



COLISIONES LATERALES SIDE IMPACT

ASPECTOS ACCIDENTOLOGICOS Y BIOCINEMÁTICOS DE INTERES MÉDICO



M.R. Jouvencel
Octubre/2005

© Miguel Rodríguez Jouvencel, octubre/2005

Reserva de derechos: con fines ilustrativos y bibliográficos se autoriza la reproducción parcial del texto, citando origen y autor.

Edición electrónica: www.peritajemedicoforense.com

Imágenes de la cubierta tomadas de www.netcar.co.il y www.km77.com

Preámbulo

- 0.- Cuestiones de principio y Principios. Por una iniciativa libre (p. 5)
 - 1.- Colisión lateral. Introducción. Importancia del problema. Incidencia en la infancia (p. 18)
 - 2.- La carrocería del automóvil. La amortiguación del choque y elementos de seguridad (p. 22)
 - 2.1. Factores que definen el potencial lesivo
 - 2.2. Elementos de seguridad para el ocupante
 - 3. Cuadrantes de colisión en el impacto lateral (p.34)
 - 4.- Lesiones posibles (p. 39)
 - 4.1. Lesiones con carácter general. Patrones lesionales
 - 4.2. Especial vulnerabilidad del tejido cerebral
 - 4.3. Lesiones producidas por el Airbag
 - 4.4. Whiplash e impacto lateral
 - 4.5. Colisiones baja y relativamente baja velocidad
 - 4.6. Movimientos laterales inducidos por el cinturón de seguridad
 - 5.- Orientación razonada para la reconstrucción del mecanismo lesional (p. 63)
 - 6.- Conclusiones (p. 67)
- Anexo 1.- Ficha protocolaria para la reconstrucción del accidente de tráfico (p. 71)**
- Anexo 2.- Crash Test de interés biocinemático (p. 75)**

Preámbulo

Este tratamiento monográfico se desea dar a conocer en forma de “libro electrónico”, o como mas correcto quieran denominarle, por varios motivos, entre otros, buscando la mayor difusión entre los interesados, facilitando su acceso y copia de forma libre, y al mismo tiempo para aprovechar al máximo los recursos y medios de interacción que brinda la red, con el ágil manejo de enlaces y direcciones de utilidad, tanto que permitan una mayor función didáctica y una mejor comprensión de lo que se intenta transmitir. De otro modo, su publicación en soporte sólido y convencional, sin duda, limitaría en gran medida tales ambiciones.

Algunos aspectos han sido redactados a partir de notas de textos y artículos previos. Al efecto puede consultarse, *Revista Española del Daño Corporal* (“desparecida” en 1998), Ediciones Díaz de Santos, Madrid, así como, de la misma editorial, *Biocinématica del accidente de tráfico* (Madrid 2000), *Manual del Perito Médico* (edición 2002), *Latigazo cervical y colisiones a baja velocidad* (2003), y trabajos que ya figuran en esta web. No obstante, lo sustancial del problema que preside el actual título se presenta desde aquí como *novedad editorial*.

En cualquier caso, hoy como entonces, y más aún para la ocasión, se ha intentado exponer de forma unitaria y compacta, criterios y opiniones como denominador común para dar coherencia a un razonamiento que sirva de base a un nuevo planteamiento, que ahora, y en primer término, se quiere informar a modo de introducción en el epígrafe de partida, que se ha creído conveniente denominar *Cuestiones de principio y Principios. Por una iniciativa libre*, antes de dar paso a las materias objeto de este desarrollo.

El autor

mrjouvencel@gmail.com

0.- Cuestiones de principio y Principios. Por una iniciativa libre

1. Introducción

La expresión “daño corporal”, cuya cristalización conoce muy diversas contingencias, en ámbitos de valoración médica de secuelas, predetermina un marco demasiado ambicioso, por genérico, tosco, con pretensiones “enciclopedistas”, que precisa llenarse de contenidos específicos. Aún reconociéndole que en su despegue programático inicial tuvo su interés, ha llegado el tiempo en que es preciso evolucionar.

Lo que hasta el momento se denomina “Valoración del Daño Corporal”, junto a la labor *pericial médica* que implica, necesita un nuevo planteamiento, de lo contrario tal valoración se convierte en una quimera. Ya lo es. Resulta difícil, cada vez más, ser especialista en piel y su contenido.

Por otra parte, quizá la misma expresión, “Valoración del Daño Corporal”, sin más, *en este orden*, taxativo, nunca debió de utilizarse, pues analizada con rigor, con higiene semántica, resulta sumamente aberrante, tanto que bajo esta misma óptica toma tintes de disparate, de esperpento, más todavía cuando se alude a los médicos “especialistas” en valoración del daño corporal.

Desde algunos sectores, igualmente médicos, se aprecia una **preocupación excesiva por la letra impresa del baremo** para la valoración de los daños y perjuicios causados a las personas en

accidentes de circulación (de la Ley 30/1995, de 8 de noviembre, y su modificación por la Ley 34/2003, de 4 de noviembre).

En realidad, dentro del ordenamiento jurídico a que se ha hecho mérito, aquel no es un baremo para uso médico, propiamente dicho, sino unas tablas que recogen secuelas clínicas con el fin de que en atención al informe técnico (médico, médico-pericial en su caso) el juzgador, así como los defensores de las partes en litigio, sepan donde ubicar dichas secuelas, aproximarlas, en conexión con lo dispuesto en la Ley, *cuando sea posible*.

La cicatería y restricciones económicas operadas a raíz de la gestación de la última Ley (Ley 34/2003) son cuestiones que no incumben ni deben preocupar en el ámbito médico-pericial, dicho esto al margen de ciertas intervenciones desafortunadas de algún representante político, que revela falta de claridad de conceptos (ver Diario de Sesiones del Congreso de Diputados, Pleno y Dip. Perm., núm. 267, de 08.07.2003). Tres reglas generales: tres puertas abiertas para perjudicar a las víctimas de los accidentes de tráfico. Comentarios y opiniones sobre algunos aspectos del nuevo baremo de la Ley 34/2003, para la indemnización de secuelas por accidentes de tráfico.
www.peritajemedicoforense.com

Repárese también que en la medida en que la preparación del médico es más deficitaria la capacidad de persuasión de la letra impresa del baremo es mayor, más aún cuando se ha elevado a la categoría de Ley, tanto que la lógica y raciocinio de aquel no se atreva a despertar con un espíritu que se revele con sana rebeldía.

Para un buen hacer, pretendiendo un baremo para uso médico, la casuística lesional tendría que ser, necesariamente, mucho más amplia, ahondando en la variedad nosológica que conoce el hecho dañoso cuando se singulariza en la persona. Y, aún así, se intuye que seguiría siendo insuficiente en no pocos casos.

No es correcto que el médico aluda a “valores de puntuación”, a veces con la aquiescencia de algunos jueces y fiscales, tolerantes con una situación que a esos mismos parece que les viene holgada, cuando se está invadiendo el terreno de la estricta CALIFICACION JURIDICA, que propicia el “ninguneo” de aquellos. Práctica tan viciosa sigue todavía muy arraigada, que algunos desarrollan bajo el ridículo epígrafe de “consideraciones médico-legales”. Las malas costumbres tardan tiempo en perderse.

Respecto a las secuelas, la doctrina jurídica es constante en que la competencia del médico informante se circunscribe a que “han de quedar suficientemente determinadas (descriptivamente, *sin que se exija al médico informante una calificación que es eminentemente jurídica*), las posibles limitaciones “psíquicas”, “morales”, “estéticas”, “sexuales”, “extracorpóreas”, todas ellas indemnizables, precisando su alcance” (CASAS ESTÉBEZ). Tal alcance, en orden a su severidad, podrá expresarse con una escala que sirva para definir si el proceso es “leve”, “moderado” o “severo”, fuente a partir de la cual permitirá al juzgador, y a las partes, formarse un criterio para darle traslado el ámbito jurídico que les es propio. Consideración meramente formal, dirán unos, circunloquio perifrástico, otros, pero de cualquier modo se trata de una cuestión de respeto.

2. Responsabilidad objetiva

En cualquier caso, la **pedra angular sobre la cual ha de gravitar toda actuación médica**, al menos en primer término, y ahora médico-pericial, **es el diagnóstico**. Y el diagnóstico exige, en este caso, recabar datos de la patogénesis lesional, así como acatar una disciplina protocolaria en el terreno de la exploración clínica, inmediata y complementaria.

El baremo es un elemento adicional a invocar, en la manera procedente, y tan sólo una vez que se hayan cumplido plenamente unos objetivos previos, con la diligencia debida, que surge y se plantea llenados los contenidos a los que se ha hecho referencia en el párrafo anterior. Los mismos, en modo alguno pueden ser tratados de forma precaria.

Entre otros aspectos, existe la posibilidad de una naciente **responsabilidad médica**, ante la demostración de una falta de conocimientos básicos, determinantes de una mala práctica o práctica insuficiente, por la precariedad en el uso de los medios técnicos que ofrece actualmente el desarrollo de la ciencia médica, para la conformación del diagnóstico.

Claro que tratándose de los médicos forenses, ante la ruina y escandalosa carencia de medios, no deja de ser una ironía que se llegara a invocar una responsabilidad objetiva que pudiera involucrar a la propia Administración de Justicia.

3. El accidente de tráfico como singularidad traumática.

Quizá esa preocupación excesiva por la letra del baremo, tal como se ha aludido, pueda explicar, al menos en parte, que se hayan **descuidado cuestiones de índole sustantiva** para la valoración MÉDICA, correcta, de los lesionados, y en particular cuando las lesiones y secuelas tienen su origen en *hechos de la circulación*.

Entre las distintas contingencias que perfilan el “daño corporal”, los **accidentes de tráfico** tienen una dimensión de enorme importancia, con especiales connotaciones, marcando así diferencias frente a los accidentes comunes, lo que obliga a tener bien presente que el *accidente de tráfico ha de ser considerado como una singularidad traumática*. “La comprensión de los accidentes exige hacer tabla rasa de las ideas preconcebidas y aceptar la observación de la realidad como paso inicial” (CLAUDE GOT).

La violencia del impacto, la energía cinética liberada con ocasión del mismo, el influjo de los movimientos comunicados, pueden configurar patrones lesionales que deben ser conocidos atendiendo a la deformación del biosistema, por efecto de la confluencia de pluralidad de agentes, gestos motores defensivos, cadenas cinéticas y cinemáticas que se ponen en marcha ante aceleraciones y deceleraciones segmentarias y globales, en un contexto biocinemático de acuerdo con la geometría del desplazamiento del cuerpo humano, y como respuesta del sistema constituido por la interacción *hombre-máquina-entorno*, ante una violencia que irrumpe súbitamente, propiciado todo ello por un escenario que deviene hostil.

