

## LESIVITÀ DA ARMA DA FUOCO PORTATILE (Antonio Iesurum)

Un'arma da fuoco portatile è una macchina termica, che, meccanicamente attivata da una singola persona con un modesto impiego di energia (la forza traente del dito sul grilletto), produce infine una combustione di polveri da sparo, così bruscamente trasformate in gas caldi ad elevata pressione, che animano un proiettile nel volume della canna ed al di fuori d'essa. Quindi è una macchina che compie un lavoro, inizialmente rivolto verso la macchina stessa (**balistica interna**), e poi all'esterno. Nella fase di balistica interna il lavoro viene prodotto: per il forzamento del proiettile in canna, ove fa progredire il proiettile fino alla bocca vincendo il suo attrito con la parete e, se questa è dotata di rigatura, anche la resistenza opposta da quest'ultima, conferendo rotazione al proiettile; per i fenomeni di rinculo dell'arma stessa (importantissimi nel suo assetto e per il puntamento); nonché, nelle armi semiautomatiche, per attivare i meccanismi di ricarica della camera di scoppio e di espulsione da questa del bossolo spento. Il proiettile deve poi uscire dalla bocca dell'arma dotato di un'energia cinetica che gli consenta l'attraversamento del mezzo fluido, vincendone gli attriti; tale percorso sarà più teso possibile alle distanze di  **tiro utile**, ovvero parabolico nelle lunghe percorrenze. Questa è nota come fase di **balistica esterna** o intermedia. L'ultima quota di lavoro viene spesa dal proiettile contro il bersaglio (**balistica terminale**). E' la quota di lavoro che finalizza l'impiego di tale mezzo. Il proiettile, per esser efficace sul bersaglio, non deve aver dissipato tutta la sua energia cinetica nelle fasi precedenti, ma deve giungervi contro ancora adeguatamente animato. Se l'energia d'impatto è alta, il proiettile potrà anche attraversare il bersaglio, continuando ancora un suo percorso esterno per l'energia residua di cui è ancora dotato; altrimenti verrà ritenuto a qualche profondità del bersaglio, la quale dipende dall'energia da esso posseduta nell'impatto e completamente ceduta nel suo percorso interno. Il bersaglio può essere una persona, un animale o un oggetto di qualsivoglia materiale. La natura del bersaglio è importante, perché le sue modalità di rottura e di penetrazione (a parità delle altre condizioni di sparo) possono essere molto diverse proprio in funzione di essa. Gli aspetti di danneggiamento differiscono soprattutto per le proprietà elastiche di ciascun materiale, spesso assai diverse da un tipo di bersaglio all'altro. A noi importano gli effetti dello sparo di un colpo d'arma da fuoco sul corpo umano e talvolta anche quelli sugli indumenti che lo ricoprono. L'attenta osservazione di tali effetti può fornire un valido contributo allo studio del nesso di causazione di un fatto delittuoso commesso con tale mezzo lesivo.

Una classificazione delle diverse armi da fuoco portatili richiederebbe una trattazione a sé. Ci limitiamo a riferire qualche aspetto balistico più significativo per una generica comprensione del loro funzionamento e degli effetti lesivi sul corpo.

Tralasciamo il funzionamento delle prime armi da fuoco portatili ad avancarica, che utilizzavano polvere nera (o pirica), ricordando solo che il loro caricamento risultava lento, laborioso e impreciso; inoltre l'arma carica era facilmente esposta all'umidità, che poteva inabilitarne il funzionamento, o a casuali accensioni (da scintille esterne), produttive di spari non voluti. Le armi brevi a retrocarica di attuale impiego possono essere a canna liscia, perlopiù per proiettili a palle multiple, e a canna rigata, per palla singola. Le armi a retrocarica impiegano cartucce, costituite da un contenitore, il bossolo, che ha sul fondello un innesco e all'interno contiene la carica di polveri; sulla parte anteriore il proiettile è tenuto fermo nel collarino<sup>1</sup>. Tutto ciò rende più pronto l'utilizzo, la carica di polvere è protetta da agenti esterni, la sua dose è precisa. Il caricamento dell'arma consiste nell'introduzione di cartucce nella sua camera di scoppio, che è anteriormente collegata alla appena più stretta anima della canna. Il volume della camera accoglie a perfetta tenuta il bossolo, il cui fondello ha rapporto di stretta vicinanza con uno spillo di percussione dell'innesco della cartuccia, attivabile dall'urto del cane dell'arma; la palla antistante, di stesso calibro della canna, trova perfetto alloggiamento nella culatta di questa. L'innesco alla base del bossolo altro non è che una piccola capsula metallica adeguatamente duttile, contenente un piccolo quantitativo di esplosivo detonante di alta sensibilità agli stimoli meccanici: la sua percussione, suscitata dallo spillo attivato dal cane, determina una piccola esplosione, la cui viva fiamma, diretta dentro il bossolo, va ad incendiare le polveri nitroderivate (dette anche infumi, per contrapposizione alla polvere nera, produttiva di fumo). Queste altro non sono che una piccola carica di esplosivo deflagrante<sup>2</sup>. I gas incandescenti e ad elevata pressione così liberati all'interno del bossolo spingono in

<sup>1</sup> Delle cartucce per i fucili da caccia diremo successivamente.

<sup>2</sup> Un esplosivo deflagrante libera energia più lentamente dell'esplosivo detonante e necessita di un ambiente angusto nel quale la accensione delle restanti polveri si accelera progressivamente per il crescere della pressione stessa, sviluppata dalla quota di esplosivo già esploso.

tutte le direzioni: sul fondello e, attraverso questo, sulla culatta dell'arma, sulle pareti laterali del bossolo e, attraverso queste, su quelle esterne della camera di scoppio, anteriormente sul fondello del proiettile. Mentre culatta e pareti laterali della camera sono a tenuta delle alte pressioni sviluppate, il proiettile, lassamente trattenuto dal collarino, e che ha davanti a sé un volume libero di forma cilindrica e di stesso suo calibro, viene spinto in quella direzione dai gas. A mano a mano che il proiettile dentro la canna (che tiene le pressioni sulle pareti) si allontana dalla sua primitiva posizione infissa nel bossolo, aumenta il volume a disposizione del gas, che lì si sta svolgendo. La pressione di questo, inizialmente crescente, arriva fino ad un massimo, per poi decrescere con l'aumento di volume derivato dal progressivo spostamento del proiettile verso la bocca dell'arma, fino ad un plateau di pressione, che si mantiene costante fino alla bocca. Il proiettile esce dalla bocca dell'arma grazie a questa pressione costante, che lo anima anche per il percorso esterno e per l'azione sul bersaglio. La successione di eventi all'interno della canna può esser riportata in un **grafico delle pressioni**, con la variazioni pressorie rappresentate in ordinata e gli spazi successivi percorsi in canna dal proiettile rappresentati in ascissa. Da tale grafico possiamo dedurre l'efficacia balistica propria di quella specifica arma da fuoco portatile: maggiore è l'area sotto la curva di pressione per l'intera lunghezza della canna, maggiore è l'efficacia dell'arma (**grafico progressivo**); invece curve, che abbiano anche un massimo di pressione molto alto, ma che raggiungano assai rapidamente il valore costante (tratto di curva parallelo all'asse delle ascisse), sono indicative di una scarsa efficacia balistica dell'arma (**grafico vivace**). Il grafico delle pressioni, influenzato dal quantitativo delle polveri, dalla loro qualità, ma anche dal calibro e della lunghezza della canna, ci dà anche conto di come in questa vi siano dei luoghi, quelli corrispondenti al picco di pressione più alto, di maggior usura.

Un proietto, per raggiungere con precisione il bersaglio voluto, deve giacere sul piano che contiene l'arma che lo lancia ed il bersaglio, descrivendovi tra essi la traiettoria più diretta possibile. Alle lunghe distanze tale traiettoria è parabolica. A quelle di tiro utile, che sono relativamente corte, il segmento di parabola considerato può essere considerato rettilineo. Il proietto, ad es. una freccia, oltre a percorrere lo spazio più breve, dovrà giungere sul bersaglio mantenendo un assetto aereo **stabile**, con la punta sempre in avanti, la coda indietro e l'asse maggiore tangente alla parabola. La stabilità di una freccia in volo dipende dal fatto che il suo baricentro sta davanti al centro di spinta, influenzata in ciò anche dalla presenza di un piumaggio posteriore. Un analogo rapporto tra centro di spinta e baricentro è ottenibile anche solo accentrando anteriormente la massa del proiettile, come è per quelle palle singole Brenneke, impiegate in fucili a canna liscia per la caccia di animali di più grossa taglia (ad es cinghiali).

Il centro di spinta, anch'esso sull'asse maggiore di un proiettile di forma allungata, è punto di applicazione della risultante della somma di due vettori tra loro perpendicolari: la portanza e la resistenza, quest'ultima diretta posteriormente, secondo l'asse del proiettile. Il baricentro invece è punto di applicazione della forza di inerzia eguale e contraria alla succitata risultante. La reciproca posizione di questi due punti di applicazione di due vettori eguali, opposti e paralleli lungo l'asse maggiore del proiettile, è molto importante per la stabilità di questo in volo. Se il proiettile è sferico, baricentro e centro di spinta coincidono; non vi è alcun braccio separatore delle due forze, che si annullano, e la palla in volo è certamente stabile. Se il proiettile è uno di quelli cilindro-ogivali o cilindro-conici delle comuni armi da fuoco portatili moderne, il suo centro di spinta capita al davanti del baricentro, la coppia di vettori opposti e paralleli, separati da un braccio assiale, produrrebbe, all'uscita dalla bocca dell'arma, il suo ribaltamento: il proiettile ruzzolerebbe ripetutamente nel mezzo aereo, fino ad esaurimento dell'energia cinetica di traslazione, la quale comunque l'avrebbe fatto avanzare, benché instabile. Questo inconveniente, che non garantirebbe la precisione del tiro, viene superato conferendo al proiettile delle forze rotatorie trasversali (orarie o antiorarie), tali che esso, avanzando, giri anche attorno al proprio asse maggiore. Tali forze di rotazione trasversale devono essere di entità tale da prevalere sulla coppia di forze ribaltanti, conferendo al proiettile allungato un percorso aereo stabile, con la punta rivolta in avanti, protesa verso il bersaglio, e il fondello dietro. Per produrle, l'anima della canna viene dotata di alcune rigature elicoidali, contro le quali la fiancata del proiettile subisce un forzamento. Allora il moto rotatorio derivato da questa azione della rigatura si combina a quello traslatorio, ottenendosi la desiderata stabilità del proiettile nel mezzo da attraversare fino al raggiungimento del bersaglio. Per effetto della sommazione di vettori ribaltanti e vettori rotatori si producono sul proiettile anche un moto di precessione ed uno di nutazione, per i quali si rimanda ai trattati di balistica, avendo essi una scarsa influenza sulla lesività<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Anche se da recenti ricerche risulterebbe che l'entità del piccolo angolo di precessione nel momento in cui il proiettile colpisce il bersaglio sarebbe importante nel determinismo del ruzzolamento del proiettile all'interno del bersaglio stesso, la qual cosa si traduce in una maggior lesività.

Si oppone all'avanzamento del proiettile nel mezzo e quindi concorre alla formazione della sua traiettoria, la resistenza nel fluido attraversato. I fattori che determinano la resistenza opposta dal fluido al moto avanzante del proiettile sono sintetizzabili nella formula

$$R = C_r \cdot \gamma \cdot S \cdot V^2 / 2g$$

ove con **R** è indicata la **resistenza**. Questa è direttamente proporzionale: a “ $\gamma$ ”, che è la **densità del mezzo** attraversato; alla **superficie di presentazione** “**S**” del proiettile (detta anche sezione maestra), che è la più ampia sezione del proiettile, comunque assestato o comunque deformato, considerata in maniera perfettamente trasversale al moto di avanzamento del suo baricentro verso il bersaglio; al quadrato della **velocità** “**V**” del proiettile (o, per la relatività, della velocità del flusso che investe il proiettile immaginato fermo) considerata alla tal distanza dalla bocca dell'arma; ad un **coefficiente di resistenza**, indicato con  $C_r$ . Al solito con la “**g**” si indica l'accelerazione di gravità, ritenuta costante. Per avere un'idea del significato fisico della resistenza di un fluido fermo attraversato da un oggetto in moto (o di un fluido in movimento che investe l'oggetto fermo, come avviene nella galleria del vento), si immagini di procedere in automobile ad una velocità di 50 Km/h e, per godere della brezza del moto, di porre l'arto superiore fuori dal finestrino. Avvertiamo una lieve spinta di esso in direzione opposta al moto della vettura. Se nella stessa condizione bruscamente portiamo la vettura ad una velocità di 100 km/h, sentiamo una spinta in dietro più intensa. Per la formula su indicata questa spinta non è raddoppiata, come l'incremento di velocità farebbe supporre, ma è più intensa, cioè alla potenza quadrata del valore raddoppiato. Se poi, invece di tenere la mano col palmo aperto verso il moto, la mettiamo improvvisamente di “taglio”, o anche retraiamo gran parte del braccio, che pur avevamo esposto al flusso aereo, per la riduzione della superficie esposta al flusso avvertiamo un sensibile calo della spinta in dietro. E se invece di andare in automobile andiamo a quella stessa ultima velocità (100 km/h) in motoscafo, immergendo l'arto superiore nell'acqua, per la maggior densità di questo fluido sentiremo una spinta indietro ancor più forte.  $C_r$  – il coefficiente di resistenza – è un altro fattore in grado di influire in maniera significativa sull'intensità della resistenza; ma mal si presta all'esemplificazione su accennata. Esso dipende da tre fattori: dalla forma del proiettile, dal numero di Reynolds, dal numero di Mach. A parità degli altri due fattori tale coefficiente varia non per le dimensioni del proiettile, ma per la sua forma. Il fattore di forma di una palla di fucile ad avancarica, sferico, è esattamente lo stesso della palla sferica di un antico cannone, benché le dimensioni di quest'ultima siano molto più grandi; ma è diverso da quello di un moderno proiettile cilindro-conico, che è invece identico ad un proiettile assai più grande di un moderno cannone di stessa foggia cilindro-conica. Il numero di Reynolds è quel numero critico al di sotto del quale il flusso di un determinato fluido risulta di tipo laminare, al di sopra di tipo vorticoso. Esso interviene nella resistenza perlopiù quando il moto di un oggetto nel flusso (o del flusso attorno ad un oggetto fermo) è lento. Allora interferisce con l'ampiezza della scia, che è quella massa di fluido in movimento, spostata dietro per la presenza dell'ostacolo al flusso (la chiglia di una barca, il pilone di un ponte). Più ampia è la scia (ancora di moto laminare), maggiore è la resistenza, più stretta essa si fa (di moto anche vorticoso), minore è la resistenza.

In altri termini un oggetto che si muova lentamente in un fluido (aereo o liquido che sia), subisce una forza diretta contro la direzione del moto, denominata resistenza, la cui intensità dipende in parte dall'attrito del mezzo su esso, ma soprattutto dall'ampiezza della scia di fluido che lo segue.

Nel caso in cui l'oggetto, che si sposta nel mezzo, sia un proiettile lanciato ad una velocità più sostenuta, per solito quella utile a produrre ferimenti, il valore del  $C_r$  e (quindi la resistenza) è influenzato non tanto dal numero di Reynolds quanto piuttosto dal numero di Mach, che è il rapporto tra la velocità dell'oggetto che attraversa il mezzo fluido (o la velocità del fluido, che lo investe) e la velocità con la quale il suono si propaga in quello stesso mezzo. Immaginiamo un proiettile di forma appuntita, allungato e di piccolo calibro che si muova nell'aria. In dipendenza della carica di polvere che lo anima la sua velocità può essere minore, eguale o superiore alla velocità di propagazione del suono del mezzo attraversato. A qualsiasi velocità, per la curvatura della testa del proiettile si forma attorno ad esso una circoscritta zona in cui il flusso dell'aria circostante è più veloce<sup>4</sup> del flusso investitore. E' questo aumento di flusso locale, che a seconda della grandezza del flusso investitore altrove presente, può andar a superare il valore della propagazione del suono nel mezzo (velocità ipersonica). Quando ciò accade, si creano via via fenomeni d'onda d'urto, che si aggiungono a

---

<sup>4</sup> La situazione della interazione tra flusso aereo e curvatura del proiettile retrostante alla punta può essere paragonata a quella della curvatura che si crea nel “tubo di Venturi”, nel luogo del suo restringimento. Il tubo di Venturi, di qualsivoglia diametro, conduce con moto laminare un fluido incompressibile. Dove il tubo si restringe, la velocità di flusso aumenta. Ma poiché nel sistema il prodotto della pressione esercitata dal fluido in moto per la velocità dello stesso deve restare costante, nel luogo del restringimento all'aumentata velocità del fluido deve corrispondere una riduzione della sua pressione.

quelli di scia per frenare il proiettile. All'aumento di velocità locale corrisponde anche, per il teorema di Bernoulli, una zona di depressione locale. E' come se questa depressione che sta perlopiù dietro al proiettile, tendesse a tirarlo in quella direzione, trattenendo il suo avanzamento. Così il coefficiente di resistenza cresce per effetto dell'aumento di velocità impresso al proiettile. Ma la sua crescita ad un certo punto cessa, mantenendosi costante (appena inferiore al massimo raggiunto per Mach = 1) anche per ulteriori incrementi di velocità del proiettile (o del flusso investitore). Ciò perché la zona di depressione creata dalla ipervelocità è diventata vuota, priva di molecole e non può essere ulteriormente decompressa. I diversi comportamenti della resistenza per le diverse onde d'urto si giocano tra valori di numero di Mach appena inferiori ad 1, eguali ad 1 e superiori ad 1.

La resistenza, funzione di tutti questi fattori sintetizzati in formula, non rileva solo ai fini della determinazione della traiettoria del proiettile nel mezzo attraversato, la quale è perlopiù un problema dell'esperto balistico; essa assume un ruolo fondamentale anche nella determinazione della lesività riscontrabile nei tessuti attinti dal proiettile, divenendo così una conoscenza imprescindibile per il medico- legale.

La ragione alla base di questo asserto è molto semplice: il corpo umano è costituito al 70-80 % d'acqua, che è un fluido; quando un proiettile animato lo penetra, valgono, in questo suo percorso intracorporeo, quegli stessi parametri della resistenza visti in formula<sup>5</sup>. Il proiettile di una certa massa, che raggiunga il bersaglio umano animato da una certa velocità, gli cede parte della sua energia cinetica ( $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ ). Non ha rilevanza che il proiettile destinato a penetrare nel corpo possieda un'elevatissima energia cinetica. Conta solo la quota che esso cede. Un proiettile molto animato potrebbe attraversare il corpo (**ferite trapassanti**), rilasciando pochissima energia ai tessuti (**proiettili umanitari**) e mantenendone una cospicua quota, detta **residua** (all'uscita del corpo), che gli consente il proseguimento del moto nel mezzo aereo fino a suo spegnimento o fino all'urto di un altro bersaglio resistente, che ne arresti il cammino. Viceversa un proiettile meno animato potrebbe esser molto più lesivo per la cessione di una quota maggiore, che magari avviene anche senza che ne residui per uscire dai tessuti colpiti (**ferita a proiettile ritenuto**). La quota di energia ceduta ai tessuti è direttamente legata alla resistenza che il proiettile incontra nel loro attraversamento, posto che essi siano perlopiù dei fluidi.

Ovviamente il proiettile deve giungere sulla cute con una quantità d'energia cinetica almeno sufficiente a scontinuarla. Proiettili, che abbiano ceduto gran parte della loro energia in un lungo attraversamento del mezzo aereo o anche nell'attraversamento di bersagli interposti, potrebbero solo contunderla (lo stesso dicasi per proiettili mossi da cariche di polvere ridotte o vecchie, o sparati dentro una canna ostruita dalla permanenza di un proiettile di un precedente sparo di cartuccia difettosa). In queste situazioni e in simili l'energia con cui il proiettile attinge la cute il più delle volte non riesce a superare quel valore minimo, definito **energia cinetica soglia** (in origine si era valorizzata solo la "velocità soglia"), col quale un proiettile o varca almeno la cute o vi rimbalza. Questo valore è stato determinato sperimentalmente, riscontrandosi anche un suo piccolo intervallo di variabilità, ritenuto dipendente da differenze cutanee tra le diverse sedi di rivestimento corporeo in uno stesso soggetto, dall'età della persona colpita e da altri parametri. Ma indipendentemente da questi fattori, che certamente incidono, il valore soglia determinato sperimentalmente non può sfuggire alle leggi statistiche: alcuni proiettili si infissano nella cute, a valori appena inferiori a quello soglia convenzionalmente accettato, altri rimbalzano dalla stessa a energie appena ad esso superiori. La questione è stata superata da qualche autore che ha definito col termine V-50 quel valore medio tra il 50% dei proiettili che in questo stretto intorno comune penetrano la cute ed il 50% di quelli che vi rimbalzano.

Come esiste un'energia cinetica soglia di penetrazione della cute (di circa 16 Joule/cm<sup>2</sup>), si sono individuati anche i valori soglia dei diversi tessuti molli, per solito più bassi del cutaneo e quello per l'osso, che esige una quota maggiore. Il tessuto a valore soglia più basso è quello congiuntivale.

Una ferita d'arma da fuoco avrà una profondità di penetrazione che dipende dal superamento dei valori soglia dei singoli strati attraversati. Se la ferita è trapassante, il valore soglia della cute viene superato due volte: una in entrata ed una in uscita del proiettile; in quei casi non rari in cui vi è rientro, anche tre o quattro volte.

Quindi il proiettile, dotato di un'energia cinetica superiore al valore minimo necessario per scontinuarne ciascun tessuto del suo attraversamento corporeo, in ogni diverso strato tissutale cede energia, perdendone per il suo moto di avanzamento. Le modalità di questa cessione dipendono grandemente dalla resistenza fluidodinamica dei tessuti stessi. I fattori della resistenza nel fluido costituito dai tessuti molli ci permettono di comprendere come lungo la ferita d'arma da fuoco, definita come sopra, venga diversamente rilasciata l'energia: se il proiettile mantiene la sua stabilità anche dentro il bersaglio corporeo (evenienza per altro rara), l'energia

---

<sup>5</sup> Parzialmente si avvicineranno al comportamento di alcuni materiali solidi i tessuti ossei, i quali sono strutture visco-elastiche, cioè reagiscono alle sollecitazioni meccaniche in parte come liquidi e in parte come solidi.

viene progressivamente dissipata lungo tutto il percorso, e poiché il proiettile esce con un'energia cinetica minore di quella liberata in entrata, il foro d'egresso sarà più piccolo di quello d'entrata. Ma il proiettile potrebbe attraversare i tessuti instabile, o deformato, o frammentato: in questi casi l'energia potrebbe esser maggiormente rilasciata ad es., in una parte iniziale della ferita e meno in quella restante; ovvero potrebbe essere massimamente ceduta in una porzione più o meno centrale del tramite; ovvero ancora il proiettile animato potrebbe determinare il suo massimo danno in tutta prossimità dell'uscita dal corpo; o infine l'energia che anima il proiettile potrebbe anche completamente esaurirsi dentro il corpo, con ritenzione del proiettile. Tali diverse evenienze, legate ai modi del proiettile in moto dentro i tessuti, dipendono proprio da quei fattori della resistenza, che abbiamo visto (forma del proiettile, velocità, densità del tessuto attraversato, superficie di presentazione del proiettile), ed i fabbricanti d'armi giocano proprio su quei fattori per conseguire gli effetti, che meglio si adattano agli scopi micidiali (e non) dell'arma da fuoco.

Uno dei fattori della resistenza è la densità del mezzo. Il proiettile, prima di penetrare nel corpo, percorre il mezzo aereo, risentendo della densità dell'aria, che lo frena, disperdendone parzialmente l'energia cinetica. Quando il proiettile penetra e continua a viaggiare nel corpo colpito, questo fattore bruscamente aumenta, perché la densità dell'acqua, di cui esso è prevalentemente costituito, è quasi 1000 volte maggiore di quella dell'aria. Ne deriva una notevole cessione dell'energia cinetica posseduta dal proiettile. E ciò senza tener conto di variazioni di densità, pure sempre vicine a quella dell'acqua, esistenti tra tessuto e tessuto. Un altro fattore molto importante della cessione di energia nel corpo, e quindi della lesività, è la superficie di presentazione del proiettile, trasversale alla direzione del suo moto intracorporeo. Se il proiettile che penetra mantiene anche dentro il corpo la sua stabilità e non subisce deformazioni, a parità di altri parametri tale cessione dipende dal calibro del proiettile: un proiettile stabile di 9 mm di calibro ha la superficie di presentazione maggiore di un proiettile stabile di calibro più piccolo, ad es., di cal. 6.35 mm. Ne segue che il primo indicato cederà più energia ai tessuti. Ma i proiettili possono perdere la loro stabilità. La possono perdere prima di entrare nel corpo, per urti contro bersagli interposti, attraversati o sedi di rimbalzo. La possono perdere dentro il corpo, appena varcata la cute. Per la perdita della stabilità incominciano a ruzzolare. Il ruzzolamento altro non è che un ribaltamento del proiettile, il quale continua il suo moto di traslazione, avendo perso per l'urto quello stabilizzante di rotazione. Ne consegue una continua e talvolta ripetuta variazione della superficie di presentazione, che è massima quando il proiettile si dispone col suo asse maggiore perpendicolare alla direzione del moto di traslazione del suo baricentro. Se la presentazione a 90° capitasse proprio nel momento dell'urto sulla cute per l'entrata nel corpo, lì si avrebbe la massima cessione energetica, con anche produzione di un foro d'entrata più ampio, di forma atipica (detto a D, a key holing, ecc.). Se invece la posizione a 90° è raggiunta dentro il tramite, in quel luogo la distruzione tissutale è massima e, se il percorso è lungo, può accogliere più di un luogo dove il proiettile si dispone per un istante in posizione trasversale, con i conseguenti maggiori effetti lesivi. Talvolta il proiettile subisce deformazioni, che ne ampliano la sezione maestra. Il proiettile si può deformare prima di raggiungere la cute, acquisendo appiattimenti parziali, angolature, schiacciamenti, lacerazioni di incamicatura ecc. nell'urto contro un bersaglio interposto: si deve trattare di un urto che non sottrae quote importanti di energia cinetica al proiettile, risultando questo ancora in grado di ledere il successivo bersaglio umano, con produzione, tra l'altro, di un foro d'entrata spesso atipico, per avere un margine non circolare, rapportabile alla forma della superficie con la quale il proiettile deformato si è presentato alla cute, ma anche per avere almeno uno dei suoi diametri più grande del calibro del proiettile<sup>6</sup>. Altre volte, specie quando non è incamicato, si deforma proprio al primo impatto contro la cute; ma anche dopo che questa è stata varcata (nel qual caso il foro d'entrata può avere la sua forma "tipica"), perfezionandosi lungo la formazione del tramite. Ciò accade perlopiù per la qualità del proiettile imposta dal costruttore, che si prefigge certi fini d'impiego. Si deformano a fungo (allargando la testa a mo' di cappella di fungo) proiettili a punta cava (hollow point, Hydra-shok) o a punta soffice (soft point), ma anche proiettili di piombo nudo, nei quali un'incamicatura di metallo meno duttile non ne limiti la deformabilità. L'ampliamento della testa significa aumento della superficie di presentazione. Questi ed altri tipi di deformazione simile si basano sul primitivo modello di deformazione, detto Dum Dum. Oggi esistono in commercio cartucce a proiettile parzialmente incamicato con punte dell'incamicatura disposte a corona in prossimità della punta, le quali, nell'urto, si allargano e si arretrano formando, anziché una semplice cappella di fungo, tante punte ad artiglio (quante sono le punte della corona) del nocciolo di piombo e delle punte di incamicatura, arricciatesi in dietro; tali proiettili (Black Talon), studiati per aggravare la lesività della vittima, costituiscono anche un rischio

---

<sup>6</sup> In qualche rara circostanza il proiettile nell'attraversare il bersaglio interposto si deforma assottigliandosi ed allungandosi (per un effetto Levi-Civita negativo) e se penetra "in asse", produce un foro cutaneo d'entrata molto più piccolo del calibro del proiettile originale.

di ferimento alle dita del chirurgo o del perito settore durante la loro manipolazione per l'estrazione. Talvolta il proiettile spinto da una carica di polvere potente si frammenta nell'urto (qualche volta financo alla sua polverizzazione). Altre volte il proiettile si riduce in frammenti in modo preordinato dal costruttore (proiettili Glaser Safety Slug, Blak Rhino, ecc.). Anche queste situazioni comportano un ampliamento della superficie di presentazione, visto che i frammenti tendono ad allargarsi a cono, così aumentando il loro fronte. Nel luogo del tramite dove è avvenuta la frammentazione inizia un tratto di maggior lesività, che potrà proseguire fin dove persiste un fronte di superficie ampliata, dando anche origine a stretti tramiti secondari, determinati da singoli frammenti.

La velocità del proiettile agisce su R in due maniere: direttamente, per elevazione del suo valore alla seconda potenza; indirettamente, sul coefficiente di resistenza (la velocità del proiettile è al numeratore del numero di Mach). A parità di altri fattori (calibro del proiettile, densità dei tessuti, superficie di presentazione, forma del proiettile) ci sarà una notevole differenza tra un proiettile che viaggia nel tessuto, ad es., a 250 m/s, e quello che viaggia a 1000 m/s. La resistenza incontrata dal primo è poca cosa rispetto a quella del secondo (perché la velocità va elevata al quadrato). Se poi andiamo a vedere l'effetto di queste due velocità sui rispettivi  $C_r$ , alla prima non si creano quegli imponenti fenomeni d'onda invece esistenti con la seconda, che è prossima alla velocità del suono nel mezzo liquido. In questa seconda situazione la cessione di energia è imponente, perché tale è il contributo di questi fronti d'onda all'elevamento del  $C_r$ , con vere e proprie devastazioni dei tessuti.

Per completezza diciamo che il  $C_r$  aumenta anche per il cambiamento di forma (deformazione) o di assetto (ruzzolamento) o per la frammentazione del proiettile, perché in tutte queste situazioni viene perduta l'aerodinamicità iniziale, dipendente da quella precisa forma del proiettile in moto in assetto stabile.

L'interferenza di questi fattori rende assai varia la forma delle ferite d'arma da fuoco, per le quali l'antica descrizione riportata in gran parte dei testi di medicina legale è insufficiente. Solo per comodità espositiva si può definire quella lesività come "tipica", denominando impropriamente "atipica" (perché di atipico non c'è nulla) quella che consegue al prevalere di qualcuno dei fattori della resistenza su veduti. Qualche autore ha voluto valorizzare, per una classificazione più attuale, quel fattore della resistenza che, aumentando più di altri, si presta all'ottenimento del maggior danno, cioè la velocità del proiettile. Ne è seguita una classificazione delle lesioni basata sul tipo di armi da fuoco, così distinte in armi di bassa velocità, quando il proiettile da queste emesse viaggia al di sotto della velocità del suono nel mezzo aereo; di alta velocità quando la velocità del proiettile si avvicina a quella di trasmissione del suono nell'acqua; di velocità intermedia per velocità comprese tra questi due estremi. Ma nemmeno questo inquadramento risponde appieno alla realtà biologica, perché ad es. certe atipie di forma della lesione avvengono, alle basse velocità, per gli altri fattori della resistenza (deformazione, frammentazione, ruzzolamento) o perché esistono proiettili (ad es. il francese THV, l'americano Cookie Cutter, i tedeschi Action-1 ed Action-3) che hanno velocità basse o intermedio-basse, ma, ridotta la massa, ledono vistosamente sfruttando proprio i principi legati alle alte velocità; perché - infine - certi aspetti lesivi cutanei osservati in spari di bassa velocità dipendono, quanto a forma, da ragioni perlopiù anatomiche.

### **Lesività d'arma da fuoco da palla unica**

La ferita d'arma da fuoco da proiettile singolo è costituita da un'**apertura** (o foro) **d'ingresso** (o d'entrata) sulla cute o sulle mucose esposte; da un sottostante **tramite** (o canale), che può decorrere verso la profondità del corpo coinvolgendo organi a diverso grado di vitalità, ovvero restare sottocutaneo; da un **foro** (o apertura) **d'uscita** (o d'egresso), anch'esso situantesi sulla cute o su qualche mucosa tanto esposta che di rivestimento di qualche cavità naturale subito comunicante con l'esterno. Ma un tramite può anche cessare in una **nicchia terminale** intracorporea, luogo di ritenzione del proiettile, ovvero di accesso a qualche spazio anatomico libero, che consente, per l'intervento di altre forze non balistiche, una **migrazione del proiettile** via dal tramite [in vie aeree; nel tubo digerente; negli spazi subaracnoidei cranici e dello speco vertebrale; negli spazi pleurici e peritoneali; attraverso le diverse embolie di proiettile (e talvolta di più proiettili) a partenza dal cuore, dai vasi arteriosi, da quelli venosi e dai seni durali].

Questa definizione, didatticamente valida per avere in sé gli elementi principali da esaminare (foro d'entrata, tramite, foro d'uscita), non è onnicomprensiva. Non tiene conto, ad es., dell'esistenza di ferite con un foro d'entrata unico cui corrispondono più tramiti e magari più fori d'egresso, come avviene nei casi di frammentazione di proiettile -preordinata dal fabbricante (cartucce Glasser Safety Slug) o per effetto balistico (come in certi fucili d'assalto)- all'interno del corpo. Può capitare anche che per lo sparo di un proiettile unico in una canna intasata dal proiettile di un precedente sparo di una cartuccia difettosa (per un carica di polvere da

sparo vecchia, o anche insufficiente, ecc.), escono assieme dalla bocca dell'arma il proiettile sparato e - allineato davanti- quello intasante (proiettili piggyback)<sup>7</sup>: un corpo così ferito da distanza relativamente ravvicinata riporta un unico foro d'entrata al quale fanno seguito due tramiti. Sono riportati ferimenti analoghi da cartucce artigianali (home made) nel cui bossolo sono state infilate apposta due, anche tre palle di stesso calibro della canna, da animare con una stessa carica di polvere. Cartucce con due proiettili appuntiti uno appresso all'altro sono state fabbricate anche per fucili militari (proiettili tandem). E' attendibile che tali proiettili, i quali hanno velocità alla bocca di 740m/s e rispettivamente (quello in testa) di 800m/s, a distanze relativamente ravvicinate possono dare un foro d'entrata comune, due tramiti e due distinti fori d'egresso, che nei due casi precedenti non sono invece assicurabili, in quanto gran parte dell'energia sviluppata dalle polveri fu spesa per rimuovere il proiettile ritenuto in canna o comunque per smuovere una massa inappropriata, residuandone una quota sufficiente alla loro penetrazione dentro il corpo, ma, per solito, non tale da trapassare il bersaglio con tutte le palle animate che vi sono entrate.

Differiscono dalla definizione anche quelle ferite cutanee a **semicanale** (o a doccia), nelle quali il proiettile entra quasi parallelo alla cute scontinuandola non solo in corrispondenza del suo ingresso, ma anche nella parte superiore del suo tramite, costituita ancora dalla superficie cutanea, così sollevata e tesa oltre il limite di elasticità: concorre grandemente in ciò la cavità temporanea. Viene interrotto anche il contorno superiore di quello che sarebbe stato il foro d'egresso; il margine che gli corrisponde, al pari di quello d'entrata, per solito manca degli usuali indicatori di direzione, di cui diremo. Talvolta supplisce a questa difficoltà nel determinare la direzione del tiro la presenza sui due margini laterali della doccia di lacerazioni (di estensione proporzionata all'energia in gioco), che si dispongono con una certa obliquità rispetto a margini laterali stessi: l'apertura di ciascuna lacerazione guarda verso la provenienza del proiettile, mentre la sua estremità aguzza si posiziona in fuori e distalmente alla provenienza del tiro; tra la parete più assiale di ciascuna lacerazione e quella più esterna sono sottese minute lacinie connettivali.

In una generica **ferita** - definita come **una soluzione di continuo patologica recente indotta da una causa violenta**- la diagnosi del mezzo causale si compie prendendo in considerazione le caratteristiche dei suoi margini, quelle delle sue pareti, che variamente vanno in profondità, e quelle del fondo ove eventualmente la ferita stessa viene a cessare. Anche la ferita d'arma da fuoco è diagnosticata dopo riconoscimento di certi riscontri di questi elementi, che servono anche per conoscere la direzione del colpo o dei colpi, la distanza di tiro, la reciproca posizione dei contendenti; o se furono messe in atto strategie di difesa; in caso di ferimenti multipli, se questi furono indotti da una stessa arma da fuoco o da armi diverse; ancora, in caso di ferimenti multipli, quale sia stato quello mortale e con quale meccanismo produsse la morte; se questa fu immediata col ferimento letifero, ovvero se vi fu sopravvivenza e se questa fu compatibile con qualche reazione, ovvero fu subito incapacitante; la compatibilità dei rilievi con un'ipotesi suicidiaria, differenziandola da quelle di simulazione di suicidio, e viceversa; ed altre ancora.

### **Caratteristiche del foro d'entrata**

Un proiettile emesso stabile dall'arma ad una velocità bassa o a intermedia, perpendicolarmente diretto su cute perfettamente piana e non poggiate su sottostanti strutture ossee, causa un **foro d'entrata di forma rotonda**, dal margine più o meno regolare, di diametro per solito inferiore al calibro del proiettile. Il margine è lievemente **introflesso**. Tuttavia può essere estroflesso per protrusione, nel lume dell'orifizio, di inelastico grasso sottocutaneo o per erniazioni di tessuti ancor più profondi (connettivo, encefalo, pareti intestinali sollevate da gas putrefattivi e non, ecc.), i quali possono gravare sul bordo; ovvero per infiltrazioni dei tessuti immediatamente sottostanti, sostenute: da edema o da emorragia; nei colpi a contatto, da gas di sparo penetrati; nei rinvenimenti tardivi di cadavere, dai gas putrefattivi; da colonne di liquido ipostatico che spingono su fori capitati in sedi declivi, ecc.. La forma del foro può tendere alla ellittica, benché lo sparo sia approssimativamente perpendicolare al corpo, perché la cute attinta, anziché perfettamente piana, è lì ricurva.

A parità delle altre condizioni su citate, il proiettile può giungere sulla cute inclinato. Ciò comporta una riduzione della componente del vettore velocità diretta nella profondità del corpo: lo stesso vettore velocità, che nel proiettile giunto sulla cute a 90° era totalmente diretto nella profondità del corpo, ora, per effetto dell'inclinazione del tiro di un certo angolo, viene scomposto in due vettori, uno perpendicolare alla cute, che conferisce al proiettile la tendenza alla penetrazione, l'altro ad essa parallelo, che invece tende ad allontanarlo tangenzialmente dalla cute. La riduzione della componente di penetrazione non si identifica con una dimi-

---

<sup>7</sup> Ma se l'ostruzione è tenace e la canna è usurata, il secondo sparo può determinare lo scoppio della canna.

nuzione dell'energia cinetica ceduta alla cute in entrata, che anzi va ad aumentare, per aumento della superficie di presentazione, in astratto paragonabile alla sezione obliqua di un tronco di cilindro, o di cono (a seconda della forma del proiettile). Ne consegue sulla cute un **foro di forma ellittica** (o ovalare), che ha il diametro minore dello stesso ordine di grandezza del foro rotondo dei tiri perpendicolari, mentre quello maggiore cresce quanto più è acuto l'angolo con cui il proiettile raggiunge il piano cutaneo. Il tratto di margine dell'estremità dell'ellisse distale alla provenienza del tiro tende al sollevamento, quello dell'altro estremo, all'introflessione, valendo anche in questo caso i limiti su esposti. Però angoli di incidenza stretti (circa tra  $0^\circ$  e  $10^\circ$ - $15^\circ$ ) conferiscono alla componente di penetrazione una scarsa intensità, mentre diventa rilevante quella tangente alla cute stessa. L'energia cinetica diretta in profondità, per l'esiguità di questa componente, risulta inferiore al valore soglia di penetrazione cutanea. Il proiettile non varca la cute, ma scivola via tangente ad essa, nella direzione della componente di velocità maggiore, producendo solo un'escoriazione nastriforme, contornata, in vita, da un aloncino ecchimotico.

