

La mineralizzazione dei cadaveri

di Corrado Cipolla d'Abruzzo *

(II^a parte)

Le trasformazioni del cadavere

Prima di addentrarci in tale argomento, non possiamo fare a meno di ricordare che la medicina da gran tempo ormai, ha fissato i criteri di osservazione dei fenomeni post-mortali e ne ha prodotte logiche ed utilissime classificazioni, eppure, nonostante l'arricchimento scientifico, essa non ha fatto altro che riferirsi ad esperienze molto antiche e ben conosciute.

Effettivamente i fenomeni trasformativi delle spoglie umane (o animali) a seguito della morte, sono noti da epoche memorabili e fanno parte di un patrimonio culturale comune a tutti i popoli, assunto spiccati caratteri antropologici.

La morte, accettata con fatalità o respinta, esorcizzata il più spesso, e comunque, sempre temuta in qualche modo, se non altro come varco dell'ignoto, ha costantemente esercitato un potente richiamo per l'attenzione delle genti e l'indifferenza assoluta verso di essa non è mai stata una realtà umana. Prova ne sia l'esaltazione dell'eroismo fino all'autodistruzione, promossa dai gruppi prima tribali, etnici e poi nazionali, ovvero da pensatori o da mistici: il martellante riferimento "a non aver paura" della morte ed anzi "a disprezzarla" per la poesia degli ideali, supremi, politici, etici o religiosi, fa capire che tali esortazioni sono necessarie per il semplice fatto che la morte sconvolge, e sconvolge tutti.

Ma la morte scuote non soltanto per l'interruzione della vita, quanto pure a causa degli aspetti tremendi che rivela, per lo spettacolo atroce che fornisce.

La morte è "impura" (esempi ne troviamo nella Bibbia), la morte è una estranea ghignante, la morte segna la fine del tempo che ci viene concesso ed apre il terribile bilancio della vita (la cupa concezione cristiano-cattolica). Insomma la morte, parliamoci chiaro, fa paura e fa paura anche perchè l'uomo che muore non "scompare" affatto, come recita il noto eufemismo, giacchè il cadavere resta e si trasforma, aggredendo la vista di chi lo contempla.

I popoli conoscono bene cosa avviene. Lo hanno visto nei cadaveri dei componenti del gruppo durante i lunghi e complessi rituali funebri, nei cadaveri trovati abbandonati, durante le guerre o le epidemie, o quando

necessità religiose o d'altra natura, o la semplice rapina, hanno portato a dissuggellare tombe e sepolcreti.

Pertanto queste osservazioni sono antiche quanto l'uomo e ciò che succede dopo la morte è ben fissato nelle menti e nei ricordi storici. Si tratta di visioni tanto impressionanti che gli spiriti malvagi, gli dei nemici della tribù, i demoni, le streghe ed il Male in genere, vengono ancor oggi raffigurati nelle civiltà primitive con maschere, totem, figure e simulacri che riprendono, straordinariamente, le caratteristiche del cadavere in fase di trasformazione, per l'appunto fissando le immagini più spaventose che l'uomo crede di aver visto.

Chi non troverebbe un'impressionante rassomiglianza tra la grande maschera terrificata dello sciamano, tinta di bianco, di rosso e di nero, le statue di pietra di molti templi indù, con i volti rigonfi, le bocche aperte, le lingue protruse, gli occhi strabuzzati e singolarmente fissi, e l'aspetto dei cadaveri nelle fasi floride della putrefazione?

Anche gli ectoplasmi sono atroci, perchè spesso, null'altro essendo che morti che tornano, dei morti, e dei più orribili, hanno il sembiante.

Dunque non parliamo di fatti tanto ignoti, nè di astruse verità scientifiche ostiche ai più, bensì di cose conosciute da tutti gli uomini di tutti i tempi.

