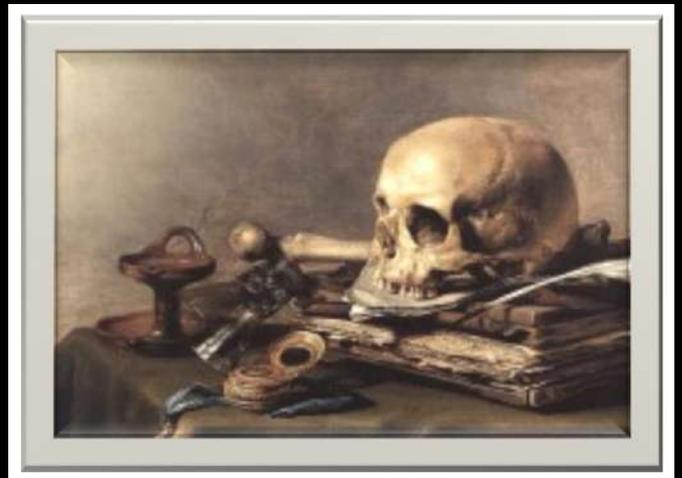


La tanatologia



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**)

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*». *

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.

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

"Approvazione del regolamento di polizia mortuaria"

(Pubblicato in Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 239 del 12/10/1990)

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.

I medici necroscopi dipendono per tale attività dal coordinatore sanitario dell'Unità Sanitaria Locale che ha provveduto alla loro nomina ed a lui riferiscono sull'espletamento del servizio, anche in relazione a quanto previsto dall'art. 365 del codice penale.

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.

ART. 8

Nessun cadavere può essere chiuso in cassa, né essere sottoposto ad autopsia, a trattamenti conservativi, a conservazione in celle frigorifere, né 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.

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. 11

Durante il periodo di osservazione il corpo deve essere posto in condizioni tali che non ostacolino eventuali manifestazioni di vita. Nel caso di deceduti per malattia infettiva-diffusiva compresa nell'apposito elenco pubblicato dal Ministero della Sanità il coordinatore sanitario dell'Unità Sanitaria Locale adotta le misure cautelative necessarie.

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.

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.



- ✓ Riflesso fotomotore: lo stimolo viene evocato attraverso l'utilizzo di una fonte luminosa di forte intensità proiettata sulla pupilla. Dev'essere ricercata sia la risposta diretta che quella consensuale. Fisiologicamente allo stimolo luminoso le pupille rispondono con il loro restringimento (miosi). In stato di morte encefalica non vi è nessuna risposta, in questo caso le pupille generalmente sono in midriasi intermedia. La presenza dell'anisocoria non preclude la diagnosi di M.E.
- ✓ Riflesso corneale: lo stimolo viene evocato attraverso l'utilizzo di un batuffolo di cotone o di una garza, con delicatezza onde evitare danni al tessuto. In condizioni normali si ha una risposta di ammiccamento e lacrimazione. Nei soggetti in morte encefalica non vi è alcuna risposta.
- ✓ Riflesso dolorifico: lo stimolo doloroso viene applicato sul territorio di innervazione del trigemino (glabella, regione infraorbitaria, labbro

superiore), per poter esplorare la funzione del tronco encefalico e per poter escludere una mancata risposta da lesione midollare alta. Inoltre dev'essere ricercata la risposta motoria nel territorio facciale allo stimolo doloroso ovunque applicato. In caso di morte encefalica non vi è alcuna risposta.

- ✓ Riflesso oculo-vestibolare: Prima di eseguire l'esame bisogna escludere la presenza di danni timpanici e presenza di tappi di cerume. La testa dev'essere sollevata di 30 gradi, tenendo le palpebre aperte si iniettano circa 50 cc di acqua fredda (4-6°C) nel condotto uditivo. Normalmente si avrà, dopo un breve periodo di latenza, una deviazione dello sguardo verso il lato stimolato, seguito da deviazione verso il lato opposto con comparsa di nistagmo orizzontale. Nei soggetti in morte encefalica non si ha nessun movimento oculare.

- ✓ Riflesso faringeo: attraverso un sondino si stimola il velo palatino, l'ugola e l'orofaringe. In condizioni normali si osserva la presenza della deglutizione e/o conati di vomito. Nella morte encefalica non si ha alcun tipo di risposta. Prima di iniziare, verificare che il S.N.G. sia in scarico.

- ✓ Riflesso carenale: Si evoca introducendo, con tecnica asettica, un sondino d'aspirazione nel tubo endotracheale fino a livello della carena. Normalmente si avrà l'insorgenza di colpi di tosse. Nei soggetti in morte encefalica non si ha alcuna risposta allo stimolo.

ASSENZA DI RESPIRO SPONTANEO

Viene valutata attraverso il test di apnea. È l'ultimo esame diagnostico, al termine dell'esplorazione dei riflessi del tronco encefalico, quando questi risultino tutti assenti.

L'obiettivo del test di apnea è quello di dimostrare la perdita della funzione del centro del respiro situato a livello bulbare, attraverso l'accumulo di CO₂ ed idrogenioni tale da costituire uno stimolo certo per l'attività respiratoria. Per la legge italiana tali valori soglia sono una PaCO₂ > 60 mmHg ed un pH < 7.4.

In presenza di tali valori emogasanalitici con paziente deconnesso dal ventilatore si ha l'attivazione dei centri bulbari del respiro con comparsa di un atto respiratorio spontaneo. Nel soggetto in morte encefalica anche superando tali valori soglia non vi è alcuna attività respiratoria spontanea.

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.

SITUAZIONI CHE RICHIEDONO INDAGINE DI FLUSSO

SITUAZIONE	CAUSA	INDAGINE COMPLEMENTARE O SOSTITUTIVA ALL'EEG
Bambini di età inferiore a 1 anno		COMPLEMENTARE
Presenza di fattori concomitanti di grado tale da interferire sul quadro clinico e su quello EEG:	<ul style="list-style-type: none">✓ Farmaci depressori del SNC✓ Alterazioni endocrine✓ Alterazioni metaboliche✓ Ipotermia✓ Ipotensione sistemica	COMPLEMENTARE
Assenza di diagnosi eziopatogenetica certa		COMPLEMENTARE
Situazioni cliniche che impediscono l'esecuzione dei riflessi del tronco	<ul style="list-style-type: none">✓ Traumatismi cranio-facciali✓ Alterazioni anatomiche	SOSTITUTIVO

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

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.