Maggiore è il calibro del proiettile animato da queste velocità basse o intermedie, maggiore è la grandezza del foro d'entrata. Ma una relazione più precisa tra grandezza del foro e calibro del proiettile, tale per cui dalle dimensioni misurate sul foro d'entrata cutaneo si riesca a stabilire il calibro del proiettile non rinvenuto in sede di sopralluogo né all'interno del corpo, non è possibile. Si potrà parlare di una generica compatibilità tra i due, ma asserzioni più certe sarebbero un errore, dipendendo le dimensioni del foro d'entrata cutaneo anche da fattori intrinseci, quali l'elasticità cutanea, che varia con l'età, col sesso, con la sede corporea attinta, ecc.. Contorna i margini del foro d'entrata di un proiettile sparato a queste velocità un **orletto escoriativo**. In colpi perfettamente circolari tale escoriazione cinge il foro a mo' di una sottile corona circolare concentrica. In colpi penetranti obliqui l'orletto assume una forma ovalare, eccentrica rispetto alla posizione del foro d'entrata ovalare, con la maggior estensione spostata in direzione della provenienza del proiettile. Una teoria patogenetica non recente, ma ancora vigente, afferma che il proiettile, prima di scontinuarne la cute, la introfletta nella profondità dei tessuti molli, tirandola in quella direzione a dito di guanto, come consentito dalla sua elasticità. In questo modo la cute introflessa, la quale avvolge la punta del proiettile qualche istante prima che questa venga forata, diviene tangente per breve tratto a qualche parte laterale avanzata del proiettile stesso, subendone l'azione escoriante, mentre l'antistante punta sta producendo il foro centrale. Se l'entrata del proiettile è perfettamente perpendicolare alla cute piana, ne deriva un contatto di questa con la fiancata del proiettile perfettamente simmetrico: alla fine, quando il proiettile è passato in profondità e, per il ritorno elastico, il dito di guanto si è represso, sulla cute piana residuano il foro circolare contornato da un orletto escoriato perfettamente concentrico. A proiettile inclinato, anche il dito di guanto sarà inclinato, con la parte di cute, che vede entrare il proiettile, stirata più della contrapposta e messa quindi in rapporto con un tratto più esteso di fiancata del proiettile. A cessazione del fenomeno dinamico residua sulla cute ritornata piana un orletto ovalare eccentrico rispetto al foro ovale, maggiormente esteso nella direzione della provenienza del tiro. In questa ipotesi con un tiro perpendicolare l'estensione dell'orletto attorno ad un foro circolare dipende dal calibro del proiettile, dalla sua lunghezza e dalla sua forma. Questi stessi fattori interagiscono anche sulla sua estensione asimmetrica nei colpi inclinati, per la quale avrà anche peso il grado dell'inclinazione, quest'ultima però non esattamente determinabile dal riscontro.

Un'ipotesi patogenetica più moderna, suffragata da riprese cinematografiche ultraveloci, si basa sulla teoria delle onde idrodinamiche. Nell'istante in cui una piccola parte della punta del proiettile varca la cute (con un piccolissimo foro) e penetra nel tessuto ad essa sottostante, che è in tutto assimilabile ad un mezzo liquido, in questo, per il brusco aumento di volume corrispondente al volume della porzione di punta penetrata, si sviluppano onde di pressione sferiche, che, potenti e veloci, si propagano nel "liquido" stesso, attorno alla porzione di punta penetrata. Poiché la cute è elastica, una parte dell'onda sferica di pressione si propaga anche a ritroso, sollevandola a mo' di cupola. Al questo sollevamento si accompagna un allargamento elastico del forellino prodotto dalla punta del proiettile appena qualche istante prima. La dilatazione del forellino diventa più ampia del calibro del proiettile, di modo che la restante parte di questo passa attraverso il foro dilatato senza che qualche altra sua parte laterale e retrostante ne tocchi più il margine. In altri termini non c'è nessun ulteriore contatto tra la fiancata del proiettile ed il margine del foro, quest'ultimo ascrivibile solo all'azione di una parte della punta. Il margine del foro, allora, non può essere direttamente escoriato dalla fiancata del proiettile. A determinare l'orletto escoriativo è invece lo spruzzo indietro (back spatter) ed in fuori del minuto materiale di detrito prodotto dall'avanzamento nei tessuti della punta del proiettile<sup>8</sup>. Questi detriti tissutali animati, lambendo il margine del foro dilatato, asportano tangenzialmente l'epidermide che lo contorna. A

---

<sup>8</sup> La brusca penetrazione della punta nel mezzo liquido non determina solo onde di pressione ma anche onde di velocità, responsabili di questi spruzzi posteriori.

fenomeni dinamici cessati, per il ritorno elastico la cute si riappiana, il forellino, dilatato dall'onda di pressione sferica, ritorna alle dimensioni originali, così più piccole del calibro del proiettile, e si manifesta attorno ad esso l'orletto escoriativo. Questo meccanismo spiega bene anche l'orletto ellittico dei tiri inclinati.

Alcuni autori, nell'ipotesi patogenetica dell'introflessione a dito di guanto, sostengono l'importanza della velocità del proiettile rapportata alla velocità di deformazione della cute dallo stesso sollecitata. Proiettili lentissimi, che riescono ad introflettere quasi completamente la cute prima di scontinuarla, non producono alcun orletto escoriativo (o questo è solo accennato); proiettili sparati ad elevatissima velocità passerebbero la cute, che non fa in tempo a deformarsi a dito di guanto, risultando su questa fori cutanei parimenti privi di orletto. Tra questi due estremi vi è tutta una gamma di comportamenti intermedi, nei quali l'orletto si forma e varia di estensione: a stessa velocità del proiettile ma a calibro diverso, l'orletto risulterebbe tanto meno ampio quanto più piccolo è il calibro; inoltre tutto ciò che modifica l'elasticità della cute prima del suo ferimento, modifica anche l'estensione dell'orletto escoriativo; così l'abbassamento della temperatura di un campione di cute ridurrebbe la velocità della sua risposta elastica, con conseguente riduzione o assenza dell'orletto con proiettili a velocità che ordinariamente lo determinano; un'azione analoga è svolta dalla formalina che eventualmente conserva il campione cutaneo. L'orletto escoriativo caratteristicamente non si forma attorno a fori d'entrata giacenti sulla cute plantare dei piedi o su quella palmare delle mani (ove anche l'apertura d'entrata ha forma atipica). In queste sedi l'epidermide è anatomicamente assai spessa e poco elastica.

Se la persona viene colpita da viva, attorno al foro d'entrata si dispone anche un **alone ecchimotico** rotondeggiante, a limiti esterni più o meno sfumati, di colorito perlopiù bluastrò a intensità variabile, che spesso viene considerato assieme all'orletto escoriativo, parlandosi di un orletto ecchimotico-escoriato. L'alone ecchimotico altro non è che l'inizio di una profonda infiltrazione ematica di accompagnamento dell'intero tramite, che li traspare attraverso la cute. Questa lunga infiltrazione, un tempo attribuita a fenomeni contusivi direttamente indotti dalla fiancata (fenomeni di lateralità del proiettile), oggi è ritenuta secondaria alla cavità temporanea, di cui diremo. Il foro d'entrata di un colpo esplosivo in limine vitae, allorché la pompa cardiaca si sta affievolendo per precedenti ferimenti, o anche contro persone ipotese per cause naturali, si contorna di una modesta infiltrazione ematica, con anche produzione di una scarsa reazione coagulativa di contenimento dello stravasato. Così nei ferimenti d'arma da fuoco multipli, di cui uno dei primi rapidamente mortale, si può talvolta stabilire, in base al diverso aspetto degli aloni, una grossolana successione dei colpi. Se poi un colpo attinge il corpo quando la pompa cardiaca non è proprio più funzionante, allora nessun alone ematico contornerà l'apertura e il suo tramite (ferita non vitale).

Ma l'apertura d'entrata si può corredare di altri elementi lesivi nonché segni utili, specie per la determinazione della distanza di sparo. Questi segni non derivano da un'azione diretta del proiettile sui tessuti. Dipendono perlopiù dai prodotti volatili dello sparo o dall'arma stessa durante lo sparo; perciò si possono produrre solo quando il bersaglio umano si trovi ad una distanza dalla bocca dell'arma alla quale questa o il vento di bocca e gli altri prodotti dello sparo possano produrli.

In spari a contatto o a quasi contatto si forma sulla cute il **segno di Werkgartner**, costituito da una **figura a stampo**, un vero e proprio conio, riprodotto una parte anteriore dell'arma: il piano di volata, il mirino, l'estremità dell'asta guida molla di pistole semiautomatiche, l'estremità dell'estrattore di bossoli in pistole a tamburo, in tiri inclinati con pistole molto potenti anche il profilo della parte anteriore della canna e del mirino, ma anche piani di volata di fucili, ecc.. Le dimensioni di questi stampi cutanei corrispondono alle dimensioni reali delle parti urtanti, perciò il loro rilievo e la loro forma talvolta consentono il riconoscimento dell'arma impiegata, anche se non rinvenuta sul luogo del fatto. In passato numerose teorie hanno tentato di spiegare l'accadimento di questo segno. Ognuna, pur contenendo osservazioni valide, si prestava a critiche. È stato dato anche rilievo ai gas di sparo, che nei colpi a contatto penetrano dietro al proiettile, espandendo i tessuti subito sottostanti l'apertura d'entrata. Certamente la penetrazione di questi gas può concorrere al sollevamento emisferico suscitato a ritroso sulla cute dal fronte d'onda pressoria derivato dalla brusca penetrazione del proiettile. Così la cute forata viene bruscamente sbattuta contro qualche parte più sporgente dell'arma, non necessariamente appoggiata al bersaglio, ma quanto meno vicinissima, riportandone la marcatura. Tale segno si forma per spari a contatto o a quasi contatto anche di sedi con interposizione di indumenti, i quali non sempre sono in grado di impedire la coniazione. Per il brusco sollevamento emisferico subito, la cute può farsi marcare anche da altri oggetti con essa lì in contatto, ma che non rilevano ai fini della determinazione della distanza di sparo. Si sono descritte marcature, costituite da ecchimosi e/o escoriazioni figurate, rappresentative di catenine al collo, di cinturini e quadranti d'orologio situatisi vicino al foro d'entrata; in uno sparo da lontano (quindi senza penetrazione di gas) la cavità temporanea di un proiettile di alta velocità penetrato in addome ha sollevato bruscamente la parete, imprimendo quasi il profilo completo di una pistola a tamburo, che la vittima teneva infilata nella cintura dei pantaloni, proprio vicino alla sede del foro d'entrata.

La **vampa**, la quale era una sorta di fiamma che ben si vedeva, durante lo sparo, all'uscita della canna, e che era capace di incendiare vesti, di causare ustioni cutanee, di bruciare e strinare peli e capelli di corpi posti nell'ambito della sua propagazione davanti della bocca dell'arma, è un retaggio del passato, quando si usavano armi da fuoco funzionanti a polvere nera e questa, accesa dentro la canna, usciva in copiosa parte dalla bocca, ancora incandescente e in grado di produrre gli effetti citati. Anche le moderne armi da fuoco consentono l'apprezzamento di una sorta di vampa alla bocca dell'arma, che spara; ma con le polveri infumi, esplose a quelle stesse distanze ravvicinate, quegli effetti termici non vengono prodotti: si ha una combustione più completa della polvere, le particelle emesse accese, se non si spengono in volo, non sono quantitativamente sufficienti a determinare effetti incendiari; ma soprattutto il vento di bocca di un arma da fuoco moderna, che pure porta il calore sul bersaglio, lo contunde per un tempo troppo breve per innescarli. Comunque un'azione del **vento di bocca**, intesa più come azione meccanica di gas caldi, che comprimono la cute e gli eventuali suoi annessi, esiste anche con le armi moderne e si traduce per lo più in un essiccamento cutaneo, anche imbrattato di fumo e talvolta conficcato di particelle metalliche (derivate dagli attriti del proiettile in canna), oltre che di quelle di polvere da sparo in parte combusta ed incombusta, di cui diremo. La forma di questo incartapecorimento, per un'arma molto vicina alla cute e ad essa perpendicolare, è circolare, ovvero, nei tiri inclinati, ovalare ed eccentrica rispetto al foro d'entrata, con massima estensione nella direzione dello sparo. Anche qui la curvatura cutanea può modificare la forma attesa. Ma vi sono anche effetti dei gas caldi marcanti la cute, che assumono forme speciali. Ad es. in gran parte dei moderni fucili d'assalto sulla bocca dell'arma è applicato un "frangifiamma", utile per il tiro notturno, quando dal bagliore emesso dalla canna si può agevolmente localizzare la fonte di fuoco. Ponendo alla bocca questo strumento, che presenta 3 o più finestre laterali, il "bagliore" viene spezzato in tre o più "flash". Ciò dovrebbe rendere più difficoltosa l'individuazione della fonte di fuoco e rendere incerti anche sul numero dei tiratori. Soprattutto in suicidi con queste armi da fuoco, si sono viste sulla cute attorno al foro d'entrata immagini nastriformi nerastre, essiccate, in numero di tre o più, disposte a croce e talmente ben figurate che spesso è possibile riconoscere con esattezza l'arma da cui è stato sparato il colpo. Certi possessori di pistola a tamburo di grosso calibro, la quale per lo sparo subisce sgraditi spostamenti di rinculo, fanno bilanciare artigianalmente la loro arma con una piccola feritoia di sfiato per i gas, praticata in modo acconcio nella parte laterale della canna, verso la bocca. In uno sparo a contatto o a quasi contatto di un'arma così modificata, nel quale la canna sia anche inclinata sul piano tegumentale, può capitare che tale fessura allungata guardi verso la cute, così investita dal gas di sparo uscito anche attraverso detta fessura e via dalla posizione della bocca, cioè via dal foro d'entrata cutaneo. Infatti a qualche distanza da tale foro, che dipende dalla distanza di questa fenditura dalla bocca e dal grado d'inclinazione della canna, si rinviene un'areola di cute essiccata, annerita, a forma di ventaglio, anche picchiettata di minutissime infissioni di frammenti di incamicatura, staccatisi dal proiettile nell'attraversamento di canna per lo struscio di una sua parte laterale contro gli spigoli della fenditura artigianale.

Per lo sparo la maggior parte dei granelli di polvere si degrada in composti di derivazione più semplici, gas caldi e particelle appena più grandi, che all'uscita dalla bocca, quando l'alta pressione dei gas in canna si adegua a quella atmosferica, si aggregano in fumi. Questi non hanno nei confronti della vicina cute capacità lesiva, ma solo vi si depositano in forma di **alone di affumicatura** circondante il foro. Risultano asportabili alla semplice detersione meccanica. Per il vero il fumo riesce anche a compenetrare i primi strati epidermici passando attraverso minute lacerazioni intraepiteliali, come può dimostrare l'esame istologico della cute prelevata attorno al foro d'entrata. Un po' di fumo entra anche nel foro d'entrata ed imbratta il primo tratto di tramite.

Anche i fumi solo depositati attorno al foro d'entrata ci informano della distanza di sparo, che è ravvicinata. Ogni arma ha un suo modo di distribuirli sulla cute alle diverse brevi distanze perché dà un suo modo di diffonderli fuori dalla bocca dell'arma. L'alone di affumicatura potrà essere circolare attorno al foro nei tiri perpendicolari, o ellittico in quelli inclinati; ma potrà avere anche una forma ad infiorescenza (petal pattern), per l'aspetto a petali carboniosi concentricamente stratificati attorno al foro. Questo aspetto, ove i depositi carboniosi cutanei sono a limiti indistinti e diversamente concentrati<sup>9</sup>, deriva dai moti vorticosi del fumo, che si concretizzano alla periferia della nuvola. Anche in spari cranici l'affumicatura si distribuisce uniformemente sulla cute attorno al foro; ma non in certe strie solcanti l'alone, che rimangono chiare per un avvenuto un corugamento al momento dello sparo (ad es. in corrispondenza della zampa d'oca all'angolo esterno di un occhio). Se ne deduce la vitalità del segno e la consapevolezza della vittima di quanto gli stava per capitare.

Quando la carica d'innescò esplose, la polvere nitroderivata all'interno del bossolo brucia progressivamente. Perciò un certo numero di granuli di polvere non ancora raggiunti dalla fiamma, o appena accesi, vengono scagliati dai gas fino a quell'istante sviluppati in avanti, verso il fondello (talvolta anche marcandolo) del

---

<sup>9</sup> Per la loro labilità è anche assai facile modificarne meccanicamente l'aspetto, durante la manipolazione del cadavere.

proiettile già in moto di avanzamento nella canna. Uscito il proiettile, anche questa parte della polvere da sparo incombusta o parzialmente combusta viene scagliata fuori dalla bocca: le particelle di polvere, dotate ciascuna di una piccola massa e così animate, si comportano come tanti minuti proiettili, in grado di determinare lesività cutanea, se il bersaglio si trova alla loro portata. Questa è comunque breve e la sua entità varia da arma ad arma. I granelli animati emessi dalla bocca dell'arma si allargano a rosa verso il bersaglio, andando a colpire la cute attorno al foro d'entrata. Dal loro urto attorno al foro deriva l'**alone di tatuaggio**. Tale alone, variabile per raggio, densità e forma, sarà ancora grossolanamente circolare, se l'arma ravvicinata che ha sparato è puntata verticalmente al piano cutaneo, invece grossolanamente ellittico ed eccentrico rispetto al foro, se il tiro è inclinato (la maggior estensione è in direzione del tiro). Ma possono risultare anche altre forme, che trovano particolari spiegazioni. Le lesioni cutanee, costitutive del tatuaggio, variano a seconda del tipo di polvere nitroderivata e dell'arma che ha sparato. I granelli di polvere da sparo possono avere dimensioni e forma variabili. La forma del granello è balisticamente importante, perché condiziona il suo modo di bruciare. Si conoscono granelli in forma di scagliette poligonali piatte, granelli sferici o cubico-sferici, granelli cilindrici, ecc.. La forma di un proiettile è balisticamente importante. Certe polveri, come quella sferica, andranno più lontane e, dotate di massa maggiore, saranno anche più penetranti; produrranno minute petecchie, al centro delle quali si scorgerà un puntino, che è il luogo della penetrazione del singolo granello, il quale può raggiungere in profondità anche il derma, dove si infissa (da qui la denominazione di tatuaggio); la bella forma balistica dei granelli sferici consente, dunque, che un maggior numero di granelli raggiunga con capacità lesiva il bersaglio, derivando anche un alone di tatuaggio ben addensato; altri granelli, come le scagliette, di forma balistica peggiore, possedendo anche una minor massa, capiteranno sulla cute con diverse superfici di presentazione (di piatto, di sbieco, di lato); contunderanno solo la cute, producendo rarefatte e minute escoriazioni, ciascuna di forma che varia a seconda della superficie di presentazione della scaglietta intera o parzialmente bruciata (quest'ultima, per la minor massa, ha minor energia cinetica e quindi sarà ancor meno lesiva); la bassa energia cinetica da ciascuna di queste posseduta non permette penetrazioni fino al derma; un minimo scrollamento o scuotimento della parte colpita fa cadere le scagliette rimaste sulla cute vicino alle lesioni prodotte, o solo depositate sulla cute (peppering); i granelli cilindrici, di scarsa forma balistica rispetto alle sfere, ma migliore e di maggior massa rispetto alle scaglie, daranno aspetti lesivi intermedi tra i due quadri. Sui palmi delle mani e sulla cute plantare dei piedi il tatuaggio non si forma per lo spessore e la durezza di queste sedi. Alcuni granelli, a queste distanze di sparo, riescono a penetrare anche nel primo tratto di tramite, tra le cui pareti vengono individuate. Va differenziato dal tatuaggio vero quello **spurio** (o **pseudotatuaggio**). Si tratta di parvenze assai ingannevoli, che possono indurre all'errata diagnosi di tatuaggio vero, proprio per la presenza attorno al foro d'entrata, o comunque in rapporto con esso, di minute lesioni simili a quelle indotte dai granelli di polvere da sparo, invero sostenute da altra causa, e perciò solo talvolta correlabili con la distanza di sparo. Hanno simulato un tatuaggio: i punti di sutura applicati al foro d'entrata ed asportati prima dell'ispezione del cadavere; l'azione di insetti (in particolare di formiche); l'infissione di frammenti derivati da un bersaglio interposto vicino alla vittima e trapassato dal proiettile; sminuzzamenti di batuffoli di lana d'acciaio posta nelle cellette di ammortizzazione del suono di un silenziatore artigianale, formati e spinti in avanti dai gas di sparo, e poi sfuggiti dagli interstizi anteriori dello strumento per raggiungere la cute a distanza ravvicinata; il materiale di sgretolamento di un proiettile da esercitazione chiamato "frangible" (costituito da granuli metallici compattati in un proiettile unico), derivato dall'urto della fiancata contro la rigatura di canna, mentre l'attraversa, e scagliato dai gas di sparo attorno al non lontano foro d'entrata, prodotto dal nocciolo del proiettile non sgretolatosi; i granelli di sabbia rimasti nella canna di un'arma che, carica, era stata occultata in essa fino a qualche istante prima dello sparo; il materiale polivinilico o di polistirolo di ammortizzazione di cartucce a pallettoni che consentiva la determinazione della distanza di tiro; il sughero proveniente dalla frammentazione di borre di cartucce di fucili a palle multiple di vecchia concezione; le pseudo-petecchie attorno ad un foro d'entrata capitato in una sede declive del cadavere; comedoni acneici e lentiggini; l'uscita di corrente alternata ad alta frequenza da una piastra di messa a terra ("ground pad") di un bisturi elettrico, erratamente appoggiata su una coscia, allo stesso livello di un vicino foro d'entrata dell'arto controlaterale; da minuti frammentini di proiettile derivati da una sua uscita dalla camera di una pistola a tamburo un po' mal allineata al cono di forzamento della canna, i quali, trovato sfogo in un difetto del gioco sotto la canna, hanno marcato la cute allineati ed in modo figurato. Le lesioni accessorie (lo stampo del piano di volata, l'essiccamento del veno di bocca, il tatuaggio) ed un segno come l'affumicatura indicano, complessivamente considerate, che il colpo è stato sparato da una distanza di tiro molto corta, comprese tra il contatto della bocca dell'arma alla cute e la massima portata del granello di polvere da sparo. Un foro d'entrata, contornato dal solo orletto ecchimotico escoriato, ma privo di affumicatura o di un alone di essiccamento o di tatuaggio, ci permette di affermare che il colpo fu esploso da

lontano: ma nei ferimenti in sedi corporee coperte da indumenti, solo dopo che si sono potuti escludere depositi di questi prodotti dello sparo sulle loro stoffe. Comunque il termine “lontano” comprende uno spazio molto esteso, andandosi da distanze che superano appena quella massima per il tatuaggio a quelle centinaia di metri e più. Vi sono tuttavia in commercio particolari cartucce tanto per pistole che per fucili, i cui proiettili, pur non potendo esser definiti multipli, tuttavia sono costruiti per assemblaggio di più parti, le quali si separano in volo dal proiettile unico principale. Così accade che possono andar a ledere il bersaglio fino a certe massime distanze non più così corte come quelle su dette, anzi, in base alla puntualizzazione appena fatta, lontane, ma certamente di un ordine di grandezza di qualche metro, escludendosi le grandi distanze. Ne è un esempio il proiettile Tubular Hollow Point (THP), canalizzato al centro ma con fondello chiuso da un supporto di plastica a tenuta di gas. A brevi distanze di tiro, il proiettile metallico ed il supporto di plastica entrano assieme nel bersaglio. Ad altre, maggiori, il supporto di plastica si stacca, potendo contondere la cute via dal foro d'entrata. L'action 1 e 3 sono proiettili metallici leggeri canalizzati al centro e chiusi anteriormente da una punta in plastica che continua la curvatura del proiettile metallico e che viene tenuta relativamente ferma nel proiettile grazie ad un suo supporto posteriore infilato nel canale centrale. Punta e supporto si staccano subito, al momento dello sparo, ed escono dalla canna liberi, potendo andar a penetrare o a contondere la cute attorno al foro d'entrata, fino a distanze variabili per ciascun elemento. E ancora, nella cartuccia di fucile “Accelerator”, un proiettile metallico di calibro più piccolo della canna è inserito in uno zoccolo (“sabot”) cilindrico di plastica del calibro della canna. La parte antistante dello zoccolo ha delle linee di cedimento perfettamente irraggiate. A brevi distanze di tiro zoccolo e proiettile penetrano assieme nel corpo, ma ad una certa distanza dalla bocca, lo zoccolo, aperto a stella lungo le linee di cedimento, si stacca dal proiettile, potendo andar a ledere la cute (ferite e, a distanze maggiori, escoriazioni) in modo caratteristicamente figurato. Un bersaglio ancor più lontano riceverà il solo proiettile.

L'**orletto di detersione** non è una lesione ma un segno dello sparo. In passato si è affermato che la sua formazione prescindesse dalla distanza di sparo, ma qualche autore ha negato la sua formazione nei tiri a contatto, con ciò indicandosene almeno una. Più recentemente, attraverso fini indagini spettrofotometriche e di assorbimento atomico, è stata individuata una rarefazione dell'antimonio dell'orletto di detersione direttamente proporzionata alla distanza di tiro, per una più protratta asportazione di tale elemento nell'attrito del proiettile con l'aria.

Si soleva pure affermare che, in ferimenti multipli, solo l'apertura d'entrata del primo sparo potesse esser dotata di orletto di detersione. Negli spari successivi i proiettili, trovando una canna pulita dal primo, non avrebbero più raccolto alcun materiale da cedere ai margini dei rispettivi fori d'entrata. Perciò il rinvenimento di più orletti attorno ad aperture d'entrata induceva all'ipotesi che a sparare fossero state diverse armi, ognuna mal tenuta. Ma ferimenti ripetuti con una pistola munita di silenziatore, per l'attraversamento di ciascun proiettile delle sue cellette di insonorizzazione sature dei prodotti di combustione delle polveri, che vi si depositavano, ogni apertura d'entrata risulta sempre imbrattata del recente prodotto di combustione. Ma indipendentemente da questo caso, la pretesa successione cronologica degli spari va oggi perdendo di validità. Soprattutto su indumenti chiari attraversati da più colpi di una stessa arma è attualmente frequente riscontrare orletti di detersione grigiastri, nero-grigiastri, perlopiù asciutti, ben delimitati, del diametro assai prossimo al calibro del proiettile, nei quali si iscrive l'apertura della stoffa. Queste differenze tra quadri attuali e quelli del passato forse dipendono da ciò che si intendeva e ciò che più modernamente si intende per orletto di detersione. In passato, quando si valorizzava l'invaginazione a dito di guanto preliminare alla penetrazione cutanea del proiettile, si riteneva che la fiancata di questo, a qualunque titolo imbrattata, depositasse nello strisciamento contro i margini del foro lo sporco su esso presente. Perlopiù lo sporco si era raccolto sul proiettile durante l'attraversamento della canna di un'arma mal tenuta, sudicia della fuliggine là accumulatasi in precedenti spari, cui poteva sovrapporsi polvere ambientale; o la polvere si imbrigliava ad oli lubrificanti stantii; talaltra nel sudiciume si aggiungeva la ruggine di qualche parte corrosa dell'anima, ecc. Ma l'ipotesi dell'invaginazione a dito di guanto è incerta e più modernamente si predilige la spiegazione basata sullo stesso meccanismo di spruzzo indietro adottata per l'orletto escoriativo: lo sporco del proiettile appena penetrato nella cute verrebbe spruzzato indietro dalle onde di velocità, accumulandosi sul margine del forellino.

Indipendentemente dall'ipotesi di formazione, l'orletto di detersione prende una forma circolare concentrica al foro nei tiri perpendicolari alla cute. In quelli obliqui si presenta a forma di “croissant”, o di “mezzaluna”, sull'estremo del forame ovale, che vede arrivare il proiettile, mancando completamente sull'arco di margine contrapposto.

Il grasso depositato sull'orletto veniva dimostrato anche con i metodi di colorazione istologica specifici per tale sostanza (Sudan III). Ma la natura di grasso così individuato era incerta, potendo, sì, derivare dagli oli lubrificanti, ma anche, specie nell'ipotesi dello spruzzo posteriore, dal tessuto adiposo della vittima. La natu-

ra dei lubrificanti di attuale impiego è diversa da quella del passato, ricorrendosi a paraffine, a oli siliconati; le affinate tecniche di indagine laboratoristica permettono di stabilire la vera natura dell'unto e degli altri componenti dell'orletto di detersione. Capita anche, con l'impiego di armi moderne, di non trovarne traccia nell'orletto di detersione. Spari effettuati con una Berretta 92S/B cal 9 mm parabellum, della quale preliminarmente si erano individuati gli oli ed i detergenti, dimostrano che la pirolisi di tali idrocarburi è completa, non rinvenendosene traccia negli orletti di detersione. Qualsiasi tipo di idrocarburo rinvenuto prima dello sparo veniva ridotto, da una demolizione non ossidativa, a carbonio allo stato elementare. Fondamentale, per questa degradazione estrema, l'alta temperatura dei gas in canna (1800° C). Il deposito sulla superficie del proiettile dei residui carboniosi, anche di quelli di provenienza dalla polvere da sparo, avveniva, in ogni tiro, alla bocca dell'arma per condensa, sostenuta dal notevole gradiente termico tra l'alta temperatura del vento di bocca e quella molto più bassa del proiettile stesso. Tali orletti contenevano anche particelle sferiche di antimonio e di altri metalli di derivazione dal proiettile.

La detersione dello sporco del proiettile per l'attraversamento del bersaglio non è mai completa: indagini di laboratorio sul liquido di lavaggio di proiettili trapassati, oltre ad aver permesso la raccolta di residui tissutali, hanno dimostrato anche la presenza di un materiale amorfo, consistito in precipitati inerti di color nero. Questi altro non erano che sporco e fumo raccolti dal proiettile nell'attraversamento della canna ed in parte rimasti sulla sua superficie anche dopo l'uscita dal corpo.

**I fori d'entrata atipici**, hanno caratteri che si scostano da quelli fin qui citati. La forma non più ellittica o circolare del foro, talvolta bizzarra, dipende spesso dalla superficie di presentazione di un proiettile deformato e destabilizzato nell'urto di un bersaglio interposto, ma che attinge la cute ancora notevolmente animato; anche l'orletto escoriativo risulterà irregolare, apparendo talvolta spezzettato, talaltra con una diversa estensione nei diversi segmenti del margine irregolare; anche i diametri dell'apertura, riferiti al calibro del proiettile, avranno una notevole variabilità. Talvolta un bersaglio interposto di piccole dimensioni (una moneta tenuta in tasca, parti di un indumento, la molla spezzata di un divano, ecc.) viene trascinato dal proiettile dentro il corpo, lasciando attorno al foro d'entrata orletti escoriativi ampi, irregolari, talvolta fenditure marginali (rapportabili, ad es., al detto frammento di molla, ma anche a parti di proiettile o di incamicatura sbeccati nella deformazione del proiettile), aumento delle dimensioni del foro, ecc. Per ruzzolamento la superficie di presentazione del proiettile indeformato può essere quella del suo profilo, derivando aperture a forma di D o a buco di serratura. Talvolta le aperture di un proiettile deformato o destabilizzato rammentano le ferite lacero-contuse, lanceolate, ben diastate, con margini irregolari, senza alcuna parvenza di un orletto escoriativo, con pareti anch'esse irregolari, talvolta con lacinie a ponte tra le pareti delle estremità; qualche volta, quando il tiro è anche inclinato, l'aspetto può simulare una ferita a lembo. Proiettili di piccolo calibro, appuntiti, di alta velocità (per i moderni fucili d'assalto) sparati da varie distanze al torace ed addome danno fori rotondi di diametro più grande del calibro del proiettile, privi di orletto escoriativo. Nella regione toracica immediatamente sottostante al cavo ascellare il diametro del foro d'entrata, per ragioni sconosciute, può essere quadruplicato rispetto al calibro del proiettile ultraveloce. Gli stessi proiettili di alta velocità, sparati alla testa tanto a contatto che da lontano, danno sfaceli cranici con abbondante perdita di sostanza cerebrale, in tutto analoghi a quelli di colpi a contatto di fucili a palle multiple (Krönleinschuß, degli autori tedeschi). In questi spari cranici la differenziazione tra le due circostanze è ottenuta ricercando sui margini della breccia e dentro la ferita la presenza o meno dei residui di sparo. Il paziente ricombaciamento dei margini dell'ampia breccia cranica consente, in casi fortunati, l'individuazione del luogo d'impatto del proiettile, che a seguito della detta manovra, si appalesa come un foro circolare, in un punto della cui circonferenza capita la rima di ricombaciamento del restante margine di breccia, così deducendosi l'origine di questa. Anche proiettili a bassa o intermedia velocità, leggeri, con punta a pagoda (i francesi THV), sfruttando i principi balistici dei proiettili di alta velocità, producono fori d'entrata circolari, di diametro quasi raddoppiato rispetto al calibro del proiettile.

Colpi d'arma da fuoco a bassa velocità esplosi a contatto della cute ove questa poggia su ossa piatte, danno ferite di foggia stellata. Il ricombaciamento delle punte delle stelle fa ricomparire la forma rotondeggiante del foro e anche l'orletto escoriativo. Si ammette che tali lacerazioni, costituenti le punte irraggiate della stella, derivino dall'azione sollevante dei gas di sparo entrati attraverso il foro cutaneo praticato dal proiettile, ma incapaci di progredire in profondità per lo sbarramento operato dalle più resistenti pareti ossee, le quali li sfiatano perlopiù lateralmente. La minor resistenza dei tessuti molli si traduce nella loro lacerazione attorno al foro. L'estensione ed il numero di queste lacerazioni sarebbe proporzionata all'energia sviluppata dai gas e quindi dall'arma, oltre che all'inclinazione dell'arma stessa. Ma anche proiettili di bassa velocità, esplosi da lontano contro sedi craniche, possono dare figure parzialmente stellate. Le condizioni per ottenere questa foggia sono che il colpo sia inclinato e la cute poggi immediatamente sull'osso cranico. Quando il colpo esplosivo da lontano raggiunge una mandibola, uno zigomo, l'osso frontale, o anche l'occipite in queste condi-

zioni, il tratto di margine cutaneo del foro che vede arrivare il proiettile rimane circolare e si affonda, ma nell'arco contrapposto, per il sottostante sollevamento di frammenti ossei indotti dalla punta del proiettile, la cute ed i sottostanti tessuti molli patiscono alcune lacerazioni irraggiate distalmente, che conferiscono al foro la foggia detta.

Ma la atipicità della ferita d'entrata può dipendere anche dalla particolare sede anatomica attinta dal proiettile. Già dicemmo che spari di proiettili di bassa velocità al palmo delle mani o alla pianta dei piedi non producono l'orletto escoriativo. Né li macroscopicamente è apprezzabile un eventuale orletto di detersione. Aggiungiamo che il foro è molto più piccolo del calibro del proiettile e da esso si irradiano brevi fenditure. Proiettili lenti trapassanti a setone le pareti cutanee laterale e mediana dei cavi ascellari producono fenditure lanceolate simili a ferite lacero-contuse, a margini finemente irregolari, perlopiù prive di orletto escoriativo, a maggior asse disposto secondo le linee di fendibilità della cute là esistenti (disposizione longitudinale) più lungo del calibro del proiettile. Anche il foro d'egresso, indistinguibile da quello d'entrata (ma deducibile da altri indicatori di direzione), presenta caratteri identici. Spari di proiettili di piccolo calibro e lenti nelle regioni laterali del collo, dove si hanno anche sottostanti muscoli pellicciai, possono assumere una forma ad asola, ad asse maggiore conforme alle linee di fendibilità cutanee, in tutto simili all'apertura di una ferita da punta (differenziandosene per la presenza dell'orletto escoriativo completo).

Modificazioni delle aperture d'arma da fuoco, non solo di quella d'entrata, possono essere rinvenute in cadaveri esposti all'aperto o rimasti in acque marine e fluviali, in preda a diverse forme di fauna. Anche aperture d'entrata in mucose esterne o mucose di cavità facilmente accessibili dall'esterno possono presentare deviazioni dalla forma tipica: ad es. nella mucosa congiuntivale, dove non si producono per lo sparo indicatori di direzione. In spari con piano di volata introdotto in qualche cavità naturale (bocca, vagina, retto) oltre alla complessa lettura della mucosa attorno al foro, per l'azione dirompente dei gas di sparo si formano spesso lacerazioni a tutto spessore delle pareti della cavità, posteriori ed esterne alla sede del foro, irraggiate dai margini dell'orifizio d'accesso alla cavità. In questa abbonda l'affumicatura.

Atipica può anche essere considerata la lesività d'entrata dei fucili a palle multiple, di cui tratteremo a parte.

## Tramite

Il tramite o **canale** o **cavità permanente** è quella distruzione tissutale successiva al foro d'ingresso, indotta dal proiettile avanzato in profondità (con inclinazione variabile) fino al foro d'egresso (**tramite trapassante**) ovvero fino al suo arresto in una nicchia terminale di ritenzione all'interno del corpo (**tramite a fondo cieco**). Anche le ferite d'arma da fuoco, come quelle da punta e punta e taglio, hanno perlopiù tendenza alla penetrazione in profondità, la cui entità è deducibile proprio dalla lunghezza del tramite. Circa la profondità di un tramite sperimentale su un bersaglio di composizione omogenea Levi-Civita riscontrò che fino ad una certa velocità del proiettile, definita critica, la profondità di penetrazione nel detto bersaglio era direttamente proporzionale alla velocità con cui il proiettile giungeva su esso; al di là del valore critico la reazione lineare non valeva più: la penetrazione nel bersaglio pativa una riduzione, osservandosi un contemporaneo allargamento del diametro del proiettile (impulsivo, se accadeva nel momento dell'impatto, o progressivo, se si realizzava nel corso della penetrazione). Tali regole sono valide anche per i bersagli biologici, ma i reperti in questi osservabili sono di più complessa lettura, a causa della sovrapposizione, in questi, di strati di tessuti a diverse densità, talvolta compenetrati uno nell'altro con un'aderenza variabile, talaltra solo accostati tra loro, magari con interposizione più o meno ampia di liquidi, di gas, ecc.. Queste diversità fanno anche comprendere come difficilmente nella realtà settoria si riesca a cogliere un tramite perfettamente paragonabile ad un unico canale, come quello ottenibile da uno sparo in un grosso blocco omogeneo di gelatina d'artiglieria, che pur abitualmente viene considerato un buon simulatore di tessuti. Nei bersagli viventi si susseguono segmenti di tramite, allineati ma spesso spaiati (**tramite spezzato**): l'introduzione attraverso il foro d'entrata di una sonda si può facilmente arrestare, dopo un primo percorso libero, per l'impedimento offerto da un tessuto diverso da quelli fin lì specillati, il cui segmento di tramite è vicino ma non combaciante con quello percorso. Solo l'autopsia o l'intervento chirurgico (e oggi anche ottime tecniche di immagine, quali la CT e l'RM) possono permettere una determinazione più o meno precisa della lunghezza del tramite. Ma la ricostruzione dell'esatto tramite di una ferita, e quindi la sua profondità di penetrazione, può farsi più complessa nel caso di ferimenti multipli, magari ottenuti con direzioni dei diversi colpi che si intersecano appena proprio dentro l'organismo, o che sono paralleli tra loro, ma assai ravvicinati.

