

TRAUMATOLOGIA MEDICO-LEGALE

GRANDI TRAUMATISMI

Eventi traumatici caratterizzati da (regola delle 3M):

Gravità

Molteplicità

Multiformità

Multipolarità ... delle lesioni corporee.

Vi è quasi sempre la presenza di diversi tipi di lesione:
escoriazioni, ferite lacero-contuse, fratture, lesioni viscerali.

GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE:

INVESTIMENTO DI PEDONE
SCONTRO DI VEICOLI
INCIDENTE STRADALE

LESIONI DEGLI OCCUPANTI DI UN AUTOVEICOLO

LESIONI DEI CICLISTI E MOTOCICLISTI.

GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE:

La medicina legale non si limita a studiare le sole **conseguenze traumatiche** riportate dalle vittime, ma estende il proprio campo di studio alle indagini per:

- IDENTIFICARE TRACCE BIOLOGICHE (sangue, capelli, frammenti di cute ...);
- RILEVARE IMPRONTE O PARTI DEL VEICOLO SUL CORPO O SUGLI ABITI della vittima (disegno del battistrada dei pneumatici, residui di vernice, ...);
- ANALISI DEL TASSO ALCOOLICO NEL SANGUE della vittima e **STUPEFACENTI, SOSTANZE PSICOTROPE, ...**

GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE:

INVESTIMENTO DI PEDONE

Investimento tipico: urto di un veicolo in movimento contro una persona.

Investimento atipico: urto del corpo in movimento contro un veicolo fermo.

La dinamica dell'investimento, viene distinta in **diverse fasi** successive che non devono obbligatoriamente subentrare l'una all'altra ed alle quali corrispondono determinati **tipi di lesioni**, alcuni dei quali sono **caratteristici di una delle fasi** e presentano aspetti di conformazione e sede **indicativi della modalità dell'investimento e dell'identità del veicolo investitore.**

GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: INVESTIMENTO DI PEDONE

1)urto: momento di contatto tra il veicolo e il corpo umano.

Predominano :

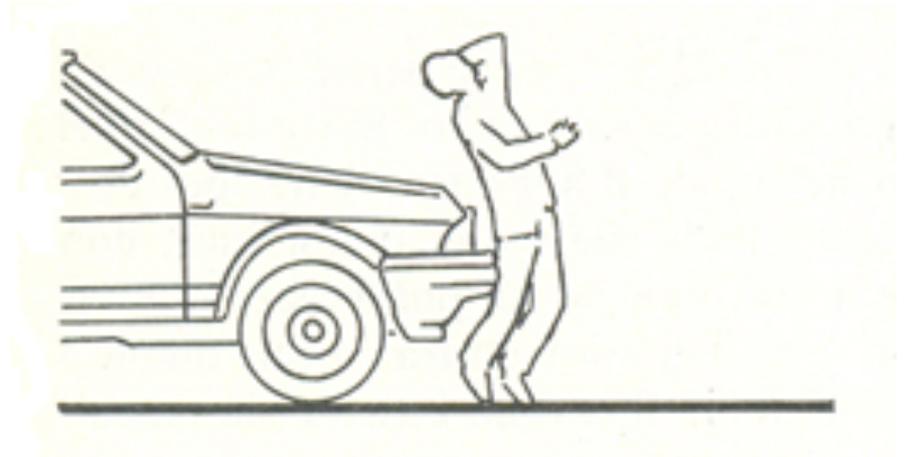
Lesioni dirette

escoriazioni

Fratture

Ecchimosi

Lesioni a stampo dovute a parti dell'autoveicolo ad esempio radiatore, paraurti



GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

1) urto: a stampo (riproducono il mezzo contusivo): mascherina frontale, dai bordi dei fari e da altre parti sporgenti del veicolo. Si tratta di escoriazioni, ecchimosi figurate e ferite lacero-contuse. Sono frequenti le fratture del bacino e degli arti inferiori causate dall'urto contro il frontale del veicolo. La tipologia e la sede delle lesioni dipendono dalla modalità dell'urto, qualora il pedone sia colpito da dietro, di fronte o di lato.