La moderna medicina si è limitata a mettere ordine nelle osservazioni ed astraendosi nella scienza, ci permette con maggior serenità e senza timori superstiziosi, di avanzare in questo campo della conoscenza che prende il nome di tanatologia, cioè il "sapere della morte" (il vocabolo trae origine dal greco antico: $\tau\alpha\ \nu\alpha$ = morte e $\lambda\omicron\gamma\omicron\sigma$ = parola, discorso, scienza) (*)

(*) Si ritiene in questa sede di dover chiarire ancor meglio il termine "tanatologia" per i significati impropri che esso va assumendo. La tanatologia è la branca più caratteristica della Medicina Legale la quale ebbe a svilupparla in via del tutto autonoma e per gli scopi specifici di cognizione dei fenomeni post-mortali applicati alle necessità giudiziarie. Si tratta dunque dello studio "fisico" della morte che si articola su tre punti fondamentali: a) diagnosi di morte; b) cronologia della morte; c) studio differenziale dei fenomeni post-mortali in rapporto ai fenomeni vitali e, segnatamente, patologici (PUCCINI). La tanatologia pertanto nulla ha da dividere con i problemi antropologici della morte, o con le implicazioni psicologiche e filosofiche in rapporto al costume, che oggi alcuni - clinici, psichiatri, psicologi, antropologi e giornalisti - vogliono per forza riunire sotto la parola in questione, scippandola (è il caso di dirlo) alla Medicina Legale e stravolgendone il senso. La tanatologia è branca scientifica e tecnica della medicina applicata, non materia con generici sottofondi culturali.

La classificazione più nota ed accettata dei fenomeni tanatologici ci viene, secondo la tradizione scientifica italiana, dal Borri, uno dei principali medici legali di un passato non lontano. Ancor oggi essa è valida e pienamente rispondente ai criteri di una razionale osservazione di importanza pratica. Per meglio far comprendere lo svolgersi della morte ed il susseguirsi delle trasformazioni, si suol dividere i fenomeni in "negativi" (o abiotici) e "positivi" (o trasformativi).

I fenomeni "negativi" c'interessano poco in questa sede. Essi riguardano l'immediatezza del fatto mortale che va inteso come uno "stato definitivo che coincide con l'arresto assoluto e irreversibile delle attività vitali" (Puccini), in altre parole stabile rottura degli equilibri funzionali che consentono la vita (il cosiddetto "tripode di Bichat": la funzione cardiocircolatoria, quella respiratoria e quella nervosa). Ci preme dire tuttavia che, contrariamente a quanto si crede, la morte non è un fatto immediato o fissabile con facilità nel tempo, quanto piuttosto essa è "un addivenire", cioè un succedersi di fenomeni mortali che riguardano le singole cellule ed i singoli tessuti, cessato l'equilibrio biologico. Prima infatti muoiono i tessuti nobili (il cervello, ma anch'esso con gradualità), quindi pian piano tutto il corpo. Ma a distanza di due e più giorni possono ancora resistere gruppi cellulari vivi. E' il fenomeno della cosiddetta "vita residua" che si ha nella fase di "morte intermedia", da ciò poi si trapassa nella "morte assoluta", vale a dire nello stato di morte di ogni elemento cellulare che costituisce il corpo.

Un tempo - tutt'oggi per la comune diagnosi di morte clinica - ci si basava sul concetto di morte cardiaca: quando il cuore aveva cessato di battere, l'uomo era morto. Fin dalle epoche latine la quieta morte del patriarca era così descritta: quando il primo figlio, poggiato l'orecchio sul petto del padre agonizzante sentiva il suo cuore fermarsi, egli allora dava piangendo la notizia ai familiari d'intorno, subito alte grida si levavano e si apriva il triste periodo del lutto. Oggi, soprattutto per le esigenze legate all'espianto degli organi, ci si affida al concetto molto più preciso e sofisticato di "morte cerebrale". Infatti cessato il circolo ematico, il cervello in anossia dopo pochi minuti comincia a morire, cosicché danneggiato in modo definitivo il sistema nervoso centrale, si può considerare realmente morto l'uomo, inteso nella sua essenza individuale ed irripetibile.