Dunque un tramite è una cavità orientata nella direzione assunta dal proiettile all'interno del corpo, derivata dalla distruzione dei tessuti attraversati dal proiettile animato, contornata da un'ecchimosi variamente ampia e variamente intensa. Tappezza la sua parete uno straterello di necrosi e necrobiosi tissutale (zona di commo-

zione molecolare di Borst), di spessore variabile lungo l'intero percorso. La produzione di quest'ultimo è da attribuirsi soprattutto alla cavità temporanea suscitata nei tessuti proprio nei momenti del passaggio in essi del proiettile. La cavità permanente, osservata dal perito settore o dal chirurgo<sup>10</sup>, non ha le stesse dimensioni e forma che si concretizzano istante per istante durante l'attraversamento del proiettile nel corpo. La **cavità temporanea** (o **istantanea**) può essere osservata durante la sua formazione solo in condizioni sperimentali, sparando al cadavere o ad un animale vivo sottoposti a indagini radiografiche ultraveloci, oppure registrando con una cinepresa ultraveloce il susseguirsi degli eventi cavitari di uno sparo in un blocco di gelatina d'artiglieria, che sono direttamente apprezzabili per la trasparenza di questo materiale. In questo secondo modello, quando i fenomeni dinamici sono cessati, per l'elasticità della gelatina, questa si collassa in posizione di quiete. Si potranno così confrontare le immagini cinematografate della cavità temporanea con la cavità permanente riscontrabile nel blocco colpito, ove le lacerazioni irraggiate dal tramite e osservabili su una sezione trasversale del blocco di gelatina colpito esprimerebbero il massimo diametro raggiunto dalla cavità temporanea (e quindi il suo massimo volume) prima del suo collasso definitivo. Secondo taluni avrebbero significato analogo, negli spari reali, certe fenditure, che si irradiano dal tramite. Rapportabile alla cavità temporanea anche l'ecchimosi che contorna il tramite. Ma dalla sua espansione attorno ad esso non possiamo dedurre con rigore, come sembra si possa fare col peso del tessuto necrotico asportato, l'intensità dell'energia liberata per effetto della cavità istantanea stessa. Ciò per le differenze circolatorie proprie di ciascun organo colpito e per la possibile persistenza del battito cardiaco anche dopo l'attraversamento del proiettile, con allargamento dell'ecchimosi, che quindi riflette due fenomeni distinti, senza potersi differenziare ciò che compete esclusivamente all'azione della cavità temporanea da ciò che dipende dalla sopravvivenza della persona ferita.

Il proiettile animato produce il danneggiamento tissutale nei seguenti modi. Una quota rilevante di distruzione è operata proprio dall'avanzamento del proiettile, che avviene come nel modello astratto di seguito proposto: in un bersaglio omogeneo, di materiale solido, un proiettile stabile ed indeformabile, scava con la sua superficie di presentazione un canale cilindrico, di diametro identico al calibro del proiettile, lungo quanto gli consente l'energia cinetica. Lunghezza ed ampiezza del canale permettono di determinare il lavoro prodotto dal proiettile animato sul bersaglio, pari ad una pressione esercitata sul suo fondello, la quale deve essere in media eguale al carico di rottura del materiale, moltiplicata per il volume del canale cilindrico effettivamente scavato ( $L=P \times V$ ). Questa formula fisica non può esser trasferita integralmente sui bersagli biologici, perlopiù paragonabili ad un mezzo liquido; il danneggiamento di questi ultimi avviene con rispetto delle leggi fisiche della balistica intermedia. Così nei tessuti avranno luogo anche quei fenomeni di scia e di propagazione di onde d'urto che interferiscono sulla resistenza patita dal proiettile nell'attraversamento di questi particolari bersagli. Sono proprio questi fenomeni ben noti nell'idrodinamica dei fluidi a concorrere alla cessione di energia ai tessuti e quindi al danno finale. Sono essi che determinano la suddetta cavità temporanea, che è una cavità pulsante, perché derivata dal sommarsi ed elidersi di onde di pressione sferiche che si susseguono variamente sfasate all'avanzamento della loro fonte, cioè del proiettile, il quale è per solito più rapido della loro propagazione. La risultante più vistosa del sommarsi ed elidersi di tali onde sfasate al moto del proiettile è proprio quella cavità che spesso si vede in immagini di foto ultraveloci di proiettili in moto aereo o dentro la gelatina. Tale cavità sta più o meno dietro alla punta del proiettile, ha forma perlopiù conica, a varia angolazione rispetto alla traiettoria del proiettile. Un tale treno di onde esercita pressioni soprattutto sui tessuti già lacerati dalla punta del proiettile nonché attorno ad essi e, per la loro pulsatilità, vi determinano forze di compressione, di taglio e di trazione<sup>11</sup>. Soprattutto le forze di trazione sono responsabili dello straterello di necrosi rilevabile sulla residua cavità permanente. Se poi il proiettile si frammenta all'interno dei tessuti, dando origine a tramiti secondari, la cavità temporanea lacererà più facilmente le pareti scavate dall'avanzamento, perfezionando la distruzione tissutale proprio in prossimità degli orifizi dei tramiti secondari posti sulle pareti di quello principale: così nel lume della cavità permanente si rinverranno frammenti di tessuto, staccati in gran copia dalla parete. Parimenti, se un proiettile di piccolo calibro, appuntito, lungo, viaggia nei tessuti a velocità vicine a quella del suono nel mezzo liquido, la potente depressione, che per i fenomeni d'onda d'urto si determina dietro al proiettile, sovente induce distacchi di tessuto parietale della cavità, per implosione della cavità stessa. Non trascurabile, infine, nella determinazione del danno tissutale da cavità temporanea, il peso specifico dei singoli tessuti attraversati ed altre loro proprietà quali l'elasticità e la

<sup>10</sup> La cavità permanente che vede il chirurgo è anche diversa da quella vista dal perito settore: il chirurgo vede un tessuto vivo che confina con uno sottilissimo necrotico. Anzi è per lui importantissimo riconoscere quest'ultimo per una corretta toilette, che rispetti i vicini tessuti sani. Il settore invece vede il tessuto necrotico per l'azione del proiettile a limiti indistinti dalla necrosi conseguente alla morte.

<sup>11</sup> E se l'energia di rotazione del proiettile avesse anch'essa capacità lesiva, anche forze di torsione (vedi poi).

coesione con altri di peso specifico diverso. I tessuti che patiscono le forze della cavità temporanea subiscono, per queste, delle accelerazioni periferiche. Ovviamente se la massa di un tessuto è diversa da quella di uno contiguo, la stessa accelerazione produrrà spostamenti di entità diversa, e quindi rotture di taglio ai confini tra i due diversi tessuti, con produzione di più o meno brevi scontinuità trasversali al tramite. Ma non basta tenere conto del peso specifico (o della densità relativa). Ad esempio il tessuto polmonare ha una densità di 0,4-0,5. E' quindi, leggerissimo, per cui dovrebbe venire sollecitato molto dalle forze che lo accelerano radialmente alla direzione del tiro. Cioè dovrebbe dare cavità temporanee molto voluminose. Ma il danno tissutale che deriva da questo lancio più efficace è scarso, e sul polmone, alla fine, forse residua solo quello determinato all'azione della punta del proiettile in rapido avanzamento. Ciò perché le abbondanti fibre elastiche di questo viscere, sono in grado di assorbire grandemente l'energia cinetica ceduta dal proiettile, con facile ed ampia distensibilità del parenchima polmonare al presentarsi delle accelerazioni suscitate radialmente dalla cavità istantanea. A fenomeno dinamico cessato, per il ritorno elastico delle fibre, la cavità permanente che residua è molto stretta, rappresentativa di uno scarsissimo danno effettivo. Anche l'utero pregno gode di una grande elasticità, concorrendo al basso danno dei colpi d'arma da fuoco all'addome di donne in avanzato stato di gravidanza. Muscolo e fegato hanno praticamente identica densità e quindi, per lo spostamento subito dalla cavità temporanea, dovrebbero riportare la stessa entità lesiva. In realtà il fegato normale patisce molto di più, perché le sue cellule sono lassamente ancorate a fini strutture di contenimento, mentre il muscolo è strettamente ancorato a strutture connettivali forti, che svolgono una più sostenuta coesione delle sue fibre. Anche i fenomeni di cavitazione costituiscono un'ulteriore causa di necrosi della parete del tramite. All'aumentata velocità locale del flusso liquido (i tessuti molli), determinatasi per la curvatura della punta del proiettile, deve corrispondere un locale abbassamento della pressione dello stesso fluido investitore. Quando tale abbassamento di pressione scende al di sotto del punto di evaporazione dell'acqua, allora si creano delle bollicine di vapore. Già durante la loro formazione alcune cellule (che normalmente contengono acqua), capitate nella zona del proiettile dotata di ipervelocità, possono andare in necrosi per l'evaporazione che le coglie. Ma anche successivamente le bollicine formate e scagliate da questa limitata zona di flusso iperveloce in addietro, in quella dove la pressione del flusso assume di nuovo il valore normale, vanno incontro ad implosione, derivando un'ulteriore distruzione delle cellule fatte bersaglio di tali minuti scoppi. In passato vi è stato chi (Magnanini) ha attribuito alcuni peculiari aspetti lesivi (che non riportiamo) tanto di un foro d'entrata che di uno d'uscita al moto di rotazione del proiettile. In effetti il proiettile emesso da una canna rigata giunge sul bersaglio dotato, oltre che di moto di traslazione, alla cui energia è certamente legata gran parte della lesività, anche di un'energia di rotazione, stabilizzante del proiettile in volo e talvolta anche dentro il bersaglio. Tale energia rotazionale è un'esigua percentuale di quella traslazionale, conseguendone al più, per essa, un esiguo contributo lesivo, certamente non differenziabile da quello determinato dalla traslazione. Per confermare l'irrilevante potere lesivo della componente rotatoria, è stato sottolineato che il passo della rotazione del proiettile è per solito più lungo del percorso dentro il bersaglio umano, per cui un eventuale suo trapasso (stabile) in concreto corrisponde alla sola traslazione. Altri hanno sottolineato però che se il proiettile attraversa stabile il corpo della vittima, la diversa resistenza del mezzo liquido rappresentato dai tessuti molli rallenta il proiettile, inducendo ad una riduzione del suo passo di rotazione dentro il bersaglio biologico: così qualche effetto lesivo potrebbe essere attribuito anche al moto di rotazione. Non insisteremo su questo tema proprio perché il reale contributo dell'energia di rotazione alla lesività rimane questione aperta e di non facile approccio.

E poiché la lesività comunque dipende dall'energia cedibile ai tessuti, si è pensato di aggiungerne una quota al proiettile, dotandolo di una piccola carica esplosiva, che detonasse all'impatto colla cute. Questo principio fu adottato, senza rilevante successo e non scevro di rischi anche per chi sparava (per esplosioni precoci), da vari paesi belligeranti negli ultimi due conflitti mondiali. Ancor oggi il mercato americano offre al suo pubblico proiettili esplosivi quali il Velex/Velet e l'Explorer.

Numerose sono le peculiarità del tramite segnalate in letteratura. Ne riportiamo solo alcune. Ad es. nel primissimo tratto di tramite di colpi sparati a contatto, oltre a rinvenirsi imbrattamenti da fumo della parete e delle sue anfrattuosità ed infissioni di granelli di polvere da sparo emessi col vento di bocca, si possono rilevare i segni del legame del monossido di carbonio (CO), un prodotto volatile della combustione delle polveri da sparo, alla mioglobina dei muscoli lì contornanti il tramite e dell'emoglobina del sangue là stravasato. Tale gas ha un'elevata affinità per questi due gruppi prostetici, legandosi ad essi in modo irreversibile e conferendo al sangue ed al muscolo il colorito rosso acceso rilevabile localmente anche ad occhio nudo. Ma nel prosieguo del tramite tale gas difficilmente riesce ad insinuarsi o quantomeno a produrre uno stesso effetto macroscopico. Ne segue che il suo rilevamento nel primissimo tratto di tramite è ulteriore prova di uno sparo a contatto.

Quando un proiettile, specie se di elevata velocità, durante la percorrenza del suo tramite incontra una cavità naturale ricolma di fluidi, la brusca produzione di onde sferiche di pressione può determinare lo scoppio di tale cavità, con lacerazioni delle sue pareti e con difficile successiva individuazione dell'orifizio d'entrata e di quello d'uscita del viscere esplosivo, risultando, al posto della cavità anatomica, un'ampia breccia di discontinuità anatomica del viscere. Ciò può capitare nello stomaco pieno di materiale alimentare variamente fluido, in anse intestinali ricolme di feci più o meno liquide, ecc. Anche l'arco aortico, per spari di proiettili meno veloci, pur non scoppiando in modo così devastante, può presentare i segni di questa azione idrodinamica, ravvisabili in certe lacerazioni a tutto spessore del vaso, trasversalmente disposte alla direzione del tiro compresa tra l'orifizio d'entrata e quello d'egresso del proiettile riscontrabili sulla parete aortica trapassata. Queste lacerazioni si produrrebbero soprattutto quando viene colpita l'aorta dilatata dal sangue di eiezione ventricolare sinistra (meccanismo fisiologico del Winkessell) e prima della sua propulsione in periferia.

Il segmento di tramite intraepatico di un proiettile di bassa velocità può avere forma cilindrica, fusiforme, troncoconica, a seconda di come il proiettile, nell'attraversare il parenchima, ha ceduto la sua energia. Frequentemente si rinvengono attorno al tratto di tramite epatico fenditure, radialmente più corte in prossimità del suo orifizio d'entrata e più estese in corrispondenza di quello d'egresso. Le più moderne vedute attribuiscono tali fenditure irraggiate alla massima distensione da cavità temporanea, che giungerebbe fino all'apice delle fenditure irraggiate stesse. Proiettili di alta velocità possono determinare nel fegato, ricco di liquidi e poco trattenuto da un resistente sistema di supporto, fenomeni esplosivi idrodinamici, con sgranamento del parenchima e sua dispersione in cavità addominale, senza più riconoscibilità di un orifizio d'entrata epatico o di quello d'uscita e, spesso, del tramite epatico stesso. In qualche parte della superficie esterna del fegato, ma anche di altri organi, quali cuore e reni, un proiettile lento, che dopo una normale trapasso di altri visceri, sia lì capitato tangente, vi determina un semicanale o una docciatura, spesso assai simile a quella cutanea di cui abbiamo in precedenza accennato, con anche quelle incisive laterali ed un po' oblique in direzione del tiro, però prive di quelle minute lacinie (invece osservate nella cute); altre volte le docciature risultano invece prive di incisive obliquo-laterali. Queste ultime sono state descritte sul dorso della lingua e sulla superficie del fegato. Il termine "semicanale" o docciatura è stato utilizzato anche per marcature di colpi di striscio appena sopra il processo mastoideo e della curvatura di un corpo vertebrale. In questi tessuti visco-elastici non si formano incisive laterali inclinate.

Il tramite di un feto di avanzato stato di gestazione, che per solito viene considerato come una ferita d'arma da fuoco, costituisce in realtà un segmento di tramite addominale o toraco-addominale della madre. Non è dunque corretto parlare di foro d'entrata e d'uscita cutanei del feto. Essi sono invece orifizi del segmento fetale di tramite. Ciò principalmente dà conto del perché l'orifizio d'entrata, differisca dalla forma tipica del foro d'entrata cutaneo. Il feto (ed i suoi annessi) è contenuto nell'utero, immerso nel liquido amniotico. Perciò non ci sono le condizioni per la formazione di un ordinario orletto escoriativo. L'orifizio d'accesso al tramite sulla cute fetale avrà al più distacchi parcellari di epidermide ed una forma spesso atipica (il proiettile può giungere instabile, deformato, ecc); è anche spesso indistinguibile dall'orifizio d'egresso, attorno al quale possono formarsi distacchi parcellari epidermici per l'appoggio dell'orifizio d'egresso sulla parete uterina. Anche l'alone ecchimotico attorno agli orifizi cutanei del feto e l'ecchimosi che accompagna il tramite fetale è perlopiù tenue. Ciò soprattutto per la bassa pressione arteriosa del feto e per il suo ritmo cardiaco, che ha carattere pendolare: in generale sappiamo che per l'estensione di un'ecchimosi giocano un ruolo fondamentale proprio l'intensità del battito cardiaco e la sua frequenza. Si è osservato che anche nei segmenti di tramite materni, precedenti ed eventualmente successivi al tratto fetale, vi sarebbe una riduzione dell'infiltrato emorragico che li contorna. Ciò può trovare giustificazione in alcune modificazioni fisiologiche materne dello stato gravidico (aumento della massa ematica circolante, abbassamento della pressione venosa centrale, variazioni della pressione tissutale di certi distretti, modificazioni della coagulabilità del sangue, produzione di endorfine ecc.). In un caso un orifizio (d'entrata), che capitò sulla plica geniena del feto, non fu inizialmente visto perché ricoperto di vernice caseosa.

Talvolta attorno all'orifizio d'entrata di un segmento di tramite polmonare si notano minute bollicine appena sollevanti la pleura viscerale. Esse potrebbero rappresentare l'accumulo sottopleurico dei gas di sparo, entrati nel tramite dietro al proiettile e infiltratisi fino alla sede di reperimento per colpi sparati a contatto del torace; ovvero, in colpi non immediatamente mortali sparati da lontano, potrebbero essere di aria respiratoria, lì migrata per i giochi fisiopatologici tipici del traumatizzato aperto del torace. Ovvero, in cadaveri rinvenuti tardivamente, potrebbero essere di origine putrefattiva, magari lì divenuta precoce per una diretta contaminazione batterica veicolata dal proiettile. Talvolta sulla pleura viscerale attorno ad un orifizio di segmento di tramite polmonare e nel parenchima immediatamente circostante ad esso si rinvengono circoscritti aspetti di sommersione interna da aspirazione locale di sangue in alveoli comunicanti con il tramite emorragico. Nel

tratto di tramite polmonare si possono trovare, sparsi ed infissi lungo le sue pareti, frammenti ossei di provenienza di strutture ossee della gabbia toracica attraversate dal proiettile, i quali si localizzano prevalentemente nel suo primo tratto. Reperti simili riguardano anche tramiti di altre sedi ricoperte da strutture ossee (encefalo, tramiti in grosse masse muscolari, dopo frattura di ossa lunghe, ecc.). Assai più piccole schegge ossee, provenienti dallo stesso focolaio di frattura, possono anche reperirsi in un breve tratto di tramite trapassato prima dell'osso, depositate lungo le sue pareti da fenomeni di cavità temporanea, che spruzzano indietro il materiale scavato davanti dalla punta del proiettile.

Talvolta, in segmenti di tramite di qualsivoglia organo, si rinvenivano corpi estranei (pezzi di stoffa di indumenti, frammenti di bersaglio interposto), spinti dentro dal proiettile. Ma i proiettili di alta velocità li possono trascinare dentro per risucchio, come si è dimostrato ponendo del mezzo di contrasto (solfato di bario) sulla cute integra di animali sperimentali, vicino al punto da colpire; la radiografia effettuata dopo lo sparo rilevava che il mezzo di contrasto era migrato nel tramite, anche in profondità. Ma, in un caso, i pochi capelli imbrigliati in una rima irradiata in tutta prossimità del forame d'entrata cranico di un cadavere decomposto, appartenuti al deceduto, che era stato colpito da un colpo sparato con appoggio della bocca dell'arma all'occipite, si erano casualmente infilati lì per gravità durante la colliquazione dei tessuti pericranici. Confermava quest'origine il mancato riscontro, nei capelli impigliati, di quelle modificazioni derivabili da un loro traumatismo diretto.

Sulle ossa lunghe i proiettili di bassa velocità possono produrre o segmenti di tramite trapassante a forma di trapanatura (veri e propri canali cilindrici, con al più qualche minuto sbecchamento del margine del forame d'egresso osseo), presenti specialmente nel ferimento delle epifisi, o tramiti detti a forma di farfalla, o di semi farfalla, ottenibili perlopiù nei ferimenti delle diafisi. Questi ultimi si caratterizzano per avere rime irraggiate dall'orifizio d'accesso al segmento di tramite osseo, simulanti nella loro distribuzione proprio l'immagine delle ali spiegate di una farfalla. Però proiettili lenti possono anche causare fratture spiralfornite, o oblique; sulla diafisi di un omero è stata descritta anche la forma a buco di serratura, ottenuta in maniera del tutto analoga a quelli cranici di stessa denominazione, di cui diremo. In caso di impatto osseo con proiettili animati da alta velocità, vi è un vero e proprio scoppio, specie delle diafisi, ricche di midollo. Ma si è anche visto che un proiettile di alta velocità, passato vicino al femore nelle sole parti molli della coscia di un arto caricato, furono in grado di produrne la frattura pur senza averlo toccato. Il carico ponderale dell'osso è fattore rilevante anche quando viene colpito direttamente l'osso: si è visto nel corso della seconda guerra mondiale che nelle ossa degli arti inferiori sollecitate dal carico, si producevano tramiti ossei a orifizio d'accesso più stretto, con produzione di scheggiature ossee più piccole; il ferimento con lo stesso tipo di proiettile, sparato dalle stesse distanze di tiro, su un arto scaricato era più devastante e le schegge ossee più grandi, quasi che il carico svolgesse una funzione di compattamento della struttura ossea, così più resistente. Spari cranici possono dare tramiti trapassanti o ritenuti. La sede di ritenzione non è solo endocranica: sono ritenuti anche quei proiettili che hanno determinato un forame cranico d'egresso con nicchia nel cuoio capelluto integro, al più ecchimotico (dove talvolta si palpa il proiettile) in una sede contrapposta al forame d'entrata; anche in questi casi il proiettile ha determinato, come nei colpi trapassanti, un doppio interessamento della calotta cranica, producendole un **forame osseo d'entrata** in cavità cranica ed un **forame osseo d'egresso** dalla stessa. Le denominazioni di forame qui date sono improprie, trattandosi in realtà di due brevi segmenti di tramite osseo, ciascuno compreso tra teca esterna e teca interna, e quindi ciascuno dotato di un orifizio d'entrata e di uno d'egresso. L'orifizio d'accesso al breve tramite costituente il "forame d'entrata" ha, nei colpi a bassa velocità perfettamente perpendicolari al cranio, una forma rotonda (ovalare in quelli inclinati), giace sulla teca esterna ed ha diametro, per solito appena inferiore al calibro del proiettile. Il corrispondente orifizio d'egresso di questo breve segmento di tramite cranico "d'entrata" giace sulla sottostante vitrea, è anch'esso circolare e concentrico a quello d'entrata, se il colpo fu perpendicolare, ed è, però, di più ampio raggio. Le pareti di questo breve tramite sono perciò inclinate in modo che il "forame d'entrata" si caratterizza per una **svasatura imbutiforme** rivolta verso la profondità del cranio. L'orifizio d'egresso della vitrea sarà ovalare ed eccentrico rispetto al soprastante ovalare d'entrata, nei colpi penetrati nel cranio con una certa obliquità, e la svasatura risulterà in questi casi asimmetrica. Nei colpi trapassanti la calotta il "forame d'egresso cranico" è pure un breve segmento di tramite, contrapposto al "forame d'entrata". Il suo orifizio d'accesso al breve tramite è sulla vitrea, ha diametro maggiore dell'orifizio d'ingresso del "forame d'ingresso" e forma più irregolarmente circolare, a seconda di come si è presentato il proiettile sulla vitrea (stabile o instabile, deformato dal precedente urto, ecc.<sup>12</sup>). L'orifizio d'egresso del breve tramite, attraverso il

---

<sup>12</sup> Tutte situazioni che per solito comportano una maggior cessione di energia e quindi una maggior distruzione di tessuto osseo, con appunto un più grande forame d'egresso osseo.

quale il proiettile se ne esce dalla cavità cranica, è posto sulla teca esterna, è più ampio di quello d'entrata sulla vitrea (ed è anche più ampio di quello d'uscita, sulla vitrea, del forame d'entrata). La svasatura è ora rivolta esternamente ed è proprio il diverso orientamento delle svasature rispetto alla struttura della calotta che consente di distinguere forame osseo d'entrata dal contrapposto, d'uscita<sup>13</sup>. Malgrado questa imperfetta denominazione, si continuerà a chiamare questi corti tramite teccali forami (d'entrata e rispettivamente d'uscita), non suscitando tale denominazione irrimediabilmente equivoci interpretativi. Tali forami, tanto quello d'entrata che d'uscita, vengono anche indicati, come **fratture primarie** craniche da colpo d'arma da fuoco. Accanto a ciascuna frattura primaria si possono formare altre fratture **secondarie** ed eventualmente **terziarie**, così denominate per l'ordine cronologico col quale l'attraversamento teccale del proiettile le induce. Le secondarie sono anche note come rime **irraggiate**, perché si propagano radialmente dal margine della frattura primaria, o da **incuneamento**, per la similitudine a quelle derivabili dall'impianto di un cuneo, o anche **meridiane**, per la loro disposizione, che evoca quella dei meridiani di un mappamondo. Le terziarie, sempre in riferimento al mappamondo, vengono anche denominate **parallele**, o **equatoriali** o **concentriche**; ma una loro qualificazione più moderna ed efficace è quella di rime da **sollevamento**, con la quale si vuole suggerire il loro meccanismo di produzione, così peculiare dei colpi d'arma da fuoco, ed invertito rispetto alle rime parallele di un trauma contundente del cranio, di disposizione di rime parallele in qualche modo simile, ma da inflessione. Le rime secondarie si irraggiano dal foro primario con grande velocità. Quelle irradiate dal foro d'entrata precorrono il proiettile, che sta viaggiando in cavità cranica. Per questo ritardo del proiettile talvolta capita che la sua uscita colga una o entrambe le sponde (variamente diastosate tra loro) di una delle rime irraggiate dal forame d'entrata, marcandola con un difetto d'egresso ad arco, svasato in fuori e chiuso dalla contrapposta sponda (non svasata), se ne fu colta una sola, o con due dirimpettai difetti arcuati, svasati in fuori, formanti una figura geometrica complessivamente lanceolata se furono colte entrambe. Comunque queste aperture sulla rima hanno una superficie minore di quella attendibile in un forame d'egresso su sola teca.

Le rime irraggiate da un forame d'entrata sulla calotta possono essere più estese di quelle irradiate dal forame d'uscita, ma possono essere anche di stessa lunghezza, ovvero esserne più corte. La loro lunghezza non dipende dall'energia posseduta al momento dell'impatto del proiettile, sempre maggiore che in uscita, bensì dall'energia effettivamente ceduta in ciascuno dei due impatti della calotta: in uscita dalla cavità cranica il proiettile, pur dotato sempre di minor energia cinetica, ne potrebbe cedere più che in entrata, benché lì meno animato, per un urto di fiancata o perché deformato, ecc..

Si è applicato anche nei ferimenti cranici multipli d'arma da fuoco la regola, per la quale Puppe, nei traumi contundenti multipli, era riuscito a determinare la successione dei colpi. Tale regola afferma che una rima irraggiata da un focolaio contusivo deve interrompersi contro la rima irraggiata di un precedente urto (si interrompe anche contro suture o forami anatomici cranici). Ma nei colpi d'arma da fuoco l'applicabilità di tale regola incontra difficoltà, quando una rima irradiata da un forame vada ad interrompersi non contro un'altra rima (secondaria o terziaria) ma contro il margine di un'altra frattura primaria: può essere difficile stabilire dai soli reperti autoptici se la rima di connessione di due forami si irradia dall'uno o dall'altro forame.

Le rime terziarie si formano nei casi in cui l'energia cinetica ceduta alla teca sia effettivamente elevata. In particolare tale energia deriva dalla cavità temporanea sviluppata dal proiettile in attraversamento del contenuto cranico e, negli spari a contatto del cuoio capelluto, anche dal vento di bocca entrato in cavità cranica dietro al proiettile. Il rialzo pressorio, centrifugo alla direzione del tiro, solleva le doghe ossee sottese tra una rima irraggiata e la contigua al di là del loro carico di rottura, determinando rime trasversali a quelle irradiate. Una rima parallela è dunque sottesa solo tra una rima irraggiata e la contigua. Eventuali rime parallele, che sembrano solcare ad uno stesso livello più daghe contigue, costituisce solo una coincidenza: per la citata regola del Puppe una rima si deve necessariamente interrompere contro quella già formata. Poiché le rime parallele si formano anche in traumi cranici contusivi, nel rinvenimento di un cranio osseo privo di fratture primarie - perdute per l'azione di animali, del tempo trascorso, dell'ambiente, del calore, o per traumatismi durante il recupero, ecc.- si può differenziare il tipo di trauma (contusivo o d'arma da fuoco) dalla inclinazione in profondità della rima parallela. Nei colpi d'arma da fuoco, che comportano sollevamento delle daghe ossee, la rima parallela risulterà inclinata tra teca esterna e teca interna secondo una svasatura in fuori (tan-

---

<sup>13</sup> Talvolta il forame d'entrata di un colpo al cranio presenta, oltre al normale ed accentuato svasamento interno, anche un millimetrico svasamento diretto verso la provenienza del tiro, che può essere totale, quando contorna completamente il foro, o solo parziale, quando ne contorna un arco. La presenza di questo sbecamento della teca esterna può suscitare difficoltà interpretative sulla direzione del tiro, in quanto l'atteso e più marcato svasamento interno, che dirimerebbe ogni dubbio diagnostico, si lascia apprezzare solo dopo sezione della calotta. Difficoltà interpretative analoghe potrebbero insorgere a fronte del cranio di un cadavere sottoposto a carbonizzazione, riscontrandovi un forame osseo certamente d'entrata, ma contornato da un ampio benché poco profondo svasamento esterno. Questa svasatura esterna è dovuta esclusivamente alla calcinazione, che si manifesta in questa forma proprio per la presenza del forame.

to se sono satelliti del forame d'entrata che di quello d'uscita). Viceversa nei colpi contundenti, nei quali il meccanismo è quello della inflessione, la parete della rima parallela si svaserà verso la profondità.

Ma i danni interni, che un proiettile produce nel suo attraversamento, non si limitano sempre solo al tramite. Si conoscono anche effetti dannosi variamente lontani da esso.

Di questi **effetti a distanza** faremo solo un cenno.

Nello sparo di un proiettile iperveloce su un arto inferiore di un animale sperimentale si sono visti a carico dello sciatico dell'arto colpito, di quello controlaterale nonché del nervo frenico danni assonici submicroscopici aspecifici: riduzione dei microtubuli, invaginazioni mieliniche, interruzioni dell'assolemma, deformazioni dei nodi di Ranvier e degli spazi di Schmidt-Lanterman, ecc., ritenuti causati dall'onda d'urto aguzza che sta sulla punta del proiettile iperveloce. Per opinione prevalente l'onda d'urto, pur dotata di un'elevata energia, non potrebbe danneggiare tessuti lontani dal tramite per la brevissima durata del suo passaggio. La questione della loro capacità lesiva a distanza rimane dunque aperta.

Con tiri di bassa velocità nell'encefalo sono stati descritti, nello stesso, danni assonici (frammentazione assonica) e neuronici (shrinkage e omogeneizzazione di nucleo e citoplasma) lontani dal tramite, i quali giustificherebbero quei casi di morte immediata per arresto cardiaco e respiratorio, che talvolta coglie i traumatizzati cranici per arma da fuoco. Tuttavia non si hanno criteri per stabilire se questi aspetti siano direttamente riportabili all'azione del proiettile, che certamente attinge strutture neurali in collegamento sinaptico a rete con le sedi nervose più lontane, così lese, o derivassero invece dall'ipossia e dall'edema, che quasi subito accompagna il trauma encefalico.

A causa della cavità temporanea suscitata dal passaggio del proiettile la massa encefalica viene anche dilatata e spinta bruscamente contro la scatola cranica (volta e base) o contro strutture durali da essa procedenti, riportando contusioni ed ecchimosi corticali, lontane dal tramite. Del resto violenti allargamenti di un organo attraversato dal proiettile per effetto della cavità temporanea, con urto di una qualche sua parte periferica contro pareti di contenzione e con produzione di ecchimosi ma anche, specie nel fegato, di sgranature lacerocontuse, si possono reperire anche in altri visceri, quali polmoni e, appunto, fegato. Per interessamenti del rachide nelle sue porzioni inferiori si sono rinvenute emorragie subaracnoidee endocraniche. Secondo un'antica teoria dello Schmaus (primitivamente constatata in traumi contusivi rachidei) tale emorragia endocranica sarebbe conseguente alla propagazione dell'onda d'urto dallo spazio midollare a quello encefalico attraverso il liquor. Per uno sparo accidentale con un fucile a pallini a contatto della natica di un bambino, il cui tramite produceva anche un'apertura del canale sacrale, si è rinvenuto negli spazi subaracnoidei della base cranica sangue frammisto a materiale fecale, di provenienza dalle concomitanti lesioni del basso intestino. In spari fratturativi del rachide rispettosi della dura dello speco vertebrale sono state riscontrate nel midollo spinale (non direttamente colto dal proiettile) emorragie intramidollari a lapis, specie della sostanza grigia (ematomielia). Anche piccole lacerazioni delle pareti di ventricoli cerebrali, altrove attraversati dal proiettile, sono effetti a distanza sostenuti dall'azione idrodinamica del proiettile sul liquor endocavitario. Sono ancora effetti a distanza dal tramite dislocazioni di parti della massa encefalica attraverso forami anatomici. erniazioni di tessuto cerebrale attraverso l'apertura d'entrata o d'uscita di un proiettile possono dipendere da edema cerebrale, e quindi sono fenomeni più tardivi rispetto al momento del ferimento. Ma erniazioni di altri organi, ad es. quelle di anse intestinali attraverso un'apertura cutanea d'arma da fuoco di spari di proiettili di alta velocità, furono suscitate dalla spinta della potente cavità temporanea. Quali effetti a distanza di spari allo sterno o alla regione mediastinica anteriore, talvolta effettuati anche a contatto (quindi con azione supplementare del vento di bocca), sono state riscontrate ecchimosi congiuntivali, insorte per un'onda pressoria reflua, salita a ritroso dalla cava superiore, dov'era suscitata dalla penetrazione in essa del proiettile animato. Altri effetti a distanza, non solo spaziale, ma anche temporale, sono dovuti ad azioni tossiche di proiettili ritenuti o di suoi frammenti, pure ritenuti. Citiamo il caso di un ferimento bellico da proiettile esplosivo al fosforo bianco in addome (con foro d'entrata ad una coscia), nel quale si sono prodotte terminalmente una necrosi ed una steatosi epatiche. L'aviere inglese della seconda guerra mondiale, dopo un recupero incoraggiante per la pronta cura chirurgica, decedeva a qualche giorno dal ferimento per gli effetti intossicanti di minuti frammenti di proiettile contenenti il fosforo, che non avevano raggiunto il fegato. Sono stati descritti: casi non mortali di intossicazione con lo zinco di composizione di un proiettile d'ottone, rimasto ritenuto; casi di intossicazione da rame, perlopiù, però, circoscritti alla sede di ritenzione encefalica. Ma forse più studiata e nota è l'intossicazione cronica da piombo, elemento che svolge una sua azione tossica non solo locale ma anche sistemica, in special modo quando la ritenzione del proiettile, che lo libera, è nelle articolazioni, a contatto col liquido sinoviale. La lieve alcalinità di tale liquido favorirebbe il suo scioglimento. Non estranea nel meccanismo produttivo di questa intossicazione cronica anche l'azione di levigatura che la superficie del proiettile può subire in un'articolazione mobile. Sono ovviamente segni a distanza anche quegli aspetti clini-

ci e morfologici legati al deficit funzionale dell'organo colpito, all'emorragia sistemica, alle sequele, che, per l'importanza clinica, vengono discusse in altre discipline. Anche dell'embolia di proiettile, non diremo ulteriormente. A seguito di una ferita d'arma da fuoco possono intervenire anche altri tipi di embolia, ad es. quella gassosa; quella di frammenti di tessuti di organi colpiti (fegato, encefalo, osso ecc.) vicino a particolari sedi vascolari (vene sovraepatiche, seni durali, ecc.), pur esse scontinuate dal proiettile, le quali hanno consentito l'aspirazione del frammento tissutale ed il suo veicolamento in organi lontani dalla ferita.

## Aperture d'egresso

Se il proiettile, percorso il tramite, raggiunge la cute contrapposta ancora dotato di un'energia cinetica superiore al valore soglia cutaneo proprio di quella sede, la varca per uscire dal corpo: si lascia dietro un'apertura d'uscita cutanea (talvolta su mucose prossime alla superficie cutanea), le cui caratteristiche la differenziano da quella d'entrata.

In generale le aperture d'egresso hanno un'estrema variabilità di forme, che dipendono da come il proiettile ha investito dalla profondità la soprastante cute, dal tipo di cute attraversata, dalla maggiore o minore vicinanza della cute ad un osso sottostante, dall'eventuale presenza di un appoggio sulla cute.

In un'apertura d'egresso è attendibile una certa tendenza alla estroflessione dei margini. Ma si tratta di un carattere poco affidabile per la differenziazione col foro d'entrata. In accordo con l'estroflessione, possono veder protrudere dal foro d'egresso, ancorati in qualche parte terminale del tramite, frustolini di tessuto molle provenienti dal tramite stesso, o schegge ossee, anch'esse trascinate fuori da un sottostante vicino tramite osseo ed impigliatesi più o meno lassamente nelle pareti del foro. Talvolta, per la loro bassa elasticità, protrudono nel lume del foro d'egresso alcuni lobuletti adiposi più o meno cincischiati ed infiltrati di sangue. Quando l'osservazione del cadavere è tardiva, i tessuti protrusi si essicano e si incartapecoriscono, anche solo parzialmente, per evaporazione cadaverica, lì intensificata dall'esposizione. L'ecchimosi che contorna il foro ha aspetto variabile: talvolta è intensa ed omogenea, talaltra sfumata e mazzata, talaltra ancora, quasi assente, in dipendenza dallo spandimento ematico del tratto di tramite prossimo al foro d'egresso nonché dall'efficacia della pompa cardiaca della persona ferita. Anche le dimensioni e la forma del foro d'egresso sono variabili da caso a caso, sia pure in colpi trapassanti multipli da stessa arma e da cartucce della stessa partita. Se il proiettile raggiunge stabile ed indeformato la cute per uscire, il foro d'egresso risulterà rotondo come quello d'entrata ma di diametro più piccolo, per la sua minor energia cinetica. Ma un'uscita in stabilità è perlopiù rara; più spesso il proiettile si deforma oppure si destabilizza. Le forme della superficie di presentazione del proiettile che dalla profondità si affaccia alla cute per uscire dal corpo possono così essere molteplici. Da qui l'affermazione, per altro non tassativa, che il foro d'egresso è più grande di quello d'uscita e di forma non necessariamente circolare. La maggior superficie di presentazione di un proiettile deformato o ruzzolante fa cedere una maggior quota di energia, che si traduce in una lesione più ampia della cute. La forma poco aerodinamica del proiettile deformato o quella assunta dal proiettile destabilizzato agiscono anche modificando il coefficiente di resistenza, concorrendo al maggior danneggiamento cutaneo. Oltre ad aperture d'egresso più grandi, di forma irregolare, si potranno così osservare aperture stellate o simili a fenditure. Nel cranio il cuoio capelluto poggia vicinissimo ad un osso, che subisce la scontinuatione appena prima della cute; i frammenti ossei provenienti dalla frattura primaria d'egresso possono animarsi ed uscire col proiettile, con un aumento complessivo della superficie di presentazione del proietto, che è costituito non solo dal proiettile ma anche dai frammenti ossei stessi. Anche il sollevamento delle doghe ossee sottostanti può concorrere ad una lacerazione del margine dell'apertura cutanea. Viceversa quando un proiettile molto animato e dotato di elevata energia di rotazione si frammenta dentro il bersaglio, qualche frammento più grosso, dotato di sufficiente energia cinetica, può raggiungere la cute per scontinuarla ed uscire dal corpo (quelli minori sono per solito ritenuti in minute nicchie). Il frammento trapassante possiede comunque una minor massa del proiettile intero. E poiché la massa contribuisce all'energia cinetica ( $\frac{1}{2} m v^2$ ), il frammento animato che esce ne avrà meno da cedere alla cute: così la sua apertura d'uscita sarà più piccola, di forma irregolare.

