato.

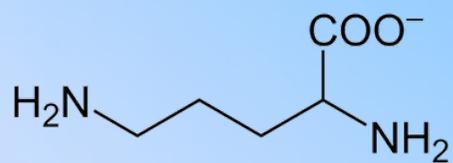
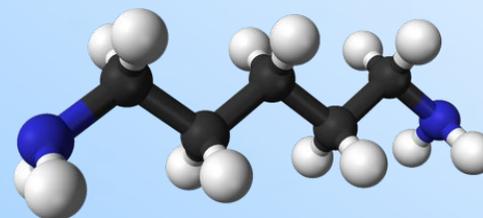
Le **ptomaine** o **basi cadaveriche** comprendono la *cadaverina* (dalla lisina), la *putrescina* (dall'ornitina), lo *scatolo* e l'*indolo* (dal triptofano).



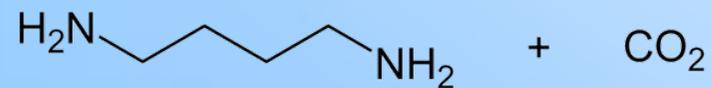
lisina



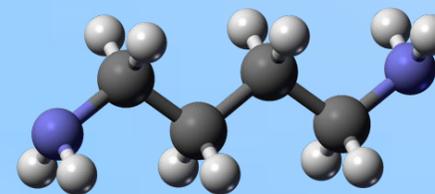
cadaverina

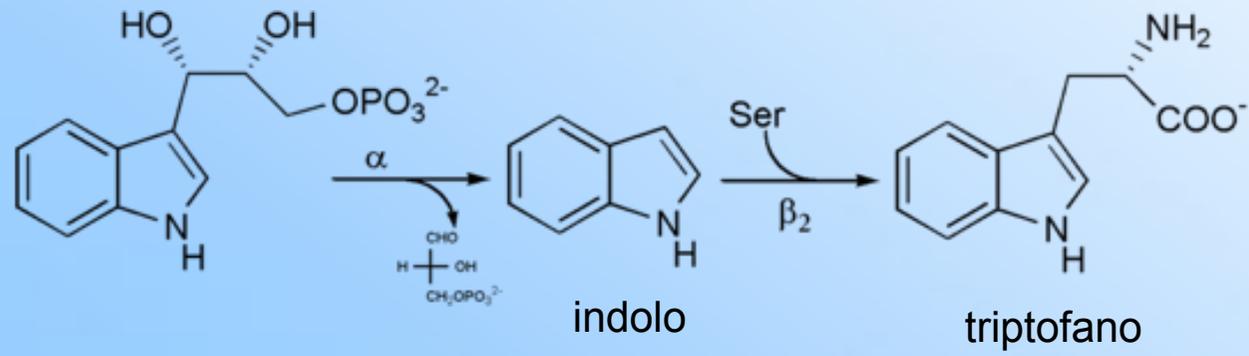


ornitina



putrescina





ALCALOIDI E PTOMAINI

Un posto importante nella chimica dell'Ottocento è occupato dagli studi sugli alcaloidi (“simili agli alcali”), sostanze azotate a reazione basica.

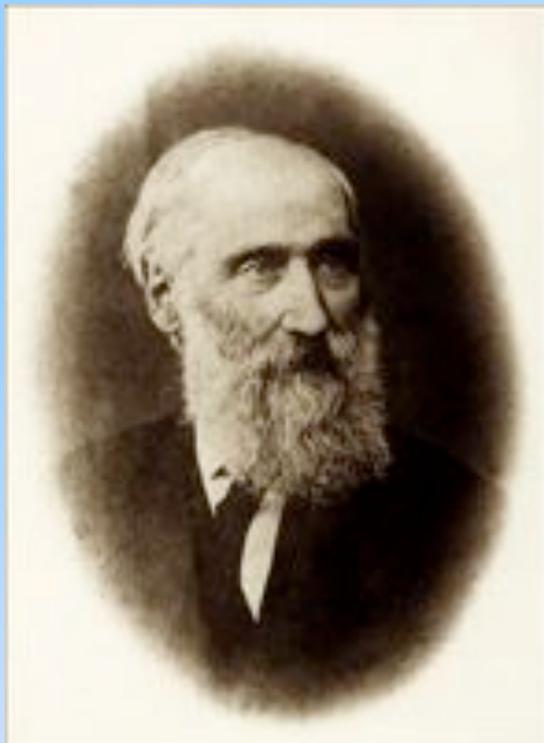
La identificazione del primo alcaloide è attribuita al farmacista Friedrich W. Sertürner (1783-1841), che nel 1805 isolò dal succo condensato dell'oppio una sostanza con proprietà alcaline che denominò "morfina", poi descritta in una memoria del 1817. Nei trent'anni successivi vennero identificati circa 30 nuovi alcaloidi e intorno al 1890 gli alcaloidi vegetali noti ammontavano ad un centinaio.

