

### MONOGRAFIA

## Lesioni traumatiche da incidente stradale

Analisi delle dinamiche del sinistro stradale, dei suoi effetti sul corpo umano e valutazione economico-sociale

Andrea Costanzo

*Specialista e docente di Ortopedia e Traumatologia dell'Università Roma Sapienza*

*Presidente Socitras (Società Italiana di Traumatologia della Strada)*

L'attenzione verso la sicurezza stradale e l'impegno nella prevenzione degli incidenti e delle loro conseguenze sono notevolmente aumentati nel corso degli ultimi anni in Italia. Ne sono prova le numerose iniziative di studio, i programmi sperimentali, le campagne di sensibilizzazione che si moltiplicano ad opera di istituzioni, enti locali, amministrazioni provinciali, università.

L'incidente stradale è un fenomeno complesso e le lesioni che ne derivano sono provocate da dinamiche molto più complicate di quelle coinvolte nella genesi di lesioni da arma da fuoco o arma bianca.

Le immagini dei crash test evidenziano a quale complesso gioco di forze siano sottoposti i corpi degli occupanti e come queste varino a seconda che essi siano cinturati o meno, a seconda del tipo di airbag, a seconda

della struttura del veicolo e dei componenti l'abitacolo.

E lo stesso può dirsi per l'investimento di un pedone o per l'incidente con motociclo.

Esistono infatti lesioni "tipiche" ma esistono anche fenomeni quasi inspiegabili, ben noti a chi si occupa di soccorso, quali ad esempio la morte sul colpo di un occupante e lesioni minori dell'altro.

### **Analisi della dinamica del sinistro stradale**

La corretta analisi di un incidente stradale, per avere una visione chiara della sua dinamica e quindi dei suoi effetti sul corpo umano, richiede la valutazione del legame tra l'energia cinetica, posseduta dal mezzo prima dell'urto, e la massa e la velocità del veicolo stesso. Senza entrare nel merito dei dettagli, per i quali si rimanda alla documentazione

scientificamente disponibile, ricordiamo che l'energia cinetica di un corpo in movimento è pari al semiprodotto della massa per il quadrato della velocità posseduta dal corpo stesso:

$$E = \frac{1}{2} m V^2$$

Nell'urto, venendosi a determinare una variazione della suddetta energia cinetica, occorrerà valutare le aliquote di essa che verranno trasformate in lavoro; e nel valutare le aliquote del valore da addebitare sia al mezzo che all'uomo, occorrerà tener presente le caratteristiche meccaniche di ognuno.

Occorrerà quindi valutare:

- ↳ l'energia che si dissipa per trasformazione in lavoro dovuto a resistenze passive come frenata, variazione di traiettoria ecc.;
- ↳ l'energia trasformata in lavoro elastico e successivamente plastico per deformazione del mezzo meccanico;
- ↳ l'energia residua trasferita all'uomo, il quale sia pure in minima parte, con la deformazione e la rottura dei suoi distretti organici assorbe un'aliquota dell'energia stessa.

La dinamica dell'impatto di un veicolo contro altri veicoli od ostacoli si può quindi riassumere nelle condizioni di alterazione di quiete o di moto che il veicolo possedeva prima dell'urto con la conseguenza di creare accelerazioni e quindi forze in relazione alle caratteristiche fisiche del mezzo, delle traiettorie e delle velocità iniziali.

Gli occupanti del veicolo, che rappresentano un secondo sistema in esso contenuto e che risentono a loro volta delle accelerazioni alle quali viene sottoposto il veicolo stesso, reagiscono in relazione alle loro masse e ai vincoli

di ritenuta con il mezzo, determinando altre condizioni di perturbazione al loro stato di quiete o di moto preesistente.