Un proiettile che dalla profondità raggiunga la cute con un'energia prossima al valore soglia può scontinuarla appena, rimanendo sottocute visibile attraverso la minuta fenditura e palpabile. Talvolta, se non riesce a scontinuarla, determina un rilievo cutaneo spesso ecchimotico in cima o questa è esangue, mentre la cute che contorna il rilievo presenta una più o meno sfumata ecchimosi. La palpazione del rilievo cutaneo fa apprezzare un corpo estraneo dalle dimensioni e dalla forma compatibili con quelle di un proiettile, che è perlopiù mobile sul piano sottostante. Altre volte invece la sede di ritenzione sottocutanea non si appalesa sulla superficie cutanea, dovendosi rimandare il recupero del proiettile alla fase autoptica. Un'apertura d'egresso, capitata dove la cute

appoggiava contro un oggetto rigido, si può confondere con l'apertura di rientro dello stesso proiettile, avvenuto accanto per rimbalzo dal bersaglio interposto. Il proiettile ritenuto viene per solito recuperato pochi centimetri sopra il foro cutaneo comune. Non sono facilmente apprezzabili caratteri ispettivi dell'apertura comune, tali da differenziare ciò che è stato indotto dall'uscita del proiettile da quanto si è concretizzato per il suo rientro. I proiettili appuntiti, di piccolo calibro e di alta velocità dei moderni fucili d'assalto possono frammentarsi formando ampie cavità iniziali, senza fori d'uscita, ovvero producendone di ampi fino al palmo di una mano; raramente escono con fori più piccoli del foro d'entrata, dipendendo ognuna di queste evenienze da come viene ceduta l'energia al bersaglio e, se questo è esclusivamente di tessuti molli, a seconda del suo spessore. Nel caso di ampie breccie d'uscita di proiettili di alta velocità è stata segnalata sul loro fondo la presenza di lacinie a ponte, o anche disposte a reticolo. Tali lacinie, per solito costituite da filuzzi vascolari, da nervi ma anche da briglie di altri tessuti lacerati, sono un elemento caratterizzante le ferite lacero-contuse, con cui ad un primo sommario esame queste aperture d'egresso possono essere facilmente confuse.

L'**orletto escoriativo** è una peculiarità del foro d'entrata. Tuttavia in certe condizioni una lesione epidermica simulante l'orletto escoriativo dei fori d'entrata si realizza anche attorno al foro d'egresso cutaneo. Le modalità di produzione sono assai diverse da quelle dell'orletto che cinge il foro d'entrata. Fu il nostro Romanese che nel 1921 segnalò ed interpretò correttamente questo carattere, attribuendo la sua presenza all'esistenza di un appoggio contro un bersaglio di elasticità diversa da quella della cute attinta dal proiettile in egresso. Quando il proiettile di bassa velocità raggiunge la cute per uscire i fenomeni idrodinamici che lo accompagnano si vanno spegnendo. Ora è proprio il proiettile che effettivamente trascina in fuori la cute elastica, estroflettendola a dito di guanto, prima di scontinuarla per la sua uscita. Se in questa estroflessione il proiettile e la cute che lo avvolge incontrano un bersaglio di elasticità diversa da quella della cute stessa, l'impatto della punta del dito di guanto contro esso bersaglio determina il distacco epidermico dell'apice del dito di guanto, al centro del quale subito dopo si forma il foro d'egresso. Residua attorno al foro un precedente distacco epidermico ("discoesione"), che, specie se osservato nel cadavere dopo un certo tempo dal ferimento, per l'evaporazione e per i depositi di pulviscolo atmosferico può assumere l'aspetto essiccato proprio degli orletti contornati il foro d'entrata. Possono insorgere difficoltà nel differenziare macroscopicamente il foro d'entrata da quello d'uscita. L'appoggio può essere un muro, un palo, uno schienale di sedia, come in certe esecuzioni capitali mediante fucilazione, o il pavimento sul quale viene finita la vittima, in precedenza ferita e inabilitata, oppure una stampella, una cintura, una gessatura, ma anche indumenti aderenti, come collant, ecc. Tale orletto può essere completo o anche incompleto, circolare od ovalare. L'ovalare e l'incompleto risultano soprattutto quando l'estroflessione a dito di guanto è inclinata rispetto al piano del bersaglio appoggiato in uscita, così potendosi ulteriormente argomentare, ma non sempre in modo uniforme, sulla direzione del colpo. Per il proiettile che giunge dalla profondità in prossimità di cute appoggiata, taluno (Aguillar) intravede tre possibilità: un proiettile poco animato schiaccia solo l'epidermide contro il bersaglio rigido, causando una piccola escoriazione circolare; con un'energia un po' più elevata, la cute, scagliata contro l'appoggio, si lacera appena al centro della piccola escoriazione circolare, ma il proiettile rimane sottocute; infine, crescendo ulteriormente l'energia, si ottiene il quadro descritto da Romanese. Nei casi reali si sono riscontrate tanto le escoriazioni rotondeggianti, sotto le quali si è trovato il proiettile, che le minute soluzioni cutanee centrali all'escoriazione rotondeggiante, con ritenzione del proiettile.

Nelle ferite a setone, per l'impatto inclinato dell'entrata, per il decorso tangenziale alla cute del tramite e per il basso angolo di uscita del proiettile, che con la sua fiancata asporta direttamente l'epidermide del tratto di margine distale del foro d'egresso (quindi senza che vi sia un appoggio), residuano, tanto in entrata che in uscita, fori ovalari contornati ciascuno da un'orletto escoriativo ovalare, eccentrico al foro; l'apparenza complessiva è quella di un doppio occhiello, in cui il foro d'entrata è indifferenziabile da quello d'uscita. Né la distinzione è consentita nei ferimenti a setone da distanza ravvicinata perché le emissioni dei prodotti di combustione vanno a contornare entrambi i fori<sup>14</sup>.

### **Lesività d'arma da fuoco a palle multiple**

Tale lesività viene perlopiù prodotta da fucili da caccia privi di rigatura di canna, che emettono palle multiple o una palla singola, a prevalente impiego nella caccia stanziale. Sono però a palle multiple (raramente letali per l'uomo) anche certe cartucce utilizzabili in normali pistole a tamburo, utilizzate contro serpenti, roditori,

---

<sup>14</sup> Nei maiali colpiti da proiettili trapassanti il distacco epidermico attorno al foro d'egresso si forma con gran frequenza anche senza un appoggio, a causa della minore elasticità della sua cute rispetto a quella posseduta dall'uomo (che è invece simile a quella del cane, ma minore di quella del topo).

piccoli animali in genere. A palle multiple anche i colpi di mitraglia emessi dai nostri vecchi moschetti '91 a canna rigata, nella cui cartuccia il normale proiettile unico era sostituito da uno di stesso calibro e forma, ottenuto dall'assemblaggio di piccoli semicilindri di piombo, tenuti assieme da una labile incamicatura; appena uscito dalla bocca di fuoco, la resistenza aerea lacerava l'incamicatura del proiettile ed i mezzi cilindretti si separavano, per determinare sul lontano bersaglio caratteristiche rose lesive. Sono a palle multiple anche certi fucili a pompa di impiego antisommossa, che emettono sfere di gomma. Benché progettati per produrre effetti morali, si sono dimostrati egualmente pericolosi per l'integrità personale. Descriveremo le ferite da fucile da caccia, che sono quelle di più frequente riscontro peritale.

Anche di questi fucili sarebbe importante conoscere i numerosi dettagli tecnici, che possono tornar utili nella comprensione dei quadri lesivi. Ci limitiamo a dire che vi sono fucili ad una canna e a due canne. Quelli ad una sola canna, quando non sono automatici, sparano un colpo per volta. Gli automatici sono in grado di esprimere una ripetizione di più colpi in tempi ristretti. Le doppiette, dotate oltre che di due canne, di due camere, di due grilletti e di due cani, possono sparare al più due colpi in successione, ma non così rapida come quella del fucile automatico. Le canne delle doppiette possono essere o sovrapposte o orizzontali. Questi fucili utilizzano cartucce diverse da quelle per canna rigata. Oggi le cartucce sono perlopiù costituite da una base metallica, al centro della quale vi è l'innesco, e da un soprastante più lungo involucro cilindrico in plastica, che contiene le cariche, chiuso per accartocciamento a torta della sua parte anteriore. In prossimità del fondello è contenuta la carica esplosiva di polveri infumi, anteriormente è contenuta la carica di piombo (o di altro materiale), che può essere o una palla unica (slug) o alcuni pallettoni o numerosi pallini o altro. Separa le due diverse cariche una borra, un tempo un cilindro di stoppa, di cartoncino o di sughero, oggi in plastica e di varie conformazioni, nelle quali si riconoscono talvolta un corto contenitore (concavo, cilindrico) rivolto verso la retrostante polvere, un disco, e, davanti a questo, un lungo contenitore della carica di piombo; tra il disco e il cilindro più lungo vi può essere un sistema di ammortizzazione. Questa struttura, costituita da parti funzionalmente diverse, è un'unica borra di plastica stampata in blocco; nel suo stampaggio si è anche provveduto di dotare la parete del calice anteriore di linee di minor resistenza parallele al suo maggior asse, che permettono al calice uscito dalla canna e investito dalla resistenza aerea, di aprirsi a petalo, lasciando che la carica di piombo prosegua autonoma la sua corsa, separata dalla retrostante borra di plastica. Anche il calibro di questi fucili è particolare, adottandosi ancora un antico sistema classificativo dei calibri delle armi da fuoco ad avancarica. Più che l'ampiezza della canna rileva il peso espresso in libbre di una palla sferica di piombo dolce capace di entrare in quella canna, occupandone tutto il diametro. Un esempio sarà maggiormente illustrativo: un fucile calibro 16 sta ad indicare che da una libra di piombo dolce ottengo 16 sfere, le quali si impilano in quella canna, aderendo ciascuna, col suo equatore, alla parete della canna stessa; e poiché il piombo molle<sup>15</sup> (dal peso specifico noto) di una sfera del peso esatto di un sedicesimo di libbra (cioè di 16 gauge) assume un ben preciso e costante volume, da quest'ultimo si può ricavare con elementari formule geometriche il calibro espresso in millimetri (per il "16 gauge" il diametro della sfera di piombo dolce è di 17 mm; per il calibro 12 il diametro è di 18,30 mm, ecc.). Più basso è il calibro del fucile espresso in gauge, più grande è il calibro della canna espresso in millimetri. Il calibro 32 gauge ha un diametro di sfera (e quindi di anima di canna) pari a 12,95 mm, che è tra i più piccoli calibri di tali fucili. Fa eccezione a questa regola il calibro .410, che, come le armi rigate, è espresso in pollici<sup>16</sup>. Le cartucce di quel determinato calibro espresso in gauge, oltre ad emettere una palla singola del diametro della canna, emette anche cariche di sfere di piombo più piccole del diametro della canna, benché il loro peso complessivo sia lo stesso della sfera che qualifica il calibro. Nemmeno la grandezza delle singole sfere della carica multipla (pallini e pallettoni) è espressa dal loro diametro in millimetri; è invece indicata da un numero riportato sulla cartuccia. Per solito a numeri bassi corrispondono diametri alti ed a numeri alti sfere di diametro basso. Così ad es. il pallino n° 12, appartenente alla categoria dei birdshot, ha diametro di .05 inch, pari a 1,27 mm, pesa mg 11, e, per farne un'oncia (che è un sedicesimo di libbra [quindi il fucile è di calibro 16]) ce ne vogliono 2385; il pallino n° 2, appartenente ancora ai birdshot, misura .18 inch di diametro (4,5 mm) e pesa 315 mg; per raggiungere l'oncia necessaria alla carica di piombo pari al gauge preso in considerazione ce ne vogliono 30. Diversamente che nei fucili a canna rigata, il calibro di una canna da fucile a palle multiple può essere ridotto in prossimità della bocca: come nel moto di un fluido, che assume velocità per un restringimento del tubo, anche le palle multiple giunte in prossimità dello **strozzamento** lì posto, acquisiscono velocità in uscita, riducendo l'ampiezza della rosa e arrivando più lontane.

<sup>15</sup> La specificazione del piombo è importante, perché se il piombo è duro, o vi è una sfera di diverso metallo, cambia il peso specifico, e quindi si ricava un diverso diametro di canna.

<sup>16</sup> .410 inch corrispondono a 10,60 mm.

La lesività superficiale di una scarica di pallini o di pallettoni emessi da un fucile da caccia ha forma variabile in rapporto al comportamento della massa dei pallini o dei pallettoni nel mezzo aereo attraversato prima del raggiungimento del bersaglio.

In canna la scarica di palle multiple viaggia compatta, come un unico proiettile cilindrico, nel quale sono tra loro stipate dalla pressione dei gas e, quelle più periferiche, vengono premute contro la sua parete. Uscita dalla canna, la carica di piombo mantiene questo assetto compatto di forma cilindrica per un tratto aereo che varia da arma ad arma e da tipo di cartuccia a tipo di cartuccia, e se in questo primo tratto di percorso aereo viene colpito verticalmente il bersaglio, questi riporta un foro rotondo, in tutto simile a quelli da palla unica, fuorché per il diametro, di solito assai più grande di quello lasciato dalle palle uniche (nel primo tratto del suo percorso aereo la scarica “**fa palla**”). Se la carica che fa palla raggiunge la cute disposta obliquamente, il foro d’entrata è ovalare. Successivamente, per la resistenza aerea e per un gioco di scomposizione e distribuzione del vettore di spinta tra tutte le palle a stretto contatto tra loro (insorto in canna, ma lì soffocato dalla tenuta della parete), la scarica di piombo comincia a disgregarsi alla testa del cilindro, dove le palle più esterne tendono a divergere e a rallentare, mentre le assiali proseguono il loro percorso ancora compatte e veloci. Questo spargimento aereo delle palle periferiche avviene, in questo tratto successivo di percorso aereo, in forma di cono, ad apice diretto verso la bocca dell’arma ed a base distale (**cono diretto**). Sul bersaglio posto verticalmente subito dopo lo spazio in cui la scarica fa palla, cioè quasi all’apice del cono, si ha un allargamento del diametro del foro centrale con qualche raro forellino da singole palle perlopiù immediatamente perimarginale e talvolta solo limitato ad un tratto di margine; il margine del foro risulta dentellato per la non uniformità dell’allargamento delle palle di testa. Un bersaglio posto nel cono diretto un po’ più avanti riporta, oltre ad un foro centrale più piccolo e dai margini dentellati, una fitta rosa a questo concentrica. Le palle più periferiche del cono sono quelle che, dotate di minor energia cinetica, si disperdono nell’ambiente senza nemmeno raggiungere il bersaglio; solo quelle più animate (ma comunque meno delle assiali) lo raggiungono, marcandolo variamente: se hanno un’energia cinetica superiore al valore soglia della cute, le producono minuti fori d’entrata satelliti del grande foro centrale, altrimenti la escoriano in modo puntiforme o causano su essa minute ecchimosi.

Quando alle maggiori distanze per le stesse ragioni anche i pallini assiali cominciano ad abbandonare la loro compattezza, inizia, dalla base del cono di spargimento precedente, un percorso aereo a forma di **cono rovesciato**, con apice distale, in cui tutte le restanti palle della scarica ancora sufficientemente animate vanno a raggiungere il bersaglio. A queste distanze su un bersaglio verticale non vi è più il foro centrale; vi è una rosa rotondeggiante di lesioni da singoli pallini sparse e rarefatte. In questo tratto di percorso distale più il bersaglio è lontano dalla bocca di fuoco, più piccolo è il diametro della rosa.

Invece che a due coni rovesciati di base comune, il profilo dell’intero percorso aereo di una scarica di palle potrebbe essere paragonato efficacemente alla forma di un ferro di lancia, che tiene conto anche dello spazio in cui la scarica fa palla e che si presta meglio alla comprensione di altri fatti balistici. Un medesimo fucile da caccia può sparare tanto una cartuccia a pallini che una a pallettoni ovvero una palla singola, purché tutte di stesso calibro. Ognuna di queste cartucce ha lo stesso peso di carica di piombo e la stessa carica di polvere. Differisce solo il diametro delle singole sfere in piombo. Il comportamento balistico delle diverse cariche di piombo, nel mezzo aereo, varia proprio in funzione del numero di sfere, che costituiscono ciascuna carica. La parità del peso del piombo e la parità del quantitativo di polvere potrebbero indurci a ritenere che anche il percorso aereo della scarica risulti eguale per le cartucce citate, ottenendosi nel caso di palle multiple di diverso diametro, coni rovesciati identici, e quindi quadri lesivi, a stesse distanze di tiro, sovrapponibili. Fori d’entrata di stesso diametro e forma per spari di fucile da caccia di stesso calibro ma di cartucce a palle multiple di numero diverso sicuramente si osservano in colpi a contatto o ravvicinati del cranio o in bocca, dove si ottengono anche sfaceli dell’intero cranio. Ma il comportamento tra cariche di sfere di numero diverso messe a confronto sicuramente muta al di là dello spazio in cui queste non fanno più “palla”. Quando inizia la divergenza delle sfere, l’energia cinetica deve essere mediamente ripartita tra ciascuna di esse. E’ evidente che se i pallini di uno stesso peso di carica sono numerosi, a ciascun pallino, dopo lo spazio in cui la scarica fa palla, compete, in media, un’esigua quota di energia cinetica (la quantità totale divisa per l’alto numero dei pallini). Se invece lo stesso peso di carica di piombo, spinto dallo stesso volume di gas, è costituito da pochi pallettoni di diametro maggiore, ciascuno d’essi verrà mediamente ad avere, per effetto della divisione, una quota di energia cinetica più alta che in ciascun pallino<sup>17</sup>. Allora i singoli pallettoni, dotati di maggior energia cinetica, andranno più lontani, e, pur divergendo, rimarranno più vicini alla posizione assiale e per più tempo. La palla unica (slug) utilizzabile nel fucile a canna liscia di stesso calibro, di stesso peso, mossa

---

<sup>17</sup> Ed il ragionamento va esteso al confronto tra pallini di diverso diametro, o a quello di pallettoni di diverso diametro.

dalla stessa carica di polvere, si accaparra l'intera energia cinetica sviluppata dai gas, raggiungendo la massima distanza. Il "ferro di lancia" di un tiro di pallini piccoli sarà molto corto ed ampio, perché gran parte dei pallini andranno presto a disperdersi in ragione della scarsa energia cinetica posseduta da ciascuno d'essi. Con i pallettoni, invece, il ferro di lancia si allunga molto e si restringe, per diventare un ideale più lungo segmento di retta nell'impiego di palle singole. Il ferro di lancia proprio di ogni cartuccia e di ogni arma ci dà un'idea piuttosto precisa del loro **spazio di micidialità**, che consente il giusto utilizzo di cartuccia per le diverse prede.

La grandezza del foro rotondo nei ferimenti nello spazio in cui la scarica fa "palla" si avvicina a quella del calibro dell'arma, senza raggiungerla. Se il colpo è a contatto o quasi, il foro si contorna di uno stampo della volata. Talvolta vengono riprodotti anche particolari, che consentono l'identificazione dell'arma che ha sparato. Nelle doppiette può esserci accanto allo stampo della bocca da cui è uscito il colpo anche quello della vicina, che non ha sparato, per solito più attenuato distalmente alla posizione del foro, sottendendo o cute integra o talvolta dotata di minute lacerazioni epidermiche, perlopiù centrali. Con certi tipi di fucili a pompa sparati a contatto, in cui l'estremità anteriore di quest'ultima, di dimensioni simili a quelle della canna, cessa allo stesso livello della bocca, si ottiene, una lesione a forma di "8", la cui asola derivata dalla stampo della pompa è di cute completamente cincischiata.

Nei colpi a palle multiple, che feriscono quando il bersaglio si trova nello spazio in cui la scarica si comporta come un proiettile unico, la produzione di un orletto escoriativo è incerta. Ci consta che solo Aragona abbia asserito che "i margini del foro sono festonati e contusi e sono fiancheggiati da un sottile alone contusivo escoriativo". La maggior parte degli autori, quando descrive il foro d'entrata da colpo facente palla, non cita, tra le altre sue caratteristiche in qualche modo comuni ai colpi di palla singola, alcun orletto escoriativo, né affronta l'argomento di una sua eventuale mancata formazione. Di Maio segnala attorno ad un foro d'entrata da birdshot esplosivo a queste distanze di fuoco un orletto escoriativo ("abrasion"), però attribuito al successivo urto di una borra cilindrica, entrata anch'essa nella ferita. In un altro suo caso un orletto escoriativo è stato causato da un pezzo di stoffa di un cuscino, che aveva fatto da bersaglio interposto, trascinato dentro la ferita dalla scarica facente palla. Lasciamo dunque aperta la questione dell'orletto escoriativo attorno al foro prodotto da una scarica a questa iniziale distanza di tiro.

Anche le borre più moderne, a non grandi distanze di sparo (circa entro un metro), possono caratteristicamente marcare la cute attorno al foro d'entrata. Sappiamo che i calici di contenimento delle palle hanno linee di fendibilità laterali. Appena usciti dalla bocca con all'interno la carica di palle, la resistenza aerea determina la progressiva lacerazione delle linee di fendibilità, di modo che dal dischetto posteriore in volo sbocciano 4 petali nastriformi (3 nella cartuccia di .410 inch). Se il bersaglio è posto nell'intervallo di massimo spiegamento aereo, attorno al forame d'entrata si dispongono a croce 4 (o 3) escoriazioni nastriformi, estese oltre il margine del foro quanto consentito dallo spiegamento stesso. Tali escoriazioni non solo permettono di determinare la distanza di sparo, ma talvolta anche il tipo di arma che ha sparato. In qualche caso la borra entra nel foro con il suo disco basale un po' inclinato rispetto alla direzione del tiro: alcuni petali spiegati vengono mascherati, nella presentazione sul bersaglio, dalla base così disposta; sulla cute attorno al foro si stamperanno solo i segmenti di parete laterale non occultati, quindi con riduzione del numero delle escoriazioni nastriformi, che potranno anche essere più corte. Le marcature derivate dalla corretta penetrazione delle borre dei calibri maggiori si formano anche su cute ricoperta da indumenti. Con bersaglio umano a distanze maggiori, nelle quali le pareti laterali sono tutte rovesciate dietro il disco, la base della borra può ancora andar a contondere la cute attorno al foro o a qualche breve distanza da esso, determinando perlopiù escoriazioni rotondegianti o ovalari. A queste maggiori distanze, gli indumenti interposti per solito impediscono l'azione escoriente; né la borra viene rinvenuta dentro la ferita.

Attorno al foro d'entrata di spari ad opportune distanze ravvicinate, nelle quali la scarica si comporta certamente come una "palla" unica, è rinvenibile anche il tatuaggio. Il tatuaggio di un colpo esplosivo con queste armi, a parità di altre condizioni, è più rarefatto di quelli indotti con armi a canna rigata; ciò per una più completa combustione, che la polvere da sparo subisce dentro una canna di volume più ampio (per il maggiore calibro e per la ragguardevole lunghezza di canna). Rispetto ai colpi a palla realmente singola, in cui anche le pressioni dentro la canna sono maggiori, con queste armi non solo si otterrà un tatuaggio più rarefatto, ma si avranno anche distanze massime di sua formazione mediamente più corte. Nella determinazione delle caratteristiche del tatuaggio avrà rilevanza, oltre che la forma dei granelli di polvere, la presenza o meno di uno strozzamento sulla parte anteriore della canna. Valutando assieme i dati del tatuaggio con quelli delle escoriazioni nastriformi raggiunte delle armi più moderne si possono ottenere buone determinazioni della reale distanza di tiro.

Alle diverse distanze di tiro si possono ottenere **atipie** lesive, cioè forme di lesione che si scostano dal quadro atteso. Una causa di atipia è certamente il precoce spargimento della scarica di piombo, che determina sul bersaglio una rosa fuorviante. In impieghi di cartucce di vecchio modello, dalle borre costituite da semplici dischi di feltro o di altro materiale ormai desueto, la compattezza di aggregazione della scarica emessa può dissolversi, in questo primo tratto di percorso aereo, per difetti interni della canna, quali una chiazza di ruggine o di erosione della sua anima o per una circoscritta area di usura della stessa o anche per una modesta ammaccatura esterna che sporga appena nel lume. Anche in armi più moderne, una precoce dispersione può verificarsi per un bersaglio interposto applicato alla bocca, il quale vada a modificare parzialmente il profilo di questa; ad es. un asciugamano avvolto, al momento dello sparo, attorno all'estremità anteriore del fucile, o una delle mani del suicida in presa di afferramento dell'estremità anteriore della canna, la cui bocca non sbuchi completamente dal pugno che la chiude (per tenerla ferma contro il proprio corpo)<sup>18</sup>, ma anche le dentature ottenute sulla nuova bocca da una segatura manuale della canna<sup>19</sup> (canne mozze); lo stesso accorciamento artigianale di canna, effettuato al fine di poter occultare l'arma, è di per sé causa di precoce divergenza della scarica di piombo; la pressione è massima nella canna vicino alla camera di scoppio; se una sezione della canna viene praticata vicino a questa, si comprende agevolmente come la maggior pressione di spinta possa determinare un precoce spargimento di palle.

Un'altra atipia lesiva conseguita nello spazio in cui la scarica fa palla, è talvolta capitata quando lo sparatore sia riuscito a premere pressoché contemporaneamente i due grilletti di una doppietta completamente carica. Ne è derivato anziché il quadro atteso di due aperture ravvicinate separate da una sottile listarella di tessuto più o meno integro ovvero un'unica apertura a "8", quello di un'unica apertura, ovalare nei tiri obliqui, rotonda in quelli perpendicolari. Il foro ovalare ha diametro minore più grande della somma dei calibri delle due canne appaiate, espressi in millimetri; pure il diametro del foro rotondo è maggiore del doppio del calibro dell'arma. Gli autori che hanno riportato questi rari casi non hanno saputo fornirne spiegazioni.

Le lesioni riscontrabili sul corpo a seguito di una scarica di pallini o di pallettoni alle distanze di formazione del cono diretto presentano qualche altra peculiarità degna di menzione. Nei tiri dritti ed anche in quelli inclinati ciascun forellino della rosa dovrebbe dotarsi di un orletto escoriativo comunque eccentrico (perché anche nei tiri perpendicolari al bersaglio, per la divergenza, il pallino della rosa giunge un po' inclinato sulla cute). Le piccole dimensioni dei pallini non consentono un nitido apprezzamento macroscopico di un orletto escoriativo attorno a ciascun forellino, che, con altri, contorna il grande foro centrale. Si ammette di solito che la lesività di un pallettone sia più o meno paragonabile a quella di un proiettile di pistola calibro 22: i fori d'entrata di una loro rosa sono perciò dotati di un orletto escoriativo ellittico, la cui disposizione non è sempre conforme a quella attesa. Tale disposizione dipende dalla divergenza del pallettone e dall'inclinazione del tiro, ma risentirà anche di tutto ciò che fa modificare l'angolo con cui la palla va ad impattare la cute: un percorso aereo ondulatorio di qualche palla; o gli urti aerei tra palle, con rimbalzi diversamente angolati sulla cute; o le modificazioni indotte dalla massa centrale facente "palla", la prima a raggiungere la cute, che così inclina il piano di accoglimento della più tardiva palla divergente.

Nell'impallinatura di una persona viva, ciascun forellino della rosa si contorna anche di un aloncino ecchimotico più o meno intenso. Talvolta questo può non formarsi, benché la persona fosse stata colpita da viva. Ciò può capitare se la "palla" centrale, per prima giunta sulla cute, la rende lì esangue per il tempo in cui sovrappiunge la più tardiva palla divergente.

Sulla lesività riportata quando il bersaglio umano si trova nello spazio del cono rovesciato, c'è poco da aggiungere: la rosa, più rarefatta, è costituita solo da un'impallinatura, per la quale valgono le considerazioni su fatte, mancando anche un foro centrale di più ampie dimensioni.

Segnaliamo, a queste distanze di tiro (ma anche in quelle più brevi), una rara atipia. Specialmente nelle vecchie cartucce con borra a disco, poteva talvolta accadere quel fenomeno denominato "balling", nel quale la carica di piombo subiva in canna una parziale fusione, giungendo sul bersaglio anziché la rosa di pallini, un proiettile unico. Derivava anche a grandi distanze di tiro un foro cutaneo di grandi dimensioni, a margini irregolari, contornato da rarefatte marcature dei pochi pallini non fusi che avevano raggiunto il bersaglio. La fusione e l'aggregazione dei pallini in canna dipendono dalla pressione e dalla temperatura lì raggiunte, da tutto ciò che impedisce alla borra una buona tenuta dei gas di sparo, dalla grandezza delle sfere, fondendosi più agevolmente quelle di piccolo diametro, nonché dalla grandezza della colonna di pallini, ma anche dal

---

<sup>18</sup> In questi casi sulla mano del suicida si troverà qualche lesione da penetrazione di pallino o da struscio dello stesso sulla cute palmare della mano afferrante.

<sup>19</sup> Dentature che possono marcare in modo altamente specifico eventuali borre in plastica a calice cilindrico, consentendosi, dal reperimento di queste e dal sequestro di un certo numero di armi sospette, l'identificazione di quella che ha sparato.

punto di fusione dei pallini, abbassato nelle leghe di piombo ed antimonio, elevato in quelle di piombo e nichel. La presenza di uno strozzamento in prossimità della bocca facilitava la disgregazione di pallini eventualmente fusi in canna. Ma una disgregazione poteva capitare dentro la ferita per l'urto di un osso in spari relativamente ravvicinati. In spari da più lontano, nei quali invece c'era un maggior raffreddamento del proietto di fusione, l'osso non era più in grado di disgregarlo. Questo fenomeno, produttivo di una morfologia lesiva ambigua, rende più complesso l'accertamento della distanza di tiro. Ed anche la sua riproducibilità in laboratorio non è agevole.

Per quanto riguarda la parte profonda della ferita d'arma da fuoco a palle multiple, cioè quella parte che nei colpi singoli si chiama tramite, anche questa è assai particolare. Nelle ferite da palle multiple inferte entro lo spazio in cui la scarica fa palla, i tramiti conseguiti sono molto diversi da quelli delle palle singole di bassa velocità. Per l'impatto della "palla" sulla cute e per la diversa densità del nuovo mezzo attraversato, la scarica, esternamente compatta, si disgrega, avviando un'ampia e ancor vigorosa divergenza tutta all'interno dei tessuti varcati. Così il tramite principale si amplia notevolmente. La scarica di piombo ormai dentro il bersaglio guadagna in distruzione laterale, perdendone in profondità, tanto che perlopiù né essa né una sua parte escono dal corpo. In altre parole si ottiene una cavità permanente con alcuni pallini ritenuti liberi nella stessa, altri ritenuti fissi in nicchie terminali di sottili tramiti secondari ad essa collegate (altri ancora possono migrare per vie naturali comunicanti col tramite principale o con qualche tramite secondario [tubo digerente, trachea, speco vertebrale, ecc.] o embolizzare facilmente attraverso arterie o vene, o entrambe, se scontinuate assieme). Negli spari al torace si rinvengono nel tramite, talvolta lassamente ancorati alla sua parete, talaltra staccati e caduti liberi nel suo fondo, frammenti di coste, eventuali cartilagini costali, lobuli adiposi, ecc.; i lobi polmonari investiti dallo spargimento dei pallini animati presentano vere e proprie asportazioni di parenchima; se vi è coinvolgimento della regione cardiaca, si possono riscontrare ampie breccie pericardiche e cavità cardiache rese beanti da ampie asportazioni a tutto spessore delle pareti cardiache, con esposizione delle camere. Le pareti di tali breccie polmonari o cardiache si presentano assai irregolari, infiltrate di sangue, edematose, umettate, e talvolta, attorno ai margini, si rinvengono, visivamente o anche solo palpatariamente, infissioni parenchimali di pallini. I versamenti ematici nelle cavità contenti tali organi (pleuriche, pericardica) sono perlopiù copiosi, rinvenendosi in esse, variamente sommerse da sangue fluido frammisto a coaguli (che possono essere piccoli, ma se la persona sopravvisse, anche in forma di vere e proprie focacce), frustoli dei parenchimi dei visceri colpiti dalla scarica. Se il colpo fu a contatto o se le distanze di tiro lo consentivano, si rinvengono all'interno del tramite i segni dell'affumicatura, l'arrossamento mioglobिनico ed emoglobिनico da CO, le borre sparate, i frammenti di bersagli intermedi (indumenti). Nei colpi a contatto, oltre all'azione distruttrice dello spargimento della scarica di piombo, vi è anche il concorso dell'azione dei gas di sparo, particolarmente efficace negli spari cranici, ove partecipa all'apertura del cranio ed al lancio della materia cerebrale, a volte dell'intera massa encefalica, fuori dalla cavità cranica (nella quale talvolta non si rinviene nemmeno un pallino della scarica). E a queste distanze di tiro si riscontrano aspetti simili anche nei ferimenti addominali. In spari appoggiati o ravvicinati alla parte bassa del torace o alla parte alta dell'addome, si possono riscontrare contemporanei interessamenti toraco-addominali, con produzione di breccie diaframmatiche, che possono costituire porta erniaria di anse intestinali in cavità toracica. Nei ferimenti all'addome facilmente si rinvengono fenomeni di scoppio di visceri ricolmi di gas o di liquidi, con ampia distruzione del viscere e spargimento del suo contenuto nel cavo addominale<sup>20</sup> Anche in spari addominali variamente ravvicinati, a seconda della distanza di tiro, si rinvengono oltre alla scarica, altri prodotti dello sparo.

Prevalendo la divergenza, raramente una scarica facente palla produce una ferita trapassante. A parte i citati spari a contatto della testa, con apertura del cranio (perlopiù da scoppio), nei quali la breccia, che eventualmente permette alla materia cerebrale ed alle palle di uscire, non è un foro d'egresso paragonabile a quello prodotto con armi a canna rigata, ce ne sono altri dove invece la scarica produce un foro d'uscita (e talvolta anche un'altro di rientro). Si tratta perlopiù di casi nei quali la scarica si mantiene, durante il suo percorso dentro il bersaglio, parallela alla cute, decorrendo nei tessuti molli sottocutanei, senza penetrazione in grandi cavità. Quando la scarica raggiunge la cute in egresso, dispone ancora di energia cinetica superiore a quella soglia propria della cute, potendola così varcare un'altra volta. Mentre il foro d'entrata riporta una forma per solito ellittica e assume le dimensioni derivabili a queste distanze di tiro (con al più qualche forellino perimarginale), invece il foro d'egresso è ancora ellittico, per solito più grande del foro d'entrata (e non molto

---

<sup>20</sup> Il gas liberato potrebbe esser visto in una radiografia. All'autopsia si può riscontrare in cavità addominale il contenuto gastrico liberato dalla scoppio di uno stomaco pieno; quello fecale, nel ferimento di anse intestinali replete; di urine, allorché la scarica attinse una vescica piena; ma si possono osservare anche sgranamenti del fegato e spargimenti endoaddominali di minuti frustoli di esso, essendo tale organo intriso di sangue e trattenuto da un'esile struttura di sostegno.

distante da questo), a margine più dentellato, contornato da una rosa appena più ampia e più fitta di forellini d'egresso di singoli pallini. Però non sempre la diagnosi differenziale tra un foro d'entrata e quello d'uscita è così scontata. Per la differenziazione potrebbe essere di qualche aiuto la specillazione dei forellini attorno ai due contrapposti fori maggiori. Alcuni di quelli attorno al foro d'entrata potrebbero cessare a fondo cieco (occupato dal pallino ritenuto), invece tutti i fori attorno al margine dell'egresso dovrebbero avere il loro piccolo tramite comunicante con la cavità permanente.

Nei ferimenti più o meno perpendicolari alla cute alle distanze di tiro del cono diretto e del cono rovesciato, ci saranno, in corrispondenza dei piccoli fori della rosa, sottostanti tramite multipli a pallini o pallettoni ritenuti ad una profondità, che varia a seconda dell'energia cinetica posseduta da ogni singola sfera: senz'altro maggiore nei percorsi aerei periaxiali del cono rovesciato e ancor più elevata per bersagli viventi posti in prossimità della base del cono diretto, ove ancora una piccola quota di pallini assiali potrebbe continuare a fare palla; ridotta invece alle periferie dei due coni, per la perdita di energia di quei pallini più divergenti, che comunque riescono a raggiungere il bersaglio superando la soglia cutanea ed eventualmente quella di alcuni tessuti molli sottostanti.

Se dei pallettoni di una rosa di un colpo sparato da lontano, qualcuno divergente penetra assai inclinato e si mantiene sottocutaneo, riesce a produrre un foro d'egresso mal differenziabile da quello d'entrata, per aver esso stesso l'orletto escoriativo eccentrico: cioè si hanno ferite da singolo pallettone a setone. Per l'energia cinetica posseduta da ciascun pallettone il tramite sottocutaneo di queste ferite può anche essere molto lungo. Ci è capitato di vedere ciò in una donna colpita da tre pallettoni assiali in pieno fianco destro, dove questi hanno prodotto un forame unico centrale e corti tramite (due epatici ed uno polmonare destro) diretti da destra a sinistra, alla fine dei quali venivano recuperati (talvolta anche deformati), mentre altri tre più esterni della rosata, entrati in punti diversi della cute ricoprente l'arcata costale di destra, hanno percorso trasversalmente il sottocute di tutto l'addome, uscendo ciascuno dalla cute che ricopriva l'arcata costale di sinistra. Per nessuna di queste ferite da pallettone a fori d'entrata indifferenziabili da quelli d'uscita si sarebbe potuta stabilire la direzione del tiro, desunta invece dal vicino grande foro centrale e dai suoi sottostanti brevi tramite a pallettone ritenuto.

## LESIVITÀ DA ARMA BIANCA

### Lesioni da strumenti da punta

Uno strumento da punta **tipico** è un corpo di sufficiente solidità, allungato, con estremità offensiva di forma conica a base circolare o anche ellittica, comunque ristretta<sup>21</sup>. Più stretta è la punta, più facile è la penetrazione dello strumento. L'entità della ristrettezza consentirà un certo grado di differenziazione nell'ambito della stessa lesività da punta. L'acutezza deve essere tale da consentire allo strumento di operare sui tessuti a mo' di cuneo<sup>22</sup>. Alcuni strumenti di questa categoria sono molto piccoli: pungiglioni di insetti, aghi da cucito, di sicurezza, certe spine vegetali, lisce di pesce, punte di ricci di mare, ma anche minute schegge lignee o metalliche o di vetro di comune riscontro in attività lavorative, ecc.. Altri strumenti di comune impiego o utilizzati in lavorazioni manuali, come aghi da lavoro a maglia, spilloni, punteruoli ecc. possiedono maggiori dimensioni. Poi vi sono strumenti di diametro ancor maggiore, anche solo a punta smussa, o di forma cilindrica allungata, produttivi di lesioni più devastanti.