4. La somatización del impacto, preimpacto y post-impacto.

Conocer las consecuencias lesivas de un accidente de tráfico, y sus secuelas, viene en gran parte condicionado a la capacidad del explorador de saber “manejar” con suficiencia la situación, esto es, con “competencia”, “pericia” (*savoir faire, skill*), lo que necesariamente sólo puede partir de la adquisición de conocimientos bastantes para cumplir el objetivo buscado, que no es otro que el esclarecimiento de los hechos.

Se requiere capacidad para intuir el diagnóstico de la lesión o lesiones, y sus repercusiones en el “todo”, considerando al individuo como una *unidad biomecánica* en íntima interacción con el *escenario del accidente*. Pero esto no puede ser fruto de una inspiración repentina, sino consecuencia de una preparación, formación previa y del estudio en el campo de la *medicina de la automoción y accidentológica*.

En este orden no es tanto un problema de diagnóstico topográfico, a partir de la referencia sintomática del paciente, hoy día aligerado merced a las nuevas técnicas de exploración (de imagen, neurofisiológica, fundamentalmente), sino de entender y hacer entender a otros el mecanismo de la lesión, y sus implicaciones, proyecciones y efecto expansivo ante un accidente de tráfico en concreto.

La lesión ha de ser conocida en su repercusión funcional, y no sólo en su aspecto estático (o daño estrictamente orgánico). “La localización de la lesión como tal daño orgánico no equivale a la localización de la función. La lesión, bajo estas matizaciones,

altera o puede alterar componentes de un sistema funcional” (PEÑA CASANOVA).

El carácter politraumático que algunos hechos de esta naturaleza pueden tener obligan a que la topografía sintomática descrita por la víctima merezca una atención estrecha, sí, pero al mismo tiempo se ha de seguir indagando desde distintas perspectivas ante una *realidad tan poliédrica*, invocando constantemente criterios de diagnóstico diferencial, teniendo muy presente la concurrencia de factores patogénicos muy complejos. Igualmente la cronología sintomática no necesariamente va ligada a su continuidad, pudiendo conocer fases de remisión aparente, sin que por ello haya de considerarse que se quiebra nexo causal.

“Toda fuerza o carga aplicada sobre un cuerpo hay que analizarla bajo aspectos de *incidencia, asimilación, distribución y traslación*” (HERNÁNDEZ CORVO). Quiere esto decir también que ante la existencia de una anomalía “in situ” (extensivamente lesión), sus consecuencias han de ser estudiadas siguiendo un orden secuencial, tal que: “la fuerza o carga incide y es analizada positiva o negativamente –asimilada o rechazada–; la *asimilada* es distribuida, descompuesta, es trasladada en función de la magnitud del incidente, provocando la descomposición asimilativa; de *distribuida*, descompuesta, es *trasladada* a otros sectores del organismo, promoviendo nuevas distribuciones, descompensaciones y traslaciones que *concluyen con la asimilación de una parte de la carga y la traslación del resto*” (HERNÁNDEZ CORVO).

Las propiedades mecánicas pasivas del tejido biológico oscilan según sea óseo, muscular, vasos sanguíneos, piel, según la combinación volumétrica de sus componentes heterogéneos. Es

preciso conocer que la tolerancia del cuerpo humano al choque es variable, habiendo de interaccionar el *ambiente biomecánico externo* (en conexión con escenario del accidente) con el *ambiente biomecánico interno* (sistema muscular esquelético, ...).

El daño puede fraguarse no sólo a raíz del impacto propiamente dicho, sino también antes o después del mismo. Así, en el *pre-impacto*, desde una postura determinada del ocupante, se puede poner en marcha un proceso integrado por fases sucesivas en el que se generan acciones a raíz de lo que ese ocupante interpreta como una *incidencia crítica*, pudiendo dar lugar a la iniciación de una secuencia de gestos motores defensivos (controlados o incontrolados), a la vez que “la intensidad de un esfuerzo depende de la postura adoptada” (DEMPSTER), y todo insulto traumático comunica inevitablemente un esfuerzo al sistema músculo esquelético.

No pueden tampoco descartarse lesiones sobreañadidas por el traslado de la víctima sin las adecuadas medidas preventivas, o su movilización previa inadecuada, o incluso dentro del propio centro hospitalario. Todo ello ha considerarse para explicar la somatización lesional.

5. Nexo causal y mecanismo accidentológico

La imputabilidad de unas lesiones o secuelas a unos hechos en ocasiones no admite duda. Otras tal relación no está tan clara, propiciándose su discusión técnica. En la construcción de ese nexo habrá que examinar la trascendencia de los antecedentes clínicos y, una vez comprobados, colacionar una serie de factores que sirvan para admitir o descartar la imputabilidad lesional en el contexto accidentológico a partir de la realidad traumática de que

se trate, dentro de un “iter” lógico. Entre dichos factores el *mecanismo* ha de ser conocido, esto es, el *orden y manera en que actúa la causa responsable del hecho traumático, en la forma en que incide, se proyecta y desarrolla sobre el organismo.*

El conocimiento de las circunstancias del accidente de tráfico, referido en especial al cuerpo de la víctima, será de gran interés, en su contribución como elemento predictivo, de información, a veces imprescindible, para un diagnóstico correcto de las verdaderas lesiones habidas con ocasión del impacto.

El estudio de esas circunstancias, en lo que a la lesionología forense conviene, muchas veces es un elemento básico para la construcción del nexo causal, dado que entre los criterios habitualmente invocados al efecto, se debe traer a colación el mecanismo de producción del accidente, tanto que sea bastante como para explicar el daño o las secuelas que pueden ser fuente de discusión pericial.

Es conveniente la descripción del incidente traumático siguiendo el orden de una *ficha protocolaria*, que permita el *análisis cinemático* de las lesiones por hechos del tráfico, unido a la historia clínica tradicional. “Conocido el impacto, puede esto ayudar a descubrir lesiones secundarias u ocultas” (O’ BRIEN, J. REPTM). Es preciso ahondar en estos aspectos, pues, por otra parte, mecanismos lesionales poco frecuentes son causa de que ciertas lesiones pasen inadvertidas (G. CRECCO).

En algunos tratados de traumatológica, ya clásicos, se describen lesiones típicas, *patrones lesionales*, directamente ligadas a los impactos automovilísticos. No obstante no pocas veces la

comprensión del alcance del mecanismo patogénico activado a raíz del accidente permanece oculto, al menos en un principio, la que exige conocimientos más profundos y *actuales*.

Es importante conocer bien dichos patrones lesionales. Mas cuando los mismos sean insuficientes, y lo son cada vez más, el técnico ha de tener una base teórica que le proporcione otros conocimientos de utilidad que le faciliten resortes y medios que estimulando su capacidad de análisis sirvan en su momento, con inteligencia, imaginación y espíritu intuitivo, para su traslado y resolución del caso concreto.

La observación clínica precedente, tradicional, junto a los datos que proporcionan las nuevas situaciones, colacionando la experiencia e investigación actual en el terreno de la *accidentología clínica e ingenieril*, pretenden avances tecnológicos para mejorar las medidas de protección y seguridad, de prevención pasiva, de atenuación del impacto. Igualmente, los esfuerzos desde algunos sectores de la industria automovilística para mitigar tales efectos son considerables.

La *evolución experimentada en el terreno de la automoción*, de los nuevos diseños de los automóviles, *deformación progresiva y programada*, variaciones en la *rigidez* de la carrocería, junto a variables como la *agresividad, geometría, grado compatibilidad*, con ingenios y medios que pretenden brindar una mejor seguridad pasiva a los pasajeros de un vehículo, pueden, sin embargo, ser capaces de lesionar, lo que se está empezando a conocer, a medida que pasa el tiempo y se acumulan experiencias (efectos colaterales, defectos y fallos), lo que propicia *nuevos mecanismos lesivos*.

La cuestión técnica de naturaleza lesiva a la que se acaba de hacer referencia, en el terreno que le es propio, no deja de tener su *atractivo jurídico* en lo que interese y ataña a la responsabilidad civil de los fabricantes de los vehículos, de los mecanismo de protección, sistemas de retención, o en todo caso, de quien corresponda en cada caso particular.

El poco conocimiento en accidentología clínica por hechos de tráfico explica que en las *colisiones a baja velocidad* (16 km/h o inferior) “muchos médicos se muestran vacilantes cuando han de tomar una decisión” (MELTON, 1998), como en las lesiones cervicales, lo que a su vez se traslada a los abogados, quienes al no encontrar resortes periciales “se acobardan para hacerse cargo de un asunto en el que no hubo daños en el vehículo” (CROFFT, 20001). Se sabe, no obstante, que las consecuencias lesivas por impactos traseros a baja velocidad, por *whiplash* (latigazo cervical) son hoy mayores que en los vehículos fabricados hace diez años (AVERY, 2000); tal aumento de la morbilidad tiene precisamente que ver con los nuevos criterios de aumentar la rigidez del vehículo a baja velocidad, lo que puede conducir a un aumento de lesiones en el cuello. Se entiende pues que **algunos abogados reduzcan el accidente a un problema “de puntos”**, o que muestren su perplejidad en el curso de la vista ante la entidad de las lesiones cuando los gastos de reparación del vehículo han sido mínimos. Es un axioma en este terreno que **“la ausencia de daños en el vehículo no supone inexistencia de lesiones en los ocupantes”**. Sería también mucho pedirles que entiendan “que el daño en el vehículo implicado en el accidente es inversamente proporcional a la incidencia de la lesión por *whiplash*” (YOUNG, *The enigma of whiplash injury*). Claro que en realidad el problema viene de sus asesores técnicos, de su pobreza, o de su empecinamiento en seguir mostrándose torpes, miseria en definitiva.

5. Conclusiones

- Es *cuestión obvia* que al perito se le ha de exigir que posea los conocimientos especializados dentro de un perfil de idoneidad. La *repuesta no lo es menos* en cuanto al modo y manera de proveerse del *bagaje técnico y científico* que este en consonancia con aquella exigencia.
- El planteamiento actual de la “valoración del daño corporal”, desde posiciones “enciclopedistas”, constituye un marco demasiado burdo que debe ser abandonado para conocer otras concreciones. Es preciso *evolucionar*.
- El facultativo médico, además de hacerse respetar, siempre, y ahora en concreto en el terreno pericial (tan profundamente penetrado por los intereses de las entidades aseguradoras, con su silencioso entrometimiento), ha de revisar sus conceptos, pues en algunos han quedado desfasados, persiguiendo otros nuevos con su dedicación al estudio. No entenderlo así atenta contra la *dignidad* de su oficio.
- El mismo facultativo en su devenir pericial, *por motivos de circunstancia y oportunidad*, ha de dar muestras de interés por la accidentología clínica, animado por la inquietud de una mentalidad abierta que desea enriquecerse a través del ansia del conocimiento, siendo receptivo a la asimilación del fruto del afán investigador, pretendiendo así propiciar firmeza y solidez a su formación, con una formación científica, discurriendo por una senda actual y moderna. Lo contrario significa su *empobrecimiento profesional*.