Gli alcaloidi trovarono diffuso impiego in casi di veneficio criminoso o volontario (suicidio), che nell'Ottocento occupavano spesso le prime pagine dei giornali.

Nei primi decenni dell'Ottocento era oltretutto estremamente difficile riconoscere chimicamente i vari veleni "per cui molti avvelenamenti, specialmente per arsenico, per alcaloidi, per fosforo andarono senza dubbio impuniti" (*)

Nei casi di presunto veneficio i magistrati, nel formulare il loro giudizio, danno molta importanza alla identificazione chimica del veleno nel corpo della vittima e quindi i periti chimici dei tribunali erano frequentemente impegnati in analisi chimiche nei procedimenti penali per sospetto avvelenamento. Numerosi furono quindi gli studi sulla "chimica analitica" degli alcaloidi: metodi di estrazione dai materiali di ricerca (visceri cadaverici nei casi di veneficio), preparazione di "reattivi generali" per la precipitazione e la separazione e di "reattivi coloranti generali" per la loro identificazione colorimetrica .

(*) Guareschi I. Commentario alla Farmacopea Italiana e dei medicinali in generale. Unione Tipografico Editrice, vol III p.II, Torino 1898.



Francesco Selmi
(Vignola 1817 - Bologna 1881)

Gli studi sui metodi di identificazione degli alcaloidi piombarono tuttavia in uno stato di completo disorientamento della seconda metà dell'Ottocento, in seguito alla comunicazione di Francesco Selmi, presentata all'Accademia delle Scienze di Bologna nella seduta del 25 gennaio 1872: "Sulla esistenza di principii alcaloidei naturali nei visceri freschi e putrefatti, onde il perito chimico può essere condotto a conclusioni erronee nella ricerca degli alcaloidi venefici".

Selmi, negli anni 1870 e 1871, in occasione di perizie chimico-legali per sospetto avvelenamento, ricercando gli alcaloidi con il metodo di Stas-Otto nelle viscere dei cadaveri, aveva infatti individuato delle sostanze basiche che davano tutte le reazioni generali degli alcaloidi, ma che non riuscì ad identificare con nessuno di quelli noti fino a quel momento.

Selmi denominò queste sostanze ptomaine o "alcaloidi cadaverici", sospettando che si formassero nell'organismo o nei cadaveri in seguito a processi putrefattivi.

La scoperta delle ptomaine e soprattutto la loro analogia chimico-analitica con gli alcaloidi "fu l'annuncio di una vera rivoluzione nel campo della Chimica tossicologica». L'apprensione, i dubbi, l'insicurezza nelle ricerche chimico-forensi che conseguirono all'annuncio della possibile esistenza delle ptomaine nei materiali d'esame e la consapevolezza di errori commessi nel passato, si colgono chiaramente nelle pubblicazioni dell'epoca.

"Fino al 1872 qualunque perito chimico, ricercando nei visceri cadaverici un veleno ed applicando il metodo di Stas o di Dragendorff, si fosse imbattuto in qualche sostanza, la quale presentasse le reazioni generali degli alcaloidi, qualche reazione specifica e azione fisiologica proprie di qualche base vegetale, era autorizzato a pronunciarsi per l'avvelenamento per mezzo di quest'ultima. Ma questo criterio, che nello stato della Tossicologia d'allora era abbastanza giustificato, cessò di essere sufficiente».