Per la produzione della ferita anche la lunghezza è importante, specie se rapportata alla sezione trasversale dello strumento. Lo strumento allungato non deve necessariamente essere dritto: oltre al modesto incurva-

---

<sup>21</sup> La specificazione "ristretta" è importante, perché la sola qualifica di cono non basta a definire il mezzo: un cono geometrico è una figura solida nata da una semiretta, detta generatrice, che, intersecando in un punto, chiamato apice, un'altra retta -l'asse-, vi ruoti completamente attorno. Ma l'intersezione della generatrice con l'asse centrale potrebbe avvenire secondo un angolo retto, nel qual caso il cono generato ha la superficie laterale, che corrisponde ad un piano: da un punto di vista strettamente traumatologico, un piano rigido rientra tra i mezzi contundenti.

<sup>22</sup> Il cuneo è una macchina semplice di materiale duro, per solito di forma prismatica, qualificato da: una testa, perpendicolarmente alla quale si applica la potenza; due fianchi, su ciascuno dei quali opera perpendicolarmente la resistenza del corpo che deve subire l'azione del cuneo; la punta o il tagliante, che è la confluenza dei due fianchi. Strumenti che agiscono a mo' di cuneo sono: coltelli, accette, punteruoli, strumenti da punta e taglio, ecc.. L'azione del cuneo esaminata sulla scorta degli elementi citati (potenza, resistenza, fulcro) è di comprensione elementare. Nella pratica questa viene significativamente complicata da un fattore di più difficile determinazione: l'attrito tra i fianchi dello strumento ed il materiale che viene scisso.

mento dei rebbi di certe forche, ci sono anche punte che concludono corpi allungati molto ricurvi o anche molto angolati, come ami, uncini, ganci, ecc..

Si può considerare la punta conica anche come un mezzo da punta e taglio dagli infiniti fili (vedi poi). Per questa astrazione anche le ferite da punta possono essere incluse nel capitolo delle "ferite incise", al quale certamente concorrono le ferite da taglio, da punta e taglio nonché da fendente.

Si annoverano tra le punte anche quelle **atipiche**, che differiscono per qualche peculiarità dalla definizione data, ma il cui meccanismo d'azione è in tutto analogo, con produzione di una lesività che poco si scosta da quella della punta vera. Così sono mezzi atipici di questa categoria quelli spuntati (per rottura) o che hanno una punta smussa (ad es. ombrelli). Sono punte atipiche anche quegli strumenti lunghi e stretti a sezione trasversa triangolare (come certe lime) o quadrangolare (come certi grossi chiodi per travi) o di qualche altra forma poligonale, purché non dotati spigoli vivi, che li farebbero inquadrare come mezzi da punta e taglio (atipici).

Il meccanismo d'azione della punta è trafittivo: lo strumento tende ad affondarsi nei tessuti per la spinta di una forza orientata nella direzione dell'estremità appuntita, perpendicolarmente alla cute o inclinata. Punte, specie di piccole dimensioni (le spine di certe piante), possono anche agire appena nel senso della profondità ma massimamente in direzione parallela al piano cutaneo, producendo una lesività superficiale sottile e lineare, in tutto simile all'escoriazione lineare di genesi contusiva; per la definizione di punta e taglio ad infinite lame prima citata, questa banale lesività da punta è ascrivibile al gruppo delle abrasioni lineari. Si conosce anche un'azione contusiva simile in tessuti più profondi, la quale si innesta su quella da penetrazione, primitivamente prodotta dalla stessa punta: una punta infissa nel cuore e tenuta saldamente ferma determina, con la sua superficie laterale, una fine lacerazione della parete miocardica trafitta, indotta dalle ritmiche contrazioni della parete cardiaca dirette trasversalmente all'asse della punta stessa; anche un ago infilato in un vaso pulsante potrebbe subire dal flusso ematico spostamenti laterali in ipotesi produttivi di allargamenti del forellino<sup>23</sup>. Queste brevi lacerazioni di un segmento di tramite sono ininfluenti sulla denominazione della ferita, che resta da punta. Quando invece lo strumento agisce in direzione della profondità del corpo, si produce la **ferita da punta**, con coinvolgimento, oltre che della cute, anche dei tessuti più profondi. Vi si riconoscono un orificio d'entrata, un tramite e se quest'ultimo non cessa a fondo cieco, anche un orificio d'egresso.

L'**orificio d'entrata** può giacere sulla cute ma anche in altri tegumenti, per infissioni dello strumento in cavità naturali tappezzate da mucose (in vagina ed in utero, a seguito di atti di sadismo o anche per manovre abortive; nel retto; in cavità orale e in faringe; nelle mucose nasali, specie in certe forme di infanticidio o nell'omicidio di persone incapaci; nell'occhio, ecc.) o per ingestione di aghi (specie in alienati), con loro penetrazione, ad es., nell'esofago (benché certi meccanismi difensivi, se presenti, dovrebbero impedire la loro infissione).

Le caratteristiche morfologiche dell'orificio d'entrata cutaneo dipendono tanto dalle dimensioni della punta, che dalle diversità regionali della cute infissa.

Il modo col quale le punte operano per attraversare i tessuti, tra cui anche la cute, è paragonato a quello di un chiodo conficcato nel legno: almeno teoricamente questo, quando penetra, non rompe le fibre lignee, ma le sposta attorno alla porzione di superficie laterale fin lì infissa. Del tutto analogamente uno strumento da punta sottile, penetrando nella profondità dei tessuti, divarica le fibre, senza lacerarle. La lesione che deriva da uno strumento così piccolo è per solito irrilevante: un millimetrico forellino cutaneo appena distinguibile. Il ritorno elastico di fibre solo spostate dal piccolo spessore dell'ago, che ha suscitato in esse solo una modesta tensione, senza mai stirarle oltre il loro carico di rottura (lacerazioni) e nemmeno nel loro intervallo di deformazione plastica, giustifica la pronta ed efficace chiusura del forellino cutaneo e del sottostante minuto tramite, dopo l'asportazione dello strumento. Al più dov'era il minuto tramite residua una lievissima infiltrazione ematica ed il forellino viene occluso in superficie da una minutissima crosticina ematica, se la penetrazione ha scontinuat minimamente qualche vasellino sottostante<sup>24</sup>. Anche la guarigione di questi lievissimi fenomeni emorragici avviene rapidamente e perlopiù nulla residua. Sono però segnalati casi di tempi di guarigione ineguale tra i diversi tessuti attraversati dall'ago: una detenuta con problemi psichiatrici aveva inghiottito un ago da cucito (ed una graffetta metallica, eliminata con le feci) ed era deceduta sette giorni dopo

---

<sup>23</sup> La sollecitazione trasversale subita dall'ago è certamente proporzionata alla porzione d'ago investita, al suo angolo di inclinazione rispetto alla direzione di flusso, all'entità del flusso vasale in quell'istante, alla durata dell'ago nel lume vasale e, se questa si protrae, finché l'orificio o gli orifici praticati dall'ago sulla parete rimangono a tenuta di emorragia. Quest'ultima, se si producesse in modo importante, ridurrebbe la originaria spinta sull'ago.

<sup>24</sup> Non è sempre così. Nell'anziano vi è spesso un'ipotrofia cutanea e muscolare degli arti, traducendosi in una ridotta pressione tissutale perivasale, che consente la formazione di un più ampio e persistente alone ecchimotico perivenoso in corrispondenza della sede cutanea attinta dall'ago (specie se localizzata agli arti superiori). Può concorrere alla maggior estensione dello spandimento ematico anche la pressione sistemica elevata, ed una maggior fragilità vascolare, che spesso fanno parte della patologia dell'anziano.

il primo ricorso ai sanitari, che non avevano riscontrato emergenze cliniche. Al tavolo settorio spiccavano: un tamponamento cardiaco, un ago (di cm 5) infisso nella parete posteriore del ventricolo sinistro e nel setto interventricolare, un sottilissimo tramite contornato da una discreta infiltrazione ematica e da fibrina nel pericardio e nel diaframma vicini allo iato esofageo. Questi ultimi reperti inducevano a ritenere che l'ago fosse lentamente migrato al cuore provenendo o dallo stomaco o dall'ultimo tratto dell'esofago. Ma né sulla mucosa gastrica né su quella esofagea fu trovato qualche forellino o tramite o un qualche segno flogistico, spia di un loro pregresso accadimento. Si concluse che in una di quelle due sedi di probabile entrata era avvenuta la guarigione, mentre l'ago aveva continuato a penetrare lentamente sotto la sede guarita. Queste caratteristiche di scarsa invasività, dipendenti dalla sottigliezza del mezzo, consentono di sfruttare aghi canalizzati per prelievi di liquidi biologici o per somministrazioni controllate di sostanze farmacologiche o di sostanze fluide di finalità diagnostica, producendo anche minimo dolore. Nelle diverse regioni cutanee vi sono differenze di sensibilità dolorifica alla stimolazione puntoria: una zona poco dolorosa sta proprio in corrispondenza dei rilievi cutanei venosi della piega del gomito, dove con gran frequenza vengono attuate queste pratiche sanitarie. Queste stesse sedi (e altre) sono elettive anche per assunzioni di sostanze stupefacenti. Anche se l'iniezione occasionale è di regola improduttiva di postumi permanenti, la frequente ripetizione di iniezioni in una stessa sede, protratta per lunghi periodi di tempo, attuata anche senza cautele igieniche locali, porta ad esiti permanenti, quali una discromia cutanea in corrispondenza del rilievo venoso reiteratamente bersagliato dall'ago ed un'occlusione della sottostante vena per fenomeni di sclerosi cicatriziale riparativa sia dei continui e ravvicinati forami delle pareti vascolari che dei probabili fatti flogistici cronici<sup>25</sup>.

Ancor meno lesivi certi sottilissimi aghi per pratiche di medicina orientale, i quali, per penetrare la cute, necessitano non solo di una lieve pressione in profondità, parallela all'asse dell'ago, ma anche di una rotazione (destrorsa o sinistrorsa, a seconda delle esigenze cliniche) attorno al proprio asse. Se queste penetrazioni si accompagnano a fenomeni di infiltrazione ematica, questi sono decisamente assai più modesti di quelli suscitati da un ago di perfusione. Più facilmente la minuta emorragia compare dopo l'estrazione del sottile ago. Dopo l'estrazione talvolta residua per qualche minuto un arrossamento cutaneo locale, ascrivibile a modesti fatti vasomotori pericanalari.

Con punte tipiche di maggior ampiezza, ad es. con un punteruolo, vi è ancora separazione delle fibre cutanee, che contornano il diametro dello strumento infisso, ma ora il più grande diametro del cono penetrante comporta anche la lacerazione di alcune e la trazione fino a deformazione plastica di altre, conseguendone un foro d'entrata con aspetti a queste riferibili. La rottura di una quota di fibre e la deformazione permanente di altre impediscono che, estratta la punta, le restanti, quelle solo stirate, ocludano il foro d'ingresso; possono solo restringerlo, residuando un foro di diametro minore del diametro della strumento nel punto fin li penetrato. L'entità della grandezza del foro dopo estrazione costituisce un elemento di giudizio sulla vitalità della ferita: l'azione costrittiva di ritorno elastico sui margini dell'apertura è più intensa nelle ferite prodotte in vita che non in quelle post mortem. E' proprio con queste punte più grosse che viene ad assumere notevole importanza, ai fini della forma del foro d'entrata, anche la sede cutanea attinta. Ciò non tanto per la diversa resistenza cutanea al mezzo offensivo, la quale effettivamente può variare da luogo a luogo, quanto piuttosto per la disposizione delle linee di fendibilità della cute<sup>26</sup>. Per questa la forma del foro d'entrata prodotto con una punta a sezione rotonda, diviene, ad estrazione avvenuta, ovalare<sup>27</sup>. L'asse maggiore dell'apertura viene a disporsi nella stessa direzione che le linee di fendibilità della cute hanno nel punto colpito; e questa peculiarità può rappresentare un valido elemento di differenziazione di un'apertura di questo mezzo da quella di un bitagliante, cui la prima può assomigliare. L'apertura da bitagliante si disporrà sulla cute con l'asse mag-

---

<sup>25</sup> Questo quadro di facile rilievo alla semplice ispezione esterna, magari valutato in associazione alla giovane età del soggetto e ad altri segni aspecifici di frequente riscontro (magrezza; condizioni igieniche generali, e particolarmente dentarie, scadute; tatuaggi a sfondo tematico per una tossicofilia; segni di recente agopuntura. ecc), che indurrebbe ad altre indagini necroscopiche e tossicologiche, può talvolta essere sviante, come in un nostro caso in cui un giovane, deceduto sulla pubblica via presentò un aspetto complessivo debilitato (mancavano però i tatuaggi e le condizioni igieniche erano buone) e numerosi segni di agopuntura a diversa cronologia proprio nelle sedi elettive, nonché rilievi cutanei venosi discromici e duri alla palpazione, che orientarono verso un possibile caso di morte per droga. Ben presto si acquisirono notizie circostanziali, che smentirono questa ipotesi. Si era trattato invece di uno sventurato giovane affetto da grave insufficienza renale cronica, con frequenti trattamenti di emodialisi responsabili del quadro cutaneo venoso osservato, deceduto per causa naturale.

<sup>26</sup> Segnalate compiutamente dal Langer, si chiamano così perché sono quelle linee che un chirurgo ha convenienza di seguire quando deve incidere la cute, se poi, nella successiva sutura della ferita chirurgica, vuole ottenere un buon affrontamento dei margini ed una sua migliore guarigione.

<sup>27</sup> O, a seconda dei diversi autori, "oblunga con angoli acuti" (Filippi), "a barca con estremità ad angolo acuto" (Romanese), a "fenditura lineare, che rammenta le ferite d'arma da punta e taglio" (Dalla Volta), "losangica", ove gli estremi acuminati sono più o meno aguzzi (Falco), a "fessura" (Baima Bollone), "ellittica, ad occhiello, simile ad una fessura oblunga" (Puccini) ecc..

giore dell'apertura disposta secondo la posizione con cui la lama ha l'ha trafitta, potendo rimanere dei dubbi di diagnosi di strumento solo in quei ferimenti da punta e taglio in cui l'asse maggiore dell'apertura sia capitato proprio parallelo alle linee di fendibilità. Sinteticamente le superfici laterali del collo hanno linee di fendibilità oblique dall'alto dietro all'avanti basso, ma nella sua parte anteriore sono trasversali; nella spalla sono dirette dall'alto in basso; sul torace seguono la curvatura delle coste, per divenire verticali nella regione anteriore inferiore dell'ascella; nella regione anteriore dell'addome sono oblique e lateralmente trasversali; agli arti sono longitudinali. Vi sono tuttavia dei luoghi in cui le fibre collagene ed elastiche di diversi sistemi, a diverso orientamento, convergono. In queste sedi è perduta la forma ovale dell'apertura causata dallo strumento a punta, potendo derivare una a "forma triangolare o a punta di freccia". Una sede di questo tipo, ove convergono più sistemi di fibre diversamente orientati, è, ad es., sulla cute lungo il rachide, ove si imporrà molta cautela per la diagnosi del mezzo impiegato.

Il foro d'entrata si contorna di un lievissimo orletto escoriativo, meglio evidente, per l'accentuata evaporazione che lo rende pergamenaceo a qualche tempo dalla morte: si realizza per lo schiacciamento e lo strisciamento che la superficie laterale del cono penetrante opera sul margine intero o su un suo tratto. Pure la parte frontale di una punta atipica, che può essere una sezione trasversale di un cono, induce prima della penetrazione in profondità uno schiacciamento del tessuto di tipo contusivo: derivano così vistose e irregolari escoriazioni attorno al foro, più pronunciate irregolarità del suo margine, una componente ecchimotica più intensa. Quest'ultima è più intensa in profondità, dove talvolta può esser utile per stabilire la causa di morte, come nel caso segnalato da Patel: un cacciavite impiantato per alcuni centimetri nella parte destra del collo aveva prodotto un corto tramite, cessante in laringe. Nessun importante vaso del collo né il vago parevano scontinui. Però la guaina carotidea destra, contornata da una considerevole infiltrazione ematica, suggeriva l'attivazione di un riflesso cardioinibitore a partenza dai pressocettori, il quale facilmente giustificava anche il restante labile quadro autoptico (edema polmonare e petecchie della pleura viscerale dei lobi inferiori). Ma ecchimosi cutanee ampiamente distribuite attorno ad un foro d'entrata di punta tipica sono anche suggestive dell'azione contusiva di qualche manico dello strumento o di parti della mano sporgenti dalla sua impugnatura, giunti con energia fino sul piano cutaneo<sup>28</sup>.

Strumenti anche scarsamente o per nulla puntuti ma allungati e di più grosso diametro sono responsabili di quel particolare meccanismo lesivo che va sotto il nome di **impalamento**. C'è un'azione divaricante delle fibre assai accentuata, per il grosso diametro dello strumento. Si associano imponenti fenomeni contusivi. Il foro d'entrata risulta un vero e proprio squarcio a margini irregolari, talvolta di forma stellata, talaltra di forma lineare, contornato da fatti ecchimotico-escoriativi; spesso attorno al foro risultano evidenti anche fenomeni di schiacciamento. A differenza delle due precedenti lesioni da punta, vi può essere perdita di sostanza. L'infiltrazione ematica è copiosa. Sono segnalate come lesioni da impalamento (impalamento tangenziale) tanto escoriazioni a stampo della superficie laterale dell'asta metallica che semicanali superficiali, ottenuti per azioni dello strumento tangenziali al corpo<sup>29</sup>.

L'impalamento può avvenire a corpo della vittima fermo, colto da un siffatto strumento animato, o viceversa lo strumento è fermo mentre il corpo animato vi si infilza. Strumenti con queste caratteristiche sono innumerevoli: bastoni da sci, parti di veicoli sporgenti, materiali di trasporto malfissati caduti da autoveicoli in moto e precipitati nell'abitacolo di un autoveicolo che segue, incornate di tori (associate a lesività da grandi traumatismi), inferiate, pali, ecc.. Si conoscono impalamenti accidentali, come negli incidenti della strada, negli infortuni sul lavoro, nelle attività di svago; anche impalamenti con sede d'ingresso nella regione del trigono anale possono essere accidentali, come abbiamo osservato in un anziano che, accovacciatosi di notte, all'aperto, per defecare, perdeva l'equilibrio, cadendo proprio sopra un oggetto subito lì sporgente, non visto al momento della scelta del posto di agiamento; talvolta questa regione e quella del trigono urogenitale femminile sono dolosamente aggredite con strumenti di questo genere per fini di libidine in perversioni sessuali o per sadismo. Una forma di impalamento omicidiario anale, in cui inizialmente c'era anche un coinvolgimento di tipo omosessuale, era maturato tra due pazienti di un ospedale psichiatrico (Torre, Varetto).

---

<sup>28</sup> Anche le frecce d'arco per tiro sportivo possono essere guardate come particolari strumenti da punta, (le frecce da caccia si differenziano da queste per essere dotate di 2 o 3 o più lame, che le fa associare invece agli strumenti da punta e taglio). Molti sono gli aspetti della lesività da esse derivata, che si avvicina ad un foro d'entrata d'arma da fuoco. Non ci dilunghiamo su essi, benché oggi tornino a comparire (come pure quelli da ferimenti di dardi di balestra). Ricordiamo solo che gli archi, specie quelli moderni, sono in grado di lanciare una freccia di peso non trascurabile a velocità anche di 70 m/s e più, conferendole una ragguardevole energia cinetica, capace di lesività letifera.

<sup>29</sup> Ciò è capitato in precipitazioni di lavoratori edili, caduti su colate di cemento consolidato dalle quali sporgevano aste di ferro zigrinato. Accanto a ferite da impalamento tipico, spesso anche multiplo, si osservavano anche questi quadri nel le parti del corpo solo strisciate contro le aste.

Il **tramite** sottostante all'apertura d'entrata di una ferita da punta è assai sottile quando lo strumento che l'ha determinata è pur esso assai sottile. Tramiti così sottili non sono perlopiù clinicamente importanti, anche se talvolta, come nel caso di quelli cardiaci, ampliati da reiterate contratture, possono risultare mortali. Una ripetuta contrattura sinciziale contro l'ago infisso può produrre la morte cardiaca non solo per tamponamento cardiaco ma, ancor prima, per interruzione importante del sistema di conduzione, se il tramite gli capitò vicinissimo. Rischiose anche le trafitture, sia pur da strumenti sottili, del cavo pleurico. Talvolta può essere la mano omicida che induce deliberate oscillazioni laterali allo strumento, divaricanti del tramite e quindi responsabili di danneggiamenti maggiori. Ciò è stato osservato in casi di feticidio, con infissione dell'ago in una fontanella al momento della presentazione cefalica del prodotto del concepimento. Attraverso questa facile via di accesso si vollero aggredire o i vasi cerebrali o qualche seno durale. Se i segni dell'infissione non balzano all'occhio del settore, l'emorragia cerebrale riscontrata all'autopsia può essere presa per una di quelle conseguenti a compressione del cranio del feto durante l'attraversamento del canale del parto. Con identica intenzione criminosa si possono cercare i vasi della base infiggendo l'ago nelle cavità nasali del neonato, per andar a perforare la sottile lamina cribrosa dell'etmoide. Anche questa sede di penetrazione ha buone possibilità di sfuggire al rilevamento ispettivo del cadaverino. Infissioni di aghi finalizzate all'infanticidio furono praticate al neonato in faringe, nella speranza che la cavità buccale non fosse esaminata al riscontro autoptico. L'ago, passando nello spazio intervertebrale tra III e IV vertebra cervicale, va a ledere il passaggio tra midollo allungato e midollo spinale.

Dentro un tramite l'ago può anche rompersi. Se tale rottura avviene dentro un vaso, il frammento libero può embolizzare, con tutti i rischi connessi a quest'evento. Nelle iniezioni intramuscolari il frammento ritenuto può migrare fra i fasci muscolari anche notevolmente, spinto dalle contrazioni muscolari stesse, con probabilità di una nuova infissione non controllata a distanza di tempo e di luogo dalla prima iniezione, derivandone una ragguardevole pericolosità.

Specialmente con punte di più grosso calibro, che per solito si affondano maggiormente, è possibile rilevare tramiti **spezzati**. Una punta, attraversata la parete toracica, penetra nel polmone, che per effetto della sconnessione e dell'aria entrata in cavità pleurica, si collassa verso l'ilo, spaiando il segmento di tramite della parete da quello polmonare. Altre volte lo spezzettamento del tramite dipende dai rapporti topografici tra diversi organi, modificati dal particolare atteggiamento della vittima al momento del ferimento (può trovarsi piegata, seduta, estesa, girata di lato, ecc.).

Altre volte da uno stesso foro d'entrata, che però è per solito allargato e talvolta contornato da contusioni, si possono dipartire più tramiti. Ciò accade quando il feritore, per incapacitazione della vittima (da sua perdita di coscienza, per sproporzione di mole con essa, ecc.), può ripetere l'azione senza estrarre completamente lo strumento, che viene riconficcato in qualche parte iniziale del tramite.

Se lo strumento da punta è ricurvo ed è stato introdotto nei tessuti per un ragguardevole tratto, anche il tramite risulta ricurvo. Con l'impiego di punte assai ricurve o angolate sono probabili anche trazioni dei tessuti agganciati, con ecchimosi più vistose e con possibile dilatazione del tramite; talvolta anche con produzione di un orifizio d'egresso, non ottenuto per effetto della sola infissione.

Le linee di fendibilità interessano anche i visceri profondi. Esse non necessariamente si dispongono con lo stesso orientamento della cute. Quindi un orifizio di accesso ovoidale di un segmento di tramite può avere l'asse maggiore disposto diversamente da quello dell'orifizio cutaneo, ma anche da quello di altri segmenti di stesso tramite. Tipicamente ciò è di facile riscontro nella parete dello stomaco, che ha linee di fendibilità della tonaca sierosa parallele alla grande e alla piccola curvatura, della sottostante tonaca muscolare trasversali e di quella mucosa obliqua; per il suo piccolo spessore queste tre disposizioni a croce dei rispettivi segmenti ovalari sono visibili alla sua ispezione esterna.

Se la punta coglie un osso, il diametro dell'orifizio d'entrata del tramite osseo corrisponde abbastanza a quello della porzione di strumento fin lì penetrata. Anzi, disponendo del mezzo sospettato, se ne può valutare l'effettivo impiego criminoso, introducendolo nel segmento di tramite osseo. Ciò può essere vero per le ossa della volta cranica, dell'epifisi, del bacino, dove abbonda la spongiosa. Ma se vengono trafitte strutture ossee laminari o comunque ben elastiche l'orifizio ottenuto può essere di diametro più piccolo di quello dello strumento fin lì entrato. Ciò parrebbe vero anche nel ferimento dello sterno, benché questi abbia una sottostante spongiosa.

Non è conveniente dedurre la lunghezza dello strumento feritore dalla lunghezza del tramite. Semmai, disponendo dello strumento sospettato, si può esprimere il giudizio di una sua generica compatibilità. Ciò perché i tessuti molli possono essere schiacciati dalla forza che spinge lo strumento in profondità e quando lo si retrae, per il ritorno elastico dei tessuti così compressi, può residuare un tramite più lungo della punta penetrata. Una punta relativamente corta può affondarsi più della sua lunghezza, come tipicamente accade nelle ferite

addominali, in cui la parete anteriore di questa cavità si lascia facilmente spingere contro il rachide o contro la più resistente parete posteriore, così che punte relativamente corte possono raggiungere strutture addominali posteriori. Nei ferimenti toracici diretti dall'avanti all'indietro l'avvicinamento della parete anteriore a quella posteriore è limitata (e ancor meno si affonda la parete attinta trasversalmente, su un lato) e quindi la lunghezza della punta e la profondità del tramite possono essere maggiormente accostabili. Tuttavia anche la gabbia toracica gode di un certo grado di elasticità, specie nel giovane, che non permette affermazioni rigorose sulla lunghezza della punta.

Il tramite può cessare a fondo cieco. Se l'estremità della punta capita a formare un fondo cieco su un organo la cui parete oscilla fisiologicamente ed in modo ritmico nella direzione dell'asse dello strumento appuntito, allora a causa della reiterazione delle trafitture della sola estremità si possono formare sulla parete del viscere più fondi ciechi tra loro ravvicinati. Ciò avviene tipicamente, ma non esclusivamente, nel cuore e, per accadere, la punta deve rimanere in situ (cioè non deve essere subito sfilata) il tempo necessario ai battiti cardiaci corrispondenti al numero di trafitture. In queste circostanze il fondo cieco deve trovarsi anche ad una modesta profondità della parete cardiaca, in modo che la punta vi si possa sfilare per reinfiltzarsi nel tempo dell'andirivieni della parete stessa.

Nell'impalamento gli aspetti del tramite ascrivibili all'azione contusiva sono ragguardevoli. Si rileveranno quadri di molteplici aspetti, che andranno dalla semplice rottura di visceri profondi fino al cincischiamo dei tessuti lì attinti. Talvolta nell'impalamento possono esser trascinati dentro il tramite indumenti, che non si sono forati all'impatto ma che, incappucciato lo strumento, sono penetrati con esso nel corpo, ivi rimanendo entrambi.

Se la punta di dimensioni analoghe a quelle del nostro punteruolo è sufficientemente lunga, o se i tessuti molli attraversati da punte relativamente corte poggiano su una resistenza che consente un loro schiacciamento di spessore inferiore alla lunghezza della punta, si produce anche un **foro d'uscita cutaneo**. Pure il foro d'uscita sarà ellittico, con asse maggiore disposto secondo le linee di fendibilità della cute in quella sede. Perciò l'asse maggiore del foro d'uscita non necessariamente sarà parallelo a quello d'entrata. Il foro d'uscita dovrebbe essere più piccolo del foro d'entrata, se ad uscire fu solo una porzione di punta a diametro più stretto della base del cono. A meno di altri fattori imponderabili, dovrebbe invece risultare eguale al foro d'entrata, se alla sua formazione concorresse anche la base del cono. Manca, come attendibile, l'orletto escoriativo.

In un nostro caso di precipitazione suicidiaria dal piano alto di uno stabile un foro cutaneo ovalare di 4x7 mm allarmò gli inquirenti. Tale foro aveva il bordo netto e stava appena esternamente al margine sternale destro, in regione sottoclaveare. Il reperto poteva apparire da azione violenta per mano di terzi, che palesemente contrastava con le circostanze note del fatto, ma anche con la restante lesività superficiale, scarsa come è d'uopo nei casi di precipitazione. Già all'esame esterno si riusciva a scorgere che quell'apertura era assai prossima ad una frattura scomposta della clavicola di quel lato. L'autopsia evidenziava una lunga rima, che dal margine posteriore, alquanto esternamente all'osso, si estendeva avanti medianamente, determinando sul moncone esterno una punta atipica (un semicono) assai aguzza. Tale punta si connetteva con l'apertura cutanea per lievi movimenti preternaturali della spalla. Si trattava dunque di un'apertura d'egresso e di un sottostante breve tramite indotti dall'esposizione del moncone esterno della frattura claveare e avvenuti nel momento dell'impatto della spalla col suolo, cui seguiva il rientro del moncone, non appena che il resto del corpo si era adagiato completamente al suolo. Poté concorrere al rientro la brevità del percorso a ritroso della porzione di punta uscita, che, a giudicare dalle piccole dimensioni del foro, non deve esser stata eccessiva. Questo reperto sconvolge la definizione di ferita da punta, per la quale essa deve essere costituita da un foro d'entrata, da uno (o più tramiti) ed eventualmente da un foro d'uscita. Manca proprio l'elemento più certo, il foro d'entrata.

Anche negli impalamenti vi possono essere fori d'egresso, valendo per essi le stesse caratteristiche riscontrate nella loro apertura d'entrata (lesività contusiva). Il più delle volte nell'impalamento si deve estrarre con vigore uno strumento di discrete dimensioni, saldamente conficcato nelle carni: tanto in corrispondenza del foro d'entrata che di quello d'uscita possono formarsi segni non vitali da manovra estrattiva. Talvolta può essere impossibile rimuovere subito il cadavere dalla sede dell'impalamento, ove tali grosse punte sono anche fissamente ancorate. Occorre recidere lo strumento dal suo impianto, lasciandolo temporaneamente in situ nel cadavere per una successiva rimozione. Anche in queste manovre di sezione dello strumento, effettuate per solito da operai, possono prodursi nei pressi del foro d'egresso lesioni non vitali, più facilmente riconoscibili delle precedenti per essere meno intimamente sovrapposte alle vitali. Si potrebbe guardare alle ferite da frattura esposta di ossa lunghe (omero, femore ecc) come a ferite da impalamento, in cui lo strumento che le causa è il moncone osseo fuori asse. Ma una prassi ormai consolidata le considera tra la lesività di

tipo contusivo, perché la frattura è perlopiù<sup>30</sup> di questa natura. Inoltre clinicamente la soluzione di continuo dei tessuti molli operata da un moncone, che dalla profondità li abbia spinti fino a loro lacerazione, passa in subordine, dandosi rilevanza ai problemi suscitati dalla frattura ossea ed ai caratteri clinicamente utili di questa. Tale frattura viene subito apprezzata dall'ortopedico come esposta, perché almeno un moncone continua a protrudere vistosamente dall'apertura. Quest'ultima, semmai, viene implicitamente segnalata paragonando la circonferenza esterna dell'arto a livello della lesione al quadrante di un orologio: su questo l'ora indicata rappresenta il luogo dell'esposizione del moncone distale .

### Lesioni da strumenti da taglio

Gli strumenti taglienti sono classificati in **tipici** (rasoi, coltelli, lamette, una spada, un pugnale ecc.) e **atipici** o **impropri**<sup>31</sup> (frammenti di vetro, di porcellana, sottili fili metallici tesi, ma anche il margine teso di una pagina di libro o di quaderno, ecc.). Tutti questi strumenti sono accomunati dalla presenza di un sottilissimo filo rigido, o comunque teso, in grado di determinare, quando opportunamente mosso sul corpo, un'interruzione dei tessuti. Il filo di una lama di coltello può essere guardato come il luogo di confluenza di due superfici solide delimitanti in esso un angolo diedro assai acuto. Questi caratteri sono gli stessi del cuneo<sup>32</sup>, cui tale strumento può essere paragonato. Perché tale mezzo separi i tessuti, è importante, oltre all'entità della potenza impressagli, anche la direzione di questa. Così, da un lato, la forza agente sul cuneo potrà essere solo perpendicolare al piano cutaneo, come capita in colpi di spada, di accetta, di machete, ecc. e, in generale, nei colpi di un "fendente". Per l'ottenimento di queste particolari ferite concorrono significativamente la massa dello strumento animato nonché il turgore dei tessuti attinti. Il turgore della cute in un cadavere è certamente minore; può così capitare che uno strumento diretto con una certa intensità e verso sui tegumenti di una persona viva li scontinui, mentre usato in modo e luogo identici su cadavere, non li intacchi. Dall'altro lato si prende idealmente in considerazione un filo di lama solo appoggiato sul piano cutaneo e così fatto scorrere dalla potenza, che è solo parallela al filo. In questa situazione ideale l'unica forza, che agisce perpendicolarmente alla cute, è quella del peso del mezzo, variabile da strumento a strumento, ma sostanzialmente di scarsa entità. Su questa forza domina quella tangente alla cute, diretta anche secondo la direzione del filo, che con la prima può produrre un'**abrasione lineare**, la separazione lineare della continuità epidermica, diversa dalla graffiatura di origine contusiva solo per un aspetto più regolare. Invero un'abrasione lineare viene causata più che dal solo peso del mezzo, insufficiente, da una lievissima sua compressione contro la cute, accompagnata dallo scorrimento. Esilissime abrasioni da scorrimento di filo sulla superficie palmare di alcune dita, quasi impercettibili ad occhio nudo, sono state messe in evidenza, ponendo la cute delle dita che le reca a macerare in acqua per breve tempo (Siracusa).

Un'**abrasione nastriforme** deriva quando lo strumento tagliente, che preme appena sulla cute, viene fatto scorrere con una direzione sempre ad essa tangente ma perpendicolare o comunque non parallela al filo; la lama può anche essere lievemente inclinata rispetto al piano cutaneo, con angolo acuto aperto in direzione opposta a quella dello scorrimento. Ciò può capitare quando, per radere la barba, si affondi appena più del dovuto il rasoio. Se una rasatura così attuata viene praticata su un cadavere molto tempo prima della presentazione della salma alle onoranze funebri, la protratta evaporazione mette in evidenza le abrasioni nastriformi non vitali (di color giallo zolfo), che suscitano disappunto nei congiunti, i quali in precedenza avevano visto una cute non rasata, ma di aspetto normale.

<sup>30</sup> Le fratture possono essere causate anche da armi da fuoco, ma possono essere pure spontanee.

<sup>31</sup> Per Puccini i mezzi impropri sono quelli in cui una parte di filo è segettata.

<sup>32</sup> Un cuneo ha sezione trasversale di foggia triangolare isoscele. Perpendicolarmente al lato minore di questo triangolo, che corrisponde allo spessore del dorso di una lama (AB) agisce la potenza P, mentre perpendicolarmente a ciascuno dei due lati eguali più lunghi (detti anche fianchi del cuneo e corrispondenti alla superficie laterale della lama) (BC e CA), agisce la resistenza R. Poiché il triangolo ABC è simile al triangolo derivato ponendo i tre vettori (PRR) uno appresso all'altro con rispetto delle loro direzioni e del loro verso, vale la relazione  $R : P = BC : AB$ , cioè la resistenza sta alla potenza come la lunghezza di uno dei lati maggiori sta al lato minore. Segue che  $P = BC/AB \cdot R$ . Il rapporto BC/AB dà un'idea del vantaggio del cuneo. Più il cuneo è lungo, minore è la potenza necessaria a vincere la resistenza. Anche un basso AB concorre a rendere maggiormente acuminato il cuneo e quindi ad un suo miglior vantaggio. Tutto ciò può esser trasportato nell'esame di un'azione tagliente produttiva di una ferita da taglio. Una lama sarà tanto più lesiva quanto più avrà il dorso stretto (spessore della lama) e quanto più la distanza tra filo e dorso sarà grande (altezza della lama). Si può guadagnare in altezza del triangolo inclinando la lama sulla superficie cutanea. Così facendo il triangolo che agisce da cuneo non è più la sezione perpendicolare all'asse della lama, ma una sua sezione obliqua, che ha altezza più lunga della precedente. Per la stessa ragione i bisturi o certi coltelli d'autopsia sono panciuti. La parte anteriore panciuta conferisce alla sezione della lama un'altezza maggiore, indipendentemente da manovre di inclinazione, rendendo più agevole la sezione con quella parte della lama.

Tra le due situazioni limite su citate quella della potenza solo perpendicolare alla cute e l'altra della potenza perlopiù parallela alla cute, si possono collocare tutte le altre, in cui la potenza sia diretta in profondità, ma incidente rispetto al piano cutaneo; allora essa può essere scomposta in due vettori: uno perpendicolare al piano cutaneo e l'altro ad esso parallelo. La contemporanea azione di queste due componenti produce la **ferita da taglio** vera e propria. Per causarla occorre imprimere alla mano che tiene lo strumento una forza premente sulla cute e nello stesso tempo una forza di scorrimento ad essa tangente. E poiché l'azione tagliente costituita da queste due componenti si protrae per un tempo variabile da caso a caso, è anche assai verosimile che ciascuna d'esse abbia una diversa intensità in momenti e luoghi diversi della produzione della ferita da taglio. Questo comportamento variabile delle due componenti è in gran parte responsabile della forma della ferita da taglio, che dipende anche dall'angolo tra la faccia laterale della lama e la cute. Se quest'angolo è retto, la ferita –vista in uno spaccato trasversale fatto passare in qualche punto della sua estensione cutanea– è **cuneiforme**: i due margini di questa ferita sono separati; a ciascuno d'essi sottosta la rispettiva parete laterale, convergente simmetricamente all'altra e per una stessa lunghezza (nel punto considerato) sul fondo comune. Questa ferita, vista tridimensionalmente, ha anche margini netti diversamente diastasiati, le pareti sono nette e diversamente profonde lungo l'estensione dei margini; anche il fondo è netto, pur variando il suo profilo dal luogo dell'entrata a quello dell'uscita della lama, secondo una linea arcuata, perlopiù asimmetrica, a concavità rivolta verso l'esterno della ferita<sup>33</sup>. Nelle ferite di questo tipo prevale la lunghezza sulla profondità e sull'ampiezza<sup>34</sup>. L'estensione è rettilinea e talvolta un pò arcuata. Quando la lama incrocia pieghe cutanee, si possono presentare situazioni lesive diverse. Se la direzione di scorrimento del filo è perpendicolare all'asse della plica, la ferita mantiene il suo carattere rettilineo da una parte all'altra della plica recisa, al più rinvenendosi qualche dentellatura dei margini a livello della piega recisa. Se si conferisce alla lama che scorre una insufficiente forza premente, questa può uscire prima di incontrare il fondo della plica, per poi rientrare nella cute subito dopo la stessa plica, ottenendosi due ferite seriate<sup>35</sup>, separate dalla plicatura e disposte su una stessa linea di direzione incidente la plica stessa. Se lo scorrimento della lama avviene con direzione obliqua rispetto alla plica, la ferita, che ne segue assume, una forma zigzagata (analoga all'ideogramma che rappresenta una saetta). Si possono verificare questi aspetti piegando più volte in luoghi ravvicinati un foglio di carta, e praticandovi dei tagli completi ed incompleti diversamente diretti. La successiva distensione del foglio riprodurrà le situazioni citate.