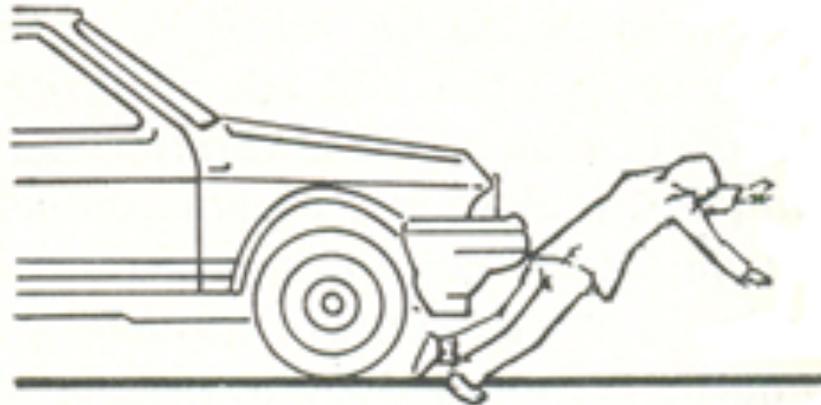


GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

2) Proiezione e abbattimento al suolo: il pedone, urtato dal veicolo, viene lanciato in avanti o lateralmente e si abbatte al suolo.

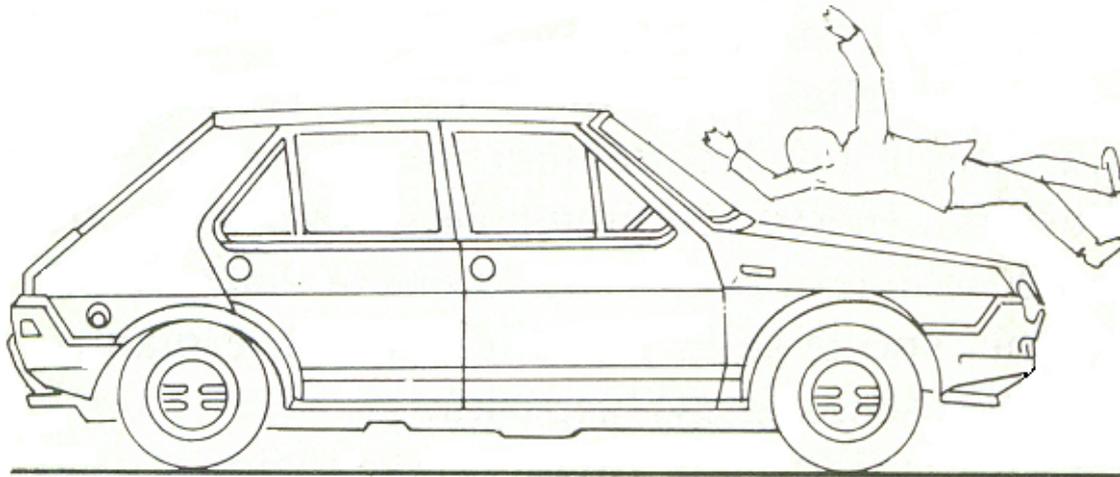
lesioni da caduta quali urto del capo contro il suolo o il marciapiede, lesioni agli arti superiori in particolare del gomito e della clavicola e lesioni da strisciamento degli arti sul suolo (gomiti, ginocchia, dorso delle mani) sotto forma di ampie escoriazioni parallele. La morfologia delle lesioni può indicare la direzione dell'impatto.



GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

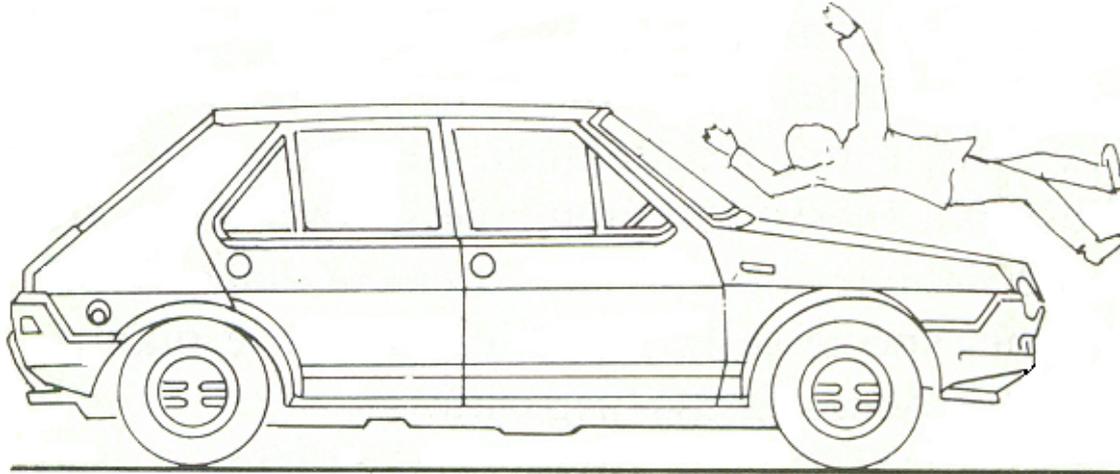
2) **caricamento**: Si verifica quando il corpo viene impattato al di sotto del baricentro da un veicolo che presenta un frontale basso. Il corpo viene caricato sopra il cofano, può andare a sbattere contro il parabrezza o il porta bagagli con possibili tagli da vetri o lamiere.



GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

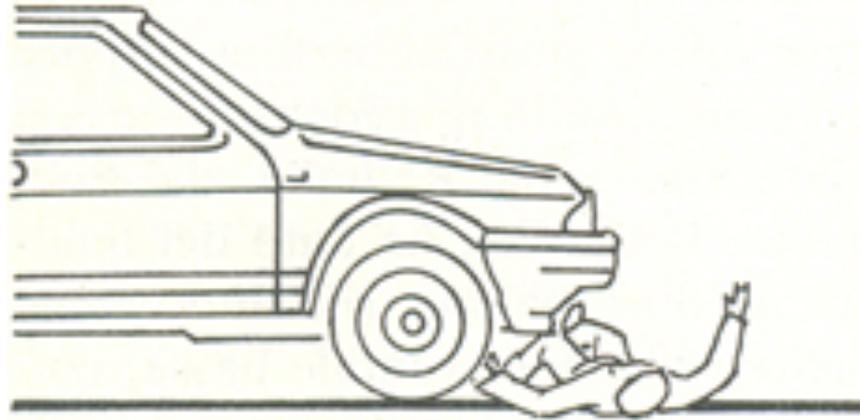
2) **caricamento**: si producono lesioni della testa e del collo da urto contro il parabrezza o il montante e lesioni successive alla caduta a terra



GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

3) **accostamento** e **propulsione**: per azione di spinta in avanti che il veicolo esercita sul corpo abbattuto al suolo. Il pedone, dopo essere stato proiettato a terra, viene avvicinato dalle ruote del veicolo e riceve una spinta prima di essere arrotato.