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.

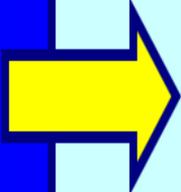
1 - Il medico rianimatore segnala il possibile stato di morte encefalica alla Direzione Sanitaria dell'Ospedale nel quale il soggetto è ricoverato



2 - La Direzione Sanitaria ha l'obbligo di convocare La **COMMISSIONE** per l'**ACCERTAMENTO DI MORTE**, che è composta da tre medici :
un medico legale, un anestesista rianimatore e un neurologo esperto in elettroencefalografia

PERSONE ANCORA VIVENTI ?

- Stabilisce PER TUTTI I SOGGETTI e **non solo per i potenziali donatori**
i CRITERI PER L'ACCERTAMENTO DELLA MORTE



- Prevede che l'equipe medica incaricata di accertare la morte deve essere diversa da quelle che si occupano del PRELIEVO e del TRAPIANTO degli organi per evitare che vi possa essere un qualunque interesse a dichiarare morto un individuo ancora vivo

- **stabilisce che tali criteri debbano essere rilevati per un periodo non inferiore alle sei ore**

- Richiede che il giudizio sulla morte da parte della Commissione sia unanime

NORMATIVA in ITALIA

- **Legge 458/1967** **Trapianto di rene fra viventi**
- **Circolare MdS 17/1992** **HIV e donazione**
- **Legge 301/1993** **Prelievi ed innesti di cornea**
- **Legge 578/1993** **Accertamento di morte**
- **Decreto PdR 582/1994** **Accertamento di morte**
- **Legge 91/1999** **Prelievi e trapianti**
- **Legge 483/1999** **Trapianto parziale di fegato**
- **Decreto MdS 8-4-2000** **Dichiarazione di volonta'**

Fenomeni e segni tanatologici

FENOMENI ABIOTICI

Dipendono dalla cessazione delle attività vitali e pertanto i segni che li rivelano si dicono «NEGATIVI**».**

A loro volta si suddividono in:

IMMEDIATI: si rendono evidenti appena si arrestano le funzioni cardiaca, respiratoria e nervosa;

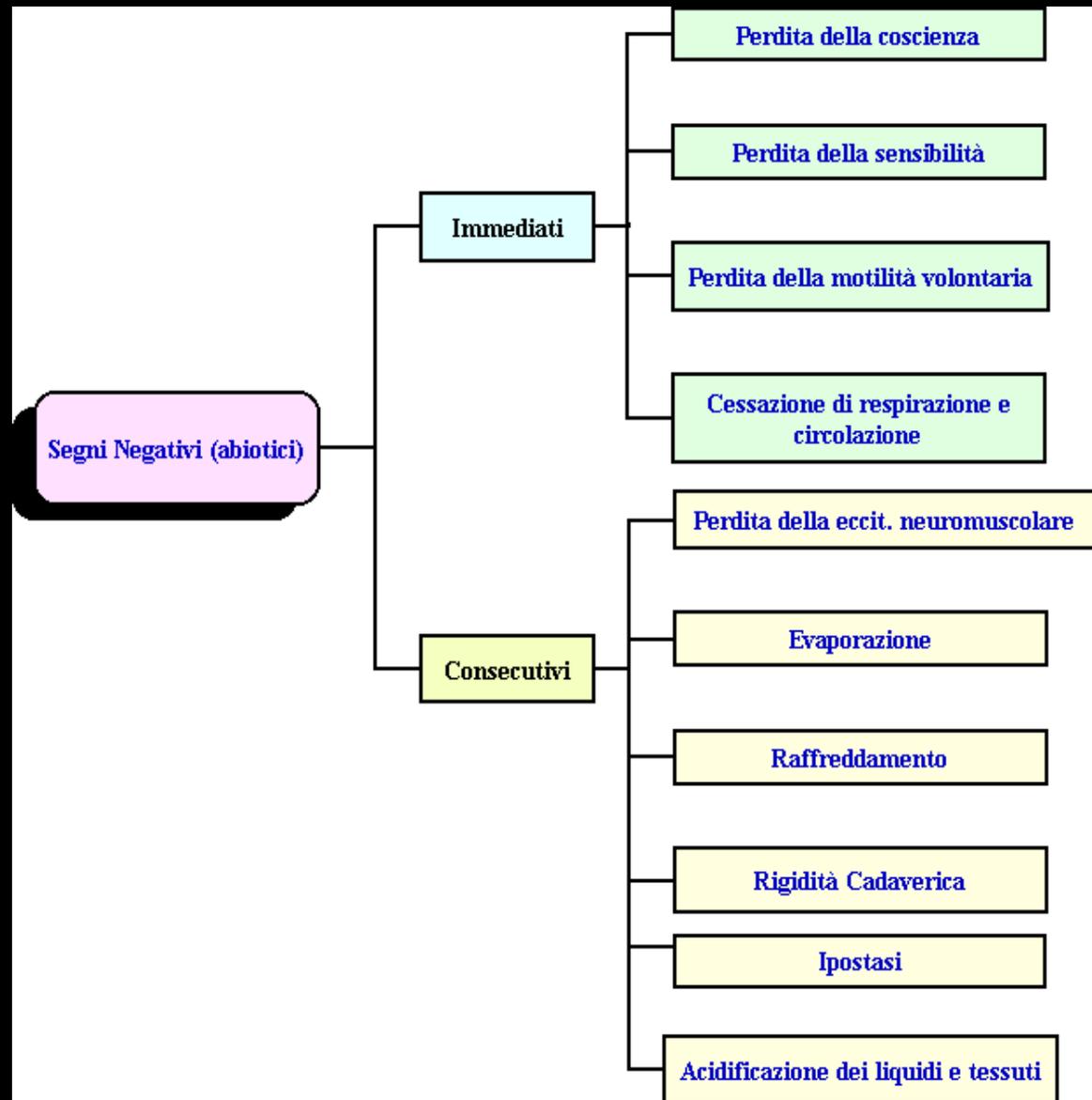
CONSECUTIVI: compaiono a una certa distanza dalla morte per effetto e come conseguenza diretta della cessazione delle attività vitali, mentre perdurano i fenomeni di vita residua.