Vitali D. Manuale di Chimica Tossicologica. Tipografia del Riformatorio Patronato, Milano 1893.

"Prima delle ricerche di Selmi è molto probabile che alcuni sperimentatori, in casi di perizie chimico-legali, abbiano confuso le ptomaine con veri alcaloidi vegetali (...). Ora che il perito chimico conosce l'esistenza delle basi cadaveriche, dovrà andare ben guardingo e non trarre conclusioni precipitate. Però non vorremmo che si cadesse nell'inconveniente opposto, vale a dire, che non si attribuissero alle ptomaine le reazioni che fossero dovute a veri alcaloidi introdotti nell'organismo" (*).

(*) Alkali organici o basi organiche o alcaloidi. Supplemento annuale alla Enciclopedia di Chimica. Diretto da L. Guareschi. Unione Tipografico-Editrice, Torino 1891.

La necessità di uscire da questo stato di incertezza spinse ad intensificare gli studi sulle ptomaine, privilegiando la ricerca di metodi analitici per poterle differenziare con sicurezza dagli alcaloidi vegetali. Nel 1880, l'allora ministro di Grazia e Giustizia, Tommaso Villa, nominò una commissione ad hoc (Commissione italiana per l'accertamento dei reati di veneficio), con presidente lo stesso Selmi, "allo scopo di studiare le gravissime questioni che si riferivano alla prova nei reati di veneficio ed i caratteri speciali dei veleni cadaverici"(*) "per evitare funesti equivoci, dei quali subito si manifestò il pericolo" (Vitali, op. cit.) e dare precise direttive e maggiori sicurezze ai periti chimici.

(*) Guareschi I. Commentario alla Farmacopea Italiana e dei medicinali in generale. Unione Tipografico Editrice, vol III p.II, Torino 1898.

Fattori influenzanti la putrefazione

Fattori estrinseci

Assoluto rilievo nell'evoluzione della fenomenologia putrefattiva assume la **temperatura ambientale**.

Classica in proposito è l'affermazione di Devergie, secondo cui
« Il corso della putrefazione d'estate e d'inverno varia talmente, che v'è talvolta una differenza d'un mese nella comparsa delle stesse fasi della putrefazione ».

DEVERGIE A., Medicina legale teorica e pratica. Co' tipi del gondoliere, Venezia, 1839, vol. I, pag. 107.

La temperatura ambientale più idonea è compresa tra i 20 ed i 40 gradi centigradi (optimum fra 35 e 40°C); ben difficilmente si manifestano segni di putrefazione a temperature inferiori ai 2 – 3 °C e, comunque, lo sviluppo dei microorganismi putrefattivi e la loro attività metabolica risultano notevolmente rallentati già al di sotto dei 10 °C (minimum) così come in caso di temperature al di sopra dei 40 °C (maximum).

L'attività metabolica e la replicazione dei microrganismi putrefattivi sono peraltro ostacolate in ambienti secchi e ventilati, che sottraggono acqua ai tessuti.

Al contrario, l'umidità dell'aria, e quindi dei tessuti, agevola l'azione dei germi, sempre sulla base del fatto che l'acqua rappresenta il mezzo indispensabile per qualsiasi reazione metabolica.

I diversi tipi di terreno e la profondità di inumazione possono condizionare l'andamento della decomposizione cadaverica.

In generale, se il terreno presenta il giusto grado di umidità, aerazione e pH per lo sviluppo dei batteri, si avrà la *putrefazione*; in terreni molto argillosi è favorita la *formazione di adipocera*, mentre i terreni porosi e sabbiosi, se asciutti e ben aerati, conducono alla *mummificazione*.

La conservazione del cadavere in casse metalliche di zinco o di piombo ritarda la putrefazione, avviando il processo trasformativo speciale noto come *corificazione*.