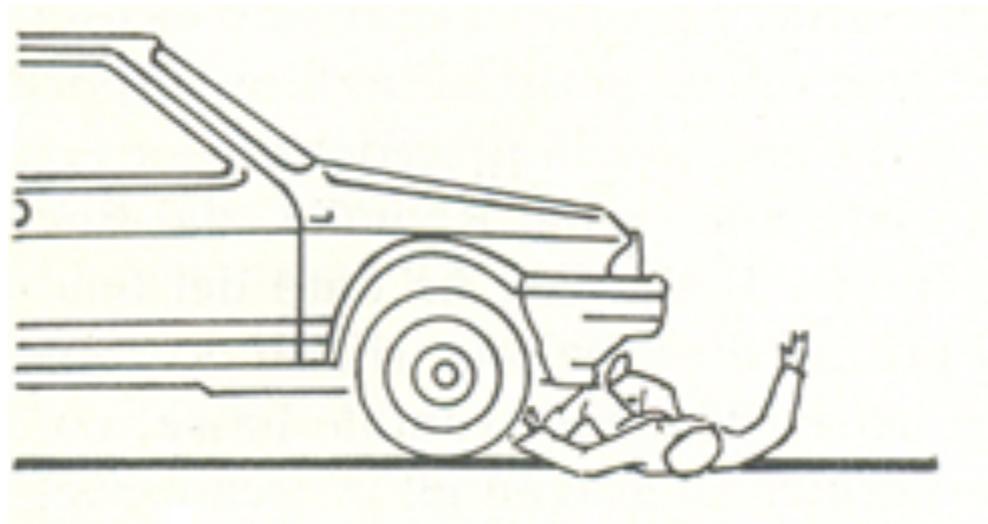


Questa fase manca se il pedone, appena investito, viene proiettato lateralmente o quando, come spesso accade, la velocità è tale da rendere impossibile una brusca frenata del veicolo.

GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

3) **accostamento** e **propulsione**: Predominano le lesioni superficiali di tipo escoriativo. L'accostamento del pedone a ruote frenate può produrre ferite lacere con vasto scollamento della cute che viene afferrata e strappata tra il suolo e le ruote.



GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

4) **arrotamento e sormontamento**: il veicolo transita con le ruote sul corpo steso a terra. Predominano le lesioni da schiacciamento. Avvengono, per azione bipolare, compressioni del corpo posto tra le ruote e il suolo.

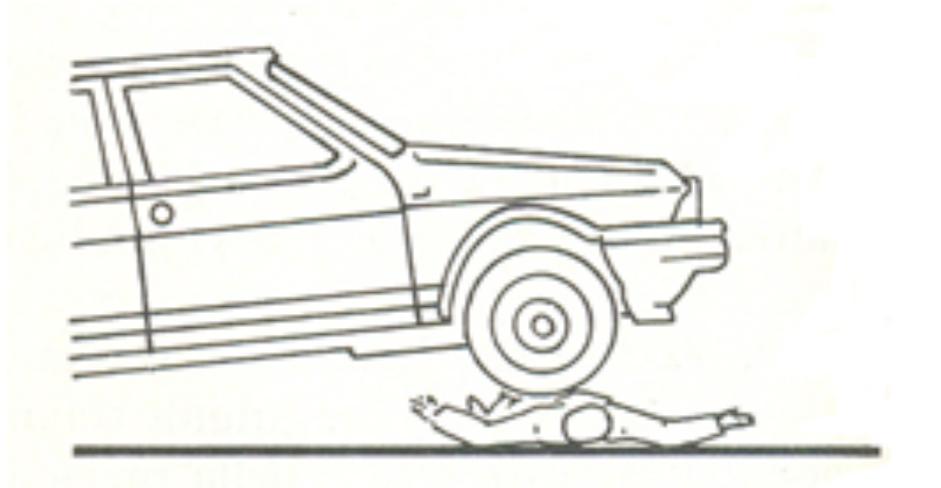


Tanto più gravi quanto maggiore è la mole del veicolo. Ne risultano ampie ferite lacero-contuse dei tegumenti, schiacciamento delle masse muscolari che cadono in necrosi e soprattutto rotture degli organi interni.

GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

4) **arrotamento e sormontamento**: fratture ossee estese degli arti, del bacino, delle coste e della colonna vertebrale. Sugli indumenti, spesso lacerati, possono rimanere le impronte del disegno del battistrada dei pneumatici, talvolta riprodotte anche sui tegumenti, nonché frammenti di vetro e di vernice del veicolo investitore.