Per esempio, in una simulazione effettuata a 55 miglia all'ora che corrispondono a 80 Km all'ora in un impatto contro un altro autoveicolo, sulla prima autovettura si arriva a una accelerazione di 19 G. A seguito dell'impatto l'energia cinetica si trasforma in lavoro di deformazione del mezzo meccanico e il corpo trattenuto a livello del torace, dalle cinture e dal sedile subisce un'accelerazione di 24 G, mentre la testa e il rachide cervicale in relazione alle loro caratteristiche di grande mobilità che permettono loro di assumere spostamenti rapidi e di notevole ampiezza per i movimenti di flessione-estensione, di inclinazione laterale e di rotazione subiscono una forza di 58 G (3). Inoltre due vetture della stessa massa e della stessa cilindrata, a seguito dell'impatto frontale contro barriera rigida a 64 Km/h possono subire una deformazione diversa l'una dall'altra a seconda della resistenza della loro struttura. Una vettura si può mostrare deformata nella parte anteriore e non nell'abitacolo, un'altra vettura invece può presentare gravi deformazioni dell'abitacolo (rottura del parabrezza, deformazione del montante superiore, intrusione della ruota, incastramento dello sportello) che produrranno senz'altro lesioni traumatiche a carico di vari organi e apparati degli occupanti.

#### **Traumatologia della strada: lesioni e complicazioni**

L'impatto innesca, quindi, un susseguirsi di fasi che cominciano con l'urto della vettura contro l'ostacolo (fisso o mobile che sia)

prosegue con l'impatto del corpo contro le strutture dell'abitacolo e con il conseguente rebound (contraccolpo) e infine con l'impatto degli organi endocavitari contro l'involucro che li contiene (cervello, organi endotoracici ed endoaddominali). Il cervello che pesa normalmente 1,5 Kg circa, in seguito a impatto a 10 Km/h sarà soggetto a una forza di 15 Kg, se l'impatto si verificasse a 50 Km/h agirà su di esso una forza di 65 Kg, infine a 108 Km/h subirebbe una forza di 162 Kg.

Durante la proiezione del corpo in avanti si verificheranno importanti *lesioni al capo* da impatto diretto contro il parabrezza con o senza sfondamento di quest'ultimo; e anche lesioni al torace, che nel caso del guidatore avvengono per schiacciamento contro il volante con compressione della gabbia toracica e conseguenti fratture costali. Nel caso specifico, è logico pensare a ulteriori complicazioni polmonari (pneumotorace) e degli organi mediastinici (emopericardio, chilotorace, ecc.).

Le *lesioni alle spalle e agli arti superiori* sono dovute all'eccessivo sforzo cui il guidatore si sottopone nel tenersi al volante, oppure all'istintiva proiezione in avanti delle braccia che hanno gli altri passeggeri nel tentativo di proteggersi.

Anche l'*addome*, per proiezioni in avanti, viene a urtare contro il volante o il cruscotto, nel caso del conducente, o contro lo schienale dei sedili anteriori, nel caso dei passeggeri dei sedili posteriori. Inoltre l'addome può subire lesioni della parete o degli organi interni in seguito a un eccesso di azione compressiva esercitata dal tratto orizzontale della cintura di sicurezza in caso di incongrua postura del

soggetto cinturato e/o malposizionamento della cintura. In questi casi infatti il bacino può scivolare in avanti (effetto submarine).

La lussazione traumatica dell'*anca* avviene invece a causa di un impatto di notevole violenza che si verifica in senso disto-prossimale lungo l'arto inferiore. È il classico meccanismo degli incidenti automobilistici frontali nei quali il conducente del veicolo, premendo istintivamente sul pedale del freno, contrae l'arto e lo irrigidisce impedendo lo smorzamento dell'urto nel gioco articolare. L'urto si trasmetterà quindi lungo tutto l'arto nel caso questo sia contratto in estensione nel tentativo di frenare; mentre, quando ci sia un violento contatto del ginocchio, atteggiato in flessione a 90° contro il cruscotto, la forza cinetica si trasmetterà solamente dalla diafisi femorale determinando la perdita e i rapporti tra testa e cotile; perdita che viene facilitata dal fatto che il bordo anteriore e quello posteriore sono meno sviluppati del superiore o tetto. È facile riscontrare in questi casi una lussazione complicata da un frammento del bordo acetabolare.