- La valoración MEDICA del daño corporal por hechos del tráfico, pues, exige una formación médico-peritológica específica, en el contexto de un patogénesis lesional singular. Se reclama un *cambio*.

- Estos nuevos horizontes y perspectivas han de ser igualmente impulsados para satisfacer el respeto a las legítimas demandas sociales. El abandono y la pasividad alejan a este país de un mundo en consonancia con el *progreso*.

1.- Colisión lateral. Introducción. Importancia del problema. Incidencia en la infancia.

Si bien hay estudios abundantes sobre el impacto frontal y por alcance, no se encuentra al mismo nivel la colisión lateral. No obstante en los últimos tiempos se observa una preocupación mayor y progresiva por este tipo de accidente automovilístico, tanto que cada vez se está desarrollando más y mejores medidas de protección de los ocupantes que potencialmente se puedan ver implicados este tipo de siniestro.

La información disponible sobre el **comportamiento de los vehículos en la vida real** junto a las lesiones producidas permite a los fabricantes experimentar en sus centros y laboratorios de choque introducir innovaciones técnicas en los equipamientos de los vehículos pensando en la prevención de las consecuencias de esta clase de accidente, esto es “medidas que hubieran prevenido el accidente o paliado sus consecuencias”. Para los responsables en materia de seguridad, **el impacto lateral hoy día constituye un desafío mucho mayor que la colisión frontal.**

No cabe duda que los datos que se puedan manejar a raíz de la investigación “in situ” del siniestro toma un enorme protagonismo, incluyendo los de carácter médico, buscando la forma y manera en que y como relacionan los daños materiales y los personales (lesiones), esto es, para poder llegar a analizar la *respuesta del sistema constituido por la interacción hombre-máquina-entorno, ante una violencia que irrumpe súbitamente, propiciando un escenario hostil.*

De esta forma es posible desarrollar una base datos médicos, un registro de lesiones causadas únicamente por los accidentes de tráfico (como existe en Francia desde 1995) para un mejor conocimiento de la accidentología clínica y poder contribuir a las medidas de prevención. También el investigador del Centro de Seguridad de la Universidad de Loughborough (Inglaterra), Richard Frampton, en julio/2005, propuso la creación de una base de datos en Europa que refleje las causas y consecuencias de los accidentes de tráfico, para estudiar medidas que permitan reducir los siniestros en la carretera.

De igual modo, hay que insistir en el interés que para la **investigación**, tiene la realización de las autopsias, *más allá del mero ámbito judicial*, en caso de víctimas mortales.

La **importancia del problema** que constituyen las colisiones laterales se pone de manifiesto en estos datos:

- especialmente frecuentes en el ámbito urbano, después del choque frontal, según estudios actuales, ocupa el segundo lugar en severidad, la cual a su vez se relaciona con las características del impacto.

- las estadísticas indican que se produce un **creciente aumento de la mortalidad a causa de las colisiones laterales**. Su estudio, y la investigación de medios que proporcionen protección y amparo al ocupante no se han desarrollado tanto como en el caso de los choques frontales y por alcance.

Otros datos (CTAG, Centro Tecnológico de Automoción de Galicia, nº 2/diciembre 2003) muestran el interés de su conocimiento, con el fin de avanzar en la búsqueda de más y mejores medios de seguridad:

- casi la mitad de los **impactos mortales** (el 48%) registrados en Alemania son laterales (Universidad de Hannover);

- la **situación es todavía más grave en los siniestros infantiles**: el 70% de los niños pierden la vida en las carreteras españolas por accidentes laterales;

- en Suecia, país de referencia en materia de seguridad, este porcentaje es del 50%;

- resulta difícil establecer que tipo de impacto lateral es más frecuente, tanto que Alemania y Gran Bretaña tienen grandes diferencias: en Alemania la mitad se producen contra arboles y farolas; en gran Bretaña sólo el 12%.

Algunos estudios revelan que “la mortalidad de los niños en las colisiones laterales fue del 30%, frente al 17% de las frontales” (Revista panameña de Salud Pública, 12 (5), 2002).

Por todo esto, y según los resultados presentados por el EuroNCAP la mejora de la **seguridad infantil** constituye un desafío y una prioridad; los investigadores del proyecto “child”, recopilan datos de todo el mundo en los que están involucrados

los niños, advirtiendo que se han de superar los “criterios estadísticos”, pues los expertos constatan que “los niños no son adultos en miniatura, sino que poseen características de comportamiento biomecánico específicas, sobre todo a nivel de la masa y la densidad corporal”. “También hay **más ancianos de los choques laterales** debido a la reducción de su campo de visión y a su forma de conducir” (DOMINIQUE CESARI). (notas tomadas de la Revista de Investigación Europea, nº 37, mayo 2003).

La Unión Europea publicó **Reglamento nº 95** relativo a la homologación de los vehículos para la protección los ocupantes en caso de **colisión lateral** (D.O. Unión Europea de fecha 22.08.05), que, entre otros aspectos establece: “Toda modificación que afecte a la estructura, al número y al tipo de los asientos, el guarnecido y al acondicionamiento interior y a la posición de los órganos del control del vehículo así como de los órganos mecánicos que puedan tener influencia sobre la capacidad de absorción de energía de la parte lateral del vehículo, será puesta en conocimiento del servicio administrativo que concede la homologación”. [Reglamento número 95. Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que concierne a la protección de los ocupantes en caso de colisión lateral](#) (BOE 31.01.2003)

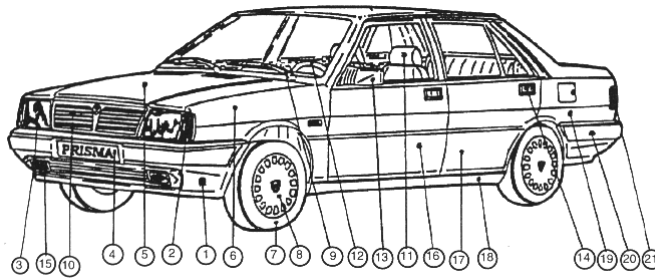
2.- La carrocería del automóvil. La amortiguación del choque y los elementos de seguridad

La **carrocería del automóvil** sostiene las partes mecánicas y acoge en su interior a los viajeros; tiene, entre otras finalidades, la misión de proteger a los pasajeros. Hay diferentes tipos de carrocería, básicamente se citan cuatro tipos: carrocería cerrada de tamaño medio, o *berlina*; carrocería cerrada de tamaño reducido, o *coupé*; c. descapotable, o *cabriolet*; y c. de transporte de más personas o *camioneta familiar*. Pero en el curso de este estudio hemos de referirnos fundamentalmente a la más usual, la **berlina**, esto es, carrocería cerrada de techo rígido fijo (a veces con la posibilidad de abrirse parcialmente, por medio de un techo corredizo), que permite 4 o 5 plazas, y con dos o cuatro puertas, pudiendo tener una puerta trasera, y con cuatro ventanas laterales.

Remontándonos a la historia y evolución del automovilismo, “se ha dicho que han ido poco perfeccionándose de acuerdo con el progreso técnico y las innovaciones tecnológicas, la carrocería ha seguido sólo en parte la evolución técnica, prevaleciendo más en todo momento los **cánones estéticos** de las distintas épocas”. (*Enciclopedia del Automóvil*, Salvat, S.A. de Ediciones, 1974, Pamplona, España).

La figura muestra las principales piezas de la carrocería del automóvil (fuente: *CESVIMAP*).

PIEZAS PRINCIPALES DE LA CARROCERÍA DE LOS TURISMOS



1 Paragolpes delantero 12 Volante 2 Piloto delantero 13 Espejo retrovisor exterior 3 Faro 14 Manilla de puerta 4 Placa de matrícula 15 Faro antiniebla 5 Capó delantero 16 Puerta delantera izquierda 6 Aleta delantera izquierda 17 Puerta trasera izquierda 7 Neumático 18 Estribo bajo puertitas 8 Disco de rueda 9 Brazo de limpiaparabrisas izquierdo 20 Paragolpes trasero 10 Rejilla delantera (calandra) 21 Piloto trasero 11 Reposacabezas

Pero no es menos cierto que la **investigación por la seguridad pasiva** en los vehículos automóviles surge de forma particular en la década de los cincuenta, siendo desde entonces una preocupación constante, con un desarrollo progresivo en los 30 y más todavía en los últimos 15 años, aspecto que igualmente toma su reflejo en la pretensión de los fabricantes de que estas medidas de amparo se proyecten desde los automóviles de lujo hasta los **pequeños utilitarios**, o “democratización de la seguridad” (Renault), como lo vienen probando los sucesivos ensayos realizados por EuroNCAP, demostrando grandes adelantos en los resultados de los tests de impacto lateral.

La investigación en materia de Seguridad Vial es hoy una **prioridad social** en la Unión Europea. Tales investigaciones tecnológicas en seguridad para un mayor y progresiva protección de los ocupantes (seguridad pasiva) han experimentado un creciente en la Unión Europea, más aún desde el tratado de Maastricht en 1992. El Libro Blanco de septiembre 2001 se propone un objetivo ambicioso en el terreno de la “política europea de transporte de cara al 2010”, para **reducir a la mitad las 40.000 muertes registradas cada año en la red vial de la Unión**”.

No obstante “hay que evitar interesarse únicamente por el ocupante *tipo*, sentado en posición determinada e intentar simular todo tipo de víctimas: grandes, pequeñas, hombres mujeres, etc.” (DOMINQUE CESARI)

Y en cualquier caso, aunque recordarlo sea sólo ahora por una cuestión de cultura cívica, **no hay que olvidar que al menos un 75% de los accidentes se deben a factores humanos** (“mantenerse despierto: 30 y 40% de los accidentes, a menudo los más graves, se deben a la fatiga, a la somnolencia o a la falta de **vigilancia**”; Revista de Investigación Europea, nº 37, mayo 2003). Recientemente se ha publicado que “los efectos de la fatiga provocada por una larga jornada laboral equivalen a los producidos por la ingesta de alcohol” (*JAMA*, 2005; 294: 1025-1033 y 1104.1106; datos tomados de *Diario Médico*, 07.09.05)

2.1. Factores que definen el potencial lesivo

Las **colisiones laterales** suelen ser a veces muy llamativas, en algunos casos espectaculares, pues interesan a los flancos, a **las partes que en general son las más débiles y con menor resistencia en caso de impacto.**

Los vídeos que se muestran a continuación son bastante evocativos

Fuente: *Enginnering Dynamics Corporation*. <http://www.edccorp.com/products/movies.html>
(EDSMAC 4 Staged Collision Simulation y DyMESH 3-D Collision Simulation)



edsmac4_staged.mov



dymesh3a_6.mov

Los sistemas de retención habituales (cinturón de tres puntos, airbag frontal) no influyen o no lo hacen de forma significativa en la posibilidad de sufrir las consecuencias de la colisión lateral y su gravedad.