FENOMENI TRASFORMATIVI

Determinano profonde modificazioni dell'aspetto e della struttura del cadavere. Rappresentano perciò segni «POSITIVI**» della morte e si suddividono in:**

DISTRUTTIVI: costituiti dai processi ordinari che portano al disfacimento della materia organica e alla decomposizione del cadavere;

SPECIALI: consistenti in processi particolari, legati a determinate condizioni ambientali; provocano una trasformazione anomala del cadavere, talora temporanea, altre volte definitiva.



Segni Positivi

```
graph LR; A[Segni Positivi] --- B[Autolisi]; A --- C[Putrefazione]; C --- D[Stadio Cromatico]; C --- E[Stadio Enfisematoso]; C --- F[Stadio Colliquativo]; C --- G[Stadio di Riduzione Scheletrica];
```

Autolisi

Putrefazione

Stadio Cromatico

Stadio Enfisematoso

Stadio Colliquativo

Stadio di Riduzione Scheletrica

ABIOTICI

Immediati

perdita della coscienza
perdita della sensibilità
perdita della motilità
perdita del tono muscolare
cessazione del circolo
cessazione del respiro

Consecutivi

raffreddamento del corpo
disidratazione
ipostasi
acidificazione
eccitabilità neuro-muscolare
rigidità cadaverica

TRASFORMATIVI

Distruttivi

autolisi
autodigestione
putrefazione

Speciali

macerazione
mummificazione
saponificazione
corificazione

LA ACIDIFICAZIONE

Legata alla precoce trasformazione dei liquidi e dei parenchimi che precede la alcalinizzazione putrefattiva. È determinata dall'accumulo di **acido lattico** per la cessazione dei meccanismi ossido-riduttivi a livello cellulare ed, ovviamente, per l'assenza della respirazione

ALGOR MORTIS

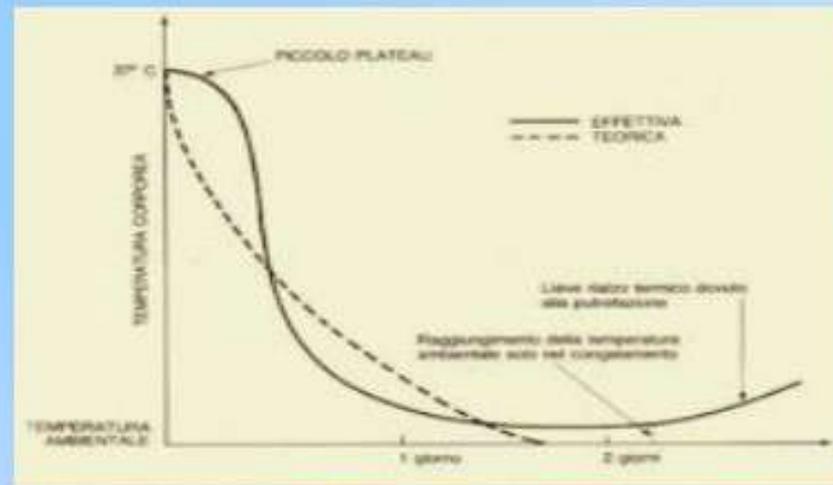
Il decremento post mortale della temperatura corporea è senza dubbio tra i fenomeni tanatologici più noti, tanto da essere volgarmente equiparato alla stessa realtà della morte.

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.

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

ALGOR MORTIS

1. prima fase, della durata di 3-4 ore dopo la morte, in cui la temperatura cadaverica degrada di circa mezzo grado all'ora, persistendo una certa attività dei fenomeni di vita residua;
2. seconda fase, comprende le successive 6-8 ore successive (quindi dalla 5 alla 12^a ora) in cui la temperatura decresce più rapidamente in media di circa un grado all'ora;
3. terza fase, comprendente l'intervallo dalla 12^a-24^a ora in cui la temperatura torna a degradare in maniera nuovamente lenta da $\frac{3}{4}$ di grado a $\frac{1}{2}$ grado ed $\frac{1}{4}$ di grado sino ad eguagliare la temperatura ambiente comunque entro le 24 ore.

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

ALGOR MORTIS

INTRINSECI

- Estese aree di perdita di sostanza cutanea post-traumatica (escoriazioni, ustioni, ecc.)
- Sottigliezza della cute: il ridotto spessore cutaneo dei neonati e dei lattanti
- Rapporto tra massa e superficie corporea: nei neonati, nei lattanti e nei bambini la superficie corporea è maggiore rispetto alla massa per cui si ha una più intensa dispersione termica.
- Pannicolo adiposo (costituzione corporea)
- Temperatura corporea al momento della morte
- Modalità del decesso (emorragie ec...)
- Atteggiamento del cadavere