Molto spesso le lussazioni e le fratture di *femore* e le lesioni al *ginocchio* sono dovute alla forza che si esercita nel fissare il corpo, sia nel caso di un avanzamento del pavimento da retroimpulsione del motore, in autoveicoli a trazione anteriore, sia nel caso di propulsione in avanti del sedile a causa dell'impatto.

Le fratture del *piatto tibiale* si verificano generalmente per trauma indiretto, cioè una compressione esercitata dal condilo femorale sull'emipiatto corrispondente, come nelle cadute dalla motocicletta; oppure sollecitazioni valgizzanti o varizzanti applicate rispet-

tivamente alla faccia laterale o interna del ginocchio, come nel caso del pedone colpito da paraurti d'auto.

Per quanto riguarda le *lesioni pelviche*, il loro meccanismo di produzione è dato per esempio, da un urto frontale tra un motociclo e un ostacolo; in questo caso il conducente o il passeggero può essere proiettato in avanti a gambe divaricate producendo nella successiva ricaduta un impatto sulle tuberosità ischiatiche, impatto che genera forze tangenziali agenti sulle articolazioni sacro-iliache. Se invece il conducente urta l'ostacolo frontalmente a gambe divaricate si produce per una compressione antero-posteriore la diastasi della sinfisi pubica.

Nel pedone, tale tipo di lesione dipenderà soprattutto dalla direzione dell'impatto con trauma diretto. Un'altra modalità è data dall'arrotamento. Bisogna ricordare in questi casi le complicazioni derivanti dalle lesioni degli organi pelvici (vescica, uretra membranosa, ecc.).

Le gravi fratture della *colonna dorsale* sono per lo più causate da ribaltamenti di autovetture, oppure dalla proiezione di motociclisti sul guard rail; in ogni caso, per provocare tali gravi fratture, il trauma dovrà essere di particolare violenza e verrà complicato da lesioni mieliche per compressione o sezione del midollo spinale.

Per quanto riguarda la frattura di *rotula*, dobbiamo ribadire l'importanza del trauma da cruscotto così come per la rottura isolata del *legamento crociato posteriore*. Affinché tale rottura sia isolata, l'energia del trauma deve ridursi dopo la rottura del crociato e il ginocchio non deve essere né in rotazione interna

né in rotazione esterna. In caso contrario, le lesioni possono diffondersi lateralmente dando luogo a rotture associate, in particolare triadi postero-esterne. Altro meccanismo di lesione del legamento crociato posteriore avviene per caduta dalla moto a ginocchio flesso con impatto al suolo della tibia.

### Conclusioni

Un aspetto oggi di attualità è quello del costo economico e sociale che rappresenta da molti anni uno dei problemi più delicati della statistica economica.

La valutazione economica degli incidenti stradali pone nel nostro Paese seri problemi legati alla mancanza d'informazione sul fenomeno; infatti non vi sono nelle statistiche ufficiali rilevazioni di dati economici ad esso relativi.

Gli unici dati presenti sono di carattere epidemiologico; tra questi hanno caratteristiche di completezza e affidabilità solo quelle relative al numero dei morti, mentre quelli riguardanti i feriti, a parte i problemi di affidabilità, non riportano né una distribuzione dei casi per scala di gravità, né un'indicazione dell'esito di questi eventi in termini di disabilità acquisita e nemmeno quindi una misura del grado di disabilità stessa. Tuttavia, per una razionale allocazione delle risorse pubbliche e per un efficiente impiego delle stesse nell'azione di prevenzione e cura, è necessario almeno conoscere il livello dei costi e nel caso degli incidenti stradali il costo per la collettività e quello operativo di assistenza sanitaria che è ingente, come risulta intuitivo e come è dimostrato da numerosi studi.