“Su estudio e investigación son complejos ya que aparecen comportamientos diferentes según los casos: deformación provocada por un impacto contra un vehículo en movimiento, deformación provocada por un impacto contra un objeto inerte (árbol, farola), tamaño y peso del vehículo ...” (CTAG, nº 2, diciembre/2003).

Las pruebas experimentales efectuadas por las fábricas de automóviles en laboratorios especiales, para determinar la resistencia de la carrocería y las deformaciones de los diferentes órganos se denominan pruebas de “*crash*” (*crash test*). Entre las esas de laboratorio a las que se somete la carrocería están las **pruebas de aplastamiento**. “*Crashworthiness*” indica el grado en que un vehículo protege al ocupante en caso de choque; esto es, el término incide en el efecto protector ante el aplastamiento, sobre la capacidad de acogida y amparo de dispensar el vehículo a sus ocupantes.

Accidentología Clínica: Deformación del vehículo y lesiones del ocupante en Colisiones a Baja Velocidad. La importancia del parachoques. . www.peritajemedicoforense.com

La importancia y necesidad de los **elementos internos del habitáculo**, para la **amortiguación del choque**, de manera general, queda bien plasmada en los siguientes textos (*Enciclopedia del Automóvil*, Salvat, S.A. de Ediciones, 1974, Pamplona, España)

“en el caso de choque, el pasajero no sujeto por en cinturón de seguridad **chocará contra las estructuras internas** debido a la acción de las fuerzas de la inercia; este choque se produce al cabo de 0,8-0,10 segundos del impacto inicial”;

“es importante señalar que la velocidad de este choque es independiente a la capacidad de deformación y amortiguación del vehículo y corresponde a la velocidad con que se desplaza en el momento del impacto”;

“además, en este caso el choque contra una estructura rígida provoca una *deceleración infinita* (si se prescinde de amortiguación propia de la constitución fisiológica del hombre) con consecuencias mortales”;

“por ello se comprende que la **estructura interna del habitáculo ha de presentar características de deformabilidad y amortiguamiento** del choque. Así desde los primeros tiempos del automóvil se utilizan sistemas de acolchamiento y de protección; sin embargo, sólo a partir de 1950, aproximadamente, se comenzó a plantear en serio este problema, en el cual resultan implicados todos los elementos de la estructura del habitáculo”.

En general, en cualquier tipo de impacto, es importante de la velocidad y **peso de los vehículos implicados** ($E = \frac{1}{2} mV^2$); la

energía cinética de un cuerpo (cuerpo en movimiento) es directamente proporcional a su peso en forma lineal y a la velocidad en forma logarítmica, esto es, la velocidad cuadriplica la energía cinética.

En situaciones de impacto, colisión, choque, en sus distintas variantes, la energía cinética se canaliza en forma de **energía de deformación** interesando a las diferentes partes del vehículo afectadas. Los adelantos en seguridad investigan en la manera de lograr un habitáculo de seguridad, con el fin de que se consiga preservarlo al máximo de la deformación con la finalidad de dar mayor seguridad a los ocupantes.

No obstante, junto a ello, el potencial lesivo en caso de impacto está igualmente vinculado a **otros factores**, como son: el tipo de estructura o **estructuras impactantes**, su **geometría, masa y volumen**; la **duración y magnitud del impacto**; grado de **compatibilidad** impactante-impactado; **resistencias al choque** (deformación de materiales, forma y grado de absorción de la energía cinética) (*).La investigación y uso de nuevos materiales, de mayor ligereza pero sin alterar la resistencia, contribuyen a mejorar la seguridad.

(*) para ampliar la información, y conocimientos de carácter general sobre accidentología clínica, puede consultarse el texto *Biocinemática del accidente de tráfico*, ediciones Díaz de Santos, Madrid 2000.

En el caso del **impacto lateral** el hecho de que la **distancia desde el punto de impacto al viajero sea reducida contribuye de forma importante a las consecuencias lesivas de esta colisión**: “La seguridad frontal y trasera de conductor y los ocupantes de los vehículos modernos se haya reforzada por la propia estructura del vehículo (barras de deformación controlada, motor, maletero).

En el impacto lateral, la exposición de los pasajeros es mucho mayor. El ocupante sólo goza de la protección que, en un espacio reducido, pueden aportar las barras de protección lateral, las puertas del vehículo y los airbags laterales” (CTAG, nº 2, diciembre/2003).

2.2. Elementos de seguridad para el ocupante

Por lo dicho hasta el momento, en caso de impacto, es muy importante la capacidad de amortiguación del choque por parte del vehículo, para la protección de sus ocupantes, tal que **a mayor amortiguación mayor absorción del choque y de su energía cinética, con lo que aumenta la seguridad pasiva del vehículo.**

Las normas encauzadas a buscar una mayor amortiguación de los choques se pusieron en marcha inicialmente en los Estados Unidos y posteriormente en otros países, si bien no existe uniformidad sobre las mismas. Tales las normas norteamericanas, se dieron a conocer con las siglas MVSS (“Motor Vehicle Safety Standard”) referidas a la protección de los ocupantes respecto a los choques interiores. Y así las entre las normas norteamericanas MVSS cabe ahora citar la nº 214, que establece las condiciones de **resistencia y amortiguamiento de las puertas laterales**

Tanto es sí que, además de las partes delanteras y trasera, desde hace años se toman en especial consideración, entre otros aspectos, las **partes laterales con el fin de aumentar su resistencia en caso de impacto** (puertas reforzadas con barras interiores, estructura de amortiguación en forma de “nido de abeja”, airbags laterales, ...). A raíz del choque, en general se produce un cierto grado de intrusión en el compartimento del ocupante, pero de lo que se trata es que la deformación que

experimenta el vehículo no sea de tal magnitud que llegue a hacer peligrar o dañar la integridad del pasajero.

Para el estudio de la **tolerancia del cuerpo humano al choque** se utilizan muñecos monotorizados o “dummies” (si bien en otro tiempo también se han realizado experiencias con cadáveres), dotados de sensores que captan las fuerzas de choque en distintas zonas. Tales maniqués se han ido perfeccionando progresivamente en el intento de conseguir un nivel de biofidelidad aceptable.

En la actualidad los investigadores europeos trabajan en dos líneas: por un lado utilizando **maniqués** y por otro valiéndose de **programas informáticos**. De los maniqués hay referirse al *Hybrid III* (el más utilizado para las colisiones frontales, constituyendo una familia completa: padre, madre, niño, bebé); el maniquí *Thor* también se destina a los impactos frontales, creado en Estados Unidos, y se incluye dentro de un programa mejorado dentro del proyecto FID (Frontal Impact Dummy); el **EuroSID** que se utiliza en los **impactos laterales**. “Algunos proyectos, como *Siber*, intentan mejorar los maniqués destinados al impacto lateral, sobre todo en lo que se trata sobre el efecto en la espalda, columna vertebral y miembros inferiores”. (notas tomadas de Revista de Investigación Europea, nº 37, mayo 2003).

Pero dado que “el cuerpo humano tiene una impresionante complejidad y sus comportamientos dinámicos se rigen por factores innumerables, los captos de los investigaciones no consiguen reflejar las diversas fuerzas que se ejercen sobre un órgano determinado. **Y estas fuerzas, como demuestran los crash tests varían en cada milésima de segundo**”, Por eso se recurre a la simulación informática, tanto que desde algunas posiciones se ha preguntado si los maniqués son obsoletos: “el

maniquí es la prehistoria del automóvil” (Dr. C. BRUNET, Laboratorio de Biomecánica Aplicada, Facultad de Medicina, Aix-Marseille). (Revista de Investigación Europea, nº 37, mayo 2003).

En Europa, el **EuroCAP**, organización independiente, cuenta con un laboratorio que estudia y analiza las condiciones de seguridad de los automóviles, realizando pruebas de impacto en diferentes modelos. En tales estudios se consideran tanto la seguridad activa (referida a los sistemas para evitar accidentes, así control de estabilidad, distancia de frenado) como la **seguridad pasiva** (conjunto de mecanismos que amparan al ocupante en caso de accidente), con una puntuación que oscila entre 5 y 1, según la protección dispensada sea “buena” (5), ”aceptable” (4), “regular” (3); “pobre” (2) o “mala” (1). Tales pruebas intentan aproximarse a las condiciones en que se producen los impactos en la **vida real**.

Dentro de la seguridad pasiva se incluye **las pruebas de resistencia y comportamiento ante un impacto lateral**, considerando la respuesta a 50 kims/hora y a 29 kims/hora. A 50 kims/hora contra una barrera deformable (un bloque de aluminio deformable, colocado en una especie de carro). El dummy se instala en el asiento del conductor, siendo este lateral el que recibe el impacto, evaluando las lesiones en cabeza, tórax, abdomen y pelvis. A 29 kims/hora contra una barrera rígida (un poste rígido), a una velocidad de choque de 29 kims/hora. (En este tipo de pruebas de choque se toma como referencia el **punto R**, que corresponde a la posición de la cadera de un conductor varón en el 95% de los casos, punto de referencia del asiento de automóvil, que tiene sus coordenadas definidas con respecto a la estructura del vehículo. Corresponde a la posición teórica del centro de pivotamiento para la posición normal de conducción, y su definición esta pensada en evitar una incidencia negativa sobre las resistencias previstas para la protección de los ocupantes en caso de colisión lateral. Ver Reglamento nº 95 sobre la homologación de vehículos en lo relativo a la protección de ocupantes en caso de colisión lateral, D.O. Unión Europea 22.08.05).

Con carácter general, en la **evaluación de los resultados** del impacto lateral son interesantes los siguientes **parámetros**:

- “lesiones” registradas en los maniquíes (en el asiento del conductor y el del ocupante situado en la plaza posterior);
- movimientos y contactos de la cabeza durante la prueba;
- respuesta de los elementos de protección;
- comportamiento estructural del vehículo en el choque, como grado de intrusión del pilar B en el compartimento del ocupante.

Sin duda un elemento importante de protección es el “**airbag**” (o bolsa hinchable), que actúa cuando se produce un impacto, y un gas infla el airbag para amortiguar el golpe. Pero **el airbag no sustituye al cinturón**, sino que lo complementa; además, el airbag puede ser peligroso si el ocupante se encuentra fuera de su área de alcance o están sentados inadecuadamente, por su efectos traumáticos indeseables. Junto al airbag *básico*, existen otros tipos, como el **airbag lateral**, dispuesto en la parte del marco de la puerta, delanteras, traseras (también en el techo, rodillas), que en su desarrollo va evolucionando hacia un auténtico colchón de aire, evitando que en caso de impacto las diferentes partes de la anatomía del sujeto se pueda golpear contra las estructuras de vecindad.

