

ASFISSIOLOGIA FORENSE

Asfissia

In medicina Legale s'intende *l'insufficienza respiratoria acuta causata dall'arresto della ventilazione polmonare in seguito all'azione meccanica e violenta che agisce direttamente sull'apparato respiratorio impedendo la libera penetrazione dell'aria nei polmoni.*

Meccaniche: riguarda il mezzo, perché l'ostacolo alla dinamica respiratoria è di natura ostruttiva, occlusiva o compressiva.

Violenta: riguarda il modo, l'ostacolo agisce rapidamente, inducendo un'insufficienza respiratoria acuta o acutissima

Classificazione delle asfissie meccaniche

Occlusione delle aperture aeree		Soffocazione diretta
Ostruzione delle vie aeree		Soffocazione interna
Immobilizzazione del torace		Soffocazione indiretta
Compressione delle vie aeree		<ul style="list-style-type: none">• Impiccamento• Strangolamento• Strozzamento
Inondazione delle vie aeree		<ul style="list-style-type: none">• Annegamento• Sommersione interna

Il processo asfittico, in sé e per sé considerato, si svolge attraverso varie fasi, che scolasticamente vengono distinte in:

- I fase (o della **dispnea inspiratoria**);
- II fase (o della **dispnea espiratoria**);
- III fase (o della **pausa respiratoria**);
- IV fase (o del **boccheggiamento o terminale**).

Conseguenza delle asfissie, da qualsiasi causa determinate, è una **insufficienza respiratoria scompensata**, che sotto il profilo emogasometrico assume l'aspetto della **ipossia con ipercapnia** in tutti i casi in cui si realizza un'ipoventilazione globale ovvero, quando non è ostacolata la diffusione della CO_2 (per esempio nel caso dei disturbi del trasporto di O_2), di una **ipossia con normocapnia**.

L'ipossia provoca l'iperventilazione polmonare per stimolazione dei **chemiorecettori carotidei**, più o meno compensata dalla depressione dei **centri bulbari**, che a sua volta è responsabile del rallentamento del ritmo cardiaco, più sensibile se concomita un'ipercapnia.

Gli effetti dell'ipossia sul sistema nervoso si manifestano con più o meno rapida perdita della coscienza e con crisi convulsivanti.

Tra gli effetti metabolici si deve ricordare l'aumento della secrezione adrenalina e cortico-surrenalica.

I fase (o della dispnea inspiratoria)

Durata: 30 sec a 1 min.

Violento sforzo della ventilazione nel tentativo di superare l'ostacolo meccanico attivando tutta la muscolatura respiratoria.

Sintomi:

dispnea, Tachicardia, Vasodilatazione periferica, Ipotensione arteriosa, Miosi, Cianosi.

La coscienza e il tono muscolare sono ancora presenti e quindi sono ancora possibili atti volontari di difesa.

II fase (o della dispnea espiratoria)

Durata: 1 minuto.

Sforzi espiratori violenti, dovuti all'ipercapnia. Comincia l'obnubilamento del sensorio, compaiono convulsioni tonico-cliniche da ipossia cerebrale e paralisi sfinteriche.

Vi è midriasi, ipertensione arteriosa e tachicardia.

III fase (o della pausa respiratoria)

Durata: 1 min.

Coincide con la cessazione dei movimenti respiratori e con il come profondo, pur essendo ancora conservata l'attività cardiaca (stato di orte apparente).

Il polso è bradicardico e debole e la pressione arteriosa si abbassa.

IV fase (o del boccheggiamiento o terminale)

Durata: da 1 a 3 min.

Ricompaiono movimenti respiratori superficiali, brevi e irregolari, da residua eccitabilità dei centri bulbari, compagni da contrazioni intermittenti delle labbra e delle pinne nasali (boccheggiamiento). Poi cessa anche l'attività dei centri autonomi del cuore.

Tempi di reviviscenza dei tessuti

Encefalo	8-10 minuti * **
Cuore	15-30 minuti
Fegato	30-35 minuti
Polmone	60 minuti
Rene	90-120 minuti
Muscolo striato	2-8 ore

* Nel frattempo potrebbero essersi instaurate lesioni irreversibili.

** L'anossia determinata da asfissia è meglio tollerata di quella da arresto circolatorio in quanto l'ipercapnia associata all'ipossiemia determina, attraverso una risposta vagale, vasodilatazione delle arterie cerebrali con aumento del flusso ematico locale.

Quadro anatomo-patologico delle asfissie

A) SEGNI ESTERNI

Cianosi del volto in conseguenza della stasi sanguigna nel territorio della vena cava superiore;

ecchimosi sottocongiuntivali dovute essenzialmente all'aumento della pressione sanguigna nei capillari della regione;

schiuma agli orifizi respiratori formata durante gli accessi dispnoici a livello dei bronchi e della trachea, per commistione dell'aria endopolmonare con il muco (talvolta anche con il sangue) che si riversa dalle loro pareti; affiora alla bocca ed alle narici sospinta, in parte, dai movimenti del diaframma;

tracce di sperma all'orifizio uretrale, in conseguenza della contrazione delle vescichette seminali e del rilasciamento dei muscoli perineali.

B) **SEGNI INTERNI**

sangue fluido e scuro: la fluidità è attribuita alla rapidità della morte, nonché ad un incremento delle attività fibrinolitiche; il colorito scuro del sangue è attribuito alla desaturazione di O₂ e rende ben evidente l'intensa congestione, per iperemia da stasi, dei visceri (fa eccezione la milza, la quale può apparire anemica in seguito a splenocontrazione provocata da iperincrezione adrenalina);

stasi sanguigna nel territorio della metà destra del cuore, in conseguenza della paralisi ventricolare destra che precede l'arresto cardiaco;

ecchimosi puntiformi sottosierose (o petecchiali), in particolare sottopleuriche viscerali o sub-epicardiche (dette **macchie del Tardieu**), ma anche in corrispondenza dell'epiglottide, della laringe, del tubo digerente e soprattutto in sede sottocapsulare timica: sono dovute all'aumento della pressione del sangue ed alla maggiore **labilità della parete vasale determinata dalla iperadrenalinemia**, nonché alla **pressione negativa** da iperespansione toracica che s'instaura nella fase di dispnea inspiratoria in assenza di penetrazione di aria nei polmoni;

congestione dei visceri (eccettuata, come s'è detto, la milza) da aumento della massa ematica in essi circolante, dalla splenocontrazione, dall'espulsione del sangue dai vasi che decorrono nei muscoli durante il periodo delle contrazioni.



*Emorragie petecchiali subpleuriche
– ‘Tardieu spots’ – in un soggetto
strangolato.*

I reperti esterni ed interni non presentano valore assoluto ai fini della diagnosi medico-legale dell'asfissia, in quanto non costanti né caratteristici, anche se possono risultare indicativi.

La diagnosi deve essere comprovata dalle tracce specifiche della violenza meccanica che ha determinato l'asfissia.

Occlusione delle aperture aeree		Soffocazione diretta
Ostruzione delle vie aeree		Soffocazione interna
Immobilizzazione del torace		Soffocazione indiretta
Compressione delle vie aeree		<ul style="list-style-type: none"> • Impiccamento • Strangolamento • Strozzamento
Inondazione delle vie aeree		<ul style="list-style-type: none"> • Annegamento • Sommissione interna

SOFFOCAZIONE

È l'asfissia meccanica causata dalla ostruzione degli orifizi respiratori (bocca e narici), qualunque sia la natura del mezzo ostruente.



La natura del mezzo ostruente condiziona la comparsa ed il tipo delle lesioni (eventualmente determinate dalla rigidità, dalla durezza, dalla scabrosità superficiale del mezzo stesso); l'altro elemento condizionante è costituito dai movimenti di difesa della persona.

Le lesioni tipiche possono ritrovarsi a livello della bocca e del naso.

Nella **soffocazione con mezzi soffici** possono risultare indenni entrambi gli orifizi respiratori, dato che questi mezzi si modellano plasticamente sulla superficie facciale, consentendo alla forza ostruente di distribuirsi su un'ampia area, pur realizzando un efficiente ostacolo all'accesso dei gas atmosferici nell'albero respiratorio.

Nella **soffocazione con mezzi non soffici** sono caratteristiche le lesioni sulla faccia interna delle labbra o a carico della piramide nasale. Sulla faccia vestibolare delle labbra si osservano aree ecchimotiche corrispondenti alle arcate dentarie – talvolta con soluzioni di continuità della mucosa dovute alla compressione sul margine libero dei denti – o, nei neonati, alle arcate mandibolare e mascellare.

Ecchimosi possono osservarsi a carico del dorso del naso, talvolta accompagnate da fratture delle cartilagini o delle ossa nasali.

Su persone che oppongono scarsa resistenza fisica (neonati, soggetti infermi o molto anziani) le lesioni possono essere presenti in corrispondenza delle aperture aeree ma, se le vittime sono in grado di opporre resistenza, è possibile rilevare ecchimosi ed escoriazioni anche nelle sedi circostanti.

La presenza di ferite o di altre lesioni al capo, agli arti ed al tronco è indicativa di una resistenza della vittima.

L'omicidio è l'eventualità più frequente (neonati, donne, soggetti fisicamente deboli ed anziani). I mezzi impiegati (mani, guanciali, indumenti, stracci, fazzoletti, asciugamani, etc.) devono essere modellabili sulla regione delle aperture aeree.

Il suicidio è assai raro e per solito è realizzato stipando gli orifizi respiratori con mezzi soffici che vengono poi serrati tra le arcate dentarie. Relativamente recente è l'uso di sacchetti di plastica calati sul capo che, dopo pochi atti respiratori, aderiscono al volto.

La soffocazione accidentale ricorre nei neonati e nei bambini molto piccoli (**c.d. asfissia sotto le coltri**) per copertura degli orifizi respiratori da parte delle coperte o per decubito prono contro il cuscino.

Nei bambini può verificarsi accidentale soffocazione da involucri di plastica.

Nei giovani e negli adulti può verificarsi soffocazione accidentale nel corso di accessi epilettici, in stato di etilismo acuto e talvolta per caduta su materiale polveroso.