GRANDI TRAUMATISMI

INCIDENTI DEL TRAFFICO STRADALE: **INVESTIMENTO DI PEDONE**

5) trascinamento: può avvenire quando il corpo, in genere mediante gli indumenti, rimane impigliato in parti sporgenti del veicolo. Lesioni da strisciamento di tipo escoriativo. Anche ampie discontinuazioni cutanee con esposizione dei piani muscolari e ossei se il trascinamento si protrae. Il trascinamento è raro. Anche in questo caso occorrerà valutare il carattere vitale delle lesioni per stabilire se l'investimento è avvenuto in vita o meno.



Le lesioni si distinguono come:

primarie, causate dall'impatto del veicolo contro il pedone;

secondarie, successive al contatto del pedone contro il suolo.

PRECIPITAZIONE

Passaggio di un corpo privo di appoggio da un piano superiore ad uno inferiore, per azione della forza di gravità e di eventuale altra forza che a questa può aggiungersi (es. slancio, spinta). I meccanismi lesivi agiscono sia per **URTO** contro il piano di arresto, sia per **BRUSCA DECELERAZIONE** (in genere da grandi altezze) l'arresto del corpo non si accompagna all'arresto simultaneo di tutti gli organi interni che proseguono per inerzia il loro movimento subendo rotture e lacerazioni a livello degli apparati di sostegno.

ESPLOSIONE

Violenta e repentina espansione di gas o di fluidi che induce un brusco aumento di pressione nell'ambiente circostante con trasmissione di ONDE D'URTO e creazione di uno spostamento d'aria denominato VENTO DI SCOPPIO.

Gli effetti lesivi dipendono non solo dalle caratteristiche dell'esplosione, ma anche dall'ambiente in cui si verifica:

AMBIENTE CHIUSO: effetti maggiori, perché la dispersione dell'energia è inefficace.

INCIDENTE AVIATORIO: conseguenze di sinistri che interessano velivoli di qualsiasi tipo.

LA PRECIPITAZIONE si verifica da centinaia o migliaia di metri determinando la disseminazione di reperti su vaste aree di territorio.

La lesività si sviluppa per impatto e decompressione (a causa della repentina perdita della pressurizzazione negli aerei per l'apertura di falle).

INCIDENTE NAUTICO: occorre distinguere gli incidenti che si verificano sui passeggeri di un imbarcazione da quelli a danno dei bagnanti.

INCIDENTE FERROVIARIO

NEL QUADRO DELL'INVESTIMENTO IL QUADRO è
PECULIARE

Ferite lacero-contuse con margini escoriati

gravi fratture scheletriche

sezione degli arti

decapitazione

depezzamento.



LESIONI DA ENERGIA ELETTRICA

- 1. FOLGORAZIONE:** lesione da energia elettrica di uso industriale o domestico.
- 2. FULMINAZIONE:** Lesioni da elettricità atmosferica: da fulmine

FOLGORAZIONE: *lesione da energia elettrica di uso industriale o domestico.*

Gli effetti lesivi della corrente elettrica dipendono da una serie di parametri:

- **Corrente:** intensità, voltaggio, potenza, durata e tipo.
- **Modalità di contatto:** mono o bipolare.
- **Fattori relativi al conduttore:** resistenza.

A seconda del voltaggio la corrente viene suddivisa in:

Bassa tensione: fino a 380 Volts.

Media tensione: fino a 20000 Volts

Alta tensione: oltre 20000 Volts

Corrente domestica: in genere 220 Volts.

La *modalità del contatto* è meno pericolosa se unipolare perché la corrente entra in un punto e scarica al suolo; mentre più pericoloso è il contatto bipolare perché l'individuo entra in circuito interponendosi tra i due conduttori.