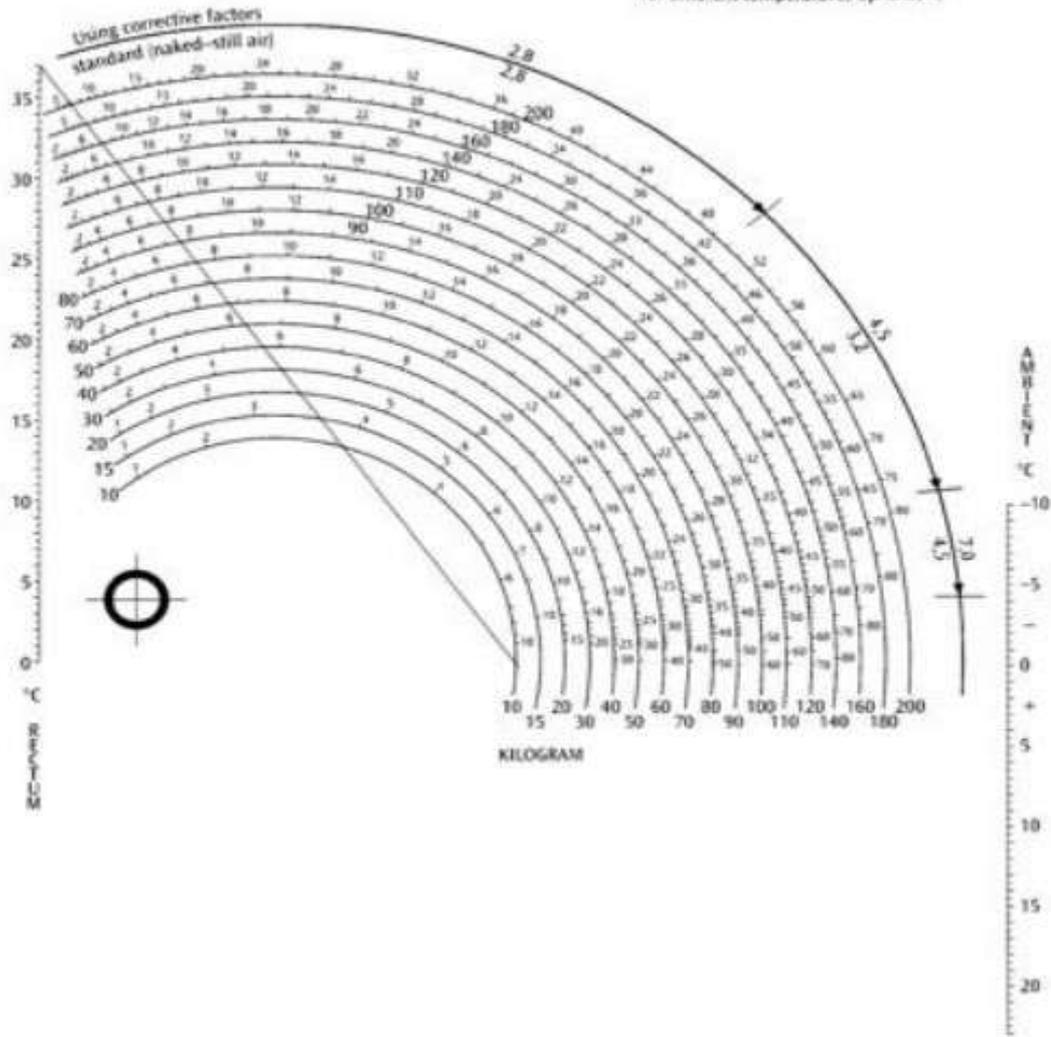
ESTRINSECI

- Temperatura ambientale: assume notevolissima importanza non solo in quanto tale ma anche in relazione al livello termico della superficie di appoggio del cadavere
- Umidità e ventilazione: il clima asciutto e ventilato accentua il raffreddamento in quanto favorisce l'evaporazione post-mortale; il contrario si verifica a seguito dell'esposizione del cadavere ad ambiente umido e non ventilato
- Indumenti: questi, in relazione alla loro quantità e soprattutto qualità fanno aumentare il cosiddetto strato di « aria privata» ad immediato contatto con la superficie corporea.

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 ("rispettivamente 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.

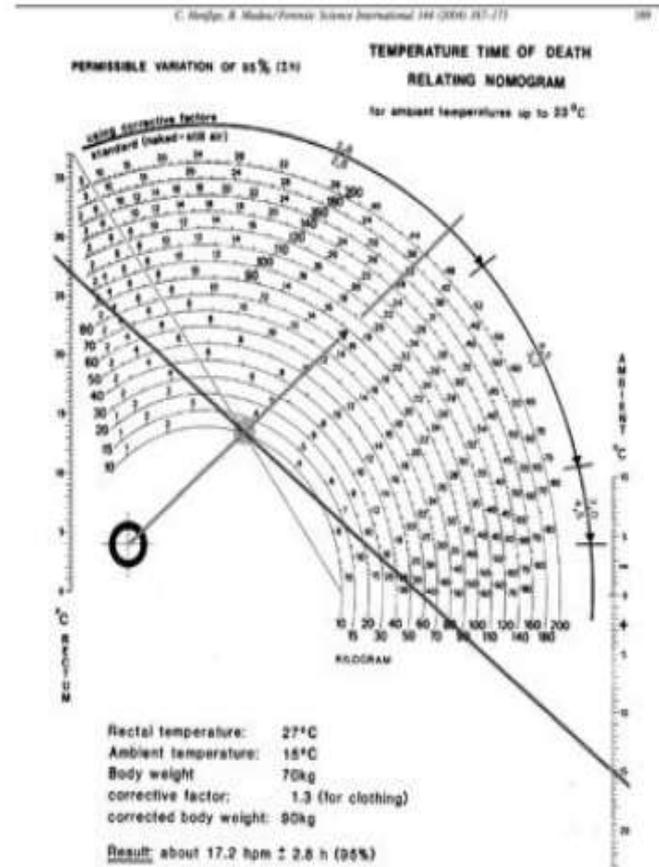


Fig. 2. Application of the nomogram method.

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

LIVOR MORTIS

«Ipostasi» dal greco *upostasis* «se-dimento» indicativo di quello che è il principale meccanismo che presiede alla formazione ed evoluzione delle ipostasi cadaveriche, determinato per l'appunto soprattutto dalla raccolta per gravità del liquido ematico nelle regioni declivi del corpo non soggette a compressioni... l'apprezzamento del *livor mortis* essendo basato principalmente sulla soggettività discrezionale di chi l'osserva e lo descrive, rappresenta un parametro di per se debole di forza scientifico dimostrativa.

LIVOR MORTIS

la compromissione dell'effetto pompa, assicurato dall'attività cardiaca ed il conseguente arresto della circolazione, determinano la stagnazione e raccolta del sangue, per forza di gravità nelle regioni declivi del cadavere con replezione dei vasi del derma, che passivamente si dilatano lasciando trasparire una colorazione scura della cute distrettuale e conseguente appalesarsi della ipostasi o macchie ipostatiche, classicamente di colorito rosso violaceo, che contrastano in maniera netta con il pallore caratteristico della cute cadaverica, di solito di colorito grigio-cereo.

LIVOR MORTIS

Come tutti i fenomeni tanatologici anche il livore cadaverico risente non poco delle influenze esercitate da diversi fattori, in questo caso soprattutto intrinseci al cadavere dato che quelli estrinseci (umidità e temperatura) tendono maggiormente ad influire sul suo aspetto cromatico piuttosto che sulla fenomenologia cronologica. Particolare rilievo assumono in proposito la quantità e le condizioni chimico-fisiche della massa ematica al momento della morte.

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.

I P O S T A S I







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.





LIVOR MORTIS

Sotto il profilo metodologico-operativo, è da annotare come il tempo di comparsa della ipostasi sia improntato da una certa variabilità; schematicamente:

- la ipostasi inizia già circa mezz'ora dopo la morte apparendo di un tenue roseo pallido;
- dopo le 4-6 ore cominciano a confluire rendendosi più marcate;
- raggiungendo la massima estensione ed intensità in un intervallo compreso tra la 12^a-18^a ora.

- Ipostasi da replezione (1° stadio): è dovuta al riempimento dei vasi da parte del sangue ancora fluido. Per tale motivo è possibile, sino a 8-10 ore dalla morte, la scomparsa delle ipostasi alla digitopressione.