STROZZAMENTO

È l'asfissia meccanica che si produce per la compressione delle vie respiratorie mediante la stretta esercitata sulla parte anteriore o sulle parti anterolaterali del collo con una o con entrambe le mani.



Tale stretta può essere effettuata sia in senso antero-posteriore sia in senso latero-laterale:

- nel primo caso le vie respiratorie restano schiacciate contro la colonna vertebrale;
- nel secondo caso le vie respiratorie subiscono una compressione a tenaglia sui due lati.

Ne consegue che il passaggio dell'aria a livello della laringe può risultare impedito o:

per l'appiattimento della cartilagine tiroidea sui retrostanti corpi vertebrali o

per l'avvicinamento delle due lamine della cartilagine tiroidea che determina la chiusura della rima della glottide.

In entrambe le evenienze, inoltre, la laringe può essere spinta verso l'alto unitamente al sovrastante osso ioide, dando luogo all'addossamento della base della lingua contro la parete posteriore della faringe ed al conseguente impedimento dell'accesso di aria nella laringe.

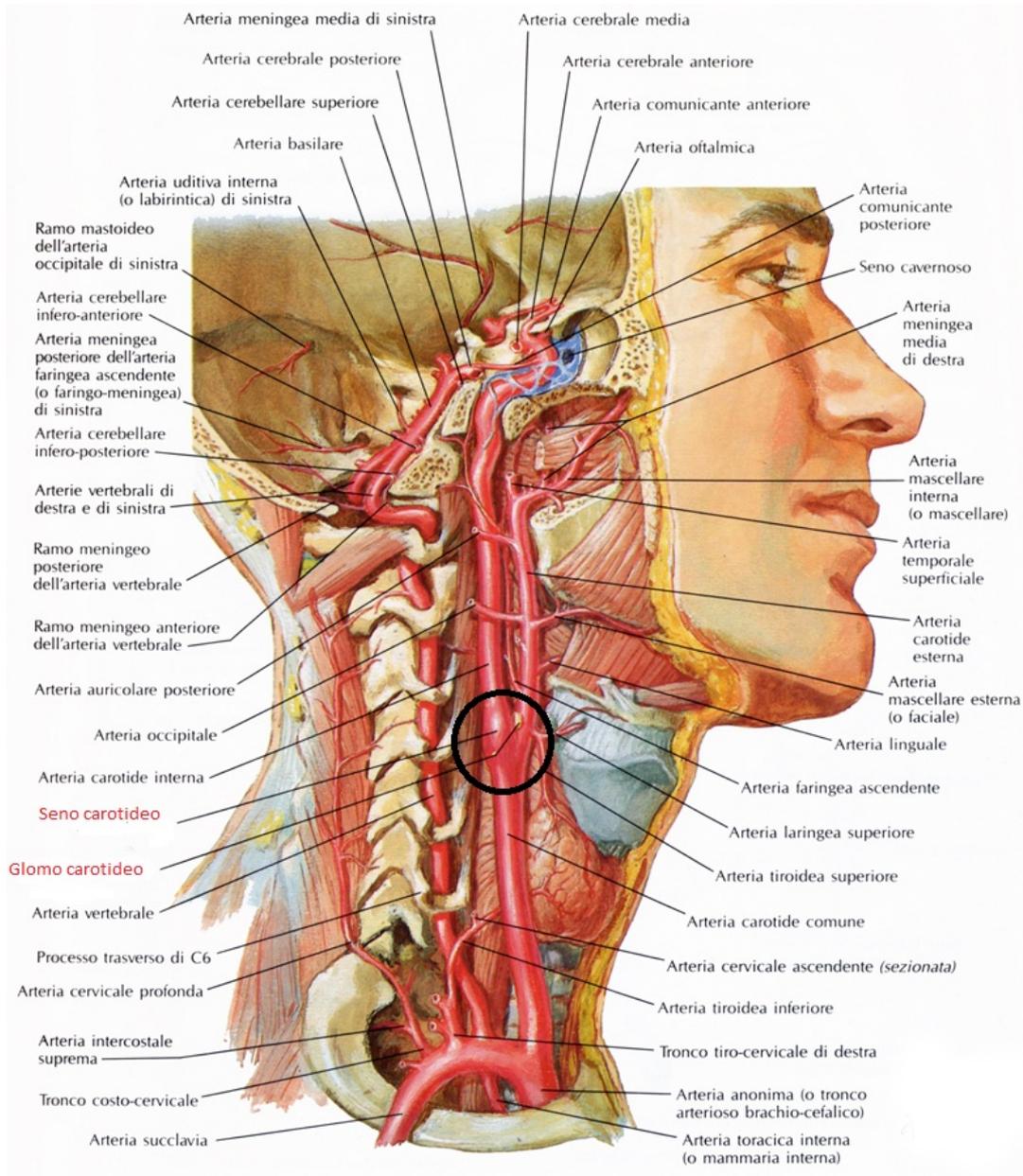
I **segni locali** della violenza traumatica di solito sono i seguenti:

- sulla cute: **escoriazioni a chiazze, a strisce o a forma di semiluna** riferibili all'azione delle unghie; **ecchimosi** più o meno **rotondeggianti**, dovute alla pressione dei polpastrelli delle dita (talvolta quattro su un lato del collo, attribuibili alle dita lunghe, ed una sul lato opposto, riferibile al pollice, se l'aggressore ha agito con una sola mano); **segni cutanei** di violenza esercitata su altre regioni del corpo, come conseguenza di colluttazione;

- nel sottocute e nei muscoli del collo: residuano facilmente **ecchimosi, soffusioni ematiche e lacerazioni di elementi fibrillari**;
- a carico del fascio vascolo-nervoso: si osservano **infiltrazioni ematiche** e talvolta la **rottura dell'intima delle carotidi**;
- a livello profondo: si riscontrano con frequenza **frattura delle lamine o dei corni superiori della cartilagine tiroidea e frattura dei corni dell'osso ioide, con ampia soffusione emorragica circostante (iuxta-laringea e intra-tiroidea)**;

- segni interni accessori possono essere la presenza di schiuma nella laringe e nei bronchi e di ecchimosi sottoepicardiche e sottopleuriche.

Talvolta la morte non si verifica attraverso il meccanismo fisiopatologico dell'asfissia, ma mediante un fenomeno inibitorio (sincopale) per la stimolazione traumatica del nervo laringeo superiore, del vago o del seno carotideo.



STRANGOLAMENTO

È l'asfissia meccanica che si produce per costrizione attiva del collo mediante un laccio o altro mezzo idoneo a tale scopo.



I mezzi impiegati solitamente sono: corde, fazzoletti, sciarpe, cravatte, cinghie, fili e cingoli metallici, etc.

Con il nome di **strangolamento incompleto** si denominano forme intermedie tra strangolamento e strozzamento con impiego di mezzi non idonei a cingere il collo in modo uniforme: pressione sulla regione anteriore del collo mediante un bastone; compressione del collo tra i due battenti di una porta; pressione sulla regione anteriore del collo mediante un antibraccio.

Nello **strangolamento completo** la costrizione del collo si effettua generalmente in senso perpendicolare all'asse del corpo, più di rado obliquamente verso l'alto o verso il basso.

L'impedimento all'accesso dell'aria avviene in parte per l'appiattimento della laringe contro i corpi vertebrali, in parte per lo spostamento all'indietro subito dalla base della lingua. La costrizione determina difficilmente la completa occlusione delle vie aeree e, comunque, in questo caso i fenomeni asfittici sono prolungati. In alcuni casi si associano disturbi vascolari e nervosi indipendenti dal meccanismo asfittico.

Tra i vasi sanguigni che subiscono la compressione, le giugulari sono quelli che restano completamente occlusi, con imponente stasi sanguigna che determina rapida perdita di coscienza e produzione di stravasi emorragici nel territorio a monte della linea di costrizione (più evidenti nelle congiuntive bulbari e palpebrali, nelle ghiandole salivari e nei linfonodi, nella mucosa faringea e laringea, etc.).

A livello nervoso possono prodursi i fenomeni inibitori esaminati nello strozzamento.

I **segni locali** della violenza traumatica di solito sono i seguenti:

I. - sulla cute: un solco (unico o molteplice, in rapporto al numero dei giri del laccio intorno al collo) che, a seconda della consistenza, può risultare molle o duro. Si ha un **solco molle** quando il laccio, per la sua morbidezza e per la sua larghezza, non escoria e non si affonda sensibilmente nella cute: l'impronta che ne residua, costituita da un lieve infossamento, appare di colorito pallido, lievemente giallastro, e di consistenza lievemente aumentata in seguito ad essiccamento (evaporazione) post-mortale.

Si ha un **solco duro** quando il laccio, perché sottile e provveduto di superficie scabra, escoria la cute e vi si approfonda, determinando un essiccamento post-mortale più intenso e di consistenza più accentuata (pergamenacea). Talora nel solco restano impressi i caratteri del mezzo che ha agito.

Nella trazione della corda, tra i nodi, i giri e le volute vengono spesso compresi alcuni tratti di cute nei quali si possono formare **stravasi ematici** e **piccole vescicole superficiali**.

Il solco nello strangolamento è di solito caratterizzato da disposizione trasversale; è continuo e più o meno uniformemente profondo data l'uniformità con la quale la forza costringente si esercita sui vari punti; non ha sede di elezione e può trovarsi a qualsiasi altezza del collo.

Non devono essere confuse con i solchi da strangolamento le pieghe cutanee che possono osservarsi nei cadaveri di soggetti adiposi (neonati o bambini, ma anche anziani), sul fondo delle quali può sussistere un certo grado di disepitelizzazione dovuta a fenomeni di macerazione post-mortale o casualmente determinata dalla presenza di colletti, fazzoletti, sciarpe, etc., specie in cadaveri nello stadio della putrefazione gassosa, a seguito del rigonfiamento enfisematoso del collo; la putrefazione gassosa, peraltro, determinando pieghe nella cute del collo, può simulare solchi.

II. – nel sottocute, sotto le fasce muscolari, nel contesto stesso dei muscoli regionali e nell'avventizia delle carotidi si possono talvolta osservare **piccole emorragie**.

III. – a carico della laringe si possono riscontrare **fratture delle lamine della cartilagine tiroidea e della cricoide**; meno frequenti le **rotture dei corni dell'osso ioide** e le **lacerazioni dell'intima della carotide**.