El Instituto Asegurador para la Seguridad en la Carretera de Estados Unidos (IIHS) estima que el airbag lateral es el medio más adecuado para la protección de la cabeza del ocupante en caso de impacto lateral: “**una colisión lateral contra un objeto**

rígido a una velocidad de 28 kilómetros por hora es suficiente para provocar la muerte si no se llevan instalados airbags laterales”. “Las bolsas de aire laterales reducen las muertes en un 45% en el caso de conductores víctimas de impacto lateral en su lado”; “el 60% de los impactos laterales fatales implican lesiones cerebrales”; (NHTSA –administración nacional para la seguridad del tráfico en la carretera- EE.UU.,2005).

Estos hechos deberían **hacer obligatoria por parte de los fabricantes de automóviles la instalación**, entre otras medidas, **de las bolsas de aire de protección**, y no ser un sistema meramente opcional, insistiendo en la importancia que tienen en la protección de la pelvis, tórax y muy especialmente de la cabeza.

Recientemente se han desarrollado airbags tipo cortina por encima de las aberturas de las puertas delanteras y traseras, que en caso de impacto lateral se despliegan de arriba hacia abajo, buscando una mejor **protección de la cabeza** de los ocupantes (pues los movimientos y contactos de la cabeza a raíz del impacto ocasionan no pocas veces la muerte o dejan secuelas graves).

En general se observa que en los últimos tiempos los fabricantes están mejorando los vehículos para la protección de los ocupantes en el impacto lateral. “Los resultados demuestran que no es necesario adquirir un automóvil de lujo y costoso para conseguir una buena protección” (A. LUND, IIHS, Insurance Institute for Highway Safety, 2005).

Además, dentro de las investigaciones para evolución progresiva de los cinturones de seguridad, con el fin de mejorarlos, hay citar los que incorporan un airbag en el propio cinturón (lo que reduce los movimientos evitando o disminuyendo las lesiones) y los

cinturones de cuatro puntos (los delanteros en forma de tirantes, los traseros cruzados) sujetan mejor que los convencionales y, entre otras ventajas, dan mayor protección en los golpes laterales (cinturones presentados por la casa Volvo en su prototipo SCC en el salón de Detroit en 2001).

3.- Cuadrantes de colisión en el impacto lateral

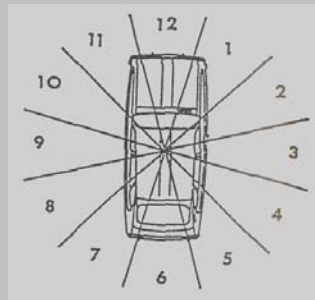
Con carácter general se ubica el tipo de colisión teniendo en cuenta doce sectores, de los cuales las bisectrices son las horas de los cuadrantes horarios. De este modo, atendiendo a la figura, el choque es:

Frontal: zonas 11,12,1

Trasero: 5,6,7

Lateral derecho: 2,3,4

Lateral izquierdo: 8,9,10



El impacto lateral ortogonalmente es poco frecuente; lo más a menudo se produce de forma latero-posterior o latero-anterior: se introduce entonces un componente de rotación, cuyo conocimiento es importante para explicar las lesiones observadas.

De este modo el vehículo impactante puede incidir de forma más o menos perpendicular sobre el automóvil que golpea, aunque otras veces lo hace de forma claramente oblicua.

Las colisiones laterales, cuando la embestida forma un ángulo recto, como cuando son oblicuas, pueden dividirse en anteriores, centrales y posteriores.

Tampoco hay que olvidar que la colisión se reduzca a un mero roce (impacto “sides wipe”), “raspado”, siendo en general en estos casos las consecuencias menores (el **delta V*** suele ser menos valorable, la aceleración de la cabeza es de poco valor).

(*) Delta V = variación de la velocidad durante el choque; $\Delta V = V_f - V_i$. Su denominación alude a la letra griega del mismo nombre, que en términos matemáticos y de la ingeniería quiere decir precisamente “cambio”. No ha de confundirse con la expresión delta-t que alude a la duración de la colisión; la relación $\Delta V / \Delta t$ se remite a la aceleración. Para ampliar la información véase *Biocinemática del accidente de tráfico*, y *Latigazo cervical y colisiones baja velocidad*, ediciones Día de Santos, Madrid, 2000 y 2003, respectivamente.

Además, en este contexto hay que tener presente que **el choque no se define por el punto o área de impacto, sino por su dirección**: la dirección y el sentido de las fuerzas principales actúan sobre el vehículo durante el choque referido a su centro geométrico, y en su caso tales fuerzas se canalizan al ocupante en diferentes maneras. Igualmente es de gran importancia que el ocupante víctima de este tipo de choque se aperciba (por ejemplo, cuando el vehículo impactante da marcha atrás, circulando, pues, en sentido de marcha contrario al del impactado) o no (como suele suceder en mayoría de los casos) de la inminencia del impacto, pues no cabe duda que ante tal advertencia las estructuras orgánicas (“elementos fisiológicos de retención”) tomarán un grado de preparación que contribuirá de forma nada desdeñable para aminorar las consecuencias lesivas del choque.

Por otro lado, el área de impacto tiene importancia en tanto el componente de rotación que el vehículo impactante (v. “bala”) es capaz de imprimirle al vehículo impactado (v. “blanco”), lo que indudablemente influye en la **aceleración de la cabeza** del ocupante del vehículo impactado, lo cual a su vez habrá que considerar para evaluar el daño potencial tanto cervical como del tejido cerebral.

Tal rotación está muy ligada, entre otros aspectos, a la distancia que guarda la zona de más peso de la carrocería (que en general se corresponde con el lugar que ocupa el motor) con el área de impacto, en proporción inversa.

Esto quiere decir que si el motor está colocado en la parte delantera (como sucede hoy día en la mayor parte de los automóviles) y el impacto se produce sobre la puerta trasera (por ejemplo en el cuadrante 8) la aceleración de la cabeza del ocupante, en general será mayor que si tiene lugar el impacto a nivel del pilar B (puerta delantera, cuadrante 9) o pilar A (cuadrante 10-11) de la carrocería del vehículo. Y es que ese componente de rotación imprime al vehículo impactado un mayor desplazamiento, que igualmente se podrá ver aumentado por otros factores (mal estado de los neumáticos, por su pérdida de adherencia, a su vez influida por las características del asfalto: pulido, hielo, lluvia).

Otras veces, aún cuando el impacto está centrado en el lateral del vehículo impactado, se produce un arrastre del mismo como consecuencia del golpe, lo que igualmente imprime un delta V considerable, y la subsiguiente aceleración de los segmentos corporales.

En cualquier caso recuérdese que la aceleración del vehículo golpeado no es la misma que la del ocupante. En lo casos se impacto posterior, en su repercusión en el cuello, donde quizá mejor hasta la fecha se haya estudiado el potencial lesivo y las repercusiones del cambio de velocidad, “un cambio de velocidad de 4 kims/hora ya puede ser suficiente para producir lesiones en el ocupante” (C.G. DAVIS); algunos autores han demostrado que el Delta V puede ser cinco veces mayor (WEST y colbs., 1993; ROSEN-BLUTH, 1994). La aceleración de la cabeza en la rotación sobre su eje (eje vertical, *plano transversal*) en las situaciones de desplazamiento violento del vehículo del ocupante, con un considerable delta V, puede ser un factor nada despreciable en la patogénesis lesional. Así por ejemplo, en condiciones experimentales un impacto lateral sobre la puerta izquierda a la altura del conductor (cuadrante 2), incidiendo de forma perpendicular, con una velocidad de 10 kims/hora, determinó una aceleración de la cabeza de 1.7. En cambio, con una velocidad un poco superior, 12 kims/hora, pero incidiendo en la puerta trasera (cuadrante 4), con desplazamiento y rotación del vehículo, produjo una aceleración de la cabeza del conductor de 4.6 g. (ver Anexo 2).

Igualmente, en términos de aceleración, es importante tener en cuenta la masa del vehículo impactante, tanto que no es lo mismo un golpe causado por un vehículo de 900 kilos que por otro de dos toneladas (masa que se verá aumentada cuando tratándose de un vehículo de transporte de mercancías el mismo vaya cargado).

Por todo ello, como ya se dijo en otras ocasiones (*Biocinemática del Accidente de Tráfico*, o.c., propuestas y conclusiones prácticas), se ha se recordar:

- el médico en este orden ha de interesarse por el atestado de las autoridades del tráfico; el análisis cinemático de las lesiones ha de reflejarse en la historia clínica de las víctimas de estos traumatismos, habiendo de suscitar, igualmente, interés y su reclamo en el ámbito forense;

(EL ATESTADO DE LA POLICIA DE TRÁFICO COMO INFORME TECNICO DE INTERÉS MEDICO. www.peritajemedicoforense.com).

- es deseable contar con una ficha protocolaria en la que figuren datos que sirvan para la reconstrucción del accidente, cuya aplicación, no obstante, será de forma individualizada;

- las autoridades del tráfico, junto con sus agentes, se han de involucrar en este contexto, procurando que la recogida de datos responda a un protocolo; un protocolo para la recogida de datos a raíz de los accidentes por hechos de la circulación, agilizando los trámites jurídico-administrativos pertinentes, dando facilidades para el conocimiento del atestado, con el fin de impulsar y mejorar la labor médica en este terreno y todo ello bajo el común denominador de una adecuada *coordinación*;

- es importante disponer de los datos fotográficos del accidente, *reportaje fotográfico*, revelaciones de los testigos y demás circunstancias para apreciar las condiciones del impacto, las del impacto y los hechos que pudieran haber sucedido a continuación, tanto como información previa para ayuda al personal sanitario de urgencias como para el análisis y actuaciones ulteriores.

4.- Lesiones posibles.

Las lesiones por impacto lateral, y su severidad, vienen ligadas a las características del choque, la cinética y la biomecánica del ocupante en el momento de producirse el accidente, factores todos ellos que ayudan a comprender los patrones lesionales.

En el curso de este impacto todo el hemicuerpo del ocupante que se encuentra más próximo al punto del choque, está especialmente sujeto a los daños potenciales del choque, produciéndose en ocasiones la muerte instantánea, o a las pocas horas, así como lesiones complejas por **politraumatismo** u otras lesiones menores, todo ello dependiendo de las características del accidente. En ocasiones, para mejor comprender la patogénesis lesional, es importante conocer bien ciertas *características del vehículo impactante*, como altura del parachoques, ángulo de ataque, junto a las características de su contorno (en V, anguloso, alto y plano), además de su peso y velocidad.

En caso de impacto lateral, el movimiento del pasajero ocurre de forma muy rápida, dada esa cercanía del pasajero con el área de impacto, y esto explica también que, si existen, los airbags laterales hayan de abrirse con gran rapidez para llenar tan exiguo espacio, si realmente se quiere que sean eficaces. En caso de impacto frontal los airbags tienen poco menos de 30 milisegundos para detectar el choque, pero este tiempo es demasiado para el caso del impacto lateral, tanto es así que en la actualidad las investigaciones se encaminan para bajar al máximo los tiempos de despliegue de las bolsas de aire, tanto que los airbags laterales ya están funcionando en cotas próximas a los 10 milisegundos

Los pasajeros del lado opuesto al impacto sufren en menor medida el traumatismo que los que se encuentran del lado del choque: son estos últimos los que acusan especialmente la carga del aplastamiento canalizado por las paredes del vehículo y los otros pasajeros, en un segundo tiempo (contragolpe).