- Ipostasi da diffusione (2° stadio): è dovuta alla filtrazione dell'emoglobina che si libera dall'emolisi delle emazie e diffonde attraverso le pareti vasali, colorando stabilmente i tessuti: la macchia dopo circa 15 ore dalla morte non scompare più.

Il fenomeno è graduale.

- Fase della migrazione totale, durante la quale le ipostasi si attenuano fortemente o scompaiono dalla sede dove si sono inizialmente formate e compaiono nella nuova sede divenuta declive. 6-8 ore dalla morte

- Fase della migrazione parziale, o di fissità relativa, in cui, spostando il cadavere, le macchie ipostatiche primitive impallidiscono ma non scompaiono del tutto, mentre nuove ipostasi si formano nelle nuove zone declivi.
8-12 ora

- Fase di fissità assoluta. Quando resta immodificata l'ipostasi primitiva e non si producono nuove ipostasi, qualunque sia la nuova posizione del cadavere. Dopo la 15^o ora dalla morte

LIVOR MORTIS

La cosiddetta «migrazione» è dovuta alla formazione di nuove ipostasi nelle sedi secondariamente declivi ad opera del sangue contenuto nella rete venosa superficiale sottocutanea e soprattutto nelle anse vasali «a candelabro» (reticolo venoso sottocutaneo). Il termine «migrazione» risulta sostanzialmente improprio sebbene assai diffuso in letteratura: più precisamente si deve parlare di formazione di nuove ipostasi al mutare della posizione del cadavere.

LIVOR MORTIS

Soprattutto se particolarmente intense, le ipostasi possono estendersi anche alle regioni laterali del tronco, determinandosi di fatto la « risalita » delle macchie contro gravità in virtù del noto fenomeno dei vasi comunicanti. Sono dette « risalenti » le ipostasi che giungono fino alle linee ascellari media ed anteriore; « a marea montante » ove vengano oltrepassati tali limiti, con formazione di lividure, più o meno confluenti, anche sulle regioni anteriori del tronco e degli arti. Assumono tipica disposizione antigravitaria « a mantellina » (sulla superficie anteriore della metà superiore del torace, delle spalle, del collo e, spesso, anche a livello del volto) nelle morti rapide, caratterizzate da abbondante sangue fluido, soprattutto in quelle asfittiche o da subitanea cessazione dell'attività cardiaca (ingorgo del distretto cavale superiore)

LIVOR MORTIS

« ipostasi in zone non ipostatiche» o «paradosse» o «in sede epistatica » si formano per la presenza di un ostacolo che impedisce il deflusso di sangue nelle regioni declivi (ad esempio in caso di compressione ad opera di lacci, indumenti, ecc.).

Le ipostasi in zone non ipostatiche riconoscono nella loro genesi primariamente ostacoli al deflusso ematico secondo gravità:

- a livello del distretto cavale superiore;
- a livello del distretto cavale inferiore e/o del sistema portale;
- in distretti più circoscritti, sarà la compressione esercitata da indumenti o lacci (impiccamento, strangolamento, legature particolari, ecc.) ad esaltare la locale ed antigravitaria evidenziazione delle lividure cadaveriche.

Colore delle ipostasi

- ROSSO VINOSO

Il colore delle ipostasi, normalmente rosso vinoso, assume tonalità cianotica nelle morti asfittiche ... Le ipostasi sono rosso-rosee nei cadaveri di annegati, di sommersi, di assiderati o conservati in celle frigorifere, perché la bassa temperatura ritarda la riduzione dell'ossiemoglobina, mentre l'umidità della pelle favorisce il passaggio di ossigeno nei capillari superficiali del derma e quindi riossigena l'emoglobina

LIVOR MORTIS

il rilievo di una diversa tonalità cromatica può fornire elementi discriminatori di evidente rilevanza specie in alcuni tipi di avvelenamento:

- nell'avvelenamento da monossido di carbonio la ipostasi assume colorito rosso ciliegia, nel contesto di una diffusa tonalità rosea della cute, tale colorito rosso ciliegia, cui si accompagna un colorito scuro delle labbra e delle unghie.
- negli avvelenamenti da cianuro per la presenza di cianoemoglobina, la ipostasi assume colorito rosso intenso con sfumatura periferica rosea.
- negli avvelenamenti da sostanze ad azione emolizzante (clorato, permanganato di potassio, vapori nitrosi, veleni di alcuni funghi), per la presenza di metaemoglobina, la ipostasi assume sfumatura brunastra, fino al blu ardesia.