I **segni interni** sono quelli **generici da morte asfittica**:

- schiuma nelle vie tracheo-bronchiali;
 - ecchimosi sotto-sierose (più evidenti nelle asfissie prodotte lentamente).
-

Lo **strangolamento da omicidio** è il più frequente ed è quello più facilmente eseguibile su persone impossibilitate a difendersi (bambini, anziani, soggetti in stato di ubriachezza o colti nel sonno, ovvero già storditi da trauma cranico o da altri mezzi lesivi).

Tuttavia può essere anche **suicidiario** o **accidentale**.

IMPICCAMENTO

È la più importante forma di asfissia meccanica, dovuta ad **occlusione delle vie aeree mediante compressione esercitata nella regione del collo da un laccio posto in tensione dal peso del corpo della vittima o di parte di esso.**

Perché il laccio sia posto in tensione è necessario che un suo estremo sia fissato in posizione più elevata rispetto al corpo, il cui peso eserciterà sul laccio (e quindi sul collo) una compressione di intensità proporzionale al peso stesso.

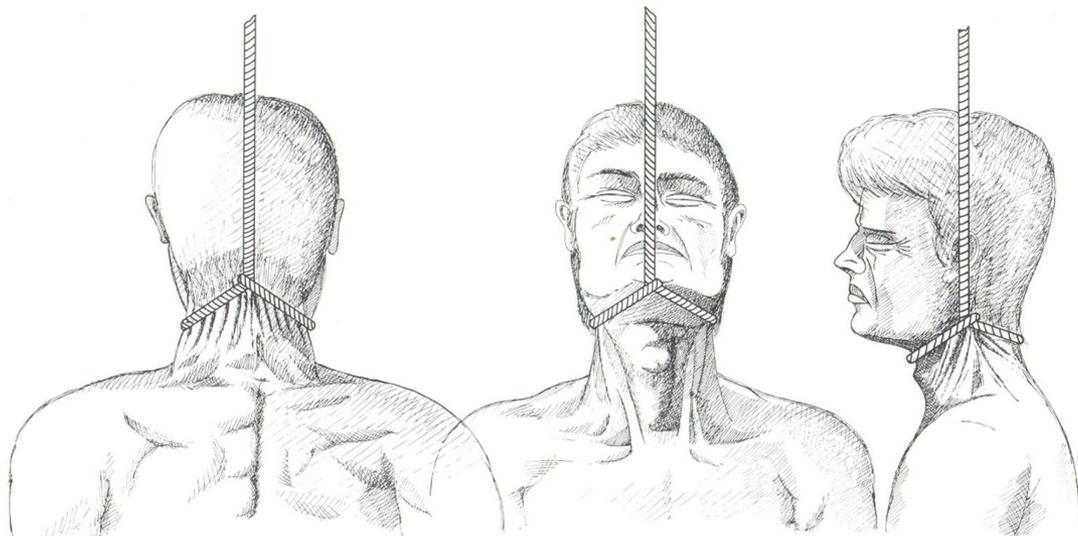
Il laccio può restringersi intorno al collo se formato con un nodo scorsoio o altrimenti esercitare compressione sulla propria porzione, ove direttamente agisce la forza esercitata dal peso corporeo.

L'impiccamento viene distinto in **tipico** e **atipico**, **completo** e **incompleto**.

Impiccamento tipico è quello nel quale il pieno dell'ansa del laccio (corda, asciugamano, lenzuolo, cinghia, filo metallico o di plastica, etc.) corrisponde alla regione anteriore del collo ed il nodo alla nuca.

Nell'**impiccamento atipico** i rapporti di posizione sono variati.

Impiccamento tipico e atipico



A sinistra: impiccamento tipico (nodo posteriore).

Al centro: impiccamento atipico con nodo anteriore.

A destra: impiccamento atipico con nodo laterale.

Nell'**impiccamento completo** il corpo è totalmente sospeso.

Nell'**impiccamento incompleto** il corpo risulta in parte sostenuto da un appoggio.

Perché si verifichi la morte è sufficiente che sul laccio gravi un peso sufficiente a determinare la costrizione (pari a circa $1/3$ di quello totale).

In seguito alla costrizione (alla quale si associa uno scorrimento dell'ansa verso l'alto a causa della trazione verticale esercitata dal peso del corpo) si produce lo spostamento verso l'alto e all'indietro dell'osso ioide e quindi della base della lingua che viene a tamponare il faringe, determinando ostacolo alla penetrazione dell'aria nella laringe.

A qualsiasi altezza venga applicata l'ansa, essa finisce per operare la sua compressione tra laringe e osso ioide, anche a causa della facile spostabilità della cute sui piani sottostanti.

SEGNI ESTERNI

Il solco costituisce il segno locale della compressione del laccio sulla cute e può risultare duro o molle in rapporto alla natura del laccio, etc.

La diversa profondità del solco è influenzata anche dal peso del corpo e dalla durata della sospensione.

Nell'impiccamento il solco è di solito **obliquo, discontinuo e di diversa profondità**, in relazione al meccanismo di trazione.

Raramente la sede del solco risulta ubicata a livello inferiore e questo, il più delle volte, perché la cute, primitivamente spostata in alto dalla trazione dell'ansa, una volta cessata la sospensione tende a ritornare nella posizione originaria.

Comunque, se la sospensione dura a lungo o il laccio viene lasciato a lungo stretto intorno al collo, la cute rimane fissata nella sede ove ha agito il laccio e non è più spostabile.

Anche nell'impiccamento interagiscono i **fattori circolatorio e nervoso**, con occlusione (da compressione e da stiramento) dei vasi del collo, in particolare vene giugulari e arterie carotidi, con conseguente impedimento di afflusso e di deflusso ematico e con rapida perdita di coscienza, nonché stimolazione del vago e del seno carotideo fino all'arresto cardiaco.

In taluni casi si verificano **lesioni del rachide cervicale** (fratture, lussazioni, fratture-lussazioni) con conseguente compressione del bulbo e/o del midollo spinale: è necessaria, però, una notevole trazione esercitata sul laccio o mediante precipitazione del corpo da una discreta altezza (con brusco strappo sul laccio quando questo arresta la caduta) o esercitando sul corpo una forza traente supplementare.

Creste emorragiche e vescichette sierose talora si producono a livello del solco per l'inserimento di tratti cutanei tra le volute del laccio; alcuni Autori le considerano segni di lesione vitale ai fini della diagnosi differenziale tra impiccamento e **sospensione di cadavere**, ma altri ritengono che possano prodursi anche nel cadavere.

La disposizione delle macchie ipostatiche è determinata dalla posizione del corpo:

nell'impiccamento completo si rilevano una striscia marginale di colorito rosso-violaceo al di sopra del solco e ipostasi confluenti nelle regioni distali degli arti superiori, degli arti inferiori e del bacino (**ipostasi a guanto e a mutanda**).

Talvolta, per il gravare della colonna liquida di sangue sulle pareti vasali, si determinano sfiancamenti e rotture dei capillari cutanei con comparsa di petecchie emorragiche nel contesto delle chiazze ipostatiche.

La pseudo-erezione del pene e l'emissione di liquido spermatico sono rilievi di frequente osservazione ma non patognomonicamente, legati sostanzialmente a fenomeni di replezione ipostatica dei vasi nei distretti pelvico e penieno.

La protrusione della lingua dalle arcate dentarie è un reperto abbastanza usuale, dovuto alla spinta verso l'alto esercitata dal laccio sulla base della lingua, che occlude la faringe mentre la punta viene sollecitata in avanti e poi serrata tra le arcate dentarie.

Le ecchimosi sotto-congiuntivali, spesso osservabili nell'impiccamento, sono un segno generico delle asfissie e quindi prive di particolare significato.

SEGNI INTERNI

Possono essere distinti tra quelli dovuti alla violenza traumatica esercitata dal laccio (regione del collo) e quelli dovuti al meccanismo asfittico della morte.

Tra i primi sono di grande interesse le piccole infiltrazioni emorragiche nel tessuto sottocutaneo e nei ventri dei muscoli del collo (più spesso degli sternocleidomastoidei), nel tessuto cellulare circostante i fasci vascolo-nervosi, sotto la capsula della tiroide.

Frequente è la rottura dei corni dell'osso ioide e dei corni superiori della cartilagine tiroidea, per lo stiramento che il laccio determina sui legamenti, sulla membrana e sui muscoli iotiroidei.

Allo stesso stiramento vanno attribuite le lacerazioni trasversali dell'intima delle carotidi comuni, solitamente ubicate poco al di sotto della biforcazione (**segno di Amussat**).

Quando il laccio v'insiste direttamente, si può produrre la frattura delle cartilagini tiroidea e cricoidea (più frequentemente negli anziani per ridotta elasticità cartilaginea).

Al di fuori della regione del collo i segni interni sono in genere assai modesti. Talvolta si osserva un notevole enfisema alveolare acuto, che conferisce ai polmoni un aspetto "soffiato", con perdita dell'elasticità e marcato ⁵⁴collasso del parenchima all'apertura del cavo toracico.

DIAGNOSI DIFFERENZIALE

L'**omicidio** per impiccamento è evenienza eccezionale e la sua realizzazione su persona adulta richiede che questa sia stata previamente posta in condizione di non poter opporre resistenza, sì da rendere talvolta possibile il rilievo di lesioni estranee al meccanismo dell'impiccamento.

Importante è la constatazione che la lunghezza del laccio, misurata tra il punto di sospensione e il collo, e la distanza dal suolo delle varie parti del corpo non si accordano con la possibilità che la vittima abbia potuto da sola realizzare la sospensione. Di rilievo anche la fattura del laccio e l'annotazione di eventuali legature delle estremità degli arti.

La presenza di lesioni sul cadavere può essere dovuta ad urti contro le superfici prossime al cadavere, per effetto delle oscillazioni del corpo sospeso o per le convulsioni asfittiche.

L'**impiccamento suicidiario** rappresenta l'evenienza più frequente. Non è raro, in questi casi, che l'impiccamento rappresenti l'ultimo di una serie di tentativi di autosoppressione, quali l'assunzione di tossici, tentativi di svenamento, etc., i cui segni devono essere interpretati rettamente per differenziarli da segni lesivi dovuti all'azione di terzi.