Ma, come accennato, tralasciamo i fenomeni negativi e tralasciamo pure quei fenomeni negativi definiti "consecutivi" che principalmente sono la acidificazione, le ipostasi, la rigidità cadaverica ed il raffreddamento del cadavere (l'acidificazione è determinata dall'accumulo dei cataboliti ed il pH, debolmente alcalino dei liquidi e dei tessuti corporei, diventa prima neutro, poi francamente acido, tornerà alcalino solo all'instaurarsi dei fenomeni putrefattivi; le ipostasi, cioè il deposito della massa sanguigna nelle parti basse del cadavere, si evidenziano già 1/2 ora - 1 ora dopo la morte, producendo delle macchie, ipostatiche per l'appunto, ordinaria-

mente di colorito rosso-vinoso- livor mortis -, esse restano mobili, e poi parzialmente mobili per circa 15 ore, cioè soggette a spostarsi se si cambia posizione al cadavere, dopo questo periodo tendono a stabilizzarsi e dopo circa 24 ore diventano fisse, per la replezione dei capillari prima, e quindi per la diffusione dei pigmenti emoglobinici; la rigidità cadaverica insorge dopo circa 3-4 ore dalla morte - rigor mortis - raggiunge l'acme dopo circa 12-15 ore e si esaurisce dopo circa 70-80 ore con l'insorgere della putrefazione; la temperatura cadaverica, a causa del metabolismo residuo delle cellule che muoiono gradualmente, scende all'incirca di 1/2° ogni ora per le prime 3-4 ore, poi diminuisce di 1° all'ora per 6-8 ore, poi per circa 12 ore scende più lentamente, 3/4° all'ora, poi di 1/2° e poi di 1/3°, fino ad equipararsi con la temperatura ambientale - algor mortis - questo naturalmente nei nostri climi).

Veniamo piuttosto ai fenomeni definiti "positivi". Essi sono l'autolisi e la putrefazione.

L'autolisi è un degrado che si verifica per la liberazione degli enzimi contenuti nelle cellule al livello dei lisosomi (autolisi cellulare), ma è anche il risultato di un'azione proteolitica e lipolitica al livello di taluni organi o tessuti (autolisi tissutale). Alcuni Autori chiamano questa azione demolitiva a più largo raggio, "autodigestione" (Puccini), ed infatti tale fenomeno è ben evidente al livello gastrico, pancreatico e duodenale ove deriva dall'azione dei succhi non più sotto il controllo dell'equilibrio funzionale. L'autolisi cellulare è quella invece che porta alla degradazione delle strutture endocellulari e che si può osservare al microscopio (granulosità ed acidofilia del citoplasma, picnosi dei nuclei ecc.). Poichè la autolisi (cellulare e tissutale) non è processo batterico - come vedremo essere la putrefazione - ma biochimico, essa non può controllarsi che con difficoltà ed a temperature bassissime (ecco perchè se si vuole conservare realmente integro un cadavere - magari sperando in un ipotetico ritorno alla vita nel futuro - non è sufficiente porlo in frigorifero, bensì occorre ibernarlo a temperature grandemente inferiori allo zero in speciali apparecchi).

La putrefazione dei cadaveri è un processo trasformativo legato a ben precise cause: l'azione enzimatica-proteolitica di batteri anaerobi e poi aerobi, in molto minor misura degli ifomiceti che producono le muffe (a ciò si aggiunge, nelle fasi post-mortali precoci quell'azione "preparatoria" dell'autolisi segnatamente endocellulare, per enzimi liberati al cessare dell'attività biologica). Per quanto riguarda i germi operanti, è noto che i principali sono: il clostridium perfringens, il bacillus coli, il bacillus fluorescens, il bacillus liquefaciens, il bacillus cadaveris, il bacillus mesenterius, il bacillus foetidus e poi altri ancora. I batteri anaerobi sono prevalentemente contenuti all'interno del cadavere (intestino in primo luogo); gli aerobi riguardano l'ambiente (aria, terreni, acqua, ecc.). Essi scindono le proteine in peptidi e poi in aminoacidi, da cui si sviluppano idrogeno, anidride carbonica, amine, composti ossidati, e poi si



Carlo Mattioli "Paesaggio d'estate"

liberano ammoniacca, alcaloidi cadaverici (le famose ptomaine: cadaverina, putrescina ecc. puntualizzate dal Selmi). L'odore tipico del cadavere deriva dall'idrogeno solforato, dal mercaptano, indolo, scatolo e dalla stessa ammoniacca. (foto 1/A)