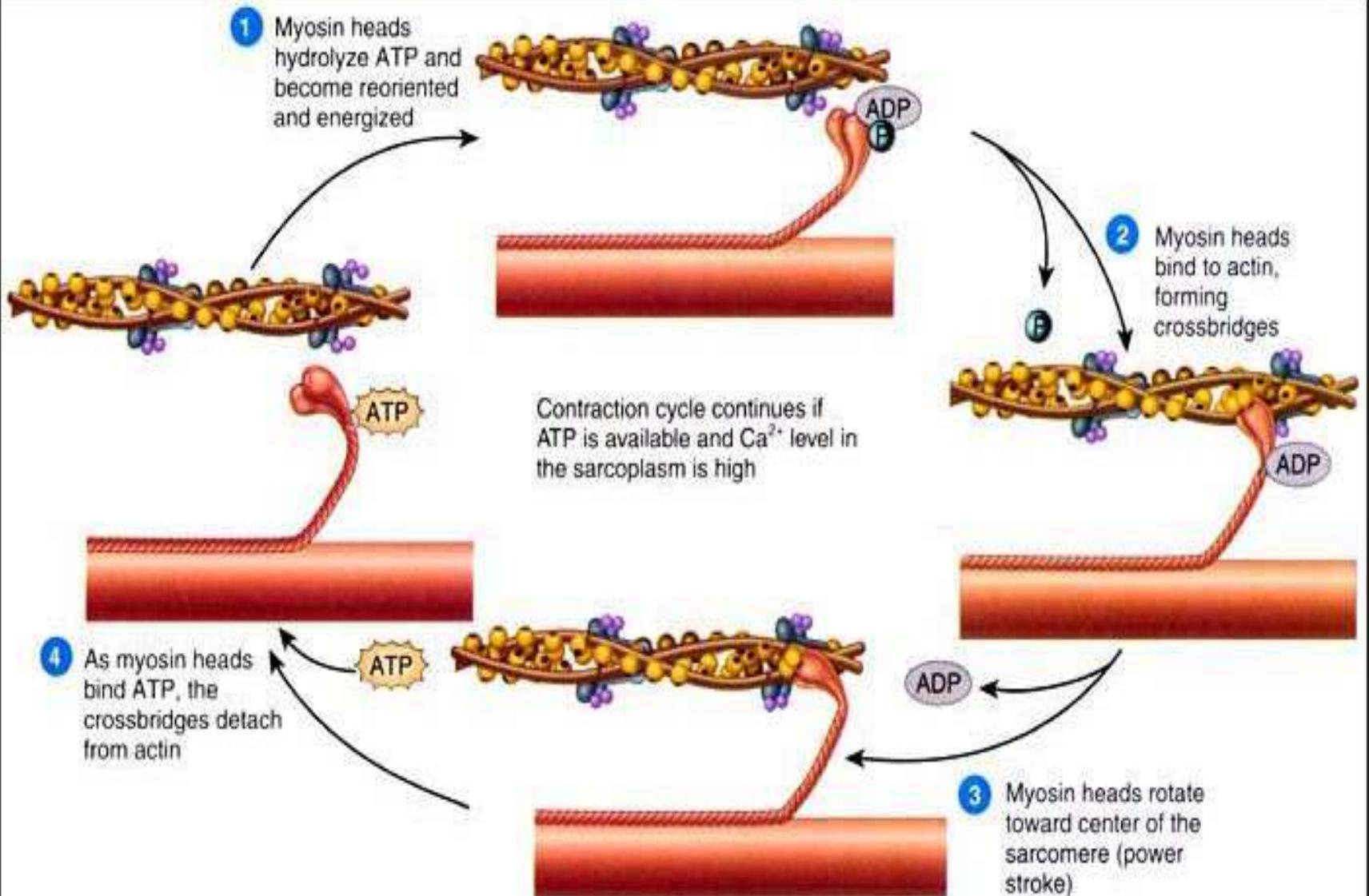


RIGOR MORTIS

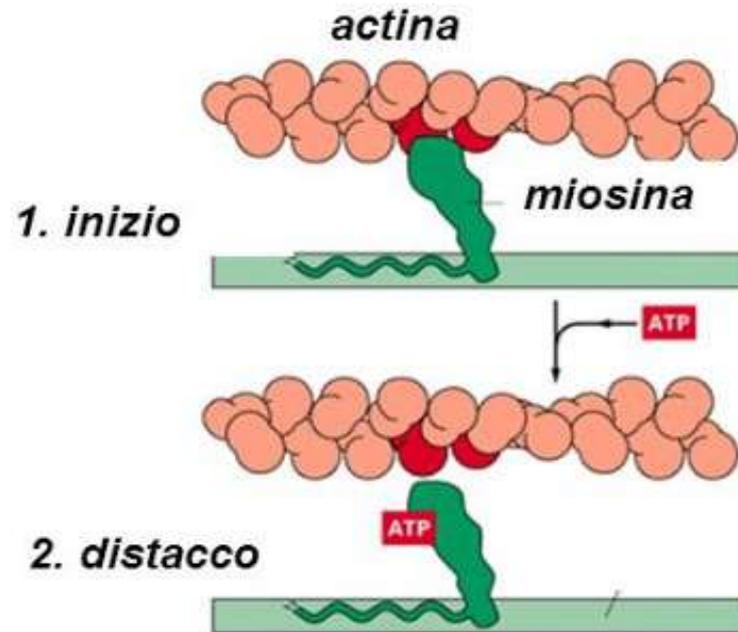
L'atonia muscolare post-mortale - segno abiotico immediato - conferisce al cadavere una sostanziale rilassatezza, tale da consentire qualsiasi movimento passivo a livello dei diversi distretti articolari. Dopo qualche ora, tuttavia, si assiste all'instaurarsi dell'irrigidimento cadaverico (periodo di 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).



Rigor mortis



Stato di rigidità muscolare che insorge circa 12 ore dopo la morte.

Il calo di ATP nel muscolo dopo la morte impedisce la dissociazione di actina e miosina.

Regredisce dopo circa 60 ore (degradazione del tessuto muscolare).

RIGOR MORTIS

Nei muscoli scheletrici la rigidità compare solitamente dopo circa 2 ore, rendendosi ben manifesta a distanza di 3-6 ore circa dopo la morte.

L'andamento del rigor può essere così schematizzato:

- A) compare intorno alla 3a-4a ora dalla morte;*
- B) si diffonde completamente a tutte le articolazioni tra la 7a e la 12' ora;*
- C) raggiunge la massima intensità verso la 36s-48a ora;*
- D) inizia a risolversi lentamente a partire dalla 48a ora;*
- E) la risoluzione si completa entro la 72' ora.*

La fase di risoluzione risulta sovente anche più protratta, tanto che si possono riscontrare chiari segni di rigidità soprattutto alle articolazioni degli arti inferiori anche a più di 80 ore dal decesso e, nell'esposizione al freddo, anche dopo diversi giorni.

RIGOR MORTIS

Secondo la classica «legge di Nysten » la rigidità interesserebbe primariamente i muscoli masseteri ed i muscoli nucali, risultando quindi per prima manifesta a livello delle articolazioni temporo-mandibolari, estendendosi poi agli altri muscoli del collo, a quelli degli arti superiori, del tronco ed infine a livello della muscolatura degli arti inferiori.

Ciò in relazione ad un postulato decremento cranio-caudale dell'attività del sistema nervoso centrale ed alla sua influenza sul determinismo dell'irrigidimento post-mortale (discendente e centrifugo).

Inoltre, il fenomeno si intensificherebbe gradualmente man mano che avviene la sua diffusione, per poi decrescere fino a scomparire seguendo un ordine topografico pressappoco analogo (discendente e centrifugo).

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.

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

I segni cadaverici trasformativi

I segni post-mortali trasformativi si rendono di solito manifesti più tardivamente rispetto ai consecutivi, sebbene l'effettiva insorgenza dei primi sia talora coeva ovvero addirittura preceda la compiuta estrinsecazione dei secondi, sommandosi pertanto i segni degli uni a quelli degli altri.

