

IL COLPO DI FRUSTA NEI TAMPONAMENTI A BASSA VELOCITA'

In assenza di danni visibili sui veicoli si possono comunque riscontrare accelerazioni superiori alla soglia lesiva

Ing. Alberto Sartori – Tecnico ricostruttore di incidenti stradali
Studio Tecnico Sartori, Via Atheste 44f, Este (Padova)
alberto@studiotecnicosartori.com – www.studiotecnicosartori.com



La biomeccanica del colpo di frusta è uno degli argomenti più controversi del lavoro di un tecnico ricostruttore poiché è complesso quantificare in modo rigoroso le accelerazioni a carico degli occupanti di un veicolo tamponato.

L'obiettivo di questa breve trattazione non è tanto quello di descrivere la fenomenologia medica del colpo di frusta ma di spiegare come, nei tamponamenti a bassa velocità, l'entità dei danni ai veicoli non sia un indicatore affidabile della velocità relativa con cui gli stessi sono arrivati all'urto, né tanto meno delle sollecitazioni a cui sono sottoposti i suoi occupanti.

Quando due veicoli collidono a bassa velocità, la maggior parte delle deformazioni applicate alla struttura dei mezzi sono restituite in forma elastica e solo una quota parte del danno rimane visibile ad occhio nudo. A parità di forza applicata, un veicolo che acquisisce una maggiore accelerazione generalmente sostiene una minore quantità di danni rispetto ad un altro che raggiunge un'accelerazione minore. Se l'energia del veicolo tamponante è impiegata nello sforzo di accelerare in avanti il veicolo tamponato, quest'ultimo infatti assorbirà una minore quantità di energia e, di conseguenza, presenterà minori danni alla sua struttura.

E' procedura diffusa sostenere la tesi secondo cui, in assenza di danni visibili sul veicolo tamponato, non possa sussistere il nesso causale con le lesioni da colpo di frusta. In realtà, di fronte ad un paraurti che ha mantenuto la propria forma e non ha riportato evidenti segni di frattura, prima di esprimere qualsiasi parere, si deve sempre procedere alla verifica di eventuali deformazioni alle strutture più interne e più rigide del veicolo. Il paraurti è infatti dotato di una certa elasticità e ha tra

le sue caratteristiche quella di assorbire urti fino ad una determinata entità, senza riportare fratture o rotture visibili, e di trasferire l'energia residua in eccesso alle strutture sottostanti.

Per quantificare l'accelerazione media a cui è sottoposta la scocca di un veicolo tamponato è necessario prima stimare la velocità di arrivo all'impatto dei mezzi e la successiva variazione di velocità del tamponato (Δv). La curva di accelerazione del baricentro del tamponato, nella durata dell'urto, ha un andamento pressochè sinusoidale e pertanto, ai fini della determinazione di un'ipotetica soglia minima di lesività, è necessario considerare il suo valore massimo (picco), che risulta essere 1.5-2.7 volte più grande di quello medio.

Si ricorda che una parte della letteratura medico-scientifica esclude la sussistenza di lesività da colpo di frusta nel caso in cui la variazione di velocità del veicolo tamponato sia inferiore a 8 km/h ovvero l'accelerazione di picco subita dal capo dell'occupante sia inferiore ai 4 g.

Nel corso degli ultimi decenni numerose ricerche hanno documentato come nei tamponamenti a bassa velocità si possano comunque sviluppare sul veicolo urtato accelerazioni idonee a trasferire sugli occupanti una quantità di energia potenzialmente lesiva. Ad esempio, *Panjabi et al. [1]* riferiscono che, alla velocità di impatto di 17 km/h, il veicolo tamponato subisce un'accelerazione media di 5 g; *Braun et al. [2]* confermano che un tamponamento alla velocità di circa 10.5 km/h provoca un'accelerazione di picco di 4.4 g e uno spostamento in avanti di 1.1 metri.

Di seguito sono mostrate le risultanze di una prova di crash condotta su una VW Polo tamponata da una Citroen C2 alla velocità di 15.3 km/h. Di fronte a danni visibili sul veicolo tamponato pressochè nulli, è stato dimostrato che la Citroen C2 ha impresso alla VW Polo, che si trovava ferma, un'accelerazione media di 2 g e di picco di 5.3 g.



Il meccanismo del colpo di frusta si instaura quando il veicolo tamponato viene accelerato in avanti: l'inerzia della testa degli occupanti resiste al movimento del tronco e ruota rapidamente all'indietro con un'accelerazione maggiore di 1.5/2.5 volte rispetto a quella di picco applicata alla scocca del veicolo. Ritornando all'esempio precedente, a fronte di un tamponamento della VW Polo a 15.3 km/h, è possibile quantificare un'accelerazione impressa sui suoi occupanti compresa tra gli 8 e 13 g.

E' necessario inoltre precisare che il fattore moltiplicativo dell'accelerazione della testa dipende da una vasta serie di variabili che riguardano la postura degli occupanti al momento dell'urto (rilassati o contratti), le loro caratteristiche fisiologiche (muscolatura, presenza di eventuali patologie), il genere (a parità di condizioni il rischio lesivo per le donne è di 1.5-3 volte superiore rispetto all'uomo), l'utilizzo di dispositivi di ritenuta, la tipologia di sedile e l'altezza del poggiatesta. La posizione della

testa rispetto al poggiatesta è infatti un elemento fondamentale per la determinazione della sollecitazione del tratto cervicale della colonna vertebrale: più corto è il tragitto che la testa deve percorrere fino al contatto con il poggiatesta minore sarà l'accelerazione sul rachide cervicale.

Lundell et al. [3] hanno confermato che il rischio di lesione degli occupanti (NIC: *neck injury criterion*) di un veicolo coinvolto in una collisione a bassa velocità è indipendente dal grado di deformazione dei veicoli stessi e pertanto non può essere un parametro adatto per stabilire l'idoneità lesiva.

Per concludere, la biomeccanica del rachide cervicale è oltremodo complessa e non può essere meramente compresa attraverso una quantificazione sommaria dei danni, un confronto con prove di crash oppure con un software di calcolo, senza introdurre le specificità dei vari soggetti e senza considerare che la forza applicata sul capo degli occupanti di un veicolo tamponato è in generalmente maggiore di quella applicata alla struttura del veicolo stesso.

[1] Panjabi M, White A, Clinical biomechanics of the spine, Philadelphia: Lippincot 1978

[2] Braun T et al, "Rear-End impact testing with human test subjects", SAE 2001 World Congress

[3] Lundell et al., "The whips seat –a car seat for improved protection against neck injuries in rear end impacts", Autoliv., Paper n. 98-S7-O-08