Nel suicidio talvolta tra il laccio e il collo vengono interposte stoffe per evitare la sofferenza dovuta all'azione del laccio sulla cute, o le dita delle mani restano imprigionate dal laccio al momento della sospensione.

L'**impiccamento accidentale** è sicuramente più frequente di quello omicidiario ma è comunque di rara osservazione (attuazione di giochi pericolosi da parte di bimbi o ragazzi, manovre autoerotiche).

La diagnosi differenziale con la **sospensione di cadavere** si fonda essenzialmente sul rilievo delle manifestazioni lesive a carattere vitale dovute all'azione meccanica del laccio, soprattutto rappresentate dai fenomeni emorragici rilevabili sia in corrispondenza del solco che nei tessuti profondi sottostanti.

ANNEGAMENTO

È la sindrome asfittica provocata dall'impedimento all'ingresso dell'aria negli orifizi e nelle vie respiratorie da parte di liquidi esterni penetrati attivamente, con sostituzione parziale o totale dell'ambiente atmosferico con i liquidi stessi.

Perché si produca l'asfissia non è necessario che il corpo resti totalmente immerso nel liquido annegante. *Una minima quantità di liquido che pervenga nell'adito laringeo è sufficiente a provocare la chiusura riflessa della glottide e l'inizio della sindrome asfittica.*

L'annegamento è **tipico** quando il corpo è immerso totalmente nel liquido annegante, è **atipico** quando l'immersione è limitata al capo o alla sola faccia.

Il meccanismo fisiopatologico si discosta alquanto da quello generale delle morti asfittiche.

Nell'uomo la sintomatologia clinica della sindrome asfittica da annegamento può suddividersi in 3 fasi:

- 1) della ***apnea riflessa***;
- 2) di ***inspirazione riflessa***;
- 3) di ***incoscienza***.

1) Fase della apnea riflessa

È la risposta riflessa di difesa dell'organismo, il soggetto, una volta immerso, trattiene il respiro (**immobilità respiratoria**) nel tentativo di impedire l'ingresso del fluido che, pertanto, non giunge immediatamente in profondità nelle vie aeree proprio per l'instaurarsi della **chiusura della glottide**.

La durata di questa fase è variabile (30-60 secondi) e dipende soprattutto dalla quantità di aria già presente nell'albero respiratorio e dalla capacità di resistenza individuale.

2) Fase di inspirazione riflessa

I movimenti inspiratori di sorpresa e l'apnea riflessa inducono ipossiemia ($P_{O_2} < a$ 80-90 mmHg) ed ipercapnia ($PCO_2 > a$ 45-55 mmHg) con acidosi metabolica e respiratoria che pro-voca al «punto di rottura» (combinazione di un alto livello di anidride carbonica nel sangue con bassa concentrazione di ossigeno) una intensa stimolazione dei centri nervosi, deputati al controllo della respirazione, cui partecipa anche un meccanismo riflesso a partenza dalle strutture alveolo-polmonari, con conseguente produzione di atti respiratori disordinati.

Si verifica così la inalazione di una grande quantità di liquido annegante con dispnea convulsivante o gasping alla quale si associano in rapida successione tosse, conati di vomito, bradicardia, aritmia, midriasi, rilasciamento degli sfinteri e convulsioni tonico-cloniche generalizzate sino alla perdita di coscienza.

È in questo momento che si determina effettivamente la penetrazione massiva di liquido annegante nell'albero respiratorio e in parte nel tratto digerente con l'inizio della sindrome asfittica vera e propria.

3) Fase di incoscienza

La perdita di coscienza prospetta uno stato di morte apparente con ulteriore penetrazione di liquido nell'albero tracheo-bronco-alveolare o con arresto definitivo del respiro; durante questa fase, quando i riflessi sono aboliti, subentra la inondazione completa del mezzo annegante fino alle più sottili diramazioni respiratorie.

Lo stato di incoscienza precede l'arresto respiratorio e quello cardiaco. Anche il cuore può continuare a battere per poco tempo dopo l'arresto della funzione respiratoria, il che favorisce l'ulteriore passaggio del liquido annegante, anche in questa fase, attraverso la superficie polmonare nel circolo sanguigno.

Per quanto concerne l'anossia cerebrale, il punto di non ritorno appare in rapporto con numerosi fattori rappresentati principalmente dall'età dell'individuo e dalla temperatura dell'acqua: se questa ha temperatura media, il tempo necessario per l'instaurarsi dell'anossia cerebrale può variare da 3 a 10 minuti mentre in acque fredde questo tempo può aumentare anche in maniera considerevole.

Il tempo necessario per il completamento della sindrome asfittica varia a seconda delle circostanze e in particolare delle capacità di resistenza della vittima, delle sue reazioni alla immersione e del volume di liquido inalato. Questo intervallo di tempo, che generalmente è quantificabile nell'ordine di alcuni minuti, può essere fortemente ridotto in soggetti debilitati, non esperti del nuoto o colti di sorpresa.

Fisiopatologia dell'annegamento.

- Se il mezzo annegante è rappresentato da liquido a basso contenuto salino (es.: acqua «dolce»), ipotonico rispetto al sangue, esso passa rapidamente attraverso l'ampia superficie respiratoria (parete degli alveoli polmonari) nei capillari sanguigni.

Ciò determina emodiluizione, ipervolemia ed emolisi con liberazione del K eritrocitario. La iperpotassiemia, unitamente allo squilibrio elettrolitico plasmatico (iposodiemia ed ipocalcemia) ed all'anossia, inducono alterazioni miocardiche cui fa seguito una fibrillazione ventricolare ad esito rapidamente letale.

In questo caso la sindrome asfittica dell'annegamento si sviluppa in rapida successione con una durata complessiva di 3-5 minuti.

- Se il mezzo annegante è rappresentato da liquido con alta salinità (es.: acqua di mare), ipertonico rispetto al sangue, la forte concentrazione salina richiama negli alveoli plasma dai capillari determinando un edema polmonare acuto, anche di notevole entità.

Questo a sua volta determina emoconcentrazione ed ipovolemia che associati all'ipossia indeboliscono la pompa cardiaca, contribuendo alla congestione ed alla stasi polmonare, sino all'asistolia irreversibile. In quest'eventualità manca l'emolisi, il livello di K è nella norma o poco ridotto con leggero incremento del Na.

Il maggior equilibrio elettrolitico induce una minore azione tossica sul tessuto cardiaco con maggiori possibilità di sopravvivenza. L'asfissia si realizza con un andamento più lento e la morte interviene dopo 6-8 minuti dall'inizio del meccanismo lesivo.

- Il mezzo annegante può essere anche un semiliquido (es.: limo fangoso) purché conservi caratteristiche di sufficiente fluidità per poter penetrare nelle vie aeree.

Quando il mezzo annegante presenta invece una apprezzabile consistenza solida, l'occlusione non oltrepassa di norma il primo tratto dell'apparato respiratorio ed il corrispondente quadro asfittico rientra più propriamente nell'ambito delle asfissie da intasamento.

In letteratura sono costanti le segnalazioni di morte per annegamento in mezzi liquidi inconsueti (vino, mosto, acqua minerale, liquido di fogna, nafta, olio, bitume, etc.), anche non miscibili con il sangue.

Elementi di diagnostica medico-legale

La diagnosi di annegamento deve avvalersi dei risultati di una completa ed esauriente indagine medico-legale: sopralluogo, esame esterno, autopsia, esami di laboratorio anche tossicologici.

L'osservazione diretta dei luoghi e la raccolta dei dati circostanziali e/o testimoniali costituiscono una fase di grande importanza non differibile nel tempo e non demandabile ad altri ma da eseguirsi direttamente e nelle immediatezze dell'evento fatale.

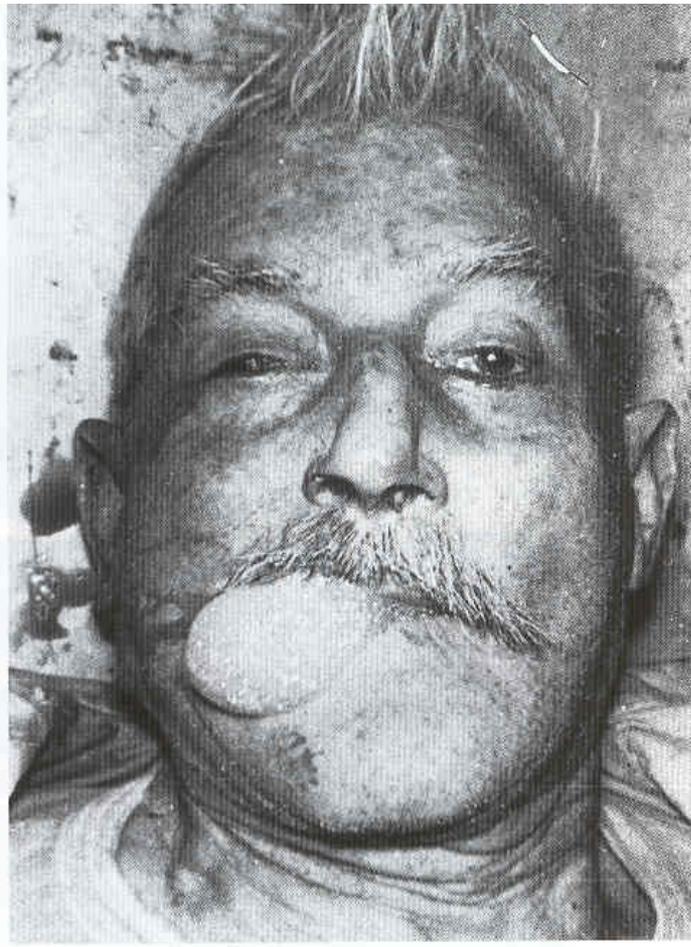
SEGNI ESTERNI

Fungo schiumoso o mucoso - È una massa spumosa soffice usualmente biancastra, una schiuma mucosa iridescente, formata da minute bolle gassose rivestite da sottilissimo strato d'aspetto mucoso a elevata tensione superficiale (emulsione di muco e aria) disposto a mo' di fungo in corrispondenza degli orifici respiratori.