Nella ferita cuneiforme i margini e le pareti contrapposte ricombaciano perfettamente. Ciò è dovuto sostanzialmente alla mancata perdita di tessuto per questa modalità lesiva, che rispetta lo spessore degli strati tissutali sovrapposti su ciascuna delle due pareti della ferita. Il ricombaciamento dei margini consente anche di definire quali di due ferite da taglio tra loro incrociate sia stata la prima inferta. Ciascuna delle due ferite così intersecate presenta dieresi dai rispettivi assi maggiori, che si presentano incrociati come in una X. Il ricombaciamento finale di entrambe risulta imperfetto, se nell'attuarlo non si segue l'ordine cronologico con cui sono state inferte le due ferite. Quando ricombacio la prima ferita, il suo aspetto, a margini riuniti, sarà lineare. La seconda, che è stata inferta sopra la prima e quindi sopra cute già diastasiata, appare, dopo ricombaciamento (successivo a quello della prima), come due corte ferite lineari contrapposte ai due lati della prima, tra loro parallele e capitate in due punti separati della prima così riunita (l'entità di questa separazione dipende dall'entità della dieresi della prima ferita inferta). Se il ricombaciamento per primo effettuato fosse stato invece quello della seconda ferita inferta, i suoi margini si sarebbero lasciati unire bene; ma le contrapposte metà della ferita per prima arrecata avrebbero avuto bordi inavvicinabili in qualsiasi tentativo di ricomposizione. Questo rilievo non ha solo significato medico-legale atto a stabilire la successione di due colpi inferti in quel modo, ma ha anche rilevanza clinica, quando si debba suturare un tale doppio ferimento.

---

<sup>33</sup> Il fondo è indeterminato quando la lama, mossa con pressione e scorrimento, si affondi oltre lo spessore della parete di una cavità, come succede nelle aperture chirurgiche ed in quelle autoptiche dell'addome. Nelle sezioni autoptiche tuttavia può capitare che la lama incida, per solito superficialmente, anche alcune sottostanti anse intestinali, a causa della loro distensione putrefattiva, che le spinge contro la parete mentre la si sta sezionando (concorre la mancanza di tono della parete del cadavere). Talvolta nell'apertura autoptica dell'addome viene anche incisa appena la superficie superiore del lobo sinistro epatico vicina al margine, potendosi così affermare che il fondo sia stato di poco superiore allo spessore della parete addominale.

<sup>34</sup> Romanese paragona la forma della ferita vista dall'alto a quella di un canotto.

<sup>35</sup> Ciò può capitare in corso d'autopsia, ad es. nel lungo taglio toraco-addominale, quando lo scorrimento di una lama in direzione del pube causa una trazione della cute verso esso ed un suo accumulo su quella ancora da incidere, con formazione di plicature artefatte. Allora una lama poco scorrevole e poco affondata può non incidere dei brevi tratti di cute proprio in corrispondenza delle plicature artefatte. Si ovvia a questo inconveniente accompagnando il taglio della lama con un'azione divaricante della cute effettuata con l'indice ed il pollice della mano sinistra, che, ponendo in tensione il piano da incidere, evitando la formazione di plicature artefatte.

I margini contrapposti di una ferita cuneiforme si distanziano tra loro in modo ineguale, massimamente, per solito, circa a metà ferita<sup>36</sup>, mentre si rastremano alle estremità aguzze. Nelle ferite indotte su cadavere, a parità di sede e di altre condizioni, la diastasi è sempre di minor entità che nel vivente, così potendosi stabilire, sia pur labilmente, se la ferita fu prodotta in vita o dopo la morte. L'entità della dieresi risente anche della disposizione della ferita rispetto a quella delle linee di fendibilità della cute attinta: così una ferita da taglio obliqua, che scenda diagonalmente dal lato alto del collo in avanti basso, risulterà ristretta nel decorso laterale, perché lì le linee sono parallele alla direzione obliqua del taglio, e assai ampia in quella anteriore, ove la direzione trasversa delle linee interseca quella obliqua della ferita; l'aspetto complessivo dell'apertura cutanea è quasi sigmoide; oppure una ferita da taglio parallela e vicinissima alla piega del gomito risulterà massimamente diastata nell'estensione dell'arto superiore, minimamente in flessione; viceversa una ferita da taglio attraversante perpendicolarmente la piega del gomito sarà massimamente allargata in flessione e ristretta in estensione. L'entità della dieresi dipende anche dai tessuti sottostanti la cute eventualmente coinvolti nella sezione: non tanto dal sottocute, per solito ricco di inelastico tessuto adiposo, quanto piuttosto dalle fascie aponeurotiche e dai muscoli. Nel collo concorre anche l'ampia mobilità articolare del rachide cervicale in flessione antero-posteriore, la quale conferisce alle ferite trasversali (tanto anteriori del collo che nuca) un'ampia dieresi. Concorre alla maggior diastasi dei margini cutanei di una ferita da taglio al collo anche la presenza dei muscoli pellicciai (platisma), i quali interferiscono sulla scorrevolezza cutanea: scorrevolezza ed elasticità cutanea<sup>37</sup> sono entrambi fattori che incidono sull'entità della dieresi.

Anche le pareti della ferita sono nette come i margini, lisce, prive di evidente perdita di sostanza, ricombaciabili, data anche la loro dieresi. Il fondo è pure netto e questo carattere serve a differenziare macroscopicamente queste ferite da quelle lacero-contuse in prossimità di creste ossee che pure hanno margini e pareti abbastanza netti<sup>38</sup>: in prossimità del fondo di queste ultime risultano sottese tra una parete e l'altra le "lacigne a ponte" (lacerti connettivi, arteriole, venuzze, fibre nervose, ecc., strutture che invece verrebbero tutte recise da una lama). Il fondo di una ferita da taglio può essere di tessuti molli, ma anche di cartilagini o di strutture ossee vicine alla superficie cutanea solcata, come ad esempio le strutture antero-laterali della gabbia toracica, le quali possono rimanere variamente impressionate dall'azione della lama (più facilmente recise le cartilagini, solo scalfite le costole o lo sterno dell'adulto), ma che possono anche, specie quelle ossee, modificare l'affilatura della lama, che le ha impattate.

Un altro aspetto, che caratterizza la ferita da taglio è l'esiguità dell'infiltrazione ematica dei tessuti molli della parete e del fondo della ferita. Abbiamo altrove visto come l'ecchimosi - una lesione tipicamente da mezzo contundente - rappresenti un'emorragia nel contesto di tessuti integri, nei quali solo uno o alcuni elementi del letto vasale risultano lesi dal trauma esterno. Ma l'ecchimosi accompagna anche altre lesioni vitali da mezzo contundente (escoriazioni, ferite lacero-contuse, fratture ossee, ecc.) nonché lesioni prodotte in vita da altri strumenti: così la si ritrova anche in quelle d'arma da fuoco, da fendente, da impalamento, ecc., rappresentando la componente contusiva che questi mezzi attuano nei tessuti prossimi a quelli più direttamente da essi lesi; la scongiungimento dei vasi prossimi alle pareti di una ferita da tali mezzi avverrà con qualcuno (o anche più d'uno) dei meccanismi d'azione alla base dell'ecchimosi: per schiacciamento diretto di vasi repleti, o per loro trazione, o per riduzione della pressione tissutale che li circonda (decompressione), o, infine, per aumento della pressione del liquido che li permea. La lama, che preme e scorre, recide i vasi via via incontrati, e separa tra loro le parti aniste e cellulari dei tessuti ad essi circostanti; ma evidentemente non comprime, né stira, né decomprime significativamente né infine suscita aumento della pressione endovasale in quelli subito sottostanti alle due contrapposte superfici di sezione ed al fondo<sup>39</sup>. Dalla superficie di sezione le boccucce vasali prodotte dall'azione tagliente della lama riversano il loro sangue nella ferita e fuori d'essa; ma scarsissimo risulta lo spandimento ematico infiltrativo dei tessuti immediatamente sotto la superficie di sezione, diretto in direzione opposta a quella del versamento, cioè nella loro profondità, ed originato per un

---

<sup>36</sup> Dove c'è maggior profondità, lì dovrebbe apparire in superficie la massima diastasi. Se alla lama in scorrimento si inducono due diverse e successive spinte in profondità, senza mai interrompere l'azione tagliente prima dell'uscita definitiva, pur producendosi un'unica ferita di lunga estensione, si ottengono tuttavia in essa due punti di allargamento maggiore, ciascuno in corrispondenza delle due maggiori profondità, ed un punto di restringimento nel luogo, compreso tra le due, ove la lama decorse meno profondamente.

<sup>37</sup> Nel palmo delle mani e nella superficie plantare dei piedi, dove l'elasticità cutanea è scarsa, la dieresi dei margini delle ferite da taglio è esigua.

<sup>38</sup> Un'osservazione dei margini e delle pareti con lente di ingrandimento consente di rilevare anche in queste una fine granulosità, non apprezzabile con lo stesso mezzo lungo i margini delle ferite da taglio da lama affilata.

<sup>39</sup> Romanese sostiene invece che "se la cute è lesa a tutto spessore ed è interessato il cellulare sottocutaneo, in esso appaiono, nelle ferite fatte in vita, molto evidenti infiltrazioni sanguigne che sono scarse nei margini cutanei", quasi che l'azione premente della lama, attraverso uno schiacciamento dei tessuti e quindi attraverso un'azione contusiva, avesse percorso, qui, a questa profondità ed in questi tessuti connettivi, la immediatamente successiva lesività da taglio.

effetto indiretto dello stesso mezzo sui vasellini sottostanti a quelli sezionati. Invece i vasellini resi beanti dalla sezione ben presto, per retrazione e per raggrinzamento, subiranno un'emostasi e quindi una limitazione dell'ulteriore sanguinamento nel lume della ferita da taglio.

Per quale ragione nelle ferite da taglio è così poco appariscente una componente contusiva di una lama, che pur ha premuto sui tessuti, anche scorrendo? Forse la spiegazione è ricavabile dalle osservazioni di Dalla Volta sul meccanismo col quale un filo tagliente causa la separazione dei tessuti. Questo autore, osservando al microscopio il margine tagliente di una lama, ha constatato come esso sia in realtà costituito da una finissima dentatura. Deduce che lo scorrimento della lama sui tessuti effettuata a mo' di archetto di violino determina sugli stessi un susseguirsi di minute lacerazioni dei singoli elementi istologici; la perfetta separazione dei tessuti ottenuta nella ferita da taglio da quest'azione è in realtà la risultante di minute lacerazioni dell'ordine di grandezza dei componenti dei singoli tessuti (cellule, fibre, sostanza cementante, ecc.)<sup>40</sup>, ma l'effetto visibile è quello di due contrapposte superfici di sezione lisce e di margini netti<sup>41</sup>. Come altrove detto, una lacerazione è un trauma di tipo contusivo, che per solito si accompagna a fenomeni infiltrativi. Ma nel caso di una lama affilata l'ordine di grandezza del mezzo lacerante agisce solo direttamente sui singoli elementi incontrati, risultando modeste le azioni di compressione o di trazione o delle altre due modalità produttive delle ecchimosi sui componenti vicini al luogo di effettivo passaggio del tagliente. Ne segue che assai modesti appaiono proprio quegli effetti contusivi che invece per solito accompagnano a più o meno breve distanza l'azione di altri mezzi. Vale a dire che l'azione lacerante si limita alle sedi direttamente impegnate dalla piccola e ristretta dentatura del filo, con scarso coinvolgimento delle strutture a queste vicine. Basta che la lama perda, ad esempio per il reiterato impiego, la sua bella affilatura, ovvero riporti sul filo una o più intaccature a seguito di un suo urto contro il bottone di un vestito coinvolto nell'azione tagliente o contro un portafoglio situato in una tasca dello stesso ma anche contro un qualche osso raggiunto in profondità, per osservarsi nella parte di ferita successiva all'urto o nelle eventuali ferite successive<sup>42</sup> un aumento degli aspetti lacerativi veri e propri, tra cui anche quello di una maggior componente infiltrativa ematica nei tessuti prossimi alla superficie di sezione (perché, per esempio, maggiormente sottoposti ad una trazione, dopo agganciamento di una loro piccola porzione all'intaccatura del filo in scorrimento, o perché schiacciati dalla più ampia superficie della dentatura). Se poi un cadavere con ferite da taglio viene sottoposto all'azione delle fiamme, quei già minimi aspetti infiltrativi ematici, ora cotti, saranno ancor più difficili da riconoscere. Solo il microscopio li potrà svelare con l'ausilio di colorazioni specifiche (per il ferro).

L'esame istologico delle pareti di una ferita da taglio mostra sulle boccucce tanto venulari che arteriolari la presenza di un tappo emostatico già ad alcuni minuti dal ferimento, ma 30-60 secondi dopo questo è dimostrabile la fibrina<sup>43</sup>. La formazione del tappo è indice di vitalità, mancando nelle ferite indotte su cadavere.

Se si osserva dall'alto il fondo della ferita da taglio, in corrispondenza delle due estremità contrapposte esso emerge con una rispettiva **codetta**. Questa altro non è che le inclinazione visibile del fondo in tutta prossimità di dove questo si connette alla superficie ed esprime perlopiù il prevalere di un'azione premente o di quella di scorrimento della lama. In una ferita a cuneo situata su una superficie cutanea piana corrispondentemente all'angolo acuto, per solito distale a chi taglia, o si forma una codetta, che appare corta, ripida, assai affondata (**codetta d'entrata**), oppure questa proprio non si forma. Tanto una codetta corta e ripida che l'assenza di codetta indicano proprio l'affondamento della lama, che per solito si ha all'inizio dell'azione tagliente. Dalla superficie cutanea la lama scende rapidamente e ripidamente verso la parte più profonda del fondo, avendo un minimo o ancora assente scorrimento. Invece sull'estremità contrapposta, per solito prossimalmente a chi taglia, la lama lascia la profondità con un'azione in cui lo scorrimento prevale sulla pressione, che va progressivamente scemando. Ne deriva una codetta estesa e declive, talvolta diritta, talvolta svirgolata da un lato dell'asse della ferita (**codetta di estrazione**): il fondo raggiunge la superficie con un lieve pendio e con

---

<sup>40</sup> Quindi l'affermazione che nelle ferite da taglio (ad esclusione delle mutilanti) non vi sia perdita di sostanza, non è rigorosa, avendosi almeno quella determinata dal susseguirsi delle minute lacerazioni dei microscopici denti. Ma poiché tale perdita è biologicamente irrilevante e la guarigione di queste ferite è facilitata rispetto a quelle di altri mezzi che comportano una cospicua perdita di sostanza, tale asserzione può essere egualmente accolta.

<sup>41</sup> Leoncini rileva che per aversi margini e superfici di sezione nette non solo il margine inferiore della lama deve essere ben affilato, ma devono essere particolarmente lisce anche le due superfici laterali della lama stessa.

<sup>42</sup> Così potendosi anche stabilire una certa successione delle ferite stesse, che può essere uno dei quesiti posti al consulente, legato all'altro, che fa riferimento alla determinazione del colpo eventualmente letale.

<sup>43</sup> All'inizio il tappo emostatico è costituito da materiale granulare (privo di ponti di fibrina). Quindi viene invaso da piastrine, che si addensano di più all'esterno del tappo, dove si ancorano alle fibre collagene esposte dalla sezione del vaso. Nello stesso tempo la fibrina si forma attorno al vaso sezionato ed sui connettivi ad esso circostanti. Successivamente lisano le piastrine del tappo, sostituite da ponti e lamelle di fibrina. Tutto ciò si svolge nell'arco di 20-30 minuti. E' osservabile anche una progressiva infiltrazione leucocitaria, che non investe solo il tappo, ma più in generale le pareti della ferita (Aragona).

un maggior scorrimento di lama. La codetta d'entrata ha inizio, sulla superficie cutanea, alla confluenza dei margini contrapposti della ferita, ma non ha un definito punto di cessazione, sfumando indistintamente col resto del fondo. Analogamente la codetta d'uscita ha un punto di cessazione nella confluenza dei margini contrapposti alla precedente, ma è vago il luogo del suo esordio nel fondo.

Nella ferita da fendente, che pure è lineare ed ha margini contrapposti netti, pareti nette e fondo regolare (benché di forma diversa da quello della ferita cuneiforme), per la mancanza di un'azione di scorrimento non si formano codette. Tuttavia se il filo rettilineo di un fendente (ad es. un machete) si affonda inclinato rispetto al piano cutaneo, anche il fondo della ferita risulterà inclinato, simulandosi quantomeno una codetta d'estrazione di una ferita a cuneo. Nelle ferite da fendente la profondità è per solito ragguardevole, non potendosi tuttavia compararla utilmente, come a fini didattici si fa per le ferite cuneiformi, all'estensione<sup>44</sup>.

Nelle ferite cuneiformi non sempre l'interpretazione del gesto compiuto dal feritore è di immediata comprensione. Abbiamo assunto che un coltello penetri distalmente all'autore e venga represso ad esso prossimalmente. Ma possono esistere anche altre modalità di ferimento. In un tentativo di accoltellamento (quindi nel voler produrre una ferita da punta e taglio), nel quale si manchi la penetrazione ma si colpisca invece tangenzialmente col filo della lama una qualche parte del corpo, si produce lì una ferita da taglio, in cui l'entrata è prossimale a chi colpisce, mentre l'uscita gli è distale. Lo stesso dicasi in autoferimenti per infortunio sul lavoro, nei quali la lama tende ad essere allontanata dal corpo del lavoratore, ma in malaugurate circostanze, incontra egualmente parti del suo corpo, per disattenzione capitate sul percorso della lama.

In altri casi di movimento della lama disto-proximale o anche trasversale vi è un'**inversione delle codette**: quella più lunga e superficiale rappresenta l'entrata del tagliente, la più corta e profonda, la sua estrazione. Ciò può capitare per movimenti abnormi della mano che impugna il mezzo tagliente o viceversa per movimenti abnormi della vittima raggiunta dallo stesso. Ma soprattutto accade quando la superficie cutanea è curva. Le superfici curve di un arto o del collo, incise trasversalmente al loro asse principale, condizionano o un'inversione delle codette o una loro mancata formazione. Lo **scannamento** è la sezione delle parti anterolaterali del collo con interessamento delle "canne della gola", cioè con recisione, oltre che dei muscoli del collo, di laringe-trachea (le canne), cui si associano anche le recisioni totale o parziale di uno o entrambi i fasci vasculo-nervosi e, nelle azioni più profonde, anche quella del faringe - esofago<sup>45</sup>. Lo scannamento può essere omicidiario, suicidiario, accidentale. Benché i criteri per dedurre dalle lesioni osservate la sua causale siano perlopiù orientativi e, singolarmente considerati, insufficienti per un giudizio di certezza, tuttavia si ammette che nel suicidio la profondità della ferita sia minore che nell'omicidio, in cui l'aggressore affonda vigorosamente la lama, potendo questa raggiungere addirittura il piano vertebrale. Spesso il meno profondo taglio mortale del suicidio per scannamento è preceduto da superficiali e clinicamente irrilevanti **ferite cutanee d'assaggio (o di prova)**<sup>46</sup>, più corte, per solito poste in posizione vicina a dove inizierà il taglio definitivo, e parallele ad esso. Contraddice talvolta questa flebile regola lo scannamento suicidiario attuato da alienati mentali, specie schizofrenici in grave scompenso, ove mancano le ferite d'assaggio e la ferita al collo è molto profonda. In questi malati psichici anche ferite da taglio autoinferte in altre sedi, come sulla parete addominale, risultano raccapriccianti, accompagnandosi spesso a recisioni o a strappamenti di anse intestinali tirate fuori manualmente dall'ampia breccia addominale. Deduciamo che queste persone non ebbero esitazione, non persero conoscenza né per l'apertura della cute né per alcune delle altre azioni da essi commesse prima della morte, né il dolore inibì il proseguimento della loro azione, quasi non fosse avvertito; la loro azione (anche elaborata) poté così protrarsi nel tempo disponibile prima della morte. Nell'omicidio spesso si associano, alla lesività del collo, ferite da difesa in altre parti del corpo della vittima (ferite da taglio ai palmi delle mani per afferramento della lama, agli avambracci usati come scudi)<sup>47</sup>. Nell'omicidio la ferita al collo è di solito più bassa che nel suicidio. Ma per una corretta lettura della ferita sul collo occorre anche sapere se il suicida (o l'omicida) è destrimane o mancino: talvolta una semplice occhiata alle mani dell'autore rileva

<sup>44</sup> L'estensione qui non dipende tanto dallo scorrimento estrattivo (che pur potrebbe avvenire), quanto piuttosto dalla lunghezza della lama effettivamente spinta in profondità: così in una sciabolata o in un colpo di machete. Più corta, invece, la ferita prodotta da un colpo di accetta, la cui lama si presume corta.

<sup>45</sup> La doppia indicazione di laringe e trachea, di faringe ed esofago, dipende dal livello del collo cui si attua la sezione.

<sup>46</sup> Lesioni di significato analogo si rinvennero anche nello svenamento per sezione delle vene dei polsi, della piega del gomito, ecc, e sono state riscontrate persino sul pene in un caso di sua automutilazione.

<sup>47</sup> Talvolta le ferite da taglio si repertano anche sulle facce palmari delle dita dell'omicida. Ciò è capitato in parecchi casi in cui l'omicida colpì di punta a taglio con un coltello privo di fermi d'impugnatura, attingendo parti corporee, in cui un osso sottostante frenava il progredire della lama, mentre la mano che impugnava poteva scivolare sotto, sulla lama stessa. La disposizione di queste ferite era invertita rispetto a quella derivata per afferramento difensivo della lama (poiché l'impugnatura nell'aggressione usciva dalla parte del quinto dito, erano qui ferite le dita per prime sciolte sulla lama, cioè le ulnari, mentre si potevano salvare - per il rilascio della presa - quelle radiali; nell'afferramento da difesa le sezioni prevalevano sulle dita che stringevano più forte, le radiali).

quella appena ipertrofica, o quella dotata di particolari callosità da lavoro. Ciò non toglie che un destrimane, per qualsivoglia ragione, non possa utilizzare, nel ferirsi, la mano sinistra (e viceversa). In caso d'omicidio l'esame della ferita al collo è imprescindibile dalla conoscenza della reciproca posizione dei due contendenti, potendo l'aggressione avvenire frontalmente, da uno dei due lati, da tergo. In generale, poi, nel suicidio la sezione è più obliqua; nell'omicidio invece è più orizzontale, potendosi constatare sul collo anche ferimenti multipli profondi ed estesi, talvolta separati, altre volte incrociati, altre volte ancora sovrapposti.

Per quanto riguarda l'inversione delle codette di cui s'è fatto cenno, Canuto osservava che in un lungo scannamento suicidiario iniziato su una faccia laterale del collo e continuato trasversalmente nella sua parte anteriore, la lama dapprima scorre quasi parallela al piano sagittale, producendo una codetta superficiale e lunga, poi si fa trasversale ad esso, guadagnando in profondità, per infine uscire; la codetta allora diventa qui ripida e profonda. Ma ferite del collo più corte, giacenti su qualsivoglia sua regione purché non contornanti, si comporterebbero come le normali ferite cuneiformi, cioè non subirebbero alcuna inversione, malgrado la curvatura della regione. Perché si concretizzi il meccanismo proposto da Canuto, oltre ad un ferimento esteso del collo, occorrerebbe pure che il suicida si scanni mantenendo il collo nella naturale posizione anatomica. Di solito, invece, il suicida piega la testa dal lato opposto a quello scelto per iniziare l'azione tagliente; ma così facendo espone al mezzo una superficie cutanea piana, che mal si presta all'inversione. Dalla Volta suggerisce anche l'ipotesi che la codetta d'entrata sulla superficie curva del collo di un suicida potrebbe esser lunga e poco profonda a causa di quella stessa esitazione che induce in molti suicidi ai preliminari tagli di prova.

I meccanismi letiferi dello scannamento possono essere molteplici ed anche concorrenti. Una frequente causa di morte va individuata nel **dissanguamento**. La recisione di una o, a maggior ragione, di entrambe le carotidi, a quella distanza dal cuore, rappresenta una cospicua riduzione del letto vasale percorribile dal flusso ematico, che così incontra lì una minor resistenza: la bassa resistenza facilita una cospicua perdita ematica. Ma in quel punto di interruzione vasale vige anche una pressione di spinta di valore assai prossimo a quella del vicino ventricolo sinistro, che promuove il moto ematico per l'intero circolo; una spinta così elevata concorre alla copiosità dell'emorragia, così rapidamente mortale. Se il collo con una carotide così recisa si trova ad es. sufficientemente vicino ad un muro della stanza ove è avvenuto il fatto, i getti pulsanti del sangue stravasato e libero da urti contro le pareti della ferita possono produrre su esso macchie di sangue distribuite in modo suggestivamente simile ad un vero e proprio sfigmogramma (carotideo). Anche la concomitante recisione delle vene del collo concorre alla perdita ematica.

Un'altra causa di morte, senz'altro meno rapida della precedente, è la **sommersione interna**, cioè la persona annega nel proprio sangue. La condizione è che siano recisi contemporaneamente i vasi del collo e le alte vie respiratorie vicine; attraverso l'apertura di queste ultime il sangue stravasato penetra ad inondare l'albero respiratorio. Così se è stato reciso il laringe, sangue di provenienza carotidea (ma anche dalle giugulari recise) viene convogliato, al ritmo degli atti respiratori (accelerati dalla ingravescente anemia) combinato a quello delle pulsazioni arteriose, nelle alte vie respiratorie, giungendo fino agli alveoli. All'autopsia la superficie di sezione polmonare della sommersione interna si presenta con chiazze rossastre, a pelliccia di leopardo, su uno sfondo parenchimale pallido per l'anemia, che è stata consentita dal tempo di sopravvivenza (così anche la sommersione interna è indice di sopravvivenza). Se malgrado lo scannamento con sommersione interna non sopraggiunge a breve la morte, il sangue riversatosi negli alveoli e lì albergato per qualche tempo costituisce un ottimo pabulum per i batteri sopravvenuti, predisponendo alla **polmonite ad ingestis**. Un'altra complicanza, anch'essa tardiva, segnalata da Pellegrini, è la polmonite da inalazione tracheale di aria fredda, entrata attraverso la ferita senza passare per le soprastanti vie preposte al suo riscaldamento.

Un'ulteriore seppur rara causa di morte segnalata da Dalla Volta consiste nell'asfissia meccanica da occlusione ad opera del moncone di epiglottide reciso dalla lama durante lo scannamento e caduto in modo ostruente nel tratto laringeo sottostante.

Si è segnalata anche, quale causa di morte avvenuta a qualche ora dal ferimento al collo, l'asfissia per edema acuto della glottide lesa.

Nello scannamento si può decedere anche per un'**embolia aerea**. Particolarmente la parte bassa di una giugulare, anatomicamente contornata da tralci connettivali impedenti il collabimento altrove osservabile in vene recise, tende a rimanere beante dopo sua sezione. Così la colonna liquida che precipita giù, verso il sottostante atrio destro, risucchia dietro di sé un cospicuo volume aereo, pompabile poi dal ventricolo destro e responsabile dell'embolia polmonare (ma che può divenire paradossa, se vi è pervietà del forame di Botallo). Per Leoncini la giugulare maggiormente predisposta al risucchio d'aria è quella interna, che fisiologicamente si trova a pressione negativa, specie nella fase diastolica del cuore. Anche questo meccanismo letifero avviene con un certo tempo di sopravvivenza.

La lama, nello scannamento, può recidere anche importanti nervi di accompagnamento dei vasi del collo, regolatori di funzioni vitali, e che possono, così lesi, concorrere al meccanismo letifero. Ma solo la **recisione di entrambi i vangi** è di per sé letifera (Pellegrini).

Byard e al. elencano tra le cause di morte della discontinuazione dei vasi principali del collo anche la loro compressione esterna, con conseguente restringimento critico del loro lume, sostenuta dall'aumento della pressione tissutale avvenuto per infiltrazione emorragica perivascolare nelle immediate vicinanze della recisione. Ci pare che questo meccanismo potrebbe esser invocato soprattutto quando, ad es., la parete di una carotide, che è un vaso ad alta pressione, venga reciso dalla lama solo per un breve tratto della sua circonferenza, consentendo l'apertura del vaso, ma non la sua retrazione (che invece si realizza nella recisione completa, con formazione di due monconi contrapposti e beanti). Gli stessi autori sostengono che la morte per scannamento può essere assai rapida, per un concorso dei diversi meccanismi letiferi elencati. Sono segnalati casi in cui gravi lesioni da scannamento hanno comunque consentito alla vittima di parlare. Ciò è potuto accadere, quando la vittima, che non ha subito lesioni del ricorrente, poteva occludere sufficientemente l'apertura sul collo tanto flettendo la testa in avanti che ponendo le mani sull'apertura; l'aria espirata poteva in tal modo esser convogliata a vibrare le corde vocali vere.

Vi sono anche ferite da taglio sul collo indotte nella regione della nuca, talvolta denominate da **decollazione**, anche se tale termine sarebbe appropriato solo ai casi in cui al ferimento segue il distacco della testa.

Nei casi, in cui la lama entri e scorra con una certa inclinazione della faccia laterale, si ottiene **una ferita a lembo**. Se un tal scorrimento a lama inclinata è rettilineo su superficie piana o anche ricurva (ma la sezione non sia trasversale alla curvatura), la ferita a lembo è lineare ed il lembo deriva solo dalla disposizione inclinata delle contrapposte pareti della ferita: la parete più vicina al soprastante piano cutaneo, la più corta, forma con esso un angolo molto acuto; la dirimpettaia, più lunga, forma con lo stesso un angolo ottuso; la prima, che delimita inferiormente il lembo, ricopre parzialmente la seconda, la quale, per la dieresi dei margini, è anche quella in parte visibile senza sollevamento o rovesciamento del lembo. In questa ferita, anch'essa a margini pareti e fondo netti, si possono ottenere codette d'entrata e d'uscita. Se invece la lama inclinata su un lato recide linearmente ma più o meno trasversalmente una superficie curva (un arto, un dito), allora i margini contrapposti del lembo si estendono secondo una sezione trasversale di cono o di cilindro, cioè descrivendo un tratto di iperbole o di parabola. Anche queste ferite hanno caratteri di nettezza, ma le codette o mancano o sono di identica estensione. Fatte salve le ferite da taglio (cuneiformi o a lembo) in sedi con grossi vasi vicini alla superficie cutanea, comunque gravi, in generale le ferite a lembo delle altre sedi cutanee sono clinicamente più gravi delle cuneiformi: l'affondamento inclinato della lama, per la disposizione anatomica del letto vascolare cutaneo e sottocutaneo, che è costituito da rami paralleli alla superficie corporea (plesso dermico, plesso subdermico, arterie cutanee dirette) tra loro connessi da rami perpendicolari (tra cui anche le arterie perforanti muscolo-cutanee), va a recidere più estesamente la rete stessa, con probabilità di fenomeni ischemici più imponenti a carico dei territori tributari; invece a parità di profondità e di sede recisa, un taglio verticale, come il cuneiforme, produce un danno più ristretto delle maglie vasali<sup>48</sup>. I lembi sono anche un potente mezzo terapeutico utilizzato in chirurgia ricostruttiva. Ma i lembi chirurgici vengono effettuati secondo ben stabilite norme tecniche, soprattutto rispettose del loro circolo vasale cutaneo, la cui efficienza è alla base della ricostruzione delle parti molli distrutte.

Si afferma che le ferite da taglio siano caratterizzate dall'**assenza di perdita di sostanza**, essendo avvenuta solo una separazione di tessuti. Ciò facilita la guarigione clinica della ferita. Tale asserzione può essere certamente accolta per le ferite da taglio cuneiformi ed in parte anche per quelle a lembo, benché in queste ultime la maggior compromissione vascolare e la conseguente ischemia dei territori tributari comportino un accentuato rischio di necrosi del lembo stesso. Ma certamente non può esser valida per le ferite da taglio **mutilanti**, nelle quali la totale separazione di una parte sporgente del corpo costituisce perdita di sostanza. Appartengono a questa categoria di ferite asportazioni da infortunio lavorativo o domestico dei polpastrelli di certe dita più esposte durante un maldestro impiego di macchine affettatrici ruotanti. Tali ferite dei polpastrelli sono particolarmente sanguinanti e dolorose. Ma vi appartengono anche asportazioni criminose di padiglioni auricolari, che le cronache riferiscono praticate in casi di sequestro di persona a scopo di estorsione. Il padiglione asportato ed inviato ai congiunti solleva complesse questioni medico-legali. Innanzitutto occorre differenziare se esso sia appartenuto ad un uomo o è stato prelevato da qualche animale. Poi insorgono questio-

---

<sup>48</sup> In una sezione obliqua con maggior probabilità si recideranno, producendo anche bocche vasali ellittiche, tanto i rami trasversali che quelli verticali; in una solo verticale si recideranno perlopiù i rami trasversali, ottenendosi boccucce vasali beanti di forma perfettamente circolare e quindi più piccole. I diametri delle boccucce a sezione ellittica sono uno eguale al diametro delle boccucce circolari, l'altro sempre di diametro maggiore del calibro del vaso, per cui, a parità di tutte le altre condizioni, le boccucce ellittiche verseranno più copiosamente il sangue di quanto non facciano quelle perfettamente circolari, derivate da una sezione perpendicolare.

ni di vitalità della superficie di sezione. La complessità di quest'ultimo quesito deriva soprattutto dalla scarsa vascolarizzazione che normalmente vige nelle cartilagini auricolari. Ne consegue che nei pressi della mutilazione sono ancor più esigui quei già modesti fatti ecchimotici di una normale ferita da taglio, il cui rilevamento avrebbe significato di lesione prodotta in vita. Concorre a questa difficoltà interpretativa anche la frequente sovrapposizione di fenomeni di essiccamento per evaporazione. L'osservazione della ferita mutilante del padiglione potrebbe procurare anche qualche elemento di caratterizzazione del mezzo impiegato. Rilevanti, sul padiglione recuperato, anche le indagini atte alla tipizzazione del DNA, perché il padiglione inviato potrebbe non appartenere al congiunto sequestrato. Sono riportate in letteratura anche asportazioni di altre prominenze anatomiche quali il naso, il pene, la borsa scrotale ed i testicoli (in lesioni aventi per movente la gelosia ed in autoferimenti perlopiù indotti da alienati), la mammella nella donna, ma anche i capezzoli nel maschio (per autoferimenti in soggetti alienati), i genitali femminili esterni; asportazioni più limitate di questi si riscontrano a fini di infibulazione, la quale comincia ad essere praticata clandestinamente anche nel nostro paese presso certe comunità d'immigrazione, e che viene distinta in 4 gradi, a seconda delle strutture vulvari e vulvo-vaginali asportate (Baima-Bollone). Anche certe decapitazioni, perlopiù da fendente, hanno anche una rilevante componente di scorrimento della lama, che permette di classificarle tra quelle mutilanti da taglio: nel condannato a morte mediante ghigliottina poteva esserci un certo grado di scorrimento della lama sul collo, se questa, in precipitazione guidata dall'alto, aveva anche il filo obliquo; il nobile medioevale Giapponese, che aveva gravemente mancato nella sua onorabilità verso il superiore, poteva riscattarla, compiendo "seppuku", cioè un suicidio procurato aprendosi un'ampia ferita da taglio trasversale dell'addome (Hara Kiri); il "Kaishaku", ovvero un'altra persona di pari rango sociale, per mezzo di una lunga katana, un'affilatissima spada, provvedeva a decapitare con un fendente -ma nel maneggio della spada vi era anche un movimento di scorrimento- il suicida, non appena questi, dalla posizione in ginocchio, aveva completato la ferita all'addome; ciò per accelerargli la morte, che, se lasciata intervenire per la sola ferita addominale, gli avrebbe causato protrate e terribili sofferenze, non pretese nel riscatto. Ma decapitazioni si sono osservate anche a seguito di incidenti autostradali di motociclisti o di automobilisti sbalzati in corsa dall'abitacolo. Ciò capitava fino a non molto tempo fa, cioè fin quando le due corsie di marcia erano separate nel mezzo da un "guard rail" in lamiera ondulata, oggi sostituito dal più tozzo "new Jersey", in meno elastico ma più deformabile cemento. Sul margine superiore della lamiera ondulata, che non era affilato, ma arrotondato e di qualche millimetro di spessore, poteva capitare di traverso il collo, o talvolta anche il tronco della vittima che, scorrendo su esso per un tratto variabile, animato da un'alta velocità residuale a quella del mezzo in moto su cui la vittima si era trovata fino a pochi istanti prima, dotato anche della ragguardevole massa corrispondente al suo peso corporeo, subiva la decapitazione o l'intera recisione del corpo. La mutilazione, pur prodotta con uno strumento tagliente, non necessariamente è rappresentativa di un unico ferimento: è possibile che per ottenerla, l'autore sia passato più volte con la lama sulle ferite precedenti della parte anatomica da asportare. In questo secondo caso l'esame della superficie di sezione di uno dei due monconi dovrebbe indicare se l'amputazione fu conseguente ad un'azione unica, risultando una vera ferita da taglio mutilante, ovvero se la mutilazione derivò da più azioni susseguite alla prima incompletamente mutilante. Anche le ferite mutilanti hanno margine e superficie di sezione netta. Difficile l'apprezzamento macroscopico di una codetta d'entrata o di quella d'uscita (a meno che all'inizio, o alla fine del taglio amputante la lama non svirgoli con qualche sua parte affilata via dal piano di sezione, sulla cute di contorno del margine di sezione di uno dei due monconi esaminato). Anche il fondo è perlopiù indeterminabile, a meno di non considerare la profondità quantomeno identica allo spessore del tessuto asportato nel luogo della sezione<sup>49</sup>.

Abrasioni (o forse escoriazioni?), ferite lineari, ferite a lembo e ferite mutilanti sono producibili anche con strumenti fendenti. I margini delle ferite da fendente sono appena un po' più irregolari, si contornano di alone escoriativo ed ecchimotico di varia entità, gli angoli sono meno aguzzi, non si formano le codette. Vi è in queste ferite un'estensione più direttamente rapportabile alla lama effettivamente penetrata a cuneo. Per solito la lama raggiunge una maggior profondità, tanto che si rilevano anche importanti fratture ossee, talvolta grossolanamente rapportabili alla forma del filo, talaltra solo espressive della notevole componente contusiva, che accompagna queste ferite.

Vanno considerate a sé quelle mutilazioni prodotte su cadavere con mezzi taglienti, ma anche con fendenti e con seghie, atte ad ottenere il **depezzamento del cadavere**, di solito ai fini di trasportare in luoghi diversi ciascuna parte del cadavere per occultarla, anche disperdendo le sue parti. Il depezzamento di cadavere è perlopiù

---

<sup>49</sup> Ma questa affermazione potrebbe non essere corretta. Ad esempio la sezione del lobo auricolare (di pochi cm) avrebbe potuto esser stata effettuata procedendo col filo tagliente dal suo punto d'inserzione più alto a quello più basso. Ma a rigore lo spessore della superficie di sezione dovrebbe corrispondere a quello (di pochi mm) del padiglione auricolare.

presentato nel capitolo della tanatologia, per i problemi che insorgono soprattutto nella determinazione dell'epoca della morte del cadavere. Ciascun pezzo ritrovato, per le diverse condizioni di temperatura, di umidità, di ventilazione ed in generale di esposizione all'ambiente e all'inquinamento batterico dei luoghi dove viene rinvenuto (ad es. una parte di cadavere può essere abbandonata in discariche di rifiuti organici, ecc) ma anche per il diverso grado di dissanguamento subito dai singoli pezzi anatomici durante il loro distacco dal corpo o nel corso del loro trasporto, o anche per il loro diverso contenuto batterico nel momento della sezione (il tronco ha certamente organi per loro natura portatori di batteri putrefattivi), potrà mostrare aspetti tanatologici a diversa evoluzione cronologica, che non consentono quella più precisa datazione della morte, invece possibile sul cadavere rinvenuto intero. Ma a parte questi aspetti tanatologici, egualmente si dovrà porre attenzione alle ferite mutilanti, le quali, oltre a poter dare indicazioni sul mezzo o sui mezzi impiegati, potrebbero svelare la rozzezza o la finezza delle amputazioni, in quest'ultimo caso suggerendo ipotesi di professionalità dell'autore (macellai, cuochi, chirurghi, veterinari, ecc.). Sarà anche quanto mai opportuno porre nei confronti di ciascuno dei pezzi rinvenuti gli stessi quesiti su indicati per l'asportazione del lobo auricolare.