Fattori intrinseci

I bambini vanno incontro a putrefazione più facilmente, in ragione della maggiore superficie corporea in rapporto al volume e del maggior contenuto in acqua dei tessuti (ricordiamo però che nei feti e nei nati morti il fenomeno è ostacolato dalla sterilità del canale intestinale).

Intuitivamente, la morte a seguito di *sepsi* accelera la fenomenologia putrefattiva che, al contrario, viene ostacolata a seguito di intenso trattamento antibiotico nelle fasi precedenti il decesso.

Favorisce la putrefazione la subitanità del decesso, con conseguente intensa fluidità ematica, così come tipicamente si verifica nelle morti improvvise, in quelle violente e, soprattutto, nelle asfissie; la fluidità ematica favorisce la diffusione del fenomeno attraverso una più agevole *pseudo-circolazione* ad opera dei gas putrefattivi.

Anche la morte preceduta da protratta agonia agevola la putrefazione, in relazione ad una più intensa autolisi e ad una più agevole migrazione dei saprofiti dalle sedi di consueta localizzazione.

Soluzioni di continuo cutaneo-mucose, a prescindere dalla loro patogenesi e dalla loro vitalità, favoriscono la putrefazione, soprattutto se estese e/o particolarmente profonde, in quanto agevolano la penetrazione dei germi dall' esterno. Ciò risulta particolarmente enfatizzato in caso di **depezzamento**.

Le raccolte ematiche (post-traumatiche o spontanee) accentuano il fenomeno poiché costituiscono un ottimo *pabulum* colturale per i germi.

Anche la ricchezza tissutale di acqua, come nell' obesità o negli stati anasarcatichi, favorisce le reazioni metaboliche dei germi putrefattivi.

Per contro, sono di ostacolo alle attività metaboliche dei microrganismi putrefattivi le emorragie profuse, gli stati anemici, la magrezza e l'intensa disidratazione dei tessuti, precedenti il decesso.

Evoluzione e cronologia della putrefazione

Nella fenomenologia putrefattiva si distinguono scolasticamente diverse fasi (**colorativa**, **gassosa**, **colliquativa**), che in realtà si manifestano solitamente senza una successione cronologica precisa e tendono a sovrapporsi le une alle altre, in una progressione ininterrotta di eventi metabolici e trasformativi che conducono alla scissione completa della materia organica in composti chimici semplici.

L'epilogo consueto del processo putrefattivo è rappresentato dalla *scheletrizzazione*.

Peculiari condizioni ambientali possono condurre alla *polverizzazione*, alla *umificazione* o alla *fossilizzazione* dei resti scheletrici.

Nella **fase colorativa** (o cromatica) i primi segni della putrefazione si apprezzano, all' esame esterno, sotto forma di una *macchia verde* a livello cutaneo.

Questa è dovuta, secondo classica dottrina, al combinarsi dell'idrogeno solforato derivante dalla putrefazione con l'emoglobina proveniente dall' emolisi dei globuli rossi, con conseguente formazione di solfoemoglobina e solfometaemoglobina.



La macchia verde di solito compare precocemente in sedi topografiche corrispondenti ai visceri dove la putrefazione si verifica con maggiore intensità causa la notevole presenza di flora microbica (colon e, in particolare, cieco). L'estrinsecazione del segno a livello della fossa iliaca destra non è obbligata né sempre prevalente, ma risulta comunque di una certa frequenza; ciò è spiegato non solo dall' elevata carica microbica locale ma anche dalla relativa vicinanza anatomica del cieco alla parete addominale anteriore rispetto agli altri tratti del colon .

L'iniziale localizzazione della macchia verde è comunque assai variabile e spesso si riscontra la contemporanea comparsa di più macchie a diversa localizzazione.

Nei feti e nei neonati (soprattutto se morti subito dopo il parto) la macchia verde si localizza in corrispondenza degli orifizi respiratori - lì dove, in assenza di flora endogena, avviene la prima penetrazione di germi dall' esterno - ovvero a livello di eventuali lesioni cutaneo-mucose.