Questa schiuma può mostrare una colorazione rosacea o con strie ematiche o più francamente rossastra per mescolanza della stessa col sangue proveniente dalla rottura dei capillari alveolari.

Tra i segni esterni è sicuramente il reperto più significativo, quello di maggiore valore diagnostico e comunque indicativo di un fenomeno vitale in quanto espressione di attività respiratoria al momento della penetrazione del liquido annegante. La sua presenza non può consentire, da sola, una diagnosi certa di morte per annegamento considerato che tale reperto può comparire in tutte le morti asfittiche ed in ogni tipo di morte in cui si produca abbondante quantità di materiale mucoso ed edema polmonare nell'albero respiratorio a seguito di violenti movimenti dispnoici (elettrocuzioni, crisi convulsive, intossicazioni, avvelenamenti, narcotismo acuto, morti cardiache).

La sua presenza è un elemento a favore dell'annegamento mentre la sua assenza, associata o meno al reperto di polmone asciutto (*dry drowning*), non consente di escludere tale ipotesi; il fungo schiumoso è infatti un reperto incostante e frequentemente risulta essere stato asportato meccanicamente dal moto ondoso o per dilavamento del liquido di immersione.



Annegamento: fungo schiumoso agli orifizi respiratori.

Cianosi - La cianosi è intensa e facilmente rilevabile soprattutto nei cadaveri in buono stato di conservazione o nei quali, comunque, la permanenza in acqua è stata breve. Nei casi di prolungato stazionamento in acqua è invece alquanto difficoltoso differenziare la cianosi dai fenomeni ipostatici.

Trasparenza e lucentezza delle congiuntive e delle cornee -

Le congiuntive e le cornee, a causa dell'umidità cui sono esposte in ambiente liquido, non subiscono l'evaporazione e la disidratazione post-mortale per cui mantengono per un tempo più lungo quella trasparenza e quella lucentezza inevitabilmente compromessa nei cadaveri esposti ai ben noti fenomeni trasformativi post-mortali.

È un fenomeno che dipende esclusivamente dalla permanenza del cadavere in ambiente liquido e pertanto è privo di specificità diagnostica medico-legale.

Colorazione rosa dei denti (pink teeth) - La colorazione rosa dei denti è un reperto incostante ed aspecifico non essendo stata mai dimostrata alcuna correlazione con una specifica causa della morte; rappresenta pertanto un fenomeno post-mortale correlato prevalentemente alla permanenza del cadavere in acqua. Consiste essenzialmente nella diffusione post-mortale di emoglobina e suoi derivati (liberati dall'emolisi degli eritrociti intra- ed extravasali) all'interno dei microtubuli della dentina.

Presenza di materiali estranei sulla superficie corporea o nelle cavità naturali - In casi di prolungata permanenza di cadaveri in acqua di mare è frequente il riscontro di materiali estranei quali sabbia o alghe nelle cavità naturali (bocca, narici, vagina, retto) fino all'intasamento, o più comunemente tra i capelli, sotto le unghie e nelle vesti.

Il prelievo di campioni del materiale assume importanza per successivi accertamenti di geologia e di petrografia forense che possono fornire elementi circa la natura e la localizzazione del materiale; i campioni devono essere correttamente prelevati e raccolti in contenitori di vetro o di plastica a tenuta ermetica, per prevenire alterazioni dovute a processi di disidratazione ed ossidazione.

Il rinvenimento di sabbia e altri materiali estranei nelle vie respiratorie e nello stomaco non assume perentorio significato di fenomeno vitale in quanto questi materiali possono penetrarvi agevolmente anche in epoca post-mortale. Sulla superficie corporea o nelle cavità naturali è stato segnalato il rinvenimento di fauna marina o d'acqua dolce; quest'ultimo reperto, riferibile alla permanenza in acqua, può risultare utile per la ricostruzione del tragitto percorso dal cadavere in balia della corrente.

Segni interni.

I segni interni dell'annegamento costituiscono, in aggiunta ai segni generici della morte asfittica, elementi di maggiore valore probatorio rispetto a quelli esterni; in particolare grande attenzione deve essere prestata, tra questi, all'*enfisema acquoso polmonare*, per i reperti di grande significatività diagnostica deducibili dal suo studio.

Enfisema acquoso polmonare (emphysema aquosum)

Macroscopicamente un quadro di sovradistensione può essere presente anche in altre forme di asfissia meccanica e nell'asma bronchiale ma con aspetto differente da quello dell'annegamento.

In questo infatti si riscontrano **caratteristiche bollicine aeree minutissime, diffuse su tutta la superficie polmonare, associate a bolle enfisematose più voluminose e localizzate per lo più in sede sottopleurica.**

I **polmoni** generalmente non si retraggono come di norma all'apertura del torace ma **sono rigonfi, riempiono le cavità pleuriche con margini polmonari che aggettano sull'aia cardiaca fino a ricoprirla, talvolta accavallandosi.**

Il parenchima polmonare è sovradisteso e pressato contro le pareti costali; la superficie è facilmente improntabile alla pressione del dito guantato oltre che delle coste, impresse come solchi visibili e palpabili sulla superficie laterale polmonare.

I polmoni espansi hanno colorito pallido roseo-grigiastro o grigio-biancastro, consistenza cotonosa al tatto con caratteristico crepitio per il contenuto aereo notevolmente aumentato.

L'osservazione *microscopica* rivela una dilatazione alveolare con forte assottigliamento delle pareti, sfiancamento e rottura dei setti interalveolari, con formazione di cavità più ampie, che realizzano vaste aree confluenti otticamente vuote.

L'assenza dell'enfisema acquoso e dei reperti polmonari macro- e microscopici indicativi di annegamento, quali appena descritti, o la loro diversa variabile entità, prospetta casi di *dry-lung drowning* ossia di annegamento atipico quale conseguenza di una modesta penetrazione del liquido annegante nell'albero respiratorio o dell'avvenuto successivo completo riassorbimento di questo in circolo (particolarmente se a seguito di manovre rianimatorie), o ancora della morte di un soggetto in stato di incoscienza o di uno spasmo laringeo di intensità tale da impedire totalmente il passaggio di liquido nelle vie respiratorie e indurre l'exitus per ipossia cerebrale.

Macchie di Paltauf - Sono ecchimosi sottopleuriche rilevabili preferibilmente negli spazi interlobari e sulla faccia anteriore dei lobi basali, di rarissima ricorrenza (PALTAUF, 1892). Differiscono dalle macchie di Tardieu, anch'esse presenti sulla superficie polmonare (segno generico di morte asfittica), in quanto di dimensioni maggiori, meglio circoscritte e di colore meno intenso. Il loro riscontro è da attribuirsi alla sovradistensione del parenchima polmonare con lacerazione dei setti interalveolari periferici.

Presenza di schiuma e corpi estranei nel lume tracheo-bronchiale - Il medesimo processo che conduce alla formazione del fungo schiumoso in corrispondenza degli orifizi respiratori comporta la presenza di schiuma mucosa all'interno delle vie aeree. Seppur frequentemente segnalata, la congestione della mucosa laringo-tracheale è di rilievo incostante ed aspecifico e si osserva più spesso nei cadaveri in buono stato di conservazione.

Il rinvenimento nelle vie respiratorie di sabbia è attribuibile essenzialmente alla permanenza del cadavere in acqua, potendo derivare indifferentemente da inalazione o da una penetrazione post-mortale.

Presenza di liquido annegante nello stomaco e nell'intestino - Il reperto è di un certo valore nella diagnostica differenziale tra annegamento e sommersione di cadavere. Per cadaveri che abbiano soggiornato poco tempo nel liquido, il reperto è riferibile ad atti di deglutizione ed è pertanto segno di vitalità. Il mezzo annegante può comunque penetrare passivamente nei distretti digestivi prossimali, anche *post mortem*, sospintovi dalla pressione idrostatica. Il semplice stazionamento in acqua di un cadavere non sembra però consentire la penetrazione di liquidi al di là della valvola pilorica.

Il laboratorio medico-legale

Esami istologici.

A completamento dell'accertamento autoptico, risultano indispensabili gli esami istologici di frammenti oltre che di polmone, di encefalo, cuore, fegato, pancreas, reni, surreni e tiroide.

Tali indagini sono indirizzate alla ricerca di segni indicativi di uno stato di ipossia acuta conseguente all'asfissia e soprattutto alla diagnosi differenziale tra annegamento e altre cause di morte quali, ad esempio, cause patologiche naturali con morte improvvisa in acqua.

L'indagine istologica del parenchima polmonare, infatti, è in grado di apportare un fondamentale contributo alla diagnosi.

Emodiluzione e modificazioni chimicofisiche del sangue -

La emodiluzione è conseguenza diretta del passaggio nel torrente circolatorio del liquido annegante. Il liquido estraneo all'organismo invade l'albero respiratorio pervenendo fin nelle cavità alveolari; da queste attraverso l'ampia superficie di contatto (pareti alveolari), per differente tensione oncosmotica, passa nei capillari del piccolo circolo e ne diluisce il sangue.

Per questa ragione nell'annegamento in acqua dolce il sangue del cuore sinistro, refluo dai polmoni e messo in circolo dal persistere dell'attività contrattile cardiaca, ha una diluizione maggiore rispetto a quello del ventricolo destro; nell'annegamento in acqua di mare al contrario si verifica una maggiore concentrazione del sangue delle cavità cardiache di sinistra.

Il Plancton sospeso nel liquido annegante, nei polmoni e negli organi del grande circolo - Una grande quantità di corpuscoli incapaci di movimento proprio, trascinati passivamente dalle correnti (plancton, dal greco «errante»), sono presenti in sospensione nel liquido annegante. Questi possono essere di natura animale (zooplancton), vegetale (fitoplancton) e minerale (geoplancton), o possono essere ulteriormente suddivisi in **plancton di mare, di fiume e di lago**. Il rinvenimento di questi corpuscoli non solo nel parenchima polmonare ma anche negli organi irrorati dal grande circolo (in particolare fegato, reni e midollo osseo), costituisce elemento di grande rilievo per la diagnosi di annegamento, soprattutto in corpi in avanzata fase di decomposizione, quando i dati autoptici non sono facilmente interpretabili. Se un soggetto annega in acqua contenente plancton, questo attraversa, con il liquido annegante, la parete alveolare e quindi penetra in circolo distribuendosi nei diversi organi e tessuti (cuore, encefalo, fegato, reni e midollo osseo).