Nel caso di ferite da mezzo tagliente sono assai scarse le possibilità di ricavare dai riscontri lesivi **elementi identificativi specifici dello strumento** impiegato, in quei casi in cui questo non è stato rinvenuto in sede di sopralluogo: il fondo della ferita non riproduce quasi mai l'altezza della lama, potendo questa affondarsi per un'entità maggiore della sua altezza ovvero esserne più breve; la diresi, tanto dei margini che delle pareti, non consente affermazioni sullo spessore della lama; l'estensione della ferita può essere benissimo tanto più corta che più lunga della lama. Disponendo di un arma in sequestro, si possono esprimere giudizi di semplice compatibilità di quel mezzo con quella ferita. Oggi questo tipo di quesiti riceve un grande contributo dalle indagini sul DNA rinvenibile, anche in minime tracce, sui liquidi organici (sangue) riscontrati sulla lama ma anche sul manico di coltelli che si sospetta abbiano attinto una persona, ottenendosi una identificazione mediata del mezzo impiegato. In caso di ferimenti di più persone con una stessa arma, sullo strumento si otterranno le diverse tipizzazioni, che così consentono un preciso studio del nesso di causalità materiale.

Qualche giudizio utile per l'identificazione del mezzo può essere ottenuto dal filo della lama, che ha subito qualche modificazione, riverberatasi sulla lesione. Talvolta si possono riscontrare dentro la ferita frammenti metallici di lama o comunque del mezzo tagliente (vetro), sui quali si possono fare indagini laboratoristiche, ma anche di microscopia elettronica, abbastanza risolutive del quesito sul mezzo. Indicative di un impiego di forbici<sup>50</sup> (ma prive della specificità desiderata) sono certe ferite da taglio cutanee a forma di V, che, ad esempio, trovammo numerose in un caso di infanticidio, per il vero completato con ferite da punta e da punta e taglio lasciate da un diverso impiego dello stesso strumento. Riscontrammo ferite a V anche in un anziano portatore di pace maker cardiaco, distribuite proprio lungo tutto il percorso sottocutaneo addominale dei fili di questo apparecchio. L'anziano pretendeva di suicidarsi, interrompendo quei fili che in qualche modo tenevano in funzione il suo cuore ammalato. Malgrado i reiterati tentativi di taglio (qualcuno anche alle vene dei polsi), non ottenne il risultato voluto, che fu conseguito con un impiccamento (suicidio combinato).

Forse anche armi da taglio di certi paesi orientali potrebbero dare qualche elemento lesivo inconsueto, utile per l'identificazione del mezzo. Penso al kris, una sorta di pugnale dalla lama ondulata, o a quei coltelli a lama un po'angolata, a concavità verso il filo, e dalla parte anteriore appuntita più ampia della posteriore, in uso presso certe tribù cingalesi; o alla nostra roncola.

Il **danno** causato dalle ferite da taglio va ravvisato in una riduzione dell'integrità individuale, con proiezioni in campo penale (lesioni personali, tentato omicidio, simulazione), civile, assicurativo sociale (infortuni sul lavoro agricoli ed industriali, causalità di servizio, ecc.) e privato. Le lesioni personali, colpose o dolose, saranno qualificate in base alla durata della malattia, cioè al tempo necessario perché la ferita da taglio cicatrizzi compiutamente; ciò anche tenendo conto di concause come il diabete, che ritarda la guarigione; ma anche in base al fatto che la ferita abbia comportato o meno un pericolo per la vita. A guarigione avvenuta, vi deve essere considerazione degli eventuali postumi permanenti, che possono assurgere a rilevanza penale, costituendo un indebolimento permanente di un senso o di un organo, sostenuto ad es. da cicatrici retraenti che limitano la normale escursione di una parte corporea, o dalla interruzione di importanti nervi motori, o dalla amputazione di alcune dita della mano o del piede. Amputazioni più sostanziose corrisponderanno a alla mutilazione che rende l'arto inservibile o alla perdita di un arto o alla perdita dell'uso di un organo; ma nel caso di eviscerazioni o di asportazione dei testicoli si formulerà l'ipotesi di procurata impotenza alla procreazio-

---

<sup>50</sup> Le forbici possono essere paragonate ad una copia di coltelli ad azione convergente unica o multipla. Quest'azione convergente può essere effettuata dopo che la punta di una delle due lame abbia prodotto una ferita da punta e taglio cutanea. In questo caso le forbici sono tenute con la punta inclinata, ma perpendicolarmente al piano cutaneo; ovvero le forbici sono tangenti al piano cutaneo con l'incrocio delle due lame che afferra pizzicando la cute e poi l'azione convergente delle sue due lame la recide con una caratteristica ferita a V.

ne, applicabile anche ad alcuni casi di infibulazione. Amputazioni di sporgenze del viso (padiglioni auricolari, punta del naso) determinano perlopiù ipotesi di sua deformazione permanente; mentre le vistose cicatrici del viso produrranno sfregio nelle sue diverse forme psicologiche. La morte, l'altro danno possibile, interviene perlopiù quando la sezione colga grossi vasi che decorrono prossimi alla superficie cutanea, determinando rapido dissanguamento: quindi nel collo, nelle regioni ascellari, in quelle inguinali; ma si potrà realizzare anche per recisione di vasi di minor calibro lasciati sanguinare senza rimedi sanitari. Ciò capita appunto negli svenamenti suicidari ai polsi<sup>51</sup> o in altre sedi tipiche, nelle quali con la sezione si possono anche raggiungere arterie (per la cui recisione, ovviamente, il termine di svenamento è improprio) di calibro meno importante di quelle precedentemente dette. Già vedemmo altre cause di morte per ferite fa taglio, diverse da quella emorragica, quando trattammo dello scannamento. Lynch e Parker hanno segnalato anche una morte da inibizione cardiaca per un taglio inferto al bulbo oculare destro. Poiché nessuna delle numerose ferite da taglio riscontrate aveva prodotto emorragie tali da giustificare la morte di un'anziana donna né sussistevano altri quadri patologici giustificativi della stessa, gli autori ipotizzarono che il profondo ferimento da taglio conseguito all'occhio destro avesse determinato l'attivazione del riflesso oculo-cardiaco di Dagnini-Aschner, il quale per solito interviene per compressione dei bulbi oculari e che talvolta viene proficuamente utilizzato in clinica per ridurre una tachicardia.

### Lesioni da strumenti di punta e taglio

Anche questi strumenti, se sollecitati da una forza solo tangenziale nel momento in cui la loro punta è tenuemente appoggiata sulla cute, causano sottili **abrasioni** lineari, indifferenziabili da quelle di sola punta indotte con analogo meccanismo patogenetico.

Godono invece di una propria autonomia classificativa quelle ferite, denominate **da punta e taglio**, prodotte da uno strumento appuntito e dotato di uno o più fili, conficcato perpendicolarmente o con un certo angolo di inclinazione nella profondità dei tessuti. Lo strumento agisce a mo' di cuneo.

I mezzi in grado di produrre queste ferite possono essere: **tipici**, il più rappresentativo dei quali è forse il coltello monotagliante, ma vi si annoverano anche i bitaglianti e gli strumenti, perlopiù armi, a più di due fili, nonché spade, pugnali, ecc.; **atipici**, quali schegge di vetro appuntite e affilate<sup>52</sup>, specule ossee, ecc.; **particolari**, così definibili per le peculiarità lesive che causano; tra queste le forbici, le cui lame possono penetrare aperte o chiuse, i trincetti da calzolaio, che presentano due coste parallele non affilate, una punta variamente aguzza ed un filo obliquamente sotteso tra i due dorsi, lo scalpello, le sgorbie, che hanno un'estremità tagliante ricurva o angolata, ecc..

Il coltello monotagliante è dotato di una punta, destinata ad entrare per prima in contatto con i tessuti; da essa si dipartono in direzione del manico, da una parte, il dorso (o costa) e, dall'altra, il filo, che opera nei tessuti con un'azione tagliante<sup>53</sup>. Il dorso può essere smusso, rendendo quella parte dello strumento simile ad uno spaccato di punta tipica a base rotonda od ellittica e che agisce sui tessuti solo divaricando le fibre, senza re-

<sup>51</sup> Talvolta, dopo sezione per svenamento suicidario, la parte corporea recisa viene immersa in acqua e lì lasciata per il tempo del sanguinamento. Probabilmente questa condotta ha fondamenti culturali o connotati psicologici propri della vittima. Scientificamente rileviamo che l'effetto dell'aumento della colonna idrostatica, a quei livelli di immersione, non è neppure da prendere in considerazione: profondità maggiori schiaccerebbero tessuti e vene, facendo cessare il flusso emorragico, ma alla profondità di immersione di cui si parla la pressione del liquido sui tessuti è grosso modo quella dell'atmosfera. L'acqua calda potrebbe causare un effetto vasodilatatore locale, che manterrebbe per un po' la pervietà del vaso reciso. L'acqua dolce, interfacciata col sangue, crea certamente con questo un gradiente osmotico, che in ipotesi potrebbe indurre un richiamo di sangue dai vasi, così per più tempo beanti fino al raggiungimento di una stessa osmolarità tra i due liquidi commisti. O forse l'acqua dolce, blandendo le pareti vasali sconciuate e diluendo il sangue, che sta sgorgando, interferisce sui meccanismi coagulativi, limitando la formazione di tappi emostatici, con maggior probabilità di protrazione del sanguinamento.

<sup>52</sup> Il filo di un frammento di vetro, quasi mai interrotto da dentature, non giace su uno stesso piano come quello di una lama di coltello; esso si inscrive, ondolandovi casualmente, entro lo spessore della lastra da cui deriva; anche la punta di un siffatto frammento è perlopiù imperfetta, dato che è sicuramente determinata dalla confluenza di due contigue rime di rottura, ma manca quasi sempre la confluenza delle due facce contrapposte del vetro, per cui la punta di un frammento di vetro spesso è un corto segmentino dell'ampiezza dello spessore del vetro. Se poi il vetro che ferisce è quello di una bottiglia afferrata per il collo e rotta sul fondo, allora anche le superfici del frammento appuntito e tagliante destinato alla lesione è ricurvo; in questo caso è anche probabile che si producano più punte a diversa estensione, potendo alcune ravvicinate ferire nello stesso istante a seguito di una stessa azione offensiva.

<sup>53</sup> Il modo nel quale filo e dorso confluiscono nella punta, varia da strumento a strumento. Ci sono lame in cui dorso e filo, per gran parte paralleli, confluiscono entrambi ricurvi in avanti in un punto interno alla massima ampiezza della lama, immaginata tangente alla punta, altre in cui il filo raggiunge, ricurvo in alto ed avanti, un dorso rettilineo (cioè la punta cade sull'estremo superiore dell'ampiezza detta), altre ancora in cui il dorso si flette nell'estremità anteriore del filo, che rimane rettilineo (cioè la punta giace sull'altro estremo dell'ampiezza). Vi sono anche lame di altre forme.

ciderle; ma può essere anche dotato di spigoli, aguzzi, capaci di azione tagliente; talvolta è anche seghettato, con un'azione lacerante.

Nel ferimento con lo strumento tipico, avvenuto per spinta della lama messa di punta in profondità, il dorso smusso fa da guida alla contrapposta azione tagliente del filo. L'Hofmann aveva tracciato su un cadavere una linea: posto un coltello monotagliente col suo asse maggiore in maniera perfettamente perpendicolare alla cute, così che la punta appoggiasse proprio sulla linea lì tracciata ed il filo fosse rivolto verso uno qualsiasi dei due lati, per la spinta in profondità della lama così disposta l'autore otteneva una ferita, la cui apertura si estendeva sempre via dalla linea, verso il lato guardato dal filo. Tale esperimento è attuabile anche su un foglio di carta. Mentre nella ferita da taglio la potenza inferta al cuneo "lama" è scomponibile in due vettori, uno diretto in profondità, l'altro tangente alla cute, invece nel caso della ferita da punta e taglio la forza applicata al baricentro dello strumento è totalmente diretta verso la profondità. Ne segue che il cuneo, rappresentato dalla lama appuntita ed affilata così orientata, attua il minimo sforzo col massimo rendimento. E tale sforzo è tanto minore quanto più sottile è la lama: se per comodità interpretativa prendiamo in considerazione lame, in spaccato, triangolari isosceli, rammentando che il baricentro giace all'interno di questo triangolo, sull'intersezione delle sue bisettrici, a parità di altezza di due triangoli isosceli messi a confronto, quanto più è stretta la base (il dorso della lama), tanto più il suo baricentro si avvicina all'angolo contrapposto alla base (cioè al filo della lama). Proprio questa maggior vicinanza del baricentro (luogo di applicazione della potenza) al filo rende più agevole la penetrazione della lama in profondità. Un lama di stessa ampiezza (l'altezza del triangolo isoscele) ma con dorso molto spesso (base del triangolo), per la maggior acutezza degli angoli contigui al dorso, ha baricentro e potenza più spostati verso la costa, prevalendo così l'azione contundente e divaricante di questa, a scapito della più lontana e meno intensa azione recidente del filo<sup>54</sup>.

La ferita causata da questi mezzi è costituita da un'apertura d'entrata, da un tramite (o tragitto) ed eventualmente da un'apertura d'egresso. In qualche caso di attraversamenti completi di qualche distretto corporeo, in stessa direzione vi può essere anche un'apertura di rientro, seguita da un altro tramite. A meno di eccezionali lunghezze di lama (spade, fioretti, ecc.), è raro osservarsi anche in questa ferita da rientro un'apertura d'egresso.

L'**apertura d'entrata** è perlopiù cutanea ma possono esser colte dallo strumento, almeno in parte, anche le mucose esterne.

La cute è tra i tessuti molli attraversati dallo strumento di punta e taglio (ma anche di solo taglio) quello più resistente. Metodiche di indagine con diversi sensori hanno prodotto, per i tessuti trafitti, grafici simili, nei quali al primo elevato picco di resistenza offerto dalla cute seguivano altri picchi di assai più bassa intensità, interpretati da resistenza opposta dagli altri tessuti molli penetrati nella formazione del tramite<sup>55</sup>. Careless e Acland usarono per la loro indagine sulla resistenza cutanea uno strumento paragonabile ad una punta atipica tagliente<sup>56</sup>. Determinarono che anche per la cute esisteva, come nei ferimenti d'arma da fuoco, un valore soglia, ma questo era più basso per i corti fili ottenuti da superfici confluenti a 30°, mentre era più alto per quelli ricavati ad angoli di 60° e 90°. Notarono una maggior resistenza della cute villosa e soprattutto di quella essiccata per evaporazione. Quest'ultimo rilievo concorda con la comune esperienza settoria, per la quale vi è una maggior resistenza sia all'azione tagliente che a quella trafittiva di sedi cutanee essiccate o incartapecorite. Per contro constatarono una maggior penetrabilità di sedi cutanee imbibite per colliquazione putrefattiva. Rilevarono che la resistenza della cute è prevalentemente influenzata dalle fibre collagene, concorrendo in modo inverso il suo contenuto idrico. Anche urti contusivi, che schiaccino la cute qualche istante prima dell'azione tagliente o di punta e taglio, per lo spostamento del contenuto idrico, che tale urto comporta, rendono più resistente la cute soggetta a quelle azioni. Questo era il motivo per il quale la soglia di rottura cutanea si alzava nei ferimenti sperimentali con quelle punte atipiche da confluenza di superfici a 60° e 90°: tali superfici riuscivano a contundere la cute, prima di reciderla. Osservarono che una direzione obliqua di tutte le punte avrebbe comportato una preliminare trazione della cute, la quale avrebbe potuto influire sulla

<sup>54</sup> Un bitagliente (un pugnale, uno stiletto, ecc.) può essere considerato come due lame contrapposte unite in un dorso comune: la sua infissione determina lo scorrimento di due fili tra loro contrapposti e ciascuno contrapposto ad un dorso immaginario comune.

<sup>55</sup> Queste ricerche sono state motivate dal ricorrente quesito posto da giudici anglosassoni e germanici sulla entità della forza inferta nella coltella produttiva di una specifica ferita. Le risposte, precedentemente a queste indagini, erano sempre ammantate di molta soggettività, divenendo spesso argomentazioni a favore delle tesi della difesa. Infatti trafitture senza forza impressa da terzi (ferimento passivo a vittima che cade o si muove verso un coltello fermo) possono produrre ferite assai profonde e viceversa coltellate impresse con grande vigore, possono esitare in ferimenti minimi.

<sup>56</sup> Ad un supporto che scorreva, per caduta dall'alto, in un binario e la cui accelerazione poteva essere opportunamente controllata, si applicavano, come oggetti d'impatto della cute prelevata da cadavere (e di "pelle di camoscio"), cilindretti di diametro corto con due superfici di sezione contrapposte che determinavano un filo sull'estremità urtante. Tali superfici potevano confluire nel filo con angoli di 30°, di 60° e di 90°.

risposta lesiva. Fazekas e al. avevano constatato che, indipendentemente dal tipo di coltello impiegato, l'energia dei colpi inflitti perpendicolarmente alla cute era sempre inferiore a quella necessaria per varcarla con colpi tangenziali da stesso mezzo. Ciò perché nelle trafitture verticali la disposizione delle fibre collagene, grossomodo parallela al filo ferente, favorisce la loro recisione, che si realizza perciò in breve tempo e con minima resistenza; invece nei ferimenti tangenziali le fibre connettivali verrebbero prima addensate dalla spinta della punta, subendo solo più tardi l'azione del filo, che deve vincere la maggior resistenza derivata dal loro stipamento.

La lama di un monotagliante, impiegata come dell'esperimento di Hofmann, produce sulla cute un'apertura d'entrata ad **occhiello**, dotata di due **margini** contrapposti, netti e variamente diastasi e due **estremità**, una smussa, per l'azione solo divaricante del dorso, e l'altra -corrispondente al margine affilato della lama- aguzza. Se il mezzo impiegato è bitagliante, entrambe le estremità della ferita risultano aguzze e la forma dell'apertura si avvicina di più a quella ottenibile con una punta tipica. Se il dorso di un monotagliante è piuttosto ampio e costituito di spigoli vivi, l'estremità della ferita ad esso corrispondente, osservata su cute rilassata, ha una forma ad Y. Tale forma deriva da due minutissime incisive laterali e posteriori causate dagli spigoli vivi del dorso. Fujiwara notava anche che spesso una di queste incisive era appena più estesa dell'altra. Secondo Sitenè e al., che paragonano l'estremità dell'apertura da dorso a spigoli aguzzi alla M, la diversa estensione di queste minute incisive dipende da un "impatto asimmetrico della lama"<sup>57</sup>. Per contro lame strette dotate di dorso possono produrre aperture d'entrata con entrambe le estremità che appaiono aguzze. Solo l'esame epimicroscopico di sezioni parallele al piano cutaneo comprendenti la ferita permette in questi casi il riconoscimento dell'impronta del dorso, che produce da quel lato uno spazio otticamente vuoto visibilmente più largo (contornato anche da infiltrazione emorragica) del contrapposto, schiettamente aguzzo anche a quegli ingrandimenti. Per Arcudi la mancata formazione di un'estremità macroscopicamente smussa in corrispondenza del dorso di queste strette lame monotaglianti dipende dalla iniziale sottigliezza della punta e dal fatto che anche quando una parte di dorso più larga comincia ad entrare dentro l'apertura, questa si scosta dall'estremità fatta nella precedente penetrazione, in quanto per la minor resistenza della sede contrapposta, la lama tende ad adagiarsi più verso il filo che verso il dorso, che in tal modo non impronta la corrispondente estremità. Anche coltelli a punta bitagliante, nei quali al breve tratto iniziale di un filo faccia seguito un dorso variamente spesso, producono aperture d'entrata di aspetto simile a quelle prodotte da mezzi bitaglianti.

I margini dell'apertura d'entrata di una lama monotagliante così impiantata sono **rettilinei** e **netti** perché derivano da un'azione di taglio del filo, la quale ha inizio dall'estremità corrispondente al dorso, per estendersi progressivamente, mentre la punta continua ad affondarsi ed il filo ad allontanarsi dal dorso, verso l'estremità aguzza dell'apertura; quest'azione tagliente della cute continua fino alla massima estensione consentita all'ampiezza della lama, che dipende dalla profondità raggiunta dalla punta di quello specifico strumento e dalla sua inclinazione rispetto al piano cutaneo. Se la lama è bitagliante, la doppia recisione cutanea avviene da una parte più o meno centrale<sup>58</sup> dell'apertura verso le due estremità aguzze. Se a ferire fu una sgorbia, l'apertura d'entrata sarà ancora netta ma arcuata, riproducendo l'estremità del particolare strumento. Analogamente altri mezzi da punta e taglio, a tre o quattro fili convergenti sulla punta (spiedi, fioretto, ma anche certe frecce, ecc.), danno, se infissi perpendicolarmente, figure d'apertura d'entrata nette, riproduttive della sezione maestra del mezzo appuntito (forma stellata a tre punte, quadrangolare, ecc.). Anche l'infissione in prossimità di una piega cutanea, con sezione di quest'ultima, produrrà margini non perfettamente lineari, valendo i rilievi fatti a proposito delle ferite da taglio in sedi analoghe. E lo stesso dicasi per penetrazioni in sedi in cui le linee di fendibilità di regioni a diversa loro disposizione si intersecano. Una lama che, inclinata su un suo lato, penetri la cute produce un'apertura a sghembo, simile ad un piccolo lembo.

---

<sup>57</sup> Per Sitenè e al in un simulatore di cute (una membrana di polietilene) dorsi smussi producono immagini di estremità ad U. Dalla Volta definisce l'immagine derivata dal dorso spigoloso a forma di Y, visibile solo quando si esamina la ferita sul pezzo di cute asportato dal cadavere; ma a cute tesa sul cadavere quello che sarebbe divenuto l'incavo della Y appariva come un cortissimo lato dritto dell'apertura ad occhiello. Secondo Spitz l'asportazione della cute recante l'apertura, per la retrazione elastica che consegue al distacco, causa artefatti, che non rendono più affidabili le determinazioni metriche e morfologiche dell'apertura. Invece per Sitenè e al. tale operazione è raccomandata, dovendosi sempre svolgere tali indagini in laboratorio, ove l'impiego di certe soluzioni da essi suggerite riporterebbe l'apertura alle dimensioni e forma osservate sul cadavere.

<sup>58</sup> Posta la simmetria dei due fili contrapposti della lama rispetto al suo asse mediano (ci potrebbero essere coltelli in cui i due fili contrapposti non siano simmetrici rispetto all'asse mediano della lama, ad es. il pugnale indonesiano "kris"), le due contrapposte azioni taglienti hanno identica estensione nei ferimenti perfettamente perpendicolari o anche in quelli inclinati nei quali sia penetrata la parte di lama a fili paralleli. In quelli inclinati a fili convergenti, le due azioni taglienti sono di diversa estensione, risultando più lunga quella del filo che guarda verso l'angolo acuto, penetrato di più.

Margini non perfettamente netti sono attendibili da lame che presentino dentature del filo o pareti laterali scabre. Se l'irregolarità del filo è rappresentata solo da una rottura con asportazione di un pezzettino marginale di lama in qualche suo luogo che non comprenda la punta, pur essendo il fondo di questo difetto più spesso del filo nel quale è inscritto (e cioè possedendo in sé potenzialità contusive o lacerative), tuttavia esso potrebbe comportarsi come il dorso di una lama monotagliante a sola punta bitagliante, che non lascia impronte di sé sui margini della ferita. In questo caso, per qualche tratto dell'estensione del difetto l'ampiezza della lama si potrebbe accorciare rispetto a quella che c'è all'inizio del difetto, la quale fu l'ultima sede capace di un'azione tagliente prima del difetto. Ciò significa che una piccola parte di lama, potenzialmente lacerante, proprio non contrae rapporto con l'estremità aguzza dell'apertura cutanea fin poco prima prodotta.

Causa invece margini irregolari dell'apertura da punta e taglio una lama, che abbia superfici laterali parzialmente o totalmente scabre (per ruggine o per altre erosioni). Tali superfici alterate ripassano il margine aperto dalla precedente azione tagliente di un filo, in ipotesi non intaccato dal fenomeno erosivo. Anche una dentatura del filo della lama derivata, anziché da rottura e asportazione di un pezzetto metallico, da una deformazione plastica del metallo, che abbia sollevato dalla superficie laterale qualche punto del filo stesso e del contiguo trattino di lama, può causare una più circoscritta lesione contusiva del margine dell'apertura. Disponendo del mezzo impiegato, la posizione della irregolarità sul margine dell'apertura può costituire un punto di identificazione del mezzo, specie se tale dentatura si trova in una parte iniziale ricurva del filo, cioè al davanti della massima ampiezza della lama. Sitenè e al. sostengono che un ferimento con una lama appena spuntata determini in tutta prossimità della estremità smussa dell'apertura dei segni rapportabili alla forma della estremità spuntata.

Circa il grado della **diastasi** dei margini dell'apertura d'ingresso, questa sarà massima ad ampiezza di lama ferente disposta perpendicolarmente alle linee di fendibilità della cute, minima quando parallela alle stesse; sarà di grado intermedio per angolature comprese tra questi due estremi. Ciò dovrebbe anche dar conto di una certa asimmetria di ferite da strumenti dotati di una punta a più di due lame, ottenute per infissione perpendicolare alla cute: nel senso che in una ferita stellata qualche punta della stella parallela alle linee di fendibilità cutanee sarà più stretta di una contigua, dispostasi trasversalmente alle stesse. Penetrazioni inclinate di questi strumenti a più di due lame determinano ferite asimmetriche non solo per la diversa dieresi delle punte ma anche per una loro diversa estensione, derivata da una diversa profondità di penetrazione di fili contrapposti.

In un'infissione perpendicolare alla cute di una lama normalmente rastremata dall'impugnatura alla punta la **lunghezza** dell'apertura corrisponde circa all'ampiezza massima del tratto di lama effettivamente penetrato<sup>59</sup>. Ma tutte quelle condizioni che determinano una cospicua dieresi dei margini contrapposti dell'apertura, inducono contemporaneamente un accorciamento dell'apertura stessa, confrontata colla rispettiva distanza tra filo e dorso del tratto di lama penetrato. Tali condizioni sono: una disposizione dell'apertura perpendicolare alle linee di fendibilità<sup>60</sup>; un'ampia lama; una lama penetrata inclinata rispetto al piano cutaneo; quando l'estrazione, per un movimento tagliente accessorio, allunga l'apertura; quando la cute offesa poggia su connettivi lassi e scorrevoli; quando la ferita è stata inferta su vivente e non già ad un cadavere. Ne segue che per ottenere una più attendibile approssimazione tra la lunghezza dell'apertura d'entrata e la corrispondente distanza tra filo e dorso del tratto di lama effettivamente penetrato, occorra prediligere la misura della lunghezza dell'apertura dopo ricombaciamento dei suoi margini.

L'apertura d'entrata può risultare anche un po' più corta della massima distanza tra dorso e filo della lama effettivamente penetrata; ciò capita quando prima che incominci a scontinuarsi la cute questa venga preliminarmente invaginata dal mezzo che l'attinge. Un tale stiramento in profondità può accadere per l'impiego di punte atipiche (come cacciaviti, ecc). o per lame appena spuntate, ovvero per lame dotate di un importante dorso smusso. A quest'ultimo riguardo anche il modo con cui viene tenuto il coltello influisce sulla lunghezza della ferita. Vibert fa l'esempio di due coltellate all'addome, entrambe inferte in avanti e dal basso verso l'alto, la prima a filo in giù, la seconda col filo in alto. Constatava che a parità di altri fattori quella col filo rivolto in alto (dov'era diretta anche la potenza) era più lunga dell'altra.

Rileva anche la velocità con cui viene inferta la coltellata: un coltello appena appoggiato sulla cute e spinto lentamente verso la profondità, prima invagina la cute e solo tardivamente la scontinua; invece una brusca infissione determina più prontamente la soluzione di continuo, senza vistosi infossamenti cutanei preliminari.

---

<sup>59</sup> Ovviamente questo asserto non è valido per lame ampie in prossimità della punta e poi rastremate verso l'elsa, come certi coltelli da cucina in uso per affettare il rose beef, l'arrosto, o come certi coltelli da lancio, in cui la lama, dopo un allargamento massimo a circa metà lunghezza, va nuovamente restringendosi in direzione dell'impugnatura.

<sup>60</sup> Per Sitenè. e al. l'11-16% della lunghezza della apertura dipende dalla sua disposizione rispetto alle linee Langer.

Vibert segnala come sarebbe importante, per un giudizio sul rapporto tra ampiezza della lama penetrata e lunghezza dell'apertura, la conoscenza della posizione del corpo nel momento del ferimento, concorrendo alla grandezza dell'apertura anche lo stato di tensione della cute della regione attinta, specie se prossima ad articolazioni, o comunque influenzata da movimenti di parti del corpo rispetto ad altre (ad es. per una vigorosa contrazione di alcuni distretti muscolari, che ne fanno aumentare il volume, e quindi la tensione cutanea): l'apertura di una coltellata nella regione anteriore del ginocchio colto in flessione, apparirà, all'ispezione dell'arto esteso, più lunga di un'analogia indotta nella stessa regione ad arto esteso.

L'infissione di un monotagliante col filo ad angolo acuto rispetto alla cute lascia vedere sotto l'estremità aguzza dell'apertura una **codetta**, che manca nei ferimenti perpendicolari o a inclinazione opposta (secondo un angolo ottuso).

Nell'infissione di una lama con la parte emergente dalla cute che abbia dorso e filo paralleli e dove il filo formi un angolo acuto col piano cutaneo, il dorso si affonda meno del filo: perciò quest'ultimo agisce maggiormente, allontanando più che in una penetrazione perpendicolare l'estremità aguzza dell'apertura dalla contrapposta smussa. La distanza sulla lama tra punto del filo e quello del dorso così penetrati<sup>61</sup> è maggiore dell'ampiezza che ha la lama a livello del punto di massima penetrazione del filo. La distanza tra dorso e filo per prima citata, che in astratto è di grandezza prossima alla lunghezza dell'apertura d'entrata, può essere guardata come l'ipotenusa di un triangolo rettangolo immaginato sulla lama obliquamente infissa nella cute e sporgente da essa, mentre l'altra distanza, l'ampiezza tra dorso e filo (tra loro paralleli) della stessa lama così impiantata, rappresenta il cateto dello stesso triangolo<sup>62</sup>. Si introduce uno specillo nella ferita lasciando che una sua estremità ne rimanga fuori e avendo cura che esso venga adagiato sull'incisura aguzza e sulla porzione di tramite ad essa sottostante; sull'apertura si applica correttamente un goniometro, sul quale leggere l'angolo d'incidenza del filo, indicato dalla parte sporgente della sonda. Noti così la lunghezza dell'apertura d'entrata (ipotenusa) e l'angolo di incidenza della lama, l'ampiezza di questa (cateto), che è l'incognita, risulta dal prodotto della prima per il seno del secondo. Conoscere l'ampiezza della lama significa essere in possesso un buon elemento di identificazione dell'arma. Ma questo metodo di determinazione dell'ampiezza di una lama, in apparenza rigoroso, può essere solo orientativo: perché la distanza misurata sull'apertura raramente corrisponde all'ampiezza della lama; perché la lama feritrice potrebbe aver avuto caratteristiche diverse da quelle qui pretese (filo e dorso infissi per buon tratto paralleli tra loro), con luogo d'appoggio dello specillo rappresentativo dell'inclinazione del filo ma non necessariamente di quella della lama (ad es. quando filo e dorso confluiscono); perché il luogo d'appoggio dello specillo potrebbe essere una parte di ferita che esprime la direzione dell'azione estrattiva della lama, diversa dalla direzione del colpo; perché l'inclinazione della lama sulla cute potrebbe essere duplice, riguardando nel contempo il filo e una delle sue due facce laterali, con ciò probabilmente inducendosi una scorretta applicazione del goniometro.

Un'altra causa di allungamento dell'apertura è data dall'estrazione del mezzo<sup>63</sup>. E' assai poco probabile, se non impossibile, che in un'ordinaria azione lesiva da punta e taglio l'estrazione avvenga nella stessa direzione (benché a verso invertito), nella quale era avvenuta la penetrazione. Forse anche una cauta e lenta estrazione di un'arma lasciata conficcata nel corpo della vittima (e che non abbia subito altre sollecitazioni, ad es. nell'urto di una sua caduta al suolo) non riesce ad essere improduttiva quantomeno di minime lesioni accessorie, proprio per quest'impossibilità di ripercorrere esattamente la stessa direzione di ferimento, e di distribuire in questo percorso un'intensità di forza non lesiva<sup>64</sup>. L'estrazione avviene su un diverso asse di dire-

---

<sup>61</sup> Teoricamente la massima distanza raggiungibile da una tale lama penetrata inclinata nella cute dovrebbe essere quella corrispondente alla linea retta tirata dall'ultimo tratto di filo in prossimità del manico alla punta della lama stessa, la quale punto funge anche da dorso. Tale distanza, che nell'arma da noi presa a modello è senz'altro maggiore della lunghezza della lama, dovrebbe dare un'apertura da punta e taglio assai lunga e poco profonda, quasi una ferita da taglio, prevalendo la lunghezza sulla profondità. Si tratta di una situazione limite, al di là della quale si sconfinava nella ferita da taglio, inferta con direzione del moto della lama prossimodistale (rispetto a chi taglia), ottenibile da mancati tentativi di ferimento da punta e taglio con filo della lama capitato tangente alla superficie corporea.

<sup>62</sup> Con lame di foggia diversa da quella qui presa in considerazione, ad esempio con lame che si allarghino sempre più verso il manico, o viceversa che dopo un allargamento iniziale vadano a restringersi in quella direzione, un'infissione obliqua non determina individuazioni di triangoli rettangoli sulla lama, utili per la determinazione che qui abbiamo fatto.

<sup>63</sup> A rigore l'apertura che si vede sulla cute è contemporaneamente d'entrata e d'uscita e, per l'estrazione, il tramite che vediamo, non dovrebbe esser considerato a fondo cieco, benché non vi sia alcun foro d'egresso. Anche in un ferimento "trapassante" l'apertura d'egresso diviene luogo di rientro ed il mezzo esce dalla primitiva apertura d'entrata. Quindi la usuale denominazione delle componenti di tali ferite, presa a prestito da quelle d'arma da fuoco, non è perfettamente adeguata alle reali modalità lesive, anche se in concreto pare difficile trovarne una più consona.

<sup>64</sup> Le lesioni provocate nell'estrazione su quelle preesistenti d'entrata di uno strumento di punta e taglio potrebbero esser riguardate, vista l'irrelevanza dell'azione del dorso e della punta, come ferite di solo taglio da stesso strumento, avvenute su una superficie cor-

zione, che variamente interseca l'asse di direzione della penetrazione. L'estrazione, poi, può avvenire con poca energia, e quindi con scarsa lesività supplementare, ovvero con ragguardevole energia<sup>65</sup>. Nell'atto di estrarre, dunque, per la diversa inclinazione assunta dalla lama, l'apertura può venir prolungata; il filo in egresso può capitare sulla incisura aguzza, prolungando l'apertura originaria con un supplemento d'incisione ad essa allineato ovvero l'appendice d'estrazione forma con l'incisura aguzza un angolo ottuso<sup>66</sup> o appare lì arcuata, per un'estrazione ricurva. Non si ha alcun prolungamento dell'apertura primitiva (ma si ha comunque un aumento della superficie lesa), se l'azione estrattiva tagliente avviene su uno dei due contrapposti margini, benché in tutta prossimità dell'estremità aguzza: qui si forma un'**incisura** di lunghezza variabile (con l'intensità della componente perpendicolare al filo e con l'entità dello scorrimento), anche disposta, rispetto all'apertura primitiva, con un angolo variamente ottuso.

Questi aspetti hanno grande interesse medico-legale. Se la penetrazione della lama era avvenuta perpendicolarmente al piano cutaneo, quindi senza formazione di una codetta, l'estrazione, per l'inclinazione della stessa, causerà quantomeno un accenno di codetta visibile o nel prolungamento o nell'incisura dell'apertura principale. Ma anche dopo penetrazione inclinata (e quindi con apertura d'entrata dotata di codetta), la immediatamente successiva estrazione della lama avverrà con una sezione diversamente obliqua, che sarà produttiva di un'altra codetta nella sede rappresentativa dell'egresso (incisura o prolungamento). La formazione del prolungamento, ma soprattutto dell'incisura laterale, trova perlopiù ragione nel movimento della mano, che impugna il mezzo, durante la fase estrattiva. Per estrarre, la mano compie sul mezzo una trazione, cui si associa anche una concomitante rotazione della lama, con spostamento dell'asse di questa da quello di penetrazione. Se l'afferramento del manico era avvenuto con primo e secondo dito della mano stretti sull'elsa (come per solito si fa per accoltellamenti addominali e toracici che partono dal basso), la rotazione della lama viene impressa da un movimento prono-supinatorio della mano; se invece il manico era tenuto in modo che il quinto dito capitasse sull'elsa (come perlopiù accade in accoltellamenti che partono dall'alto), allora la rotazione della lama è data da una flessione dorsale della mano sul polso. In questo secondo caso il margine recante l'incisura consente di stabilire se la coltellata fu inferta con la mano destra o con la sinistra, azzardandosi anche un'ipotesi di mancinismo o destrismo dell'autore<sup>67</sup>. Nel caso di un ferimento così inferto con un monotagliante, qualsiasi sia la disposizione dell'apertura sulla cute (orizzontale, verticale, trasversale o disposta, come le lancette di un orologio, su una qualsiasi ora del quadrante), l'incisura d'egresso capiterà, in un destrimane, sul margine rivolto verso il senso orario; viceversa in un mancino capiterà in posizione antioraria. Anche la prono-supinazione del destrimane causa l'incisura sul margine dell'apertura rivolto in senso orario; ma nel destrimane è possibile anche un'estrazione con un movimento di prono-supinazione diretto contro il margine sinistrorso dell'apertura. Ne segue che con questa modalità di afferramento, la determinazione della mano feritrice è più incerta.

Anche nel caso di uno strumento bitagliante, l'estrazione causa una sola incisura, dal lato dove la potenza perpendicolare allo scorrimento del filo è stata maggiore.

Ci sono oggi in commercio lame d'offesa relativamente corte (ma comunque sufficientemente lunghe per raggiungere organi vitali), fissate ad un manico metallico a forma di una corta T, ove la branca trasversa della T viene stretta nel pugno come un manico, mentre quella corta, che si continua in avanti con la lama (bitagliante), esce dallo spazio interdigitale di secondo e terzo dito chiusi a pugno. La stoccata viene inferta alla stregua di un pugno, cioè con una rapida estensione in avanti dell'arto armato, ed una rapida trazione in dietro dello stesso, lungo il medesimo asse di penetrazione, senza vistosi moti rotatori, anche se per il vero in sport come il pugilato o il karate il pugno spesso raggiunge il bersaglio umano con un accenno di prono-supinazione o anche con una prono-supinazione completa.

Una maggior estensione dell'apertura definitiva, ma pure una sua incisura marginale, possono correlarsi anche con uno spostamento della vittima nel momento del ferimento. Si ha prova che uno spostamento del ber-

---

porea artefatta, quella costituita dalla parete del tramite e dal corrispondente margine dell'apertura d'entrata primitiva; o anche dalla sua estremità aguzza.

<sup>65</sup> Una maggior energia può essere impressa se l'aggressore è intenzionato a ripetere altrove, sul corpo della vittima, il ferimento, per cui incrementa la velocità della sua azione estrattiva; ovvero se la componente perpendicolare all'azione di scorrimento estrattivo preme molto sulla cute dell'apertura, la quale cute rimane la fonte di maggior resistenza alla lama in estrazione, ovvero ancora se l'estrazione richiede una maggior potenza per una maggior resistenza offerta da un impianto della punta in una struttura ossea; infine l'energia estrattiva dovrebbe anche dipendere dalla profondità raggiunta dalla lama, perché tanto più questa è penetrata tanto più dovrà durare la sua azione tagliente in uscita.