La *superficie di contatto* ristretta rende più gravi gli effetti locali sulla cute, dove si concentra l'effetto Joule e vi compare un'ustione evidente; al contrario, l'entrata massiva della corrente attraverso una vasta superficie cutanea lascia minori segni locali e provoca più gravi conseguenze generali.

La *durata del contatto* condiziona la gravità delle lesioni.

Contatti di frazioni di secondo sono sufficienti a paralizzare l'attività dei centri cerebrali o indurre la fibrillazione del cuore, mentre i contatti più prolungati favoriscono la formazione di necrosi da ustione della cute, che oppongono resistenza al passaggio ulteriore di corrente ed evitano conseguenze generali maggiori.

Occorre tener conto, naturalmente, del tipo e dell'intensità della corrente.

Il *grado di isolamento* è importante perché si oppone alla messa a terra della corrente nel punto di uscita dal corpo.

I migliori isolanti sono la gomma, la porcellana, il legno, ecc., mentre è pericoloso l'appoggio sul terriccio o sul suolo bagnato, con scarpe a suola di cuoio.

Quando l'isolamento è perfetto, mancando la differenza di potenziale tra i poli di entrata e di uscita, la corrente non passa per il corpo e il contatto con il conduttore non genera la corrente ed è perciò innocuo.

Soprattutto per le correnti ad alto voltaggio la scarica di elettricità può avvenire in maniera indiretta: senza contatto. Formazione di un arco elettrico o elettrovoltaico. Genera molto calore → ustioni.

Legge di OHM → $I=V/R$ l'intensità della corrente che circola in un conduttore è tanto più alta quanto maggiore è la differenza di potenziale (Voltaggio) applicata agli estremi del conduttore stesso e quanto più bassa è la sua resistenza.

La resistività nel corpo umano non è facilmente calcolabile perché non è un conduttore omogeneo. La cute offre la resistenza maggiore, per lo scarso contenuto di acqua. Poi in ordine decrescente: le ossa, tessuto adiposo, nervi, muscoli, sangue e liquidi organici. Se la resistenza è molto elevata si manifesta notevole effetto termico: effetto Joule.

La resistenza elettrica diminuisce quando la cute è bagnata, specie dal sudore ricco di elettroliti, abbassandosi a 2000 ohm nel palmo della mano, permettendo in tal modo la massima penetrazione della corrente.

La resistenza è maggiore per le correnti continue che per quelle alternate → queste ultime sono più pericolose, specialmente se hanno una frequenza dai 30 ai 60 Hertz, (correnti usate a scopo industriale e domestico).

La pericolosità diminuisce con l'aumentare della frequenza, sino a divenire praticamente nulla per le altissime frequenze di 10000 periodi e oltre (correnti di Tesla).

La nocività delle correnti elettriche per l'organismo dipende da due fondamentali meccanismi:

1. Una consiste nell'**azione elettrotermica** per l'effetto Joule (produzione di calore al passaggio della corrente) che surriscalda i tessuti attraversati dal flusso elettrico. Per tale effetto i conduttori metallici arroventano e la cute si ustiona.

L'effetto calorico è maggiore quanto più elevata è la resistenza (cioè l'attrito) opposto dai tessuti secondo la loro struttura o composizione fisico-chimica.

2. L'altro è rappresentato dalla **polarizzazione** che subiscono le cellule.

I fenomeni di polarizzazione alterano il potenziale delle membrane delle cellule e dei nuclei (dove si accumulano cariche elettriche di senso contrario) e provocano variazioni dell'equilibrio elettrolitico citoplasmatico nonché denaturazione delle proteine a elevato peso molecolare.

Ne risultano turbamenti delle funzioni cellulari puramente funzionali e momentanei, che regrediscono dopo il passaggio della corrente, ma possono verificarsi alterazioni della vitalità delle cellule stesse

La corrente elettrica percorre nel corpo la via più breve dall'entrata all'uscita.