Il passaggio del plancton dal polmone agli organi del grande circolo è limitato a poche unità, ovviamente a quelle di dimensioni minori.

È pertanto necessario procedere al prelievo di adeguate quantità di questi organi in sede di autopsia per le successive indagini di laboratorio: campioni di polmone (un lobo, o meglio, un intero organo), fegato (circa 1/3), rene e un osso lungo nonché campioni del liquido contenuto nello stomaco e del liquido annegante, per le relative indagini comparative.

Le operazioni di prelievo ed analisi degli organi devono essere nella specie condotte in maniera rigorosa assicurandosi di non contaminare il materiale sottoposto ad analisi e verificando la purezza dei reattivi utilizzati.

In laboratorio le componenti organiche dei visceri vengono distrutte chimicamente con acidi forti e sottoposte successivamente, dopo diluizione e filtrazione del residuo, all'osservazione microscopica. A questo trattamento chimico sono particolarmente resistenti quelle particelle di plancton dotate di guscio calcareo o siliceo e granuli minerali, meglio note con il termine di **diatomee**.

Il rilievo di diatomee negli organi irrorati dal grande circolo (fegato, rene, midollo osseo) dimostrerebbe che nel momento in cui il mezzo liquido ha inondato i polmoni l'attività cardio-circolatoria era tale da consentire il trasporto di questo materiale attraverso il sangue nei vari organi: con la conseguenza che, al momento dell'immersione nel liquido, il soggetto sarebbe stato ancora in vita.

Tuttavia, va tenuto presente che, data l'inalterabilità dei loro gusci silicei, esse abbondano allo stato fossile, soprattutto nel Terziario; alcuni autori sostengono la loro presenza già nel Carbonifero. Il genere più antico è *Coscinodiscus* del Cretaceo inferiore.

Dall'accumulo di gusci di *D.* continentali o marine è costituita la diatomite, roccia silicea poco o niente coerente, di cui sono varietà la **farina fossile**, meno compatta, leggera, bianca, grigia o nerastra, e il **tripoli** più compatto e per lo più chiaro.

Nella sommersione post-mortale infatti è possibile la penetrazione passiva del liquido annegante nei polmoni e nel sangue del circolo polmonare, con passaggio di diatomee non oltre le cavità cardiache e solo nel primo tratto dell'apparato digerente.

I fenomeni putrefattivi non consentono il passaggio delle diatomee al di là delle cavità sierose anche se la loro presenza in circolo potrebbe essere favorita da alterazioni della barriera polmonare, anche solo distrettuali, per processi patologici comuni o per alterazioni consecutive ad un'azione asfittico-meccanica di qualsiasi natura.

Con questa riserva cautelare, soltanto il reperto in questione sembrerebbe assumere autentico valore diagnostico di morte per annegamento.

Inoltre, il mancato rilievo di diatomee negli organi extrapolmonari non esclude la possibilità che si sia ugualmente verificata una morte per annegamento, poiché il liquido annegante potrebbe contenerne una scarsa quantità o esserne addirittura del tutto privo.

Il giudizio medico-legale dovrà pertanto, in questi casi, fondarsi principalmente sulla concordanza dei risultati delle indagini anatomo-patologiche e di laboratorio.

È quindi necessario, per una diagnosi certa di annegamento, che la quantità di plancton rinvenuta negli organi sia rilevante e che l'indagine venga completata mediante il confronto con il plancton contenuto nel liquido annegante al fine di accertarne la corrispondenza o meno con quello intra-corporeo.

Morte in acqua (e annegamento).

La morte «in acqua» costituisce un'entità distinta dalla morte per annegamento alla quale concorrono numerosi fattori che hanno ruolo talora causale autonomo, talora concorrente o predisponente all'annegamento. La morte in acqua esprime un evento letale immediato o rapido sollecitato dalla immersione nel mezzo liquido ma non sempre e necessariamente causato dall'ostacolo di tale mezzo agli scambi respiratori.

Questa tipologia di morte, che si verifica o consegue alla immersione in acqua, non dovrebbe essere inquadrata nell'ambito dell'annegamento in quanto non riconosce una vera e propria genesi asfittica, né alla fase apnoica fanno sempre seguito gli altri stadi caratteristici della sequenza asfittica.

Si parlerà, in questi casi, di **morte in acqua** o di **morte improvvisa in acqua** o **idrocuzione**, termine che indica l'improvviso shock termo-meccanico provocato dal contatto tra il corpo umano e l'acqua.

Fisiopatologia

I meccanismi fisiopatologici ritenuti alla base di questo tipo di evento fatale sono principalmente di genesi nervosa riflessa e si ritiene che essi agiscano generalmente su individui con preesistenze patologiche o con predisposizione individuale ad un'abnorme risposta all'immersione. Essi non sono tuttavia completamente conosciuti nella loro intima essenza e si reputa che possano agire indipendentemente l'uno dall'altro o, viceversa, in associazione tra loro.

Tra le forme atipiche di più frequente riscontro annoveriamo la sindrome da immersione o sindrome vagale da inibizione (*immersion syndrome or vagal inhibition*), un intenso spasmo laringeo (*intense laryngeal spasm*) e la sommersione del soggetto non cosciente (*submersion of the unconscious*).

L'esame autoptico non mostra alcun segno classico di annegamento proprio per la rapidità con cui si manifesta l'arresto cardiaco e quindi l'exitus.

I polmoni non sono pesanti, appaiono asciutti, crepitanti, poco congesti o addirittura senza alcuna traccia del liquido annegante;

la sovradistensione è meno marcata e si associano altresì aspetti generici di asfissia acuta quali la cianosi del volto ed emorragie congiuntivali.

Ai riflessi a partenza dai recettori della mucosa nasale e faringolaringea è da attribuire altresì il vomito che spesso si manifesta sia in corso di annegamento che di morte in acqua, con successiva inalazione del materiale alimentare che può contribuire a determinare ulteriori alterazioni bronco-polmonari o a giustificare una morte repentina per asfissia acuta.

Diagnosi medico-legale

La diagnosi di morte in acqua è prevalentemente una diagnosi di esclusione che si basa sulla mancanza dei segni classici della morte asfittica per annegamento. Il consulente medico-legale è tenuto sempre ad operare una diagnosi differenziale tra annegamento tipico e morte conseguente alla semplice immersione nel mezzo liquido (morte nell'acqua) e quindi a determinare se l'elemento liquido sia stato causa diretta dell'exitus o indiretta. Elementi utili alla definizione di questi casi possono giungere dalle testimonianze, dai dati circostanziali e da quelli anamnestici relativi alla vittima; questi ultimi in particolare possono contribuire a individuare preesistenze o altri fattori predisponenti l'evento letale.

L'esecuzione di un completo accertamento autoptico che, in assenza dei segni indicativi un annegamento, escluda una causa patologica naturale, una causa traumatica violenta, una elettrocuzione o una intossicazione da sostanze stupefacenti, deve orientare per una morte in acqua. In alcuni casi la morte può manifestarsi così rapidamente da non essere compatibile con il succedersi delle fasi tipiche di un annegamento, come accade per quelle vittime recuperate cadavere dopo appena 1-2 minuti dalla loro immersione. Diverse possono essere le cause di queste morti improvvise in acqua tra cui un arresto cardiaco riflesso da inibizione vagale innescato dalla stimolazione violenta delle terminazioni nervose cutanee (es.: immersione improvvisa in acqua fredda) o mucose del faringolaringe (ad es.: per semplice contatto con acqua fredda) con iperattività del parasimpatico e bradicardia intensa sino all'arresto.

Le ipotesi patogenetiche prospettate risultano peraltro difficilmente verificabili all'accertamento autoptico alla pari di altri meccanismi fisiopatologici ritenuti responsabili delle morti in acqua quali una reazione vestibolare, una crioanafilassi, l'ipotermia, lo spasmo laringeo o prolungato. Non va sottovalutata la possibilità di un potenziamento degli effetti descritti da parte di sostanze stupefacenti e/o alcool identificabili agevolmente con le indagini tossicologiche di routine. Devono altresì essere ammessi tutta una serie di stati intermedi (tra annegamento tipico e morte in acqua) in cui il meccanismo patogenetico dell'uno si associa con i diversi meccanismi prospettati quali espressione di una reazione anomala dell'organismo al mezzo liquido annegante.

Per una corretta interpretazione delle morti da immersione devono essere considerate oltre alle caratteristiche del mezzo liquido, le eventuali condizioni organiche predisponenti della vittima. Queste ultime da sole possono, a volte, giustificare una morte improvvisa o, più frequentemente, un malessere o una perdita di coscienza in grado di favorire l'insorgenza della sequenza asfittica. In corso di annegamento, ad inizio autonomo (inesperienza del nuoto, azione omicida e/o suicida) o subordinato (sincope), possono quindi intervenire tutta una serie di fenomeni reattivi tali da provocare direttamente la morte interrompendo la evoluzione propria della sindrome asfittica. Sarà perciò cura del consulente medico-legale distinguere, per quanto possibile, gli effetti di danno determinati indirettamente dal mezzo liquido (morte in acqua), quelli esclusivi espressione di un annegamento tipico e quelli misti in cui la sindrome asfittica da annegamento viene interrotta nel suo evolvere.

Modificazioni tanatologiche

Lo stazionamento in acqua di un cadavere, annegato, deceduto improvvisamente in acqua o per altra causa lesiva con sommersione successiva, determina modificazioni consecutive dei fenomeni post-mortali il cui decorso è del tutto indipendente dal tipo di morte.

Le valutazioni tanatocronologiche devono considerare accuratamente l'evoluzione di tali modificazioni.

Si ritiene schematicamente che le trasformazioni cadaveriche avvenute nell'arco di 1 settimana all'aria aperta corrispondano alle trasformazioni che si manifestano dopo 2 settimane in acqua.

Le ipostasi e la posizione del cadavere in acqua

Un corpo umano immerso in un mezzo fluido riceve, in base al principio di Archimede, una spinta dal basso verso l'alto uguale al peso del fluido spostato.