Successivamente alla comparsa delle prime macchie verdastre, si determina il “marbling” o “fanerizzazione” della rete venosa superficiale, per la progressiva putrefazione del sangue contenuto soprattutto nelle anse vasali sottocutanee “a candelabro” a concavità aperta verso l'esterno, sangue che, per tale peculiare conformazione anatomica, non concorre alla formazione del fenomeno ipostatico.

La cute assume così un aspetto simile a quello dato al marmo dalle sue venature e viene perciò definita “marmorizzata”.



Con l'avanzare dei fenomeni putrefattivi, si appalesa quindi la cosiddetta **fase gassosa** (o enfisematosa).

In questa fase, per la considerevole produzione di gas ad opera dei germi anaerobi, il cadavere va caratteristicamente rigonfiandosi, sino ad assumere un aspetto «gigantesco» o «batraciano».

Caratteristici di tale periodo sono la facies negroide (volto tumefatto, di colorito bruno-nerastro, palpebre rigonfie, labbra tumide, dilatazione delle pinne nasali con relativo infossamento della radice del naso), il rigonfiamento notevole dell'addome, dello scroto e del pene, il crepitio alla palpazione della cute che dà la sensazione di comprimere neve fresca (enfisema sottocutaneo), la protrusione dei bulbi oculari e della lingua che può fuoriuscire completamente dalla bocca.



L'intenso rigonfiamento gassoso della matassa intestinale determina la spinta verso l'alto del diaframma con conseguente compressione dei polmoni e possibile fuoriuscita di liquami putrefattivi schiumosi e sanguinolenti dagli orifizi respiratori; parimenti si verifica compressione dello stomaco con fuoriuscita di materiale alimentare che può occupare anche le prime vie aeree (rigurgito post-mortale). La compressione sulle anse intestinali può provocare la perdita di feci ed anche il prollasso ano-rettale; a livello della vescica può indurre fuoriuscita di urine dal meato uretrale esterno.



da Weimar e Prokop, Atlante di
Medicina Legale, PEM ed, 1966

In rari casi è stato descritto il cosiddetto « parto postumo» o «**parto nella bara**», dovuto alla spinta esercitata dai gas putrefattivi sull'utero gravidico, che può prollassare unitamente al prodotto del concepimento .

Di comune osservazione sono altresì le cosiddette «flittene» gassose (in sede epistatica) o a contenuto liquido putrido rosso-roseo misto a gas (in sede ipostatica), dovute a scollamento (enfisema bolloso ed epidermolisi putrefattiva) degli strati più superficiali dell' epidermide (strato corneo). Tale scollamento può indurre il distacco più o meno completo "a guanto" o "a calza" epidermica.



Da C. Catanese, Color Atlas of Forensic
Medicine and Pathology, CRC 2010





La stagione calda rende tumultuoso l'avanzare dei processi putrefattivi ed è infatti possibile distinguere una “putrefazione estiva” da una “putrefazione invernale” «come condizioni diverse non solo nel rapporto cronologico ma pure in quello fenomenologico».

Secondo la comune esperienza, la fase enfisematosa inizia in estate verso il 2° - 4° giorno della morte e talora più precocemente entro le 24 ore (protraendosi per una o due settimane); non di rado solo verso il 10°-15° giorno in inverno (*), stagione nel corso della quale lo stadio gassoso può perdurare addirittura per 1-2 mesi.

(*) FRANCHINI A., Medicina Legale, CEDAM, Padova, 1985.

Allorché i germi anaerobi, continuando a diffondersi nei tessuti cadaverici, pervengono nello spessore di quelli cutanei, li dissolvono parzialmente e ne scollano lo strato corneo. In tal modo, nei tessuti sottostanti si impiantano e proliferano i germi aerobi provenienti dall' ambiente esterno che colliquano in profondità la sostanza organica del cadavere (**fase colliquativa o della distruzione cadaverica**).

La fase colliquativa può durare anche molti mesi prima di dar luogo all'ultima fase, quella della **scheletrizzazione**, che d'altra parte può essere notevolmente accelerata dall'azione distruttiva della macrofauna e/o della microfauna, ed in particolare di voracissime larve che si sviluppano da uova depositate da diverse specie di insetti, fin dai primi momenti della morte o addirittura in periodo agonico, sulla cute ed in corrispondenza delle cavità naturali del cadavere (« *travailleurs de la mort*» di Mégnin).