El impacto ha de ser conocido atendiendo a los tres ejes especiales, altura, profundidad y anchura. En la **secuencia cinemática** de un impacto lateral se puede distinguir varios **acontecimientos**, como son:

Respecto a los **vehículos participantes** en el escenario del accidente:

- aproximación del vehículo impactante al que va a ser impactado;
- instante del impacto (velocidad de impacto, velocidad de cierre, delta V).
- huella de frenada del vehículo impactante, en su caso.
- desplazamiento/arrastre del vehículo impactado.

En cuanto a la **víctima/víctimas del accidente**:

- apercibimiento o no del conductor del vehículo impactado de la inminencia del choque, con o sin tomas de decisiones al efecto (maniobras de emergencia).

- desplazamiento del ocupante hacia el lado del impacto, pudiéndose golpear la cabeza del ocupante contra el pilar B (traumatismo craneal, de intensidad variable), junto con el aumento de la distancia cabeza-hombro (la abertura del ángulo supraclavicular entre el cuello y el hombro; la flexión lateral de la columna cervical; además se puede producir rotación de la cabeza y la columna cervical; depresión del hombro)
- cuando junto al conductor viaja otro ocupante en la plaza delantera, y el impacto ocurre por el lateral derecho, en crash-tests experimentales, se puede observar como en algunos casos la cabeza del acompañante se desplaza y coloca por detrás de la del conductor, lo que es susceptible de producir lesiones de diversa consideración.
- regreso del ocupante/ocupantes a su posición inicial y fin de la secuencia.

En cualquier caso, para entender mejor la **patogénesis lesional**, hay que considerar en esta cinemática los daños potenciales que se pueden producir en las distintas fases del impacto, tal que:

Primera colisión: el impacto del vehículo propiamente dicho, contra otro vehículo (parado o en movimiento) o contra cualquier otra estructura fija o móvil.

Segunda colisión: el choque del ocupante al encontrarse con los elementos internos y "paredes" del vehículo en que viaja, esto es, la interferencia del viajero con el interior del automóvil o colisión humana. Son lesiones directas y visibles en el cuerpo humano.

Tercera colisión: se produce como consecuencia del impacto que sufren entre si las estructuras (estructuras de sostén) de los propios órganos de los ocupantes accidentados. Son lesiones indirectas, no visibles directamente, por proyección de las vísceras en sus cavidades, violentando su posición normal ("cavitación") como consecuencia de mecanismos de aceleración / desaceleración (AD), pudiendo sufrir los órganos daños de diversa índole, como desgarros, compresión, cizallamiento de pedículos vasculares, conmociones vibratorias, desprendimiento, por efecto, en definitiva, de las leyes de la inercia.

4.1. Lesiones con carácter general. Patrones lesionales.

Además de las lesiones en la cabeza, en este terreno, entre otras, como **lesiones posibles** (O'BRIEN, J., REMPT) se anotan de forma general las siguientes:

- distensión muscular del cuello
- fractura vertebral
- fractura de clavícula
- fractura de húmero
- fractura de pelvis
- fractura de tibia o/y peroné
- contusión torácica (con lesión pulmonar subyacente)
- lesiones en hígado, bazo, intestino y pulmones

4.1.1. Lesiones Craneoencefálicas.

La cabeza está especialmente expuesta, lo que se comprende dadas las condiciones cinemáticas en que se produce el impacto, y las áreas de vecindad del vehículo. Tratándose de niños hay que tener presente que su cabeza resulta especialmente pesada en consideración a su talla, sobre todo hasta los 2 años.

“En el choque lateral los **contactos de la cabeza** contra la estructura del vehículo suelen ser de carácter aleatorio, pudiendo incidir en los cristales laterales, el techo, pero también por la proyección de los ocupantes entre ellos. Como lesiones graves se considera que la bóveda del cráneo es una zona “negra”, dándose numerosas lesiones severas: fracturas en zonas variadas, con predilección de la zona temporo-frontal, y sobre todo una lesión temible: la fractura de cráneo alcanzando el tejido nervioso, que se corresponde a menudo con fallecimiento en el acto o en horas siguientes al accidente” (RAMET M., VALLET G., 1987).

Tampoco hay que olvidar la posibilidad de lesiones a nivel de la articulación temporomandibular, por mecanismos a veces complejos, otras por contacto directo del arco mandibular con el cinturón de seguridad, airbag, etc. Puede ser útil, aunque sea de modo tangencial, consultar el artículo **Disfunción de la articulación temporomaxilar (ATM) y "whiplash" (latigazo cervical). Mecanismo.** www.peritajemedicoforense.com

Respecto a las lesiones cerebrales, dada su importancia y singularidad, se desarrollan en el epígrafe 4.2. Especial vulnerabilidad del tejido cerebral

4.1.2. Lesiones torácicas

El impacto de la puerta del coche de la víctima puede causar **fractura de clavícula, costillas, contusión torácica** (caja

torácica y contenidos). Cuando la intrusión provoca contacto con la parrilla costal (muy vulnerable en estos impactos) se pueden producir lesiones a nivel del tórax óseo e incluso en las vísceras intratorácicas. El cinturón de seguridad puede originar lesiones en las costillas o/y en el esternón (a veces no visibles con la radiografía convencional, siendo conveniente rastrear las lesiones mediante *gammagrafía ósea*, con radioisótopos). Las lesiones costales en ocasiones se asocian a otras producidas en el estómago, hígado, bazo, diafragma.

Una lesión que se puede presenta con ocasión del impacto lateral es el **desgarro de la arteria aorta**, habiendo de anotar: “esta herida esta provocada por la desaceleración brusca durante el choque, y se debe al movimiento del sujeto y de sus órganos internos, *especialmente el corazón*, al que está fijada la aorta”; “**el pasajero que viaja del lado donde se produce el impacto tiene casi 15 veces más probabilidad de sufrir este tipo de lesión**”; “**cuando el choque es lateral el riesgo de que se presente este cuadro es 18 veces mayor que cuando el impacto es frontal o posterior**” (texto entrecomillados correspondientes a las investigaciones del William Lehman Injury Resarch Center, Universidad de Miami, EEUU, 2003, según los resultados de las *autopsias* y sobre modelos computacionales).

4.1.3. Lesiones vertebrales

Cualquier segmento del ráquis puede resultar afectado, aunque es el cuello el que está particularmente expuesto, a causa de los mecanismos de aceleración/deceleración que tienen lugar en el curso de este impacto, en donde además de las fuerzas actuantes en sentido flexo-extensor, se imprimen igualmente importantes movimientos torsión sobre el eje del ráquis, y en general en los tres ejes del espacio, lo que puede dar lugar a daños importantes sobre la estructura anatómica afectada durante el choque, dada la tolerancia limitada de estas partes anatómicas.

Es importante implicarse no sólo en los aspectos cuantitativos del impacto sino también en la biocinemática del movimiento, tanto que en ocasiones la reproducción infográfica de estos impactos muestra como en general el cuerpo del ocupante víctima del choque lateral, y, en particular, el eje raquídeo en su conjunto es sometido diversas contorsiones, movimientos irregulares y forzados, en brevísimo tiempo, lo que inevitablemente comunica aceleraciones y deceleraciones con un alto potencial lesivo para las estructuras orgánicas que las sufren en esos momentos.

Los niveles charnela, como L5-S1, D12-L1 y cervicodorsal están particularmente expuestos a sufrir daños, por lo que han de ser especialmente revisados, aunque cualquier raquioma (segmento móvil de JUNGHANS) puede sufrir daños, que tantas veces pasan desapercibidos ante lesiones más groseras.

Por otro lado, es un principio general en biomecánica (Ley de STEINDER) que las resistencias del tejido óseo a las fuerzas de presión son menores en situaciones dinámicas, pues la fuerza que participa en la deformación del biosistema se ve incrementada no sólo por la masa del cuerpo sino también por el cuadrado de la velocidad con que se efectúa el movimiento.

No obstante es la columna cervical la que está sujeta a un mayor daño potencial, pudiéndose producir lesiones que en general son más graves y distintas que en el caso del impacto posterior (ver epígrafe 4.4.- whiplash e impacto lateral).

El siguiente vídeo sirve para comprender con carácter general algunos aspectos de la biocinemática y la patogénesis lesional de este impacto lateral.

Fuente: *Enginnering Dynamics Corporation*. <http://www.edccorp.com/products/movies.html>
(GATB Occupant Simulation)



OccupantDemo.mpeg

4.1.4. Lesiones abdominales y en las vísceras contenidas en esta cavidad (lesiones en hígado, bazo, intestino, renales, ...), donde el mecanismo de “cavitación” toma un papel importante, al margen de que puedan se lesionadas por el efecto de un impacto directo.

4.1.5. Lesiones pélvicas

Las fracturas de las **palas ilíacas o de las ramas de la pelvis** están muy ligadas a los choques laterales: la intrusión de la superficie lateral toma contacto, chocando, con la cadera del ocupante situado en ese lado, y ocasiona una compresión con fractura, ya en el punto de apoyo (pala ilíaca) o a distancia, a nivel de los puntos débiles (ramas ilíacas e isquiopubianas)” (RAMET M., VALLET G., INRETS, Bron, Francia,1987). A su vez las lesiones pélvicas, en la separación de sus fragmentos pueden causar daños en recto, vejiga y uretra. Las lesiones referidas han tomarse en especial consideración en el caso de la mujeres ante un eventual embarazo. Y en caso de que el impacto ya se diese en

una mujer en estado de gravidez, habrá que estar atento a posibles daños fetales.

4.1.6. Lesiones en los miembros inferiores.

En el caso del choque lateral violento, se ven especialmente favorecidas dado el reducido espacio del habitáculo a nivel de los pies (RAMET M., VALLET G., 1987). Los efectos lesivos de la intrusión se pueden reducir cambiando el diseño de los automóviles, con el fin de conseguir mayor amplitud y espacio libre.

4.2. Especial vulnerabilidad del tejido cerebral

Dada la alta **vulnerabilidad del tejido cerebral** en los impactos laterales, como ya se dijo, pero insistiéndolo en ello, merece una consideración singular.

Estudios recientes constatan que los ocupantes de los automóviles implicados en impactos laterales tienen **“tres veces más probabilidad de sufrir una lesión traumática cerebral** que los implicados en otras colisiones” (J. BAZARIAN, 2004) (*).