Si hanno cioè **linee di attraversamento** che creano passaggi pericolosi:

- quelli da una mano all'altra perché incontrano il cuore;
- quelli tra la mano e il piede contro laterale perché anch'essi si trovano in linea col cuore;
- quelli tra la testa e uno qualunque degli arti, che attraversano i centri cerebrali.

Meno pericolosi sono i passaggi tra i due arti inferiori che non incontrano organi vitali.

Le lesioni da corrente elettrica si distinguono in:

Quelle **locali**, presenti nelle sedi corporee dove entra ed esce la corrente:

ustioni

marchio elettrico.

Quelle **generali** interessano organi e apparati diversi, sottoposti agli effetti di eccitazione neuro-muscolare o di depressione neuro-cardiorespiratoria reversibile o letale.

1. Le **ustioni da arco voltaico** colpiscono le parti corporee investite dalla scintilla prodotta da una scarica elettrica ad alta tensione.

Si formano **grandi ustioni**, che interessano i tessuti molli e scheletrici degli arti, della testa, delle spalle, costituite da **zone estese di carbonizzazione**, perdite di sostanza vaste e crateriformi e arrostitimento dei muscoli.

Le altissime temperature dell'arco voltaico provocano mutilazione degli arti, perforazioni della teca cranica e fusione dei tessuti ossei in «perle» di fosfato di calcio.

2. Le **ustioni da conduttore elettrico** presentano gravità variabile a seconda delle caratteristiche della corrente e della resistenza opposta dai tessuti al suo passaggio.

Le zone ustionate dalla corrente elettrica sono diverse dalle ustioni comuni perché

→ **il calore** non proviene dall'esterno ma si genera all'interno dei tessuti per l'effetto Joule.

→ **coagulazione massiva e disidratazione** rapida dei tessuti, necrosi secca, di aspetto pergamenaceo, nettamente delimitata dalle parti circostanti sane.

Si tratta di un **processo particolare di «mummificazione»**, dovuto al surriscaldamento endogeno che si produce in assenza di ossigeno libero e si distingue perciò dalla «carbonizzazione» che rappresenta invece il risultato di una combustione completa, avvenuta in presenza di ossigeno atmosferico a opera di una sorgente esogena di calore.

Le escare mummificate dalla corrente elettrica sono: indolori, insensibili, non vanno incontro a fenomeni settici, hanno decorso lento e non provocano risentimenti generali; riparano lentamente ma completamente con cicatrici morbide, lisce, sottili, ricche di fibre elastiche, non retraenti.

IL MARCHIO ELETTRICO

segno più tipico della lesività elettrica. Va attentamente ricercato

Se ne distinguono **due tipi**, sempre localizzati nel punto di entrata e talvolta anche in quello di uscita della corrente.

I tipo, SENZA PERDITA DI SOSTANZA: piccolo rilievo cutaneo, a contorni netti, leggermente depresso al centro, bianco grigiastro e di consistenza dura.

Questa lesione di grado più leggero e di aspetto pergamenaceo è dovuta allo scollamento dell'epidermide con presenza di piccoli vacuoli contenenti aria.

La sua forma è rotonda, ovalare o lineare, secondo la forma del conduttore e la modalità del contatto.

IL MARCHIO ELETTRICO

Il tipo, CON PERDITA DI SOSTANZA: escavazione crateriforme, a stampo, con margini rilevati e messa a nudo del derma, che presenta aspetto pergamenaceo.

Il **quadro istologico del marchio elettrico** è caratteristico: le alterazioni interessano i vari piani dell'epidermide e del derma.

Lo strato più superficiale, quando è conservato, mostra le lamelle cornee addensate in forma di strie lineari e parallele sovrapposte, oppure disposte a disegno geometrico in fasci ondulati o spezzati a fisarmonica.

Nello spessore dello strato corneo si formano piccole cavità o bolle d'aria (alveoli da calore) che possono confluire in grosse bolle, determinando aspetti spugnosi o a favo di alveare.