L'andamento putrefattivo si suddivide classicamente in quattro fasi, anche se ciò non è altri che un'esemplificazione, poichè le fasi anzidette trapassano gradualmente le une nelle altre, a volte confondendosi, a volte concomitando fenomeni dell'una e dell'altra:

a) **Stadio cromatico (o colorativo).** Esso principia dopo 18-36 ore dalla morte - ma vedremo che la cronologia dei fenomeni è quanto mai varia, pertanto le indicazioni debbono essere prese come assai generiche - allorchè compare la "macchia verde", cioè una colorazione verdastra, dai contorni sfumati, della cute, solitamente al livello dei quadranti inferiori addominali, poichè proprio nel tratto intestinale vi è maggior ricchezza batterica. Nei neonati che hanno soltanto respirato, la macchia tende invece a manifestarsi al livello del volto, del collo e del torace, essendo state limitate a quelle sedi le contaminazioni batteriche; nei deceduti con focolai settici inizia spesso nelle regioni interessate da questi. Il colore verdastro cutaneo è determinato dalla combinazione dell'emoglobina del sangue con l'idrogeno solforato prodotto dai microbi, cosicchè si vien formando

solfoemoglobina la quale diffonde. Il sangue inizia ad essere sospinto nei vasi dai gas putrefattivi e prende a manifestarsi il fenomeno della circolazione post-mortale, o pseudocircolazione (De Bernardi) veicolando la carica microbica. Man mano la macchia verde diviene più scura e più netta, si evidenzia la rete venosa superficiale, cosicchè traspaiono sulla cute le diramazioni vasali colorate in verde scuro, il cadavere assume un aspetto "marmorizzato", la rigidità si scioglie gradualmente e definitivamente.

b) **Stadio enfisematoso (o gassoso, o batraciano, o gigantesco, o deformativo, o mostruoso).** Dopo qualche giorno lo stadio cromatico sempre più marcato, si sfonda nello stadio enfisematoso franco che durerà anche più settimane. I germi anaerobi, in specie i "perfringers" ed i "butirrici", in tumultuosa prevalenza, cominciano a produrre una notevole quantità di gas. Questi espandono dapprima nelle cavità, poi infiltrano scollandoli, i tessuti, si crea l'enfisema putrefattivo sottocutaneo, per cui palpando il cadavere si percepisce sotto le dita una caratteristica crepitazione. La cute si scurisce vieppiù, il reticolo venoso diventa nerastro, in particolare diventa scuro il volto e tutto il capo in genere. Il cadavere si rigonfia allora in modo caratteristico, assumendo un aspetto mostruoso: gli arti tendono alla divaricazione, il volto prende aspetto "negroide" con gli occhi strabuzzati, talora in parte, nascosti dalle palpebre enfiate, la bocca con grosse labbra si apre e vi protrude la lingua, gorgogliando in bolle schiumose i liquami. Si gonfiano le mammelle nelle femmine e lo scroto ed il pene nei maschi, realizzando una specie di erezione non di rado vistosa. L'addome diventa teso e fortemente globoso, può verificarsi prollasso rettale o degli organi genitali nelle donne, con eventuale espulsione del feto ("parto nella bara"). Gli strati cornei della cute si sollevano qua e là in grosse bolle (flittene putrefattive) replete di liquami e di gas, molte flittene poi si rompono, rimanendo pendenti festoni epidermici; alle mani ed ai piedi lo strato corneo, che qui è più spesso, si distacca con caratteristico aspetto "a guanto" ed "a calza". Se il cadavere si trova in acqua viene in superficie e galleggia. In questa fase il cadavere assume tutte quelle peculiarità che maggiormente lo rendono spaventoso e che tanto colpirono la fantasia degli antichi, inoltre esso emana un odore assai forte e tipico. All'interno gli organi sono scuri, succulenti e spugnosi, i grassi fluidificano ed in parte embolizzano, la circolazione post-mortale si esalta e, se si praticano soluzioni di continuità sul corpo, il sangue nerastro fuoriesce chiumoso e non di rado abbondante (ciò fu causa un tempo di gravi sciagure. Nel Medioevo, perdutosi il limpido diritto romano e sopraggiunte le consuetudini giudiziarie barbariche, si ammetteva il cosiddetto "giudizio di dio". Una delle tante prove era quella di menare il sospetto d'omicidio davanti al cadavere dell'ucciso ed invitarlo, al cospetto del re, a colpire quelle spoglie. Se allora dalla ferita fuoriusciva sangue, questo voleva significare che il morto "doman-