(*) a estas conclusiones ha llegado el autor y sus colbs., de la Universidad de Rochester (EEUU) después de un estudio de 5.483 vehículos accidentados, tomando datos facilitados por la NHTSA (administración nacional para la seguridad en la carretera) del año 2000, que contenían 6.780 ocupantes, aunque el análisis se concretó a 1.115 personas ocupantes de un vehículo, en el cual por lo menos una persona había resultado dañada de forma importante. Como lesión traumática cerebral han considerado “perdida de sentido, amnesia o confusión en el momento del impacto, o cualquier lesión con fractura de cráneo, o hemorragia intracraneal”. **Las lesiones en su severidad pueden manifestarse de forma discreta a severa.** Recuerdan igualmente que **pueden causar a menudo problemas a largo plazo.**

De la investigación J. BAZARIAN y colbs. destacan los siguientes datos:

- la lesión traumática cerebral es causa de muerte entre el 51 y el 74% de las colisiones laterales únicas, y del 41-64% cuando tales colisiones participan de un impacto múltiple.
- una adecuada protección podría reducir tales lesiones cerebrales en un 61%, y las lesiones mortales o críticas hasta en un 23.5%.
- el impacto lateral es un factor de riesgo para la lesión cerebral, **incluso en personas que no demuestran sintomatología inicial.**
- las mujeres tienen un mayor riesgos de sufrir lesiones cerebrales que los hombres. Tal tendencia la explican los investigadores por una mayor fuerza muscular en el cuello de los varones, así como una posición más favorable en el vehículo por su mayor peso y altura.

Clínica y anatomopatológicamente, en general las lesiones cerebrales de origen traumático pueden revestir diversas variantes, muy ligadas a la naturaleza y características del insulto (como la fuerza del impacto, vector/vectores de actuación, ...), pudiendo recordar los siguientes tipos:

a.- **lesión axonal difusa**, por ejemplo por sacudidas o fuerzas rotatorias con ocasión del impacto automovilístico, con pequeños daños estructurales, con la posibilidad de que se produzcan

lesiones adicionales por la precipitación de sustancias químicas intracerebrales.

b.- **conmoción cerebral** (en ocasiones asociadas al “whiplash”), con posibilidad de daño en los vasos y estructuras nerviosas cerebrales. La pérdida de conocimiento se instaura inmediatamente después del trauma, que no suele pasar de una hora, bien por un golpe directo o indirecto (contragolpe). La pérdida de conciencia, más o menos prolongada, se explica por interrupción de las conexiones existentes entre las células nerviosas, como consecuencia de las vibraciones en la sustancia cerebral con ocasión del trauma.

c.- **contusión cerebral, compresión cerebral**, como consecuencia de un impacto directo sobre la cabeza. Esta situación es más grave que la anterior, y no va seguida de un recuperación funcional completa. La pérdida de conciencia, a diferencia de la conmoción, suele aparecer de forma más tardía. La contusión cerebral traumática se localiza en la corteza cerebral, acompañándose de pequeñas hemorragias intracerebrales, edema y magullamiento de la sustancia gris en diverso grado, pudiendo todo ello dar lugar a una compresión cerebral.

d.- **lesiones penetrantes**

Desde la perspectiva de la **accidentología clínica**, hay que tomar muy en cuenta los problemas causados por la variación de la velocidad, la aceleración y deceleración, conllevan repercusiones sobre los fluidos orgánicos, y las propias vísceras, como es, por

ejemplo, el incremento de peso ante una detención brusca; así, la masa encefálica, para un peso normal de 1,500 kg, en parada brusca o choque, a 60 km/ hora pasa a 23,350, y 42,000 a 100 km/h. "Una aceleración angular rápida del cráneo puede provocar lesiones en la periferia del cerebro, la bóveda del cráneo, modificando su posición con relación a la superficie del tejido cerebral, lo que ejerce una tracción sobre los vasos yendo de las meninges al tejido cerebral" (C. GOT).

Los mecanismos de aceleración/deceleración cervical (ADC) pueden en determinadas circunstancias añadir y causar daños en el fino y delicado tejido cerebral.

Sobre el mecanismo de la patogénesis lesional, conviene volver a recordar la **tercera colisión**: se produce como consecuencia del impacto que sufren entre si las estructuras (estructuras de sostén) de los propios órganos de los ocupantes accidentados. Son lesiones indirectas, no visibles directamente, por proyección de las vísceras en sus cavidades, violentando su posición normal ("cavitación") como consecuencia de mecanismos de aceleración / desaceleración, pudiendo sufrir los órganos daños de diversa índole, como desgarros, compresión, cizallamiento de pedículos vasculares, conmociones vibratorias, desprendimiento, por efecto, en definitiva, de las leyes de la inercia.

Y es que en el curso de un impacto lateral, recordando la definición de "whiplash" para lo que ahora interesa, tiene lugar "un mecanismo de transferencia de energía, por aceleración/deceleración" en el curso del cual las estructuras intracraneales adquieren un riesgo nada desdeñable para resultar dañadas, mecanismo, CAD, remitiéndose, en este caso la C al término "cerebral", pudiéndose hablar, aunque sólo sea en términos de comodidad discursiva, y en sus efectos, de "latigazo cerebral"

En consecuencia, de la misma manera que a raíz de “latigazo cervical” por un impacto trasero se ha de seguir de forma estrecha al paciente, todavía se hace más necesario pensar en el caso del impacto lateral respecto a un posible daño cerebral. Tanto es así que se ha de imponer un protocolo de exploración clínica e instrumental, más aún, como se acaba de indicar, que “el impacto lateral es un factor de riesgo para la lesión cerebral, **incluso en personas que no demuestran sintomatología inicial**”.

Una persona con sospecha de un potencial daño cerebral a raíz de una colisión lateral ha de someterse a un minucioso examen médico, a una rigurosa exploración clínica, a un correcto seguimiento en el tiempo. La posible **evolución solapada, insidiosa**, junto a las dificultades diagnósticas en tantos casos, es lo que hace todavía más temible este tipo de impacto con potencial daño cerebral, con consecuencias a veces “devastadoras”, tanto “a nivel físico, como intelectual, social y emocional”, de ahí la necesidad de tomar todo tipo de precauciones médicas.

No hay que olvidar tampoco que los **traumatismos craneales**, y más todavía en los **niños**, pueden determinar problemas a largo plazo como “cambios de personalidad, emocionales, de comportamiento e incluso dificultades en el aprendizaje” (ver *Diario Médico*, 07.07.04, remitiéndose al último número de *The Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 2004; 75, en donde se contiene trabajo analizando más de 500 casos de niños entre cinco y quince años, durante los seis años anteriores: “se apreció que el 43% de los pequeños padecieron problemas de aprendizaje y una leve pérdida de habilidades”).

4.3. Lesiones producidas por el Airbag

El airbag se puede hinchar a razón de 6 litros por milésima de segundo, lo que representa una velocidad de despegue de 157 a 338 km/hora, pudiendo ejercer una presión instantánea sobre el cuello entre 500 y 1.200 kilos, hecho que debe llevar a reflexionar, como ya lo advirtió la General Motors en 1979. Hay pues que considerar la posibilidad de lesiones producidas por este medio de seguridad.

Se estima en general que en **un 30% de los sujetos en los que se despliega el airbag sufre algún tipo de lesión**, habitualmente leves, ocasionalmente graves y hasta mortales. Las investigaciones realizadas en el curso de estos años han ido encaminadas a crear “airbags inteligentes” llamados también airbags “adaptativos” cuya presión de inflado se adapte a las circunstancias personales del potencial usuario (según peso, estatura, edad). Existen en la actualidad automóviles en que el airbag del acompañante se infla en función de la gravedad del accidente, incluso activándose las bolsas de aire considerando la posición del asiento del conductor, su peso y hasta pudiéndose desactivar si el sensor del asiento capta que el viajero tiene muy poco peso.

En este orden hay que tener en cuenta los posibles traumas causados por el airbag, como, a título meramente indicativo, con carácter general, lesiones oculares, sordera (especialmente en el lado interesado, habiendo de tener presente que el nivel de decibelios alcanzados por la explosión del sistema puede alcanzar los 170 dB), lesiones cervicales, esternales (fracturas), costales, torácicas (con posible ruptura de la aorta), habiéndose asimismo descrito casos de muerte en niños o adultos de poca talla o de complexión débil (*). En ocasiones puede incluso dispararse sin

motivo aparente. (Un Juzgado de Primera de Madrid ha condenado a pagar al fabricante de un automóvil 39.065 euros a los tres miembros de una familia a la que se activó sin motivo aparente el airbag. ... El suceso no originó accidente ni causó daños a los afectados, pero el juez sostiene que el riesgo de accidente y la angustia de daños morales sufridos por la familia justifican la indemnización, que ha sido abonada por la compañía fabricante del automóvil. *El País*, 14.08.04).

(*) *Le Quotidien du medecin* (Francia), 28.02.97 y algunas notas tomadas de la revista *Interviú* (España), 20.01.96.

De los mecanismos lesionales de la bolsa de aire propuestos por ZUPPICCHINI y cols. (*) interesan los siguientes:

- impacto directo con la bolsa desplegada
- impacto con la bolsa desplegada con la interposición de objetos o de parte de la extremidad superior
- impacto con el volante a pesar de la bolsa
- lesiones intratorácicas por rotura de costillas
- lesiones viscerales por desaceleración
- transmisión de presiones a las vísceras
- quemaduras

(*) según referencia de GONZALEZ-LUQUE, J.C., en *Seguridad Vial y Medicina del Tráfico*, (obra coordinada por ALVAREZ GONZALEZ, F.J.). Editorial Masson, S.A., Barcelona 1997).

Además, la administración americana de Estados Unidos de seguridad en el tráfico, NHTSA (National Highway Traffic Safety) advirtió ya en 1999 que **los airbags laterales de los coches pueden causar lesiones mortales a los niños,**

especialmente por el impacto que provocan en la cabeza, cuello y torax.

4.4.- Whiplash e impacto lateral

4.4.1. Lesiones cervicales con carácter general

El binomio formado por la unidad funcional cabeza-cuello es el segmento más móvil de la economía humana en la actividad de conducir, con o sin accidente.

LATIGAZO CERVICAL Y COLISIONES A BAJA VELOCIDAD. (WHIPLASH AND LOW SPEED COLLISIONS). www.peritajemedicoforense.com

En el caso de whiplash es importante la cinemática y cinética que tiene lugar, considerando los tres ejes del espacio, pudiendo dar lugar a lesiones cerebrales en el curso del desplazamiento repentino y brusco de la masa encefálica dentro de la caja craneana. En el caso que la víctima sea un niño no hay que olvidar que su cuello está especialmente expuesto, ya que, por una parte su cabeza resulta especialmente pesada en relación a su talla, y, por otro lado, los músculos del cuello carecen del tono adecuado para que puedan proporcionar la retención deseable de la cabeza en el curso del impacto.

Conviene recordar que muchas veces toma desprevenido al ocupante, siendo esta circunstancia a tener en cuenta, ya que en general es un factor de agravación de las lesiones, puesto que las estructuras orgánicas de “retención”, fundamentalmente el sistema músculo-ligamentoso, están "desconectados". En cualquier tipo de impacto, y de cualquier modo, es importante el grado de tensión de los músculos estabilizadores del cuello

(siempre sobre la base de una buena armonía funcional contracción concéntrica-excéntrica.