Il completamento della scheletrizzazione può richiedere un periodo di tempo variabile fra i 18-36 mesi ed i 3-5 anni, ovvero fino a 10-15 anni nei cadaveri inumati o tumulati in cassa metallica).

Anche la **profondità di inumazione** assume valore non indifferente, poiché è stato accertato che nei cadaveri posti a 0.3-0.6 metri la scheletrizzazione si verifica in pochi mesi o alcuni anni, mentre in quelli seppelliti a 0.9-1.2 metri sono necessari diversi anni (*).

(*) MANN R. W., BASS W. M., MEADOWS L., Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. J. Forensic Sci., 35, 103, 1990.

**Decreto del Presidente della Repubblica del 10
settembre 1990, n. 285
Regolamento di polizia mortuaria**

Articolo 71

1. Ciascuna fossa per inumazione deve essere scavata a due metri di profondità dal piano di superficie del cimitero e, dopo che vi sia stato deposto il feretro, deve essere colmata in modo che la terra scavata alla superficie sia messa attorno al feretro e quella affiorata dalla profondità venga alla superficie.

Articolo 72

1. Le fosse per inumazioni di cadaveri di persone di oltre dieci anni di età devono avere una profondità non inferiore a metri 2. Nella parte più profonda devono avere la lunghezza di metri 2,20 e la larghezza di metri 0,80 e devono distare l'una dall'altra almeno metri 0,50 da ogni lato.

Articolo 73

1. Le fosse per inumazioni di cadaveri di bambini di età inferiore a dieci anni devono avere una profondità non inferiore a metri due. Nella parte più profonda devono avere una lunghezza di metri 1,50 ed una larghezza di metri 0,50 e devono distare l'una dall'altra almeno metri 0,50 da ogni lato.

Talora la scheletrizzazione può non verificarsi mai, in altri casi invece risulta sorprendentemente precoce.

Negli Stati Uniti sono stati osservati, in estate, casi di scheletrizzazione completa in sei mesi nelle zone centrali del New Mexico (*) ed in meno di due settimane nelle zone più orientali del Tennessee (#); nel sud dell'Arizona (§) si sono verificati casi di scheletrizzazione completa (sempre in estate) in sei mesi e la loro comparazione con analoghi casi osservati in inverno ha portato ad individuare un rapporto cronologico estivo/invernale di 1 a 5.

(*) SCHOENLY K., GRIEST K., RHINE S., An experimental field protocol for investigation the postmortem interval using multidisciplinary indicators, J. Forensic Sci., 36, 1395, 1991.

(#) STEWART T. D., Essentials of forensic anthropology, C. C. Thomas, Springfield, 1979.

(§) GALLOWAY A., BIRKBY W. H., JONES A. M., HENRY T. E., PARKS B. O., Decay rates of human remains in an arid environment, J. Forensic Sci., 34, 607, 1989.

Non può non essere sottolineato il ruolo rilevante che la macrofauna (*) ma anche la microfauna (+) possono svolgere nella trasformazione e nella distruzione del cadavere anche in condizioni ambientali estreme.

(*) WILEY P., SNYDER L. M., Canid modification of human remains: implications for time-since-death estimations, J. Forensic Sci., 34, 894, 1989.

(+) RODRIGUEZ W. C., BASS W. M., Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee, J. Forensic Sci., 28, 423, 1983.

A scheletrizzazione avvenuta, la progressiva perdita di acqua e delle strutture organiche determina la mineralizzazione delle strutture ossee, che nel tempo divengono sempre più leggere avendo perso qualsiasi matrice organica e rimanendo costituite unicamente da componente minerale (fosfato e carbonato di calcio).

In seguito, l'ossidazione delle componenti minerali porta alla formazione di anidride fosforica e carbonica con residuo di ossido e di idrato di calcio che costituisce la "cenere delle ossa": si è così giunti alla cosiddetta **polverizzazione** (nel terreno, più precisamente, detta **umificazione**).