Il galleggiamento o l'affondamento del cadavere dipendono essenzialmente dalla densità del corpo rispetto a quella dell'acqua. Essa è variabile in funzione della maggiore o minore presenza di aria negli apparati respiratorio e digerente, ma anche di fattori estrinseci; ad esempio la presenza di sacche d'aria fra le pieghe degli indumenti può favorire in maniera determinante il galleggiamento del corpo.

Le diverse posizioni che un cadavere, immerso in un mezzo fluido, può assumere nel tempo si possono riassumere in quattro fasi potendosi registrare ampie variazioni a seconda delle circostanze e delle condizioni ambientali.

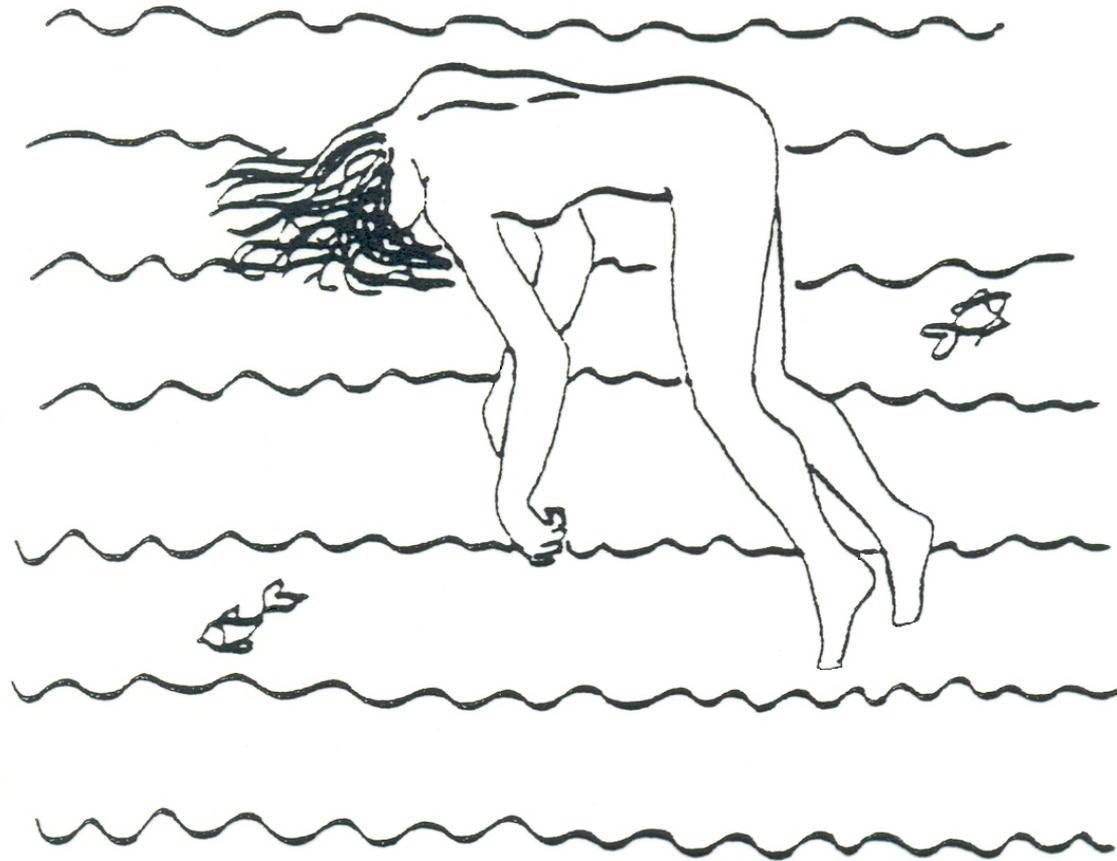
a) Inizialmente il corpo tende ad affondare in quanto il suo peso specifico è generalmente superiore a quello dell'acqua.

b) Al sopraggiungere della fase enfisematosa, il cadavere tende a risalire in superficie anche se legato a zavorre. Se però il peso della zavorra è di notevole entità difficilmente il corpo tornerà in superficie anche nella fase enfisematosa avanzata caratterizzata dalla intensa produzione di gas putrefattivi; al contrario iniziali fenomeni di macerazione corporea possono favorire la perdita di contatto fra il cadavere ed il sistema di ancoraggio.

c) In una terza fase, se il corpo non viene nel frattempo recuperato, il tumultuoso succedersi dei fenomeni putrefattivi determina la fuoriuscita dei gas all'esterno con discontinuazione della superficie corporea ed intensa colliquazione, provocando nuovamente la sommersione del cadavere.

d) Nell'ultima fase la formazione di adipocera (a basso peso specifico) favorisce, ancora una volta, la risalita del cadavere in superficie, sempre che non intervengano fattori distruttivi ad opera delle correnti o della micro- e macrofauna.

La posizione assunta dal cadavere in acqua, nella fase di galleggiamento (prona, con il capo rivolto in basso, gli arti in semiflessione in posizione declive rispetto al resto del corpo e l'addome generalmente più alto per il galleggiamento conferitogli dal contenuto gassoso), determina una peculiare distribuzione topografica delle ipostasi, che si localizzano elettivamente al segmento cefalico, alle porzioni distali degli arti, alle regioni antero-superiori del torace.



La più comune posizione dei cadaveri nell'acqua

Raffreddamento del cadavere

La temperatura cadaverica risente della temperatura ambientale di esposizione. L'azione di raffreddamento dell'acqua è maggiore di quella dell'aria. La dispersione post-mortale di calore corporeo è rapida e intensa in acqua fredda e si compie oltre che per irradiazione e per convezione, data l'alta conducibilità termica del mezzo liquido, anche per conduzione; ne consegue che la temperatura cadaverica raggiunge l'equilibrio con quella del mezzo liquido in tempi brevi. Il raffreddamento cadaverico può perciò essere impiegato, ai fini della cronologia della morte, solo nei casi in cui il cadavere sia restato per brevissimo tempo in acqua e con opportune correzioni.

La curva di raffreddamento di un cadavere in acqua presenta aspetti variabili dipendenti dal peso corporeo e dal rapporto superficie/massa corporea, dagli indumenti indossati, dalla fluitazione del cadavere in acque tranquille o tumultuose.

Rigidità

Il liquido annegante determina generalmente un rallentamento della comparsa del *rigor mortis* in rapporto alla temperatura dell'acqua (inferiore a quella corporea); questo fenomeno è solo parzialmente contrastato dalle intense contrazioni muscolari che si verificano nel corso dell'annegamento. Sebbene sia passato poco tempo dalla morte è possibile tuttavia riscontrare cadaveri, appena estratti dal mezzo annegante, in piena e valida rigidità.

Una spiegazione del rapido sviluppo di questo fenomeno post-mortale potrebbe ravvisarsi nella liberazione acuta di ATP e nel suo decremento da consumo conseguente al concitato dibattersi della vittima nelle fasi dell'annegamento.

Macerazione cutanea

La macerazione cutanea (*washer-woman's skin* degli anglosassoni) consiste essenzialmente nel rigonfiamento per imbibizione dello strato corneo, di colorito biancastro, con raggrinzimento della cute che si solleva in pieghe. La macerazione è intensa e precoce, già dopo poche ore di immersione, nelle sedi ove lo strato corneo è più spesso (palmo delle mani prima e volte plantari poi specie se questi sono protetti da calzature). Al raggrinzimento segue il distacco dell'epidermide in vasti lembi che riproducono la forma della regione corporea (delaminazione a guanto o a calza). I processi macerativi si manifestano più rapidamente in acqua dolce che in quella salata per fattori chiaramente osmotici e risultano notevolmente influenzati dalla temperatura: più rapidi in acqua calda, rallentati in acqua fredda. Negli stadi iniziali e fino a circa 24 ore dall'immersione, per successiva esposizione del cadavere all'aria, la fase di raggrinzimento tende a regredire più o meno completamente sino a rendersi quasi inapprezzabile.

Per temperature medie (16-20 °C) può seguirsi con buona approssimazione il seguente schema cronologico:

- entro poche ore (2-5 ore) possono evidenziarsi iniziali fenomeni circoscritti alle mani e ai piedi;
- in un arco di tempo compreso tra le 10-24 ore e i 3-4 giorni il fenomeno macerativo si manifesta con aspetto classico imbibito, rigonfio con sbiancamento diffuso e raggrinzimento della cute che si solleva in pieghe accentuate specie ai polpastrelli delle dita delle mani e dei piedi;
- dopo 5-7 giorni si osserva un accentuato raggrinzimento dello strato corneo del palmo delle mani e della pianta dei piedi, di colorito biancastro, con iniziali fenomeni di scollamento estesi alle dita ed al resto delle mani e dei piedi sino ai polsi e alle caviglie;
- dopo 10-15 giorni si ha il completo distacco dello strato corneo, che comprende anche le unghie, a forma di guanto o di calza.

Possono talora occorrere fino a 4 settimane perché si verifichi il distacco completo dell'epidermide delle mani e dei piedi; è possibile che la macerazione subisca rallentamenti notevoli in rapporto a particolari condizioni (ad es.: gli indumenti rallentano il processo di macerazione finché il corpo è immerso in acqua prolungandolo, invece, dopo estrazione del cadavere e dopo che le parti scoperte si sono asciugate).

Con il permanere del cadavere in acqua, la macerazione si estende e si appalesa anche a livello delle restanti porzioni epidermiche che si distaccano facilmente anche allo sfregamento lieve. Con l'epidermide si staccano anche le formazioni pilifere, residuando al loro posto piccole lacune beanti entro le quali possono trovare posto colonie di microorganismi acquatici pigmentati.

Infine segue, specie nella stagione invernale e per permanenza in acqua di qualche mese, il particolare processo trasformativo noto come *saponificazione o adipocera*.

Saponificazione

La saponificazione è un processo trasformativo di frequente riscontro in cadaveri esposti ad elevata umidità, sommersi *in toto* o anche solo parzialmente, con formazione di una massa biancastra, saponosa, dal tipico odore di formaggio guasto o rancido: l'adipocera. Questa è costituita in parte da acidi grassi liberi (oleico, palmitico, stearico) e in parte da saponi insolubili formatisi quando gli acidi grassi del cadavere si combinano coi sali di calcio, di sodio e di magnesio presenti nell'acqua.