dava vendetta” perchè quella era la mano di colui che gli aveva tolto la vita. Se ciò avveniva, il reo “smascherato” era messo senz’altro a morte. Naturalmente si possono immaginare le conseguenze di una simile “prova” a distanza di qualche giorno dall’uccisione, magari in piena estate, sotto la classica quercia ove era assiso ad amministrare la giustizia il pio sovrano barbarico. A tanto portava la buia superstizione e l’ignoranza degli uomini, perduto il raziocinio e la civiltà dei Padri Latini!). Poichè il contenuto gassoso del cadavere in tale stato è veramente notevole e poichè si formano metano ed idrogeno in buona quantità, è bene evitare l’accostamento della fiamma. Ciò acquista particolare importanza pratica allorché ci si accinge a dissaldare una cassa metallica di un cadavere che si presume debba trovarsi in tali condizioni putrefattive: in quel caso è bene forare il feretro lasciando sfuggire i gas che, se presenti, sibilano, prima di adoperare il saldatore per rimuovere il coperchio. Se non si tiene conto di questa elementare precauzione, potrebbe avvenire anche l’esplosione del feretro o potrebbe derivarne una fiammata diretta verso l’operatore. Talora questi gas nei cimiteri (ma anche nelle paludi) dove si formano, venendo in superficie possono accendersi spontaneamente, a contatto dell’aria, in sottili fiammelle: sono i “fuochi fatui” che tanto terrore generavano nelle menti semplici.

c) *Stadio colliquativo.* Interviene a distanza di qualche settimana o di qualche mese. La flora batterica prevalente diventa quella putrefica che genera sempre meno gas rispetto alla flora butirrica. Il cadavere così tende a sgonfiarsi, i gas sfuggono ed in parte vengono riassorbiti, tra i pigmenti ematici comincia a prevalere l’ematina. Il cadavere allora diventa sempre più scuro, nerastro, l’addome si affloscia e gli organi interni divengono molli e pastosi, poi assumono aspetto poltiglioso riducendosi vistosamente e progressivamente di volume, sulla superficie di questi compaiono cristalli di leucina, tirosina, colesterolo ed altre sostanze di decomposizione. Si ha in definitiva, la colliquazione tissutale per la completa degradazione delle proteine e dei grassi neutri, poi dei saponi e degli acidi grassi che si sono andati formando nel corso della putrefazione. Non tutti gli organi colliquano contemporaneamente. E’ noto come il cervello sia in genere il primo a cedere, mentre l’utero (ma non quello gravidico) e la prostata resistono più a lungo degli altri; molta resistenza presentano pure i muscoli e buona tenacia dimostrano, se presenti, le masse neoplastiche ricche di connettivi e di calcificazioni. L’odore cadaverico è ancora molto intenso con predominanze ammoniacali. Lo stadio colliquativo può durare un anno o più.

d) *Stadio della riduzione scheletrica.* Questo è il periodo più lungo che può durare diversi anni, nel quale il cadavere che ha già perduto le parti molli, elimina anche i residui di queste depositati sulle ossa. I tendini e le cartilagini si separano e vengono progressivamente a disgregarsi, si riduce, si dissecca e scompare la com-

ponente midollare dello scheletro. Questo rimane con ossa brunastre e pesanti nei primi periodi e poi giallastre, man mano che perde la quota organica. Infine si ha la disgregazione molecolare delle ossa che si decompongono in anidride fosforica e carbonica, residuando la “cenere d’ossa” - come si è già visto - che è prevalentemente ossido di calcio. In qualche caso interviene la fossilizzazione con permanenza morfologica pressochè inalterabile. Talvolta si percepisce ancora odore cadaverico nelle fasi più precoci, quando vi sono ancora resti organici disseccati sugli elementi scheletrici.