I segni cadaverici trasformativi

Sono distinti in

Distruttivi

Autolisi
Putrefazione
Macerazione

Comuni

Autolisi
Putrefazione

Conservativi

Saponificazione
Mummificazione
Corificazione

Speciali

Macerazione
Saponificazione
Mummificazione
Corificazione

I segni cadaverici trasformativi

Nel complesso risultano notevolmente influenzati dalle condizioni ambientali al punto che proprio le caratteristiche fisico-chimiche dell'ambiente in cui si trova il cadavere rappresentano il principale fattore in grado di determinare l'evoluzione verso l'uno o l'altro fenomeno trasformativo.

Autolisi

Proprio per il suo concorrere con la putrefazione nella distruzione della sostanza organica, l'autolisi viene giustamente collocata fra i fenomeni trasformativi, distinguendosi tuttavia dalla putrefazione essenzialmente per il fatto che si tratta di un processo autodemolitivo dovuto alle sole attività enzimatiche cellulari e quindi in assenza dell'intervento di microorganismi.

Dal punto di vista biochimico l'autolisi consiste quindi

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.

Autolisi

(Fattori intrinseci ed estrinseci)

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

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

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

Autolisi

L'osservazione microscopica ed ultrastrutturale delle alterazioni morfologiche cellulari indotte dall'autolisi ha evidenziato:

- *vacuolizzazione e granulosità del citoplasma;*
- *picnosi e cromatolisi nucleare;*
- *lisi dei polisaccaridi della membrana cellulare;*
- *distacco dei lipidi dalla loro impalcatura proteica con precipitazione di conglomerati proteici nel citoplasma;*
- *rigonfiamento dei mitocondri con sensibile rigonfiamento fino alla perdita dei caratteri identificativi;*
- *ipocromia dei nuclei, seguita da picnosi, irregolarità, perdita del nucleolo e degli acidi nucleici e, infine, pallore e perdita della morfologia fino alla dissoluzione.*

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.

La putrefazione

In stretta sovrapposizione ai fenomeni autolitici, la putrefazione, è tra i fenomeni trasformativi, certamente, quello di più frequente riscontro.

La *putrefazione* consiste nell'insieme dei processi di sfacelo e degrado dei tessuti cadaverici, correlati con l'azione di decomposizione dei costituenti organici, dovuta allo sviluppo post-mortale ed all'attività metabolica di microrganismi saprofiti, aerobi e soprattutto anaerobi, siano essi endogeni che esogeni. Tali microrganismi della putrefazione appartengono a specie diverse (del genere bacillus, clostridium, proteus, escherichia). Come già accennato, l'azione degradante, su base enzimatica, operata da tali microrganismi si sovrappone a quella più propriamente autolitica, con ulteriore degradazione di proteine, glucidi, lipidi e trasformazione di queste in sostanze quali CO₂, in condizioni di aerobiosi, amine, ammoniaca, azoto, idrogeno solforato e da questo il mercaptano in condizioni di anaerobiosi. Dalle amine, derivano, per decarbossilazione, le c.d. basi cadaveriche, o "ptomaine" (dall'etimo greco ptoma = cadavere), quali la cadaverina, la putrescina, lo scatolo, l'indolo. Dai lipidi, per destrutturazione, si perviene all'irrancidimento e formazione di acidi grassi quali butirrico, valerianico, caproico, etc e sostanze volatili.

Alle amine, all'idrogeno solforato, all'ammoniaca, al mercaptano si deve il caratteristico odore della putrefazione. Fra i fattori influenzanti i fenomeni putrefattivi, vanno distinti fattori esogeni e fattori endogeni; fra i primi, dal momento che alla base dei fenomeni putrefattivi stanno le attività enzimatiche dei microrganismi della putrefazione, attività che sono condizionate dalla temperatura, di assoluto rilievo nella evoluzione fenomenologica risulterà la temperatura ambientale,

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* culturale 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 solfometemoglobina.



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 .

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 prolasso ano-rettale; a livello della vescica può indurre fuoriuscita di urine dal meato uretrale esterno.

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 .

Putrefazione



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).

Putrefazione
(Fase della scheletrizzazione)



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 (*).

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.

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.

Macerazione

Si tratta di un fenomeno che, *stricto sensu*, si manifesta unicamente nel feto morto e trattenuto in utero, a membrane ovulari integre, allorché vi sia in esso ancora liquido amniotico sterile.

Infatti, si realizza soltanto quando il cadavere non sia contaminato da germi putrefattivi e, indipendentemente dalla loro azione, evolve essenzialmente per autolisi associata ad una particolare imbibizione dei tessuti.

Macerazione



Macerazione

L'unicità del fattore ambientale è decisiva ai fini dell'evoluzione del processo macerativo. Nel caso in cui si determini riassorbimento del liquido amniotico, il feto morto e trattenuto nella cavità uterina, in relazione al mutare delle condizioni ambientali, può subire ulteriori e differenti processi trasformativi quali la mummificazione (feto papiraceo) e l'eventuale calcificazione con formazione del cosiddetto litopedio, ovvero la stessa putrefazione se l'utero viene contaminato da germi.

Macerazione

In ordine all'evoluzione cronologica della macerazione fetale si riportano di seguito le classiche osservazioni di Perrando e Macaggi

TABELLA 1. *Quadro sinottico dei vari periodi del processo di macerazione fetale.*

caratteri	fino al 3° giorno	fino al 6° giorno	fino al 9° giorno	fino al 12° giorno	fino al 15° giorno	oltre il 20° giorno
forma	quasi normale	alquanto cascante	flaccidità grande	id.	id.	id.
colorito rameico	limitato alla faccia o collo	diffuso ma poco accentuato	accentuato con color ardesiaco dell'addome	colorito ardesiaco diffuso al torace	id.	incomincia la disgregazione di tutti i tessuti ed organi
pelle	ancora integra	rammollita	si sfaldano gli strati cornei	sfaldamento epidermico diffuso sino al capo	id.	
sierosità cavitare ed infiltrazioni ematiche	mancanti tranne alla radice del cordone ombelicale	cominciano i versamenti cavitari	cospicui versamenti ed infiltrazioni	versamenti che infiltrano gli organi	infiltrati tutti i tessuti	

caratteri	fino al 3° giorno	fino al 6° giorno	fino al 9° giorno	fino al 12° giorno	fino al 15° giorno	oltre il 20° giorno
cervello	molle ma sostenuto	spappolabile	tendente al poltaceo	poltaceo	ridotto a broda rosea	incomincia la disgregazione di tutti i tessuti ed organi
polmoni	fetali e scuri	id.	tendenti al violaceo	colore uguale ad altri tessuti	friabili	
fegato	quasi normale	più scuro e friabile	si fa giallastro	ancor più giallastro alla superficie, plumbeo e cioccolato internamente	friabilissimo, plumbeo-giallastro, con capsula che si stacca	
liquidi oculari	normali	non ancora tinti	tinti in rosso tranne il cristallino	tinzione ematica diffusa ed intensa	tinta anche la sclerotica	
elementi cellulari	aumento nella tingibilità dei nuclei	alterazione dei contorni cellulari, minor affinità per i colori	fusione dei protoplasmi e frammentazione dei nuclei	masse uniformi e detriti in cui vi sono granulazioni nucleari	riduzione in detriti informi	

Macerazione

I fenomeni macerativi si osservano, anche, nei cadaveri che soggiornano in un mezzo liquido.