Nel meccanismo biochimico di formazione dell'adipocera sembrano intervenire anche alcune catalasi batteriche prodotte sia da microbi aerobi che anaerobi tra cui in particolare il *Micrococcus luteus*.

A partenza dal grasso sottocutaneo, l'adipocera si estende ordinariamente a mo' di corazza, untuosa al tatto, ad una o ad alcune parti del corpo.

La temperatura del mezzo liquido è tuttavia la variabile principale che influenza l'adipocizzazione cadaverica: basse temperature rallentano questo processo trasformativo che si prolunga anche per anni. La permanenza in acqua favorisce l'infiltrazione di liquidi negli organi interni con saponificazione di gran parte dei visceri stessi. La formazione di adipocera è favorita dalla coesistenza di alcune condizioni (scarso sviluppo della flora batterica, rallentamento dei normali processi putrefattivi e ritenzione di liquidi e acidi grassi derivanti dalla decomposizione organica dei tessuti).

Il cadavere assume un aspetto lardaceo ed untuoso (iniziale saponificazione degli strati superficiali) già dopo 2-3 settimane di immersione. I tempi necessari per il completamento del processo trasformativo oscillano dalle 4-6 settimane per la saponificazione dei tegumenti ai 4-5 mesi per gli organi interni. La tendenza allo sgretolamento dell'involucro di adipocera, con possibili mutilazioni del corpo, porta allo smembramento del cadavere ed indica un'epoca piuttosto avanzata (4-5 mesi) mentre una massa untuosa incompleta è indicativa di un'epoca recente (2-3 settimane).

Putrefazione

La rapida progressione della putrefazione con repentino sviluppo dei gas putrefattivi è un fenomeno di comune osservazione dopo estrazione del cadavere dall'acqua. Il ritardo con cui si manifestano i processi putrefattivi, fintanto che il cadavere è immerso, è prevalentemente collegato alla più bassa temperatura e all'eccessiva umidità (in mare anche la maggiore salinità). Nel cadavere in acqua i fenomeni putrefattivi presentano un andamento molto irregolare influenzato dalla temperatura del mezzo liquido.

Nei cadaveri che stazionano in acque superficiali i fenomeni putrefattivi hanno un decorso più rapido, specie le fasi colorativa e gassosa che iniziano precocemente nelle regioni ipostatiche per la maggiore raccolta di sangue.

Nei cadaveri che stazionano in acque profonde i fenomeni putrefattivi compaiono tardivamente a causa della bassa temperatura e della pressione idrostatica; quando però il cadavere viene portato in superficie il processo subisce una brusca accelerazione.

Per climi temperati possono risultare utili i seguenti dati:

- per iniziali segni putrefattivi (comparsa della macchia verde, in fossa iliaca destra o anche in altre parti del corpo, iniziale reticolo putrefattivo) occorrono da circa 10-20 ore (in estate) a 6-7 giorni (in inverno);
- occorrono da 3-4 giorni (in estate) a 2-3 settimane (in inverno) per la comparsa della **facies** negroide con diffusa infiltrazione gassosa dei tessuti, addome batraciano e colorazione brunastra diffusa;
- la estesa delaminazione della cute con perdita completa o quasi dei capelli richiede da 1 settimana (estate) ad 1 mese (inverno);
- dopo circa 1-2 mesi di stazionamento in acqua si verifica disfacimento dei tessuti associato a smembramento con esposizione di segmenti scheletrici e iniziale trasformazione adipocerosa;
- un processo di saponificazione esteso ai tegumenti ed alle masse muscolari richiede circa 4-5 mesi di permanenza in acqua.

SOMMERSIONE INTERNA

È l'asfissia meccanica dovuta alla **occlusione delle vie respiratorie mediante liquidi che provengono dall'interno dell'organismo**. Si può trattare di sangue proveniente dal naso, dal retrobocca, da lesioni degli organi del collo (come nello scannamento), dalla rottura di aneurismi o di caverne polmonari in un bronco, oppure di pus proveniente dall'improvviso svuotamento di una cavità ascessuale, o ancora del contenuto liquido dello stomaco che, refluito nel retrobocca, viene aspirato nelle vie aeree.

Pertanto, nella sommersione interna la penetrazione del liquido nell'albero respiratorio è primitiva e può verificarsi sia al di sopra sia al di sotto della laringe.

Nel primo caso (al di sopra della laringe) sussiste abolizione o attenuazione dei normali riflessi che determinano la chiusura della glottide, con il concorso di condizioni fisiologiche (incompleto sviluppo de riflessi, come nelle prime epoche della vita), morbose (epilessia, alcune forme di paralisi), tossiche (ubriachezza, narcosi).

Nel secondo caso (al di sotto della laringe) la persistenza dei riflessi è del tutto inefficace.

La **diagnosi medico-legale** si basa sul **reperito del liquido invasore nelle ultime diramazioni bronchiali e nell'interno degli alveoli polmonari, nonché sulla dimostrazione del punto dal quale esso proviene.**

Può rendersi necessario distinguere se il contenuto liquido dello stomaco sia penetrato in vita o *post mortem* – specie quando siano stati attuati tentativi di respirazione artificiale – in quanto allo scopo non è sufficiente il criterio della profondità alla quale sia pervenuto il liquido nell'albero respiratorio. Più precise indicazioni possono provenire dal **reperto istologico polmonare di zone di enfisema alternate ad altre d'intenso edema polmonare.**

Nel caso della penetrazione di sangue nel polmone per sommersione interna, il sangue ingorga distretti polmonari ben delimitati nel loro disegno strutturale e dà luogo a chiazze poligonali a limiti netti. Nel caso dell'infiltrazione ematica contusiva, invece, le zone infiltrate si presentano rosso-scure al centro e sfumate in periferia.

La morte per sommersione interna è per lo più **accidentale**. Può, però, costituire il fatto terminale di un'azione lesiva ad intento **suicidiario** od **omicidiario** (per esempio, nello scannamento).

Talvolta vengono in questione **problemi di responsabilità professionale del medico** (alimentazione artificiale forzata; narcosi non preceduta da svuotamento dello stomaco; interventi chirurgici su ascessi retrobuccali o su tonsille, etc.)

È l'asfissia meccanica che si produce per occlusione delle vie respiratorie da introduzione forzata di corpi estranei nella bocca e nella faringe.

Possono essere impiegati fazzoletti, lembi di indumenti vari, sostanze plastiche, etc., o le stesse dita delle mani.

Oltre al meccanismo asfittico, possono intervenire turbe circolatorie provocate dalla compressione dall'interno dei vasi del collo e fenomeni riflessi di tipo inibitorio.

La diagnosi si presenta assai difficile ove manchi il reperto del corpo estraneo e difettino i segni locali e generali del meccanismo asfittico.

In assenza del corpo estraneo, si dovrà ricercarne localmente le tracce (lesioni contusive intorno alle labbra, sulla lingua, sul palato, sulla faringe).

Per identificare il mezzo impiegato, si renderà necessario rinvenirne le tracce specifiche (unghiature sul palato molle e sulla parete posteriore della faringe; lo stampo della trama di stoffa sulla superficie della lingua; il reperto di sfilacci, di tessuti, etc.).

L'ispezione non dovrà limitarsi alla cavità orale ed alla faringe, in quanto eventuali residui del mezzo potrebbero essere penetrati nelle vie aeree e fin nello stomaco.

L'intasamento è **evento per lo più omicidiario** e si presenta frequentemente associato ad altre forme di asfissia (strozzamento e strangolamento). Presupponendo una notevole sproporzione di forza tra l'agente e la vittima, **ricorre quasi esclusivamente nell'infanticidio**.

Sono noti, peraltro, rarissimi casi di suicidio, favoriti da anomalie per difetto della sensibilità dolorifica e con abolizione dei riflessi faringeo e laringeo.

L'intasamento va distinto dalla morte da bolo e dalla morte per aspirazione di corpi estranei, nelle quali il bolo o i corpi estranei si incuneano nella laringe ed eventualmente anche nei bronchi. Si tratta di eventi accidentali in cui la morte spesso consegue a meccanismi riflessi (**inibizione cardiaca da stimolazione del nervo laringeo**).

COMPRESSIONE DEL TORACE

Si tratta di una **sindrome asfittica prodotta dalla limitazione o dal totale impedimento della ventilazione polmonare a mezzo di una violenta compressione esercitata sul torace o anche, contemporaneamente, sull'addome.**

L'evento può verificarsi:

- a) per azioni che tendono ad immobilizzare l'individuo;
- b) per il gravare di grossi pesi sulla persona;
- c) per l'accalcarsi ed il comprimersi reciproco di più persone in uno spazio angusto (per esempio: **morte nella folla**);
- d) per seppellimento sotto frane, valanghe, etc. (**morte per seppellimento**).

La compressione, oltre ad impedire l'espansione del torace e quindi le escursioni respiratorie, ostacola i movimenti del cuore e la circolazione nei grossi vasi, con conseguente aumento della pressione venosa (specie nel territorio della vena cava superiore).

Nei singoli casi, a seconda delle modalità con le quali si esercita l'azione pressoria, si possono produrre:

- lesioni contusive, esterne ed interne, di varia entità;
- uno shock nervoso di origine emotiva;
- fenomeni asfittici di forma diversa (soffocazione, aspirazione di polveri, intasamento);
- effetti inibitori da eccitazioni riflesse.

Talvolta, anche in casi non mortali, si può osservare la cosiddetta maschera ecchimotica (cosiddetta maschera ecchimotica di Morestin), **caratterizzata da cianosi ed edema del viso e del collo, con suggellazioni ed ecchimosi diffuse** (caratteristici i voluminosi ematomi in corrispondenza del dorso delle mani, detti **a cuscinetto di spillo**), e determinata dalla stasi venosa alla estremità cefalica del corpo.

Si tratta di evento per lo più **accidentale**; l'**omicidio** è raro e ne sono vittime quasi esclusivamente i neonati, incapaci di opporsi alla compressione del torace, che nel loro caso può essere attuata manualmente.