Se la demolizione putrefattiva del cadavere è opera essenzialmente batterica, pure riveste grande importanza l’ambiente ove questo si trova. Vedremo meglio in seguito quale ruolo assegnare ai diversi fattori ambientali, tuttavia, considerando l’esposizione in natura, deve essere ricordata l’azione della microfauna e della macrofauna.

Liquidiamo con qualche cenno la distruzione dei cadaveri da parte dei mammiferi terrestri e dei grandi animali marini e fluviali, nonché degli uccelli. Animali che divorano il cadavere sono i carnivori, i roditori e gli onnivori, da noi in specie le volpi, i ratti, più di rado i cani randagi ed i lupi, notevoli distruttori possono essere i suini, anche il gatto domestico non disdegna piccoli guasti. Si possono ottenere parziali, ma ottimali scheletrizzazioni ad opera dei ratti, scheletrizzazioni con caratteristica dispersione delle ossa causate dalle volpi o da altri canidi, distruzioni complete, con triturazione delle ossa, da parte dei maiali. In mare i cadaveri possono essere spesso smembrati dai pescicani e qualche volta completamente divorati, nelle zone costiere e nei grandi fiumi tropicali possono avvenire le stesse cose ad opera di coccodrilli, caimani ed alligatori. Uccelli che guastano i morti - anche con frantumazione di talune ossa - sono gli avvoltoi, ma nei nostri paesi classicamente, sono i corvi che si limitano ad attaccare le parti molli.

Ma i più temibili distruttori di cadaveri si trovano nella cosiddetta microfauna: in acqua sono i piccoli crostacei (segnatamente i gamberetti, ma anche i granchi) meno i piccoli pesci. Sulla terra sono gli insetti, soprattutto le mosche (ditteri). E’ rimasta celebre l’affermazione di Linneo, grande naturalista del 1700, secondo la quale “tre mosche consumano un cavallo morto con la stessa velocità di un leone”. In effetti vari tipi di mosche sono precocemente richiamati dal cadavere fresco e vi depositano sopra le larve e le uova. Sono per l’appunto le larve, in grandissimo numero, che divorano i cadaveri penetrando sottocute, ammorbidente i tessuti con azioni proteolitiche e quindi assumendoli: esse attaccano il materiale biologico, colliquandolo, divorandolo e favorendone la putrefazione per l’aumento della temperatura causato dal numero e dal vigoroso brulichio. In tal modo si può giungere ad una rapida scheletrizzazione, con la distruzione anche completa dei tessuti molli di un cadavere di soggetto adulto, in pochi giorni. Vi è da dire che le mosche non sono i soli insetti che aggrediscono resti mortali. Il Megnin ebbe a lasciare

interessantissime osservazioni sull'opera distruttrice degli insetti che tutt'oggi resta valida. Egli chiamò gli animaletti "travailleurs de la mort" e li divise in otto squadre, a seconda dell'avvicendamento che essi si danno: considerato che la putrefazione può riconoscersi in una fase iniziale "butirrica", in una fase intermedia definita "caseosa" e nella fase terminale indicata come "ammoniacale", le varie sostanze che si liberano operano da richiamo verso i vari insetti. Nella fase butirrica intervengono alcuni ditteri, quindi coleotteri e lepidotteri; nella fase intermedia sopraggiunge la "Pyophila

casei", quindi nell'ultima fase appaiono il "necroforus" e poi acari, farfalle e scarafaggi fino a quando sullo scheletro rimangono solo il "tenebrio obscurus" (il cui nome è tutto un programma...) ed il "ptinus brunneus".

Naturalmente la stessa furia degli elementi naturali può risultare distruttrice: si pensi ai cataclismi, all'impetto dei marosi, al decorrere violento delle acque torrentizie.

(*) Corrado Cipolla d'Abruzzo è ricercatore per la Cattedra di Medicina Legale e delle Assicurazioni dell'Università degli Studi di Chieti.



Carlo Mattioli "Paesaggio"