Tali fenomeni tanto più prevalgono su quelli putrefattivi, quanto più bassa è la temperatura del liquido di immersione.

Inoltre, non va dimenticato che una discreta macerazione cutanea si può verificare anche nel cadavere inumato in terreno umido che, nel tempo, analogamente all'ambiente liquido, costituirà fattore ambientale ideale allo sviluppo della saponificazione.

Macerazione

Da notare che gli *indumenti*, soprattutto le scarpe, proteggono le corrispondenti aree cutanee dalla macerazione durante il periodo di immersione (o di inumazione) ma ne favoriscono il protrarsi dopo l'estrazione dall'acqua (o dal terreno umido). Non è raro, infatti, riscontrare in cadaveri sommersi aspetti macerativo-putrefattivi molto più intensi a livello del capo, delle mani e della altre zone scoperte da indumenti (e generalmente sede di intense ipostasi), con evidente contrasto rispetto alla cute delle altre regioni corporee.

Macerazione

L'epidermide, soprattutto a livello delle mani e dei piedi, già dopo qualche ora di permanenza in acqua diviene raggrinzita, molle e biancastra (cosiddetta « cute da lavanderia ») sino a che, dopo alcuni giorni di immersione, con l'eventuale concorso di fattori meccanici di qualsiasi natura, tende a distaccarsi caratteristicamente « a guanto » od « a calza », comprendenti anche le unghie e i peli.

Macerazione (Evoluzione)

In relazione all'evoluzione del processo macerativo:

- *nelle prime 24 ore si osserva sbiancamento e lieve raggrinzimento della cute delle dita, specie dei polpastrelli;*
- *il fenomeno si accentua fino a 13° giorno con interessamento dei margini delle dita, del palmo della mano e della pianta dei piedi (parziali distacchi epidermici possono iniziare a partire da 14° giorno);*
- *si verifica quindi il distacco dei « guanti » e delle « calze » epidermici che, di solito, si completa tra il 7° e il 15° giorno, periodo in cui le restanti aree epidermiche risultano facilmente distaccabili mediante semplice sfregamento cutaneo;*
- *successivamente non vi sono parametri di riferimento, per cui la stima del tempo di immersione diviene largamente approssimativa.*

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-grigiasta pesante e viscida per la rilevante imbibizione d'acqua; l'odore è intenso e sgradevole, simile a quello del formaggio rancido.





Saponificazione (Cronologia)

Questo speciale fenomeno trasformativo suole manifestarsi macroscopicamente dopo la 6° settimana dalla morte; raggiunge le parti più profonde dopo il 3° mese, completandosi nell'arco di 6 mesi 1 anno.

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 sovvertimento biochimico delle strutture cadaveriche quanto piuttosto un'intensa deplezione idrica.

Il cadavere mummificato presenta un colorito brunastro (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.



Mummificazione

Il cadavere mummificato presenta un colorito brunastro (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.

Con il trascorrere del tempo, i cadaveri mummificati subiscono l'attacco di muffe e tarli che invadono sempre più i tessuti disseccati facendo loro assumere un aspetto poroso; quindi tendono gradatamente a frammentarli ed a ridurli in polvere, mettendo allo scoperto le parti scheletriche.

Mummificazione (Fattori estrinseci)

Le condizioni ambientali favorevoli a questa speciale trasformazione cadaverica vanno identificate soprattutto nei climi caldi, secchi e ventilati, in grado di ostacolare fortemente i normali processi putrefattivi e di indurre rapidamente intensa deplezione idrica tissutale. Anche l'inumazione in terreni asciutti, porosi o sabbiosi, ad alto contenuto in sali calcarei e capaci di assorbire i liquidi può condizionare la mummificazione del cadavere.

Mummificazione (Fattori intrinseci)

Relativamente, poi, ai fattori endogeni, il processo si determina intuitivamente con maggiore facilità in cadaveri di persone di costituzione magra, o denutrite, rispetto a quelli di individui grassi. Per quanto attiene l'età la mummificazione si instaura più facilmente nei bambini e nei vecchi emaciati a causa di una minore massa corporea, di una ridotta quantità di liquidi tissutali (nei vecchi), di una maggiore sottigliezza della cute (nei bambini);

Mummificazione (Cronologia)

Per un processo di mummificazione totale possono essere necessari anche 6-12 mesi (qualche mese nei bambini o nei feti).

Tuttavia, non infrequentemente, sono stati descritti casi di mummificazione naturale dopo 2-3 mesi e addirittura, eccezionalmente, dopo 2-3 settimane.

Corificazione

È quel fenomeno trasformativo che si osserva con una certa frequenza in cadaveri rinchiusi in casse, soprattutto se foderate con metalli pesanti, in particolare zinco o piombo.

Per l'aspetto macroscopico la corificazione è stata rapportata ad una sorta di mummificazione « umida» nel contesto di una specie di «imbalsamazione naturale».

Il termine « corificazione » (dal latino corium = cuoio) è stato coniato da Dalla Volta — che per primo ha descritto il fenomeno in maniera esauriente — in relazione al fatto che la cute assume una caratteristica consistenza, simile a quella del cuoio di conca recente (a differenza che nella mummificazione) e si presenta quindi relativamente morbida, integra ed elastica, di colorito grigio-giallastro, più scuro nelle parti scoperte (testa e mani), resistente al taglio.

Corificazione



Corificazione (Cronologia)

Sulla base degli studi di Dalla Volta, è opinione prevalente che tale fenomeno trasformativo si palesi nel suo aspetto più tipico tra il primo ed il secondo anno di conservazione in cassa metallica.