IL MARCHIO ELETTRICO

Reperto caratteristico è la **metallizzazione** dovuta al deposito di particelle metalliche (rame, in particolare) che si staccano dal conduttore e penetrano a bersaglio dentro la cute dove si possono dimostrare.

IC	Rame	Ferro	Zinco	Alluminio	Argento
Acido rubeanico	+				
Colazione di Perls		+			
Blu di Turnbull		+			
Alluminon				+	
Solfuri					+
Ditizone			+		

resistenti alla putrefazione e si osservano anche a distanza dalla morte.

nte specifica, perché talvolta anche le ustioni prodotte dal calore presentano altera

di indubbio valore dimostrativo.

MECCANISMI CAUSALI DELLA MORTE PER FOLGORAZIONE

MORTE NERVOSA IMMEDIATA: per paralisi dei centri bulbari.

MORTE ASFITTICA : per contrazione spasmodica dei muscoli respiratori.

MORTE CARDIACA: per aritmie.

Se la morte non è istantanea può verificarsi in seguito a varie complicanze.

Il quadro anatomo-patologico:

- ▶ ipostasi abbondanti e precoci in rapporto alla fluidità del sangue;
- ▶ rigidità cadaverica intensa e precoce se la morte è preceduta da tetanizzazione della muscolatura;
- ▶ intensa congestione generale, specie polmonare e meningo-encefalica;
- ▶ emorragie puntiformi sottosierose e viscerali, frequenti soprattutto nelle morti da asfissia.

Si tratta di reperti generici, privi di specificità, che devono essere integrati dalla presenza di ustioni cutanee e del marchio elettrico.

FULMINAZIONE

*L'azione dannosa dell'elettricità di origine atmosferica è dovuta al **fulmine**, cioè la scarica di andata e di ritorno che si stabilisce tra le nubi temporalesche e la terra quando la differenza di potenziale abbia superato la resistenza elettrica dell'aria.*

Gli effetti del fulmine sono paragonabili a quelli di un enorme condensatore che scarichi una corrente avente una tensione di un milione di volt, un'intensità di 100.000 ampère e un calore di migliaia di joule.

La scarica del fulmine percorre nell'atmosfera un canale conduttore ionizzato, del diametro medio da alcuni millimetri fino a 20 cm circa, e si abbatte sulla terra a una velocità variabile da 30.000 a 100.000 km/s.

Le lesioni avvengono **per azione diretta del fulmine** che investe in pieno l'individuo, o **per azione indiretta** e da distanza, paragonabile in certo modo a quella di un'esplosione. Attraggono il fulmine gli oggetti metallici indossati dalla vittima.

Per **AZIONE DIRETTA** si hanno ustioni gravissime con estese distruzioni e carbonizzazioni.

In casi di minore gravità si osservano ustioni localizzate in varie parti, con escare secche ed escavate. Talora compaiono le «figure da fulmine» (di Liechtenberg) cioè **strie eritematose superficiali che formano sulla cute un disegno ramificato caratteristico**.

La morte è spesso immediata per l'arresto dell'attività dei centri nervosi e per le gravi ustioni.

Per **AZIONE INDIRETTA** avvengono lesioni causate da spostamento d'aria, proiezione a terra, azione traumatica di materiali scagliati attorno dallo scoppio o incendi provocati dalla scarica.

Nel caso di *sopralluogo*, ogni qual volta si sospetta un incidente da elettricità, occorre accertare se nel luogo del fatto esistono le condizioni per il verificarsi della folgorazione.

Pertanto, vanno rilevate le **caratteristiche degli impianti** e della corrente (tensione, frequenza), le **condizioni del suolo** (se bagnato o asciutto) e quelle ambientali (umidità, pioggia).

Importante è l'**esame degli indumenti** indossati dalla vittima, sui quali si possono osservare bruciature, fusione di oggetti metallici, calzature isolanti oppure no.