<sup>66</sup> Aperture angolate si formano anche per reinfissione di una lama non completamente estratta dall'apertura. Il riconoscimento di questa circostanza non è difficile perché a quell'apertura angolata fanno capo due o più tramiti diversamente diretti (Pellegrini).

<sup>67</sup> Nel senso che una coltellata avrebbe potuto essere stata inferta occasionalmente, per una qualsivoglia ragione, da un destrimane con la mano sinistra; e viceversa.

saglio può indurre questi aspetti attraverso il riscontro di reperti in tutto simili in orifizi d'entrata di segmenti di tramite di organi mobili, ad es, del cuore, ove diastole e sistole si susseguono in rapida frequenza: talvolta si rileva sulla parete cardiaca trafitta un orifizio a forma di baffo di caporale. L'asserto è certamente vero se dopo l'accoltellamento mortale al cuore il mezzo viene lasciato in situ. In tal modo possono essere escluse marcature lesive cardiache da estrazione.

Nello studio della lunghezza dell'apertura d'entrata non va scordata l'azione di particolari mezzi lesivi. Si segnala con Vibert una ferita trasversale del collo, all'inizio presa per uno scannamento, la quale, nei pressi di una delle due estremità dell'apertura cutanea, si affondava bruscamente con uno stretto tramite ricurvo a fondo cieco contro una vertebra. Tale ferita era stata causata da una roncola, un coltello di lavoro agricolo a lama che per un buon tratto prosegue la direzione del manico, ma che distalmente si flette con la punta in basso, in direzione del filo (pur esso ricurvo), simile ad un falchetto. Se usato a mo' di fendente, l'estremità ricurva della lama penetra perpendicolarmente al piano cutaneo conformemente ad un ordinario strumento di punta e taglio, mentre la retrostante parte agisce proprio da fendente, fornendo una ferita unica frutto delle due azioni combinate.

Sull'estremità non aguzza dell'apertura si può riscontrare anche un millimetrico **orletto escoriativo**, indotto dallo scorrimento del dorso della lama sull'epidermide, lì appena invaginata durante la penetrazione. L'estrazione della lama avviene con una certa estroflessione cutanea, che preclude una marcatura epidermica di tipo contusivo. In accoltellamenti in cui anche la superficie laterale della lama sia inclinata, il margine corrispondente a questa faccia, che ha subito il suo scorrimento, può analogamente fregiarsi di un esile orletto escoriativo. Anche qui l'estrazione, estroflettendo la cute, sarà improduttiva di questo minimo effetto contusivo<sup>68</sup>.

Altri riscontri contusivi possono essere osservati attorno all'apertura d'entrata appena più oltre dei precedenti. Fatta esclusione dei casi di un ferimento di punta e taglio casualmente capitato in una preesistente ecchimosi cutanea, tali segni accessori trovano riscontro in infissioni complete della lama, ove anche parti della mano che sporgevano dal manico, o l'elsa stessa<sup>69</sup>, hanno urtato la cute. Anche scivolamenti della mano, che impugnava l'arma, avvenuti per inerzia lungo un coltello bruscamente arrestatosi contro un osso, possono contondere la cute attorno all'apertura, pur in assenza di una completa penetrazione della lama. Ed anche una coltellata inferta con arma deliberatamente afferrata in qualche punto della lama (per limitarne la penetrazione) può associarsi a contusioni satelliti dell'apertura di accesso ad un tramite per solito corto.

Quando la lama penetra fino al manico, si possono rinvenire aspetti contusivi figurati, riproducenti qualche parte del suo profilo venuto a contatto della cute (l'elsa, che può avere svariate forme, molle di sicurezza, ecc). In tali casi si possono anche misurare distanze tra le marcature figurate e parti dell'apertura, ottenendo dati comparabili con la distanza reale tra parte del coltello marcante e lama. Se il pollice e la seconda articolazione dell'indice li flesso sporgono dall'elsa, si possono rinvenire sulla cute, contornanti l'apertura, un'unghiatura e/o un'ecchimosi digitata. Altre volte sporgono appena dall'elsa il primo e secondo dito serrati a pugno o, nei colpi inferti dall'alto, l'eminenza ipotenar. Se il colpo fu inferto inclinato su una faccia della lama, possono contondere anche altre parti dorsali della mano chiusa a pugno<sup>70</sup>.

Il **tramite** può essere, rispetto alla cute, perpendicolare od obliquo; può essere a fondo cieco o trapassante; singolo o multiplo; in questo secondo caso la molteplicità è dovuta o ad un'unica azione trafittiva che ha colto, con rientri in stessa direzione, regioni cutaneo-tissutali diverse e vicine o a più azioni trafittive attraverso una stessa apertura, mai completamente varcata in estrazioni solo accennate, precedenti all'ultima. Il tramite di una ferita a fondo cieco, che residua dopo l'estrazione della lama, risulta perlopiù spezzettato (tramite **interrotto**, contrapposto all'idea di tramite **continuo**). Ciò rende inattuabile una sua completa specillazione a mezzo di sonda, che si vorrebbe effettuare per ricavare la misura della profondità della ferita. I diversi segmenti di tramite, a lama estratta, raramente restano allineati: perlopiù si spaiano. E' perciò impedita la com-

<sup>68</sup> Anche se volontariamente si potrebbe estrarre una lama premendo un suo lato contro la cute.

<sup>69</sup> Murray e Green affermano la rarità delle contusioni da manico. Su 143 ferite da punta e taglio inferte o al torace o al collo o all'addome di 74 deceduti, ripartiti in due gruppi, uno di 27 morti per una coltellata unica, un altro di 47, ciascuno con più di una coltellata, trovano solo 5 casi di ecchimosi da urto del manico, tutte attorno ad aperture di ferite toraciche: 3 nel gruppo della coltellata unica e 2 in quello di ferimenti multipli. A loro dire la predilezione toracica delle contusioni da manico dipende dal fatto che lì la cute è distesa sopra le costole, contro le quali si possono facilmente schiacciare e rompersi i vasellini dei soprastanti tessuti molli urtati. L'assenza di ecchimosi nelle altre sedi non significa che in queste ultime l'impatto del manico colla cute sia stato meno potente di quello contro il torace.

<sup>70</sup> In vittime di accoltellamenti al tronco che prima del decesso subiscono soccorso sanitario, certe contusioni derivano dalla precipitosa azione dei soccorritori, che possono colpire con le loro nocche, mentre frettolosamente tagliano gli indumenti, anche in prossimità della ferita. Talvolta si scopre sulla cute, lungo la linea di taglio degli indumenti, anche qualche superficialissima ferita da punta e taglio della lama delle forbici che è stata infilata sotto i vestiti, ben differenziabile da quella per cui vi è soccorso.

pleta introduzione della sonda esploratrice. Ciò può dipendere dal fatto che i diversi segmenti di tramite si trovano su strutture o organi che, tanto nel vivente che nel cadavere, si modificano: ad es. per contrazioni muscolari nel vivente, per rigor nel cadavere, per mobilità di certi visceri interni, per afflosciamento di visceri cavi ricolmi di gas o di liquidi versati in cavità naturali, per retrazione verso l'ilo polmonare da emopneumotorace, per il diverso grado di infiltrazione ematica in dipendenza dei circoli locali, ecc.. Questa è anche la ragione per la quale le autopsie di soggetti colpiti da ferite da punta e taglio (più in generale penetranti) vengono effettuate per strati successivi. In questo modo di procedere risulta agevole la misurazione di singoli segmenti di tramite, ora privi di ostacoli alla sonda. Si ottiene così un valore più vicino alla lunghezza reale del tramite, che non necessariamente si identifica con la lunghezza della lama. Una lama potrebbe esser entrata solo parzialmente, per cui la profondità della ferita sarebbe al più rapportabile al tratto di lama effettivamente penetrato. Ma per penetrazioni complete i tramiti potrebbero essere o identici alla lunghezza della lama o più corti o anche più lunghi. Una lama corta, ad es. quella di un temperino, che per una potente infissione penetri totalmente nell'addome, può lasciare, ad estrazione avvenuta, un tramite più lungo della lama: la cedibilità della parete addominale, sollecitata dall'impatto della mano armata, consente un'ulteriore penetrazione dell'intera lama, almeno di un percorso pari all'entità dell'infossamento della parete (più la lunghezza dell'antistante corta lama)<sup>71</sup>. Una coltellata all'addome potrebbe anche determinare la foratura di una parete anteriore di un viscere cavo disteso, che per gravità affloscia la parete lesa su quella posteriore non raggiunta dalla punta, vanificando una determinazione esatta della lunghezza del tramite. Invece la lunghezza di un tramite da infissione di una lama appuntita in cavità toracica, la cui parete, per la presenza delle coste, si lascia affondare molto meno a seguito del violento urto della mano armata, può meglio avvicinarsi a quella della lama. Però l'apertura autoptica del torace comporta un allargamento dei suoi diametri, che possono così dare un falso aumento della lunghezza del tramite. Un tale artefatto non si realizza quando la superficie di un polmone trafitto presenti tenaci ed estese aderenze alla pleura parietale o sussistano altre condizioni patologiche che escludano il suo accadimento.

Le pareti del tramite sono lisce; il tramite è fessuriforme e, a grandi linee riproduce, in spaccato, la forma della sezione trasversa della lama; può essere rettilineo, se la lama che lo produsse fu più o meno dritta; ma potrà essere variamente arcuato, se il dorso della lama fu ricurvo<sup>72</sup>. Anche nel tramite sono rilevabili le tracce lasciate dal filo nell'estrazione della lama, diversamente disposte da quelle di penetrazione. Ciò è particolarmente visibile in alcuni orifizi, tanto d'entrata che d'uscita, di segmenti di tramite, presso i quali si possono riscontrare, talvolta anche meglio che nell'apertura cutanea, l'impronta del dorso sulla rispettiva estremità, nonché l'incisura d'egresso sul margine. Ciò, ad es., è ben apprezzabile sulla superficie profonda del pericardio<sup>73</sup>; ma anche sulla superficie esterna del fegato, dove sono ben visibili quelle minute incisure lasciate da un dorso spigoloso; sul pericardio e sull'endocardio, tenacemente adesi al miocardio, che pure si lascia ben improntare dallo strumento. Se tali orifizi di segmenti di tramite (tanto d'entrata che d'uscita) giacciono su una superficie d'organo parallela al piano cutaneo, tendono ad essere o più corti (per la rastremazione della lama prossima alla punta) dell'apertura cutanea o al più eguali; ma se tali superfici sono per direzione confluenti ad esso, possono risultare anche di lunghezza maggiore di quella dell'apertura cutanea, proprio a seconda del angolo con cui la parete dell'organo attinto si dispone rispetto al piano cutaneo penetrato<sup>74</sup>.

Michailow mise in evidenza in un frammento di fegato fissato in formalina (10%) la nicchia terminale di una ferita da punta e taglio, da lui sezionata in due metà speculari e tali che ciascuna d'esse combaciasse perfettamente col profilo della punta del coltello responsabile. Anche una marcatura cartilaginea costale può risultare importante per l'identificazione del mezzo impiegato. Ma la cartilagine ha lo svantaggio di essere traslucida, impedendo una comparazione diretta della marcatura indagata con quella di prova effettuata su un'altra cartilagine col coltello sospettato. Un suo calco, effettuato con opportune sostanze non traslucide, può essere

---

<sup>71</sup> Analogamente in una coltellata trasversale al collo, passata nei tessuti molli al davanti del rachide, Vibert constatò che la ferita era più lunga della lama feritrice di 2 cm.

<sup>72</sup> Il dorso può essere in parte ricurvo ad ampio raggio, a concavità rivolta verso il filo, come in certi coltelli gurka o kukri, o a raggio più stretto, come nella nostra roncola, ovvero ricurvo ad ampio raggio a concavità in alto, come in certi coltelli arabi o in certe spade. Può avere forme ondulate ed essere bitagliante, come il kris malese. Può avere forme capricciose, che oggi sempre più frequentemente si vedono immesse nel mercato. Può essere ricurvo bitagliante; allora se il bitagliante corrisponde a due lame monotaglianti di dorso comune, anche il tramite da sua infissione dovrebbe risultare curvo; però potrebbe risultare rettilineo, vanificandosi l'azione di guida del dorso comune, in accoltellamenti molto veloci.

<sup>73</sup> In quella esterna la più intensa infiltrazione ematica dell'atmosfera connettivale o l'eventuale meno elastico tessuto adiposo possono impedire una fine osservazione dell'orifizio

<sup>74</sup> Si dovrà prima distinguere tra una lama giunta perpendicolare al piano cutaneo e quella giunta inclinata. Successivamente si ragionerà sull'angolo con il quale la superficie dell'organo si dispone rispetto a quella cutanea quando anch'esso viene trafitto, ma anche sulla parte di lama (rastremata o meno) responsabile di quegli orifizi.

confrontato all'epimicroscopico con il calco dell'altro. Così i segni lasciati sulle cartilagini costali da coltelli di comune uso domestico dal filo variamente seghettato (Bosch), ma anche da lame non perfettamente affilate (Rao e Hart; Sitenè e al.) consentono l'identificazione laboratoristica del mezzo impiegato. Anche segmenti di tramite osseo possono avere una valenza identificativa del mezzo, benché non con la stessa precisione di quelli cartilaginei appena indicati. Ossa piatte ed ossa sottili, se la forza è adeguata, possono essere trafitte dalla lama, che continua poi la sua corsa nei tessuti molli sottostanti; oppure ossa di maggior spessore fermano la lama in una nicchia. Le ossa piatte del cranio, del bacino, ma anche qualche epifisi (Dalla Volta), quando trafitte, riproducono con una discreta precisione la sezione maestra della lama, la quale, se disponibile, può penetrare nel segmento di tramite osseo, deducendosi anche con buona approssimazione la direzione del colpo e la profondità del ferimento. Lamine più sottili e particolarmente elastiche, quali la scapola, ma anche lo sterno (Dalla Volta), si lasciano deformare prima della perforazione, residuando un'apertura per solito più stretta della sezione maestra della lama fin lì penetrata. Lame, che attingano le ossa craniche (e non solo) con una certa obliquità della loro superficie laterale, possono determinare con la punta una nicchia ossea obliqua, dalla quale, per un'azione di leva della punta stessa, si stacca il tetto con formazione di una scheggia cuneiforme e di un difetto crateriforme dell'osso colpito, la cui base circolare trae inizio dalle due estremità dell'orifizio d'ingresso alla nicchia e si estende in direzione contrapposta alla provenienza della lama. Nei tramiti ossei e nelle nicchie ossee è possibile rinvenire frammenti di lama, la quale non ha resistito all'urto, utilissimi per l'identificazione del mezzo. Nell'urto osseo terminale può staccarsi la punta. L'assottigliamento dello spessore e dell'ampiezza della lama in sua prossimità predispongono alla rottura. Una rottura tanto della punta che lungo il filo può realizzarsi anche nella fase estrattiva, allorché sono impressi al mezzo impugnato tanto un cambio di direzione dell'asse sulla lama che un moto rotatorio della stessa. Tali moti possono provocare in ossa laminari trafitte qualche altra minuta frattura, con formazione di qualche scheggia ossea che si disperde attorno al forame osseo. Ma con ossa più spesse e resistenti la forza rotatoria estrattiva di una lama o quella di leva da mutata inclinazione del suo asse può non trovare sfogo in cedimenti ossei, agendo invece sulla lama stessa; certamente là ove questa è più sottile, e cioè o sulla punta o in prossimità del filo, il quale così riporterà qualche dentatura significativa, rinvenendosi anche il frammentino metallico nel tramite.

Ohshima ritiene che il tramite di una coltellata a faccia laterale della lama parallela al soprastante piano cutaneo assuma caratteristiche morfologiche tali da consentire una sicura identificazione del mezzo lesivo.

Talvolta, per il riconoscimento dello specifico mezzo lesivo, le risultanze di certe indagini per immagine, effettuate nell'immediatezza di un ferimento da punta e taglio, offrono rilevamenti della ferita più significativi di quelli di derivazione autoptica. Bauer e Patzel segnalano un caso di accoltellamento in regione temporale sinistra, immediatamente portato al pronto soccorso, dove veniva effettuata una TC scan cranica. Gli autori, sottolineata la rarità della sede cranica per ferimenti da punta e taglio (che però nelle casistiche neurochirurgiche del Sud Africa risultano di "incredibile" frequenza) e constata una scarsa letalità immediata degli interessamenti encefalici in sedi diverse da quella tronco-encefalica (la sottigliezza del tramite limita una pronta insorgenza di complicanze), asseriscono che la "slot fracture" (frattura a scanalatura) della teca, ripresa in dettaglio nella sua forma e dimensioni dal mezzo CT, nonché il tramite cerebrale ricolmo di sangue, anch'esso perfettamente riprodotto, consentono il confronto con le immagini TC dei diversi coltelli sequestrati in sede di sopralluogo. Il coltello sospettato e riprodotto in immagine può essere virtualmente introdotto nell'apertura cranica e nel tramite delle immagini TC per prime eseguite, così deducendosi anche il tratto di lama penetrato, la cui massima ampiezza, nella ricostruzione virtuale, si arresta nella fessura ossea<sup>75</sup>. Una volta individuato il probabile coltello del ferimento, sulla sua lama si sono rintracciati i residui di DNA della vittima, rimasti adesi malgrado il suo lavaggio.

Anche nelle ferite da punta e taglio non subito mortali all'esame istologico si rinvengono lungo il tramite tappi di fibrina (colmi di polinucleati neutrofili) ocludenti le boccucce dei vasellini recisi ed infiltrazioni granulomonocitarie dei margini vasali recisi. Più precocemente, e sicuramente in prossimità dell'apertura d'entrata, si rinviene un'infiltrazione ematica da azione contusiva delle parti della lama in grado di agire con quel meccanismo traumatico (Aragona). Nei cadaveri rimasti a lungo in acqua le ferite vitali da punta e ta-

---

<sup>75</sup> Modernamente le ferite in qualunque sede, e non solo quelle da punta e taglio, possono essere esaminate post-mortem mediante "virtopsy". Si tratta dell'esecuzione congiunta, su uno stesso cadavere, di più indagini d'immagine effettuate a scopo medico legale: l'esame esterno viene effettuato da un "3D optical and photometric surface scanning", che coglie anche particolari non percettibili ad occhio nudo; le strutture profonde del cadavere vengono esaminate da un "body CT scan" e da una MRI; recentemente a queste si è aggiunta anche un'angiografia post mortem. Per questioni di fine rilevanza si possono aggiungere anche la micro CT e MR microscopy. Le immagini della "virtopsy", oltre ad essere di alta qualità e meno orripilanti per i partecipanti non medici al processo, sono di facile presentazione in aula.

glio (e non solo quelle) subiscono un'azione dilavante, che sottrae dalle pareti i globuli rossi più labilmente adesi, nonché una lisi di quelli trattenuti, specie se l'acqua è dolce, per un più accentuato processo osmotico. Così le già tenui infiltrazioni ematiche di accompagnamento di tali ferite sono, in questi cadaveri, ancor meno apprezzabili ad occhio nudo. L'esame istologico dei frammenti con colorazioni per la fibrina, che rimane impigliata alle pareti malgrado il contatto con l'acqua, ne rivela, attraverso la presenza di questa, la vitalità. I caratteri macroscopici delle ferite di un cadavere ripescato dall'acqua possono mostrare anche modificazioni per l'azione della fauna acquatica.

Una ferita da punta e taglio può essere trapassante per la particolare lunghezza della lama feritrice (una spada, uno spiedo, certe baionette, ecc.) o perché, con lame più corte, lo spessore corporeo trafitto è breve. L'**apertura d'egresso** ha molti caratteri comuni a quella d'entrata: due margini netti contrapposti e ravvicinati, confluenti in due estremità di cui una certamente aguzza. Ma se la lama ebbe un dorso, sicuramente sull'estremità dell'apertura corrispondente a questo non si rileverà alcun orletto escoriativo: la punta, in uscita, estroflette la cute, senza che mai alcun strofinamento avvenga tra l'epidermide ed il dorso della lama. Inoltre durante l'estrazione, tutte quelle parti della lama a potenzialità escoriante, che in lontana ipotesi potrebbero venire in contatto con l'epidermide attorno all'apertura d'egresso, possono vedere ridotta questa loro capacità a causa della lubrificazione subita nell'attraversamento dei tessuti penetrati, specie di quello adiposo. Questo fattore potrebbe anche giustificare l'assenza di un'escoriazione attorno ad un'apertura di rientro, invece presente in quella di prima entrata. Poiché, per solito, la lama in prossimità della punta appena sporgente dall'apertura d'egresso si assottiglia non solo rispetto alla due coste ma anche alle due facce laterali, è possibile che l'estremità dell'apertura d'egresso corrispondente al dorso riporti un aspetto aguzzo, indifferenziabile, ad occhio nudo, da quella derivata dal filo. Ciò permette di distinguere immediatamente il verso del ferimento, se il più grosso dorso della parte retrostante della stessa lama ha improntato la corrispondente apertura d'entrata. Nel contempo si elimina anche il sospetto che la vittima, la quale presenta due diversi tipi di aperture, sia stata attinta da due diversi coltelli. Si ammette per solito che la lunghezza dell'apertura d'uscita sia più corta di quella d'entrata. Ciò è certamente vero se la superficie cutanea di giacenza dell'apertura d'entrata è parallela a quella di accoglienza del foro d'egresso e che a produrre l'apertura d'egresso sia solo quella parte di lama che va rastremandosi verso la vicina punta. Fermo restando che anche per la lunghezza dell'apertura d'egresso valgono quelle stesse considerazioni fatte per la lunghezza dell'apertura d'entrata, si deve comunque in astratto ritenere che lame di massima ampiezza in prossimità della punta (coltelli d'arrosto), le quali riescano ad uscire dalla cute con la loro parte più ampia, o lame infilate fino all'impugnatura, che escano in un punto della lama nel quale la sua ampiezza è identica a quella prossima all'elsa, avranno, se il piano cutaneo d'uscita è parallelo a quello d'entrata, un'apertura d'egresso di lunghezza identica a quella d'entrata, tanto per trafitture perpendicolari che oblique. Ma per un infissione obliqua il trapasso potrebbe coinvolgere due superfici cutanee confluenti: ad es. per comodità espositiva quelle in prossimità di un gomito flesso a 90°. Allora, se l'apertura d'entrata è più vicina al punto di confluenza dei due piani cutanei (cioè al gomito) tra loro ortogonali mentre quella d'egresso gli è più lontana, avendo anche la parte di lama sull'apertura d'egresso la stessa ampiezza che c'è all'elsa, allora l'apertura d'egresso è più lunga di quella d'entrata. Con altri angoli di flessione vi sono altre combinazioni, da esaminare caso per caso.

Se l'apertura d'entrata di un monotagliante presenta, per l'obliquità della coltellata, una codetta, nella contrapposta e parallela superficie d'uscita, l'apertura non ha alcuna codetta, perché la parte del tratto terminale di tramite prodotto dal filo è nascosta dall'estremità aguzza dell'apertura d'uscita stessa. Se a parità delle altre condizioni, il filo e la superficie cutanea in entrata formarono invece un angolo ottuso, allora nell'apertura d'entrata non si vede alcuna codetta, che invece appare in corrispondenza dell'estremità aguzza di quella d'egresso. Se invece la ferita trapassante obliqua di superfici parallele fu da bitagliante, l'estremità dell'apertura d'uscita deve avere la codetta in posizione contrapposta a quella dell'apertura d'entrata. Se un monotagliante colpisce in modo obliquo l'arto flesso di cui sopra, ed il filo è rivolto verso il gomito, né sull'apertura d'entrata né su quella d'uscita si formerà alcuna codetta, risultando entrambe le azioni del filo mascherate dalle rispettive estremità delle due aperture rivolte verso il gomito. Se invece il ferimento è indotto da un bitagliante, le codette appariranno su ciascuna apertura disposte sulle estremità più lontane dal gomito mentre le più vicine nasconderanno il corrispondente tratto di tramite. Anche un monotagliante che colpisca un arto così disposto, avendo il filo rivolto in alto, darà codette analogamente disposte, ma le due estremità rivolte verso il gomito saranno da dorso smusso.

Se sull'apertura d'egresso, situata parallela a quella d'entrata, l'azione estrattiva del mezzo ha prodotto anche lì un'incisura laterale, questa, senz'altro più piccola di quella osservabile in entrata, si dispone sullo stesso margine che in entrata. E ciò anche se i due piani cutanei di accoglimento delle rispettive aperture sono tra loro confluenti. Ma è anche possibile che in uscita tale incisura non si formi, per lo smorzamento che la forza perpendicolare all'asse della lama in estrazione subisce in direzione della punta.

Quali possono essere le **cause di morte** più frequenti nelle ferite da punta e taglio?

L'**emorragia**, interna ed esterna, ne è la causa più frequente. Nelle ampie trafitture di cuore o di grossi vasi ad esso prossimi, la morte giunge assai rapidamente, per il frequente getto di copiosi volumi di sangue; ma in questi casi la perdita ematica complessiva, proprio per la rapidità degli eventi che portano a morte, risulta per solito inferiore di quella dei casi nei quali la morte derivi da scontinuaione di vasi di minor calibro e gettata, che, lasciati a sé, protraggono il tempo del loro spandimento. Il quantitativo di sangue stravasto, raccolto in qualche cavità del corpo, può facilmente essere misurato, in corso d'autopsia, mediante suo prelievo con un recipiente a volume noto (tenendo conto di eventuali quote di sangue coagulato). Il quantitativo di sangue, che va ad infiltrare i tessuti, dipendendo solo dai blandi effetti contundenti della lama, è certamente irrilevante. Anche la quantità di sangue uscita dall'apertura cutanea può essere calcolata con approssimazione in sede di sopralluogo e nel corso dell'esame degli indumenti. In generale in un'emorragia con copiosa perdita di sangue gli organi per primi esclusi dalla perfusione ematica si presentano pallidi, più leggeri, di volume appena ridotto (più vistosamente nella milza, per la sua spremitura) esangui. In generale i vasi tanto venosi che arteriosi contengono poco sangue (talvolta ad eccezione delle vene piali<sup>76</sup>). Anche le cavità cardiache sono prive di sangue, con ecchimosi subendocardiche. In questi casi il sangue, raccolto in qualche cavità sierosa del corpo, è per solito meno denso di quello circolante nel soggetto non affetto da emorragia (per il variato rapporto plasma/ elementi corpuscolati). Questi caratteri morfologici più spesso mancano o sono attenuati in quei casi nei quali la morte per emorragia è subentrata in tempi molto rapidi.

Le ferite il cui tramite coinvolga il cuore o i grossi vasi endopericardici, possono causare la morte per **tamponamento cardiaco**. Questo si realizza quando la pressione raggiunta dal sangue pervenuto attraverso la breccia provocata dalla lama sul cuore o sul tratto di grosso vaso endopericardico va ad eguagliare la pressione circolatoria. Perché avvenga ciò, la breccia pericardica, causata dalla stessa lama, non deve essere (come perlopiù, nelle ferite da punta e taglio, non è) così ampia da permettere un copioso flusso al di fuori del sacco pericardio, il quale ridurrebbe la pressione della raccolta ematica endopericardica sul cuore e sui vasi endopericardici. Il sangue deve essere versato in cavità pericardica anche con una certa rapidità ed in un certo volume. Mediamente, per il Gilli, si misurano in cavità pericardica da 200 a 250 cc. Ma non mancano segnalazioni di quantità anche superiori<sup>77</sup>, dipendendo il volume effettivo di sangue dalla capacità di assorbire l'aumentata pressione endopericardica da parte del sacco pericardico, dal volume di questo rispetto a quello cardiaco, nonché dai valori pressori via via vigenti nel cuore e vasi endopericardici. Spesso parte del sangue versato in cavità pericardica si coagula a mo' di focaccia, che avvolge il cuore e si imbriglia lassamente nel suo peduncolo. Il sangue in cavità pericardica conferisce alla parte di pericardio fibroso anteriore non interessato da infiltrazione ematica (che per solito contorna l'apertura su esso prodotto dalla lama) un colorito azzurrognolo traslucido, che, congiuntamente ad una facilmente rilevabile aumentata tensione del sacco pericardico, indirizza già nel momento dell'asportazione autoptica del piastrone sterno-costale, alla probabile diagnosi di versamento pericardico. Se almeno lo spazio pericardico che contorna la regione cardiaca trafitta è occluso da una tenace cotta aderenziale, il sangue si versa direttamente fuori del pericardio, senza tamponamento. Anche ferite da punta e taglio che scontinuin il solo letto coronario sono in grado di indurre morte per tamponamento cardiaco. Ma la scontinuaione di rami direttamente tributari del sistema di conduzione indurrebbe una morte più precoce, per **arresto funzionale del sistema di conduzione cardiaco** avvenuto secondariamente all'ischemia coronarica tributaria (Fongo). Per altro il sistema di conduzione cardiaco potrebbe cessare o ridurre in modo importante la sua attività per un'azione diretta della lama, che l'avesse reciso.

Soprattutto in infissioni al collo con soluzione dei principali vasi e concomitante apertura laringo-tracheale<sup>78</sup> può subentrare, quale causa di morte, una **sommersione interna**, possibile anche con infissioni toraciche produttive di concomitanti scontinuaioni ilari di bronchi e grossi vasi polmonari.

In accoltellamenti del torace si può decedere per un **pneumotorace ipertensivo**, allorché tra ambiente esterno e spazio pleurico si realizzi un meccanismo a valvola, per il quale l'aria entri in cavità attraverso l'apertura della parete toracica ad ogni inspirazione, ma non vi possa uscire. L'aumentata pressione endocavitaria comporta collasso del polmone del lato colpito, sbandieramento del mediastino verso l'altro lato con tutte le conseguenze fisiopatologiche. Meno grave, ma pur sempre meritevole di attenzione clinica, anche il

<sup>76</sup> Del resto l'encefalo, con cui le pie mantengono uno stretto rapporto funzionale (proprio per la circolazione cerebrale), è l'organo, in casi di emorragia, da ultimo escluso dalla perfusione.

<sup>77</sup> Ad es. Vesna e al., che descrissero il caso di un tamponamento di una psicotica per puntura al cuore con un ago da cucire, trovarono un versamento ematico di 550 cc.

<sup>78</sup> Quando la lama, varcata la cute del collo o del torace, apre anche qualche parte dell'albero respiratorio (laringe trachea, bronchi), spesso insorge un enfisema sottocutaneo e/o mediastinico, il primo apprezzabile alla palpazione autoptica (oltre che clinica), dando una sensazione di neve friabile tra le dita.

pneumotorace aperto, nel quale la pressione intrapleurica eguaglia l'atmosfera. Allo pneumotorace si associa spesso l'emotorace, che negli accoltellamenti mortali spesso è copioso, con anche formazioni di grumi ematici nei recessi pleurici posteriori.

Anche in ferimenti da punta e taglio al collo, con apertura di una giugulare, la morte può giungere primitivamente per **embolia aerea**. Nagao e al., elencati i casi di embolia aerea allora noti e derivati da trattamenti clinici cruenti, da ferite penetranti del torace, da lesioni aperte della testa e del collo nonché da ferite dei quadranti inferiori dell'addome associati a perforazione dell'utero, riferiscono il loro singolare caso, da sconfinazione della vena profonda mediana, dopo ferita da punta e taglio all'avambraccio sinistro. La ferita, profonda cm 6,3 ed aperta cm 2,3, consentiva che un 41<sup>enne</sup> giungesse in ospedale cosciente, ipoteso ed agitato. Durante il colloquio con un agente di polizia fu colto da tosse, dispnea ed arresto cardiaco mortale (a dispetto delle manovre rianimatorie). All'ispezione esterna del cadavere si rilevarono, oltre alla detta ferita, una mantellina della testa e petecchie congiuntivali. All'autopsia spiccarono congestione ed edema polmonari (polmone sin. gr 670, dx. 950) e un cuore, dal ventricolo destro dilatato, di gr 450: da tale ventricolo si aspirarono 15 ml d'aria. L'istologia dimostrò una presenza di bolle d'aria nei vasi congesti polmonari. Tanto con l'ematosilina-eosina, che con un appropriato metodo immunostochimico si dimostrò che nell'interfaccia tra bolla e sangue era allineata una sottilissima rete di fibrina. Nel loro commento gli autori sottolinearono come per aversi un'embolia aerea nei casi di ferite da taglio sconfinanti qualche vena, ci debba essere un gradiente pressorio tra la sede della lesione, a pressione atmosferica, ed il ventricolo destro, a sua volta condizionato dalla negatività della pressione pleurica. Lo spostamento d'aria avverrebbe soprattutto con gli atti inspiratori, che ritmicamente accentuano la depressione pleurica. Nel loro caso avrebbero concorso ad un maggior gradiente pressorio l'eccitazione psichica dimostrata in ingresso e soprattutto un episodio di evacuazione avvenuto nel corso della breve permanenza in pronto soccorso. Gli autori tuttavia non spiegarono il perché del mancato collabimento venoso, che per solito si realizza in sconfinazioni di vene di quel calibro. Confortati anche da un analogo valore riportato nel lavoro di altri autori, ritennero i 15 millilitri d'aria rinvenuti nel ventricolo destro il probabile volume critico d'aria di quella camera cardiaca, al di là del quale si instaura l'arresto cardiaco.

Ferimenti dell'addome con trafittura del basso tubo digerente, se non prontamente trattati, comportano, per l'inquinamento di materiale fecale, morte **per infezione** del peritoneo. Anche altre sedi di penetrazione possono essere luoghi di ingresso di cariche batteriche in qualche modo patogene, anche se le superfici nette e lisce del tramite, più facili da disinfettare, ma anche interessate solo da minimi fatti di necrosi, che costituiscono sempre un ottimo pabulum per l'impianto batterico, rendono il rischio di questa complicanza letifera più aleatorio. Per il rischio di infezione tetanica, si rinvia ai testi clinici. La **morte per un veleno** fatto penetrare nel corpo attraverso il ferimento di una lama intrisa è probabilmente il retaggio di una passata letteratura medico-legale; ma in ipotesi questa causa non è in assoluto escludibile nemmeno ai nostri tempi.

L'embolia di tessuto cartilagineo in un vaso polmonare segnalata da Brettel e Lutz non costituisce certamente un'ulteriore causa di morte. Tuttavia il reperto istologico del loro caso fu conclusivo per il quesito sulla priorità delle lesioni riportate da un'anziana donna assassinata, il cui cadavere presentava una molteplicità lesiva, rappresentata da traumi contusivi fratturativi del cranio, contusioni toraciche associate a fratture costali, una ferita da taglio alla guancia, una ferita da punta e taglio nella regione laterale destra del collo, il cui tramite comprendeva la recisione della giugulare interna di quel lato nonché il distacco del vicino corno della tiroide. Quest'ultima lesione al collo era, all'ispezione esterna, scarsamente infiltrata di sangue, potendo perciò apparire inferta a decesso avvenuto. Il rinvenimento istologico di un frammento di corno tiroideo indovatosi in un vaso polmonare di piccolo calibro poteva trovare spiegazione solo se nel momento della coltellata al lato destro del collo, dalla cui ferita originava sicuramente la cartilagine (cartilagini di altre sedi corporee attinte da traumi erano integre), il cuore fosse stato ancora pulsante, sia pure in modo solo agonico e poco potente per poter dare anche quelle minime infiltrazioni ematiche.

L'ultimo aspetto da considerare riguarda la **causale** di morte. A fronte di un cadavere portato ad osservazione con una o più ferite da punta e taglio, ci si chiede se si sia trattato di accidentalità, ovvero di omicidio o di un suicidio. Nel caso di persona viva, il suo racconto dovrebbe fornire sufficienti ragguagli sulle circostanze del ferimento patito, anche se per il vero ci possono essere falsi riferimenti: per perdono all'aggressore, che può essere persona affettivamente legata; per correttezza in inenarrabili fatti delittuosi; per tema di future ritorsioni; per incapacità mentale della vittima (da minore età, da vizio di mente, ecc.), ecc.. Al fine di differenziare un suicidio da un omicidio (o tentato) si guarderanno: le sedi attinte, che devono essere raggiungibili dalla mano armata del suicida; le direzioni dei colpi, anch'esse compatibili con l'autoferimento; il numero dei colpi, che più spesso, ma non necessariamente, è reiterato nell'omicidio (nel suicidio da unico mezzo la molteplicità lesiva può esistere, anche se uno solo è il colpo letale, costituendo le altre superficiali trafitture

d'assaggio <sup>79</sup>; oppure si rinvengono segni di altre modalità lesive, non letiferi, di stesso significato, o anche di fallimento di un'altra modalità suicida). Talvolta il suicida, che vuole essere certo della correttezza della regione prescelta denuda o delimita la regione corporea da attingere. Però in alienati mentali, certamente suicidi, vi possono esser raccapriccianti ferimenti, anche multipli, che a sé presi, difficilmente parrebbero autointerferenti, intervenendo nel giudizio finale la storia clinica della vittima, i rilievi di sopralluogo, ma anche le indagini di laboratorio eventualmente eseguite sullo strumento e sui residui biologici rinvenuti in sede di sopralluogo. Anche le sedi attinte di questi casi possono essere insolite, benché talvolta di significato comprensibile in quella particolare psicosi o in quel particolare suicidio. Certi ferimenti mortali, caratteristici di mestieri nei quali il coltello è lo strumento di lavoro (macellai, norcini, ecc.), sono infortuni sul lavoro. Anche l'accidentalità è un evento ricorrente, nella quale talvolta lo strumento da punta è taglio non è un coltello. Sono riportate trafitture mortali da rotture di vetrate, le cui schegge di vetro, simili a lame, cadono sulla vittima o sulle quali quest'ultima cade. Anche in questi casi, ascrivibili a mera accidentalità, è possibile un interesse dell'autorità giudiziaria, la quale formula ipotesi di colpa di terzi. Altre situazioni accidentali, nelle quali vi fu invece l'impiego di un coltello, vanno attentamente valutate; come dicemmo in una precedente nota, specie in altri paesi, la difesa avanza la tesi che il ferimento mortale non fu per una coltellata attivamente inferta dall'imputato, ma avvenne perché la vittima capitò violentemente sulla lama ferma nella mano dello stesso. Ipotesi di questo genere non trovano molto spazio da noi, perché l'atto del ferimento in sé non ha tanto valore, quanto piuttosto l'intera condotta del reo, che comunque aveva scelto di estrarre un coltello per risolvere la sua questione con la vittima. E considerazioni giuridiche analoghe si applicherebbero per l'interpretazione giuridica di certe ferite passive da difesa: Taff e Buglioli segnalano come in casi di violenza sessuale (attuata o tentata) ad aggressore in piedi, munito di coltello, la vittima, rovinata al suolo, possa scalcciare alla sua volta, riportando, per l'urto contro una lama relativamente ferma, ferite da taglio e da punta e taglio alle caviglie e gambe.

---

<sup>79</sup> Non sempre la semplice constatazione su un cadavere di una reiterata lesività superficiale ha esclusivo significato di "assaggio", da collegarsi tassativamente ad un'ipotesi di suicidio. Taff e Baglioli riferiscono di "clusters" (grappoli, sciame) di superficialissime trafitture in sedi, quali o il torace o il collo o l'addome, praticate da un rapinatore armato di coltello per sollecitare la vittima terrorizzata dal più che minaccioso mezzo ad elencare in fretta i beni portati indosso. Affermano gli autori che "queste piccole lesioni associate alla mancanza degli oggetti di valore fornirebbe una prova convincente che sia stato commesso un omicidio aggravato".