Se le ossa si trovano in ambiente fortemente mineralizzante si assiste alla sostituzione molecolare dell' osso con sostanze presenti nell' ambiente: si ha cioè la **fossilizzazione**. Si tratta di trasformazioni che richiedono comunque un elevatissimo periodo di tempo, tanto da non rientrare negli interessi della medicina legale quanto in quelli della paleontologia.

Saponificazione

Trattasi di un fenomeno trasformativo speciale che si verifica nel cadavere sommerso in acqua od inumato in terreno umido; tuttavia non è necessario un eccesso di liquido poiché risulta sufficiente - quanto meno per una saponificazione parziale - la quota di acqua interna al cadavere.

La trasformazione, a differenza che nella mummificazione, è qui sostanzialmente di tipo qualitativo, per il significativo sovvertimento biochimico che si determina a livello del tessuto adiposo del cadavere.

Nelle predette condizioni ambientali i consueti processi putrefattivi sono notevolmente ostacolati, dalla bassa temperatura ma soprattutto dalla carenza di ossigeno, mentre va progressivamente formandosi attorno al cadavere una sorta di involucro bianco-grigiastro (che rappresenta una discreta barriera protettiva per gli organi interni) costituito da una sostanza neoformata, detta « **adipocera** » per il particolare aspetto morfologico che assume il tessuto adiposo.

Secondo la trattatistica classica, la formazione dell'adipocera sarebbe dovuta al combinarsi degli acidi grassi che infiltrano la cute con i sali di calcio e le basi alcaline presenti nell'acqua o nel terreno (sapone di calcio insolubile).

In realtà, il vero e proprio processo di « saponificazione » non è obbligatorio e, quando presente, è tardivo e parziale; tanto è vero che nella letteratura anglosassone il fenomeno viene denominato unicamente « adipocera ».

Il fenomeno si verifica, come detto, in ambienti che di per sé sono di ostacolo alla putrefazione, specie della sua componente aerobia, in quanto privi di ossigeno, particolarmente se ricchi in acqua, come nei casi di sommersione del cadavere ovvero nella sua inumazione in terreno umido. Analoghe condizioni si verificano quando il cadavere è posto in un contenitore ermeticamente chiuso (ad esempio in cassa metallica o in un sacco di plastica), dove la componente acquosa è assicurata dai liquidi interni al cadavere.

In siffatte condizioni si determina la seguente serie di eventi biochimici: l'idrolisi autolitica del tessuto adiposo porta alla formazione di trigliceridi ed acidi grassi; gli acidi grassi insaturi (acido oleico, linoleico e palmitoleico) vengono idrogenati dai batteri (anaerobi) della putrefazione in acidi grassi saturi (acido palmitico, stearico, miristico e laurico), idrossiacidi (soprattutto acido idrossistearico e idrossipalmitico), ossiacidi (acido ossistearico e acido ossipalmitico).

Il cadavere “saponificato” appare come una massa bianco-grigiastra pesante e viscida per la rilevante imbibizione d'acqua; l'odore è intenso e sgradevole, simile a quello del formaggio rancido.



Mummificazione

È un processo trasformativo speciale, a carattere altamente conservativo, che si verifica allorché il cadavere - in rapporto a particolari fattori ambientali ma anche con concorso di alcune condizioni endogene - va incontro ad una intensa quanto rapida perdita di liquidi, di modo che i tessuti vengono fissati per disidratazione.

Rispetto alla saponificazione si assiste ad una trasformazione essenzialmente quantitativa, per difetto, poiché non vi è sovertimento biochimico delle strutture cadaveriche quanto piuttosto un'intensa deplezione idrica.

Il cadavere mummificato presenta un colorito brunoastro (dal grigio-giallastro al bruno-marrone), con pelle di consistenza di cuoio vecchio o pergamenacea ed aderente alle ossa; le articolazioni risultano rigide; a volte permangono in situ gli annessi piliferi, le unghie ed i capelli; i caratteri fisionomici sono abbastanza ben conservati; i visceri interni appaiono conglutinati e profondamente modificati.