La distensión del cuello puede producirse por intrusión. En este tipo de impactos el cinturón ofrece poca protección. El cuerpo tiende a desplazarse por debajo de la cabeza, produciéndose una **flexión lateral del cuello con distensión muscular y posible fractura vertebral.**

En los **impactos laterales “las lesiones de la columna cervical, son diferentes a las del impacto frontal.** El centro de gravedad de la cabeza, anterior y superior al tronco, permanece en su sitio en los instantes iniciales del impacto, mientras se produce el desplazamiento del tronco para girar hacia el sitio del impacto, y luego en su dirección, llevando a la luxación vertebral, fundamentalmente en las dos primeras vértebras” (C.GRECO, citando a SIEGEL Jh. y MASON-GONZÁLEZ, J., en *Biomecánica del trauma*, 10.05.01, Uruguay).

Dígase, igualmente, que no hay que poner sólo el acento en el desplazamiento de las estructuras, entendido como recorrido angular, sino que también hay que tener muy presente, y a veces mucho más, los recursos de reacción que el organismo pone en marcha para intentar contrarrestar la agresión (mecanismos orgánicos de retención, en especial el aparato muscular), esto es, los particulares comportamientos biomecánicos de la persona involucrada en el accidente, la singularidad de reacción que entran en competencia ante el insulto, con carácter súbito e intenso, lo que explicaría muy bien los hematomas, desgarros y arrancamientos musculares de las zonas de inserción, sutiles subluxaciones vertebrales, lesiones nerviosas, etc., dado el esfuerzo con que se aplican los elementos correctores al intentar detener (en mayor o menor medida) la embestida.

Además, en el impacto posterior, junto al mecanismo aceleración/desaceleración de la cabeza (extensión / flexión forzadas), suele asociarse un **componente rotatorio**, por eso es importante conocer la orientación de la cabeza cuando sucede el impacto, pues la posición de la cabeza en el momento de la colisión tiene influencia sobre el tipo de lesión. Esto es particularmente cierto con respecto al grado de rotación en relación con la dirección del impacto. Cuando la cabeza mira directamente hacia adelante, la vértebra más superior se desliza anteriormente sobre la inmediata inferior, y origina una estenosis simétrica del conducto raquídeo y un acabalgamiento simétrico de las apófisis articulares. Con esta maniobra, los agujeros de conjunción se cierran de manera uniforme. Los agujeros se ensanchan uniformemente cuando la cabeza mira hacia adelante, pero se estrechan en el lado hacia el que ésta se flexiona, o en el lado al que se gira. En un **impacto en dirección oblicua** se combinan la flexión y la extensión con la rotación y la **inclinación lateral**. No solamente se comprimirá más el agujero, ya de por sí estrecho, sino que el efecto de impulso rotatorio sobre las articulaciones, las cápsulas y los ligamentos todavía será más lesivo" (CAILLET).

4.4.2. Lesiones del plexo braquial

Dado que un cuerpo siempre se desplaza en el sentido del impacto, en este choque el tronco en su desplazamiento es detenido contra las partes laterales del vehículo, antes que la cabeza, aumentando así la distancia cuello-hombro, pudiéndose producir **lesiones en el plexo braquial**, lo que se puede ver favorecido, según señala SUNDERLAND, por los siguientes motivos:

- la flexión de la cabeza y el cuello produce tensión sobre las raíces nerviosas;

- en caso de flexión lateral extrema, las raíces espinales contralaterales son tensadas. ROAF (1963) ha señalado que las **lesiones de la columna cervical por flexión lateral** se "complican a menudo por una lesión del plexo braquial, así como de la médula espinal";

- la rotación de la cabeza y de la columna cervical casi siempre origina tensión sobre las raíces cervicales del lado opuesto a aquel que se ha girado la cabeza;

- la flexibilidad y elasticidad de la columna cervical, y la considerable libertad de movimiento, que por lo común tiene, implican tensiones y deformaciones que son mayores en la región cervical baja. Esto y la mayor movilidad de la cintura escapular sobre el tronco y el brazo a nivel del hombro constituyen el fundamento de una combinación de movimientos que aumenta la tensión sobre el plexo. En este aspecto es importante:

- a) la abertura del ángulo supraclavicular entre el cuello y el hombro;
- b) la flexión lateral de la columna cervical;
- c) la rotación de la cabeza y la columna cervical;
- d) la depresión del hombro;
- e) la tracción sobre el brazo.

Si estos movimientos, superan los límites normales de forma súbita e intensa, la tracción sobre el plexo puede alcanzar niveles patológicos.

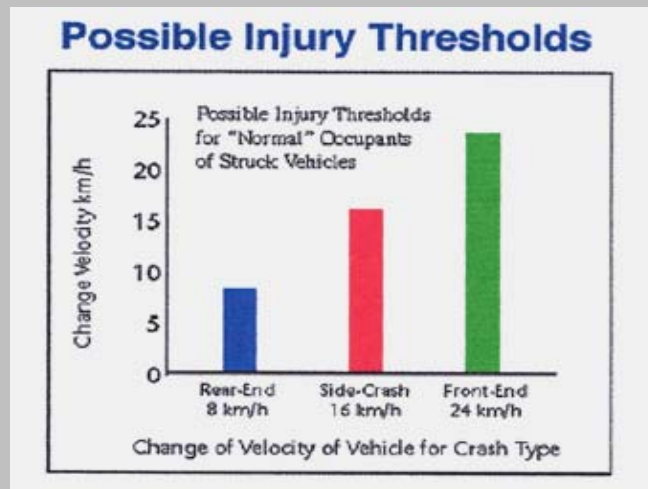
4.5. Colisiones a baja y relativamente baja velocidad

Frente al accidente en términos de catástrofe, llamativo y hasta espectacular, en donde el carácter grosero del impacto ya lo define por si mismo en muchos aspectos (con resultado de muerte con de lesiones graves/muy graves), sin descuidarlo, hay que evolucionar.

Si bien es cierto que el 80% de los accidentes mortales se dan en las carreteras, no es menos cierto que la mayoría de los accidentes se producen en las ciudades, y, aún siendo producidos por “**impactos menores**”, estos mismos no pueden quedar diluidos como “insignificantes golpes de chapa”. Esto nos remite al problema de las **colisiones a baja velocidad** (CBV), cuestión mal comprendida por muchos médicos, mostrándose vacilantes a la hora de tomar una decisión (MELTON, 1998).

Además, **en caso de desplazamiento del vehículo impactado** es de gran importancia considerar el parámetro denominado “variación de velocidad” (o delta V): diferencia entre la velocidad de impacto y la velocidad después del choque, es el cambio de velocidad ($\Delta V = V_f - V_i$; $V_f = \text{velocidad final}$ y $V_i = \text{velocidad inicial}$). Su denominación alude a la letra griega del mismo nombre que en términos matemáticos y de la ingeniería indica precisamente "cambio". El sistema delta-V está muy extendido en la investigación de choques. (No ha de confundirse la expresión Delta -V con Delta-t, que alude a la duración de la colisión; la relación Delta-V/Delta-t remite a la aceleración).

El umbral de las lesiones relacionando el **cambio de velocidad** con el tipo de impacto **lateral (side-crahs**, en la imagen, *DC Whiplash initiative*) está establecido en **16 km / h**



Pero, téngase muy en cuenta que en la estimación de la aceleración como factor determinante del potencial lesivo del impacto, con el fin de no incurrir en errores, o "en las tácticas usadas por los expertos de las defensas para la reconstrucción de los accidentes, para darle a la colisión un aspecto relativamente insignificante" (CROFT y BATTEY), adviértase que:

- la aceleración ha de ser conocida en términos de aceleración máxima (no sus valores medios);
- la **aceleración máxima ha de venir referida al ocupante** (no la del vehículo).

4.6. Movimientos laterales inducidos por el cinturón de seguridad

En este contexto hay que tener en cuenta los movimientos laterales inducidos por el cinturón de seguridad en el ocupante que viaja al lado del conductor, **aún cuando el punto de**

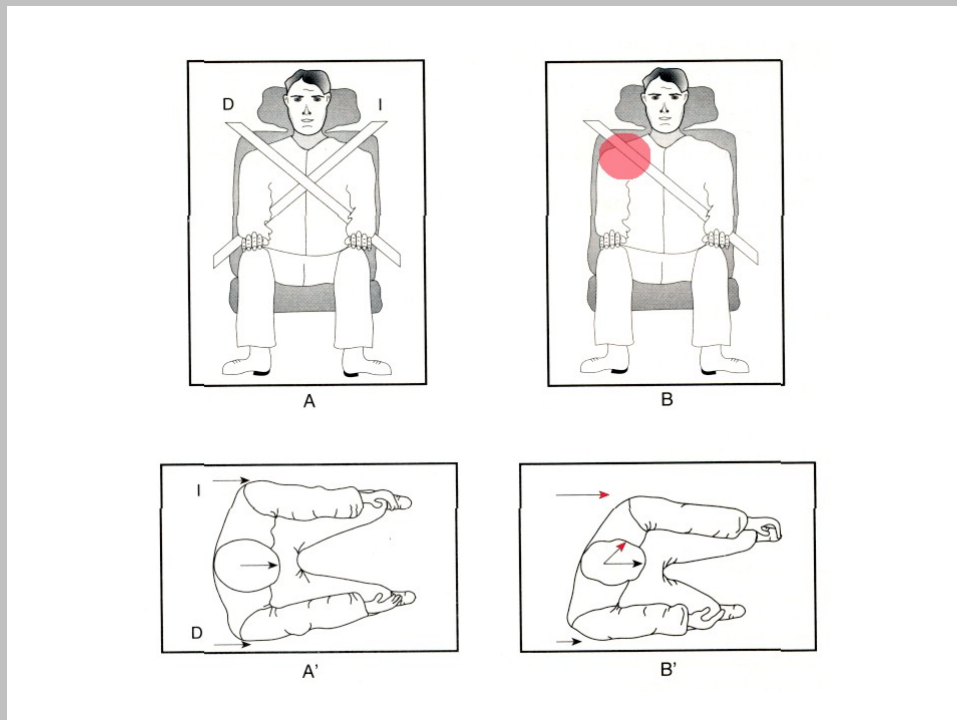
impacto no corresponda a un cuadrante lateral (8.9.10; 2,3,4) en el vehículo implicado.

El cinturón de seguridad, en la manera que la inmovilización por un solo anclaje del hombro puede producir una rotación del tronco y del cuello, cuando el hombro no inmovilizado se desplaza hacia delante (de ahí la importancia de que se instaure un cinturón de sujeción en cuatro puntos, bien de banda cruzada u de tirantes, en la forma ya indicada, según propuso Volvo en su prototipo SCC en el salón de Detroit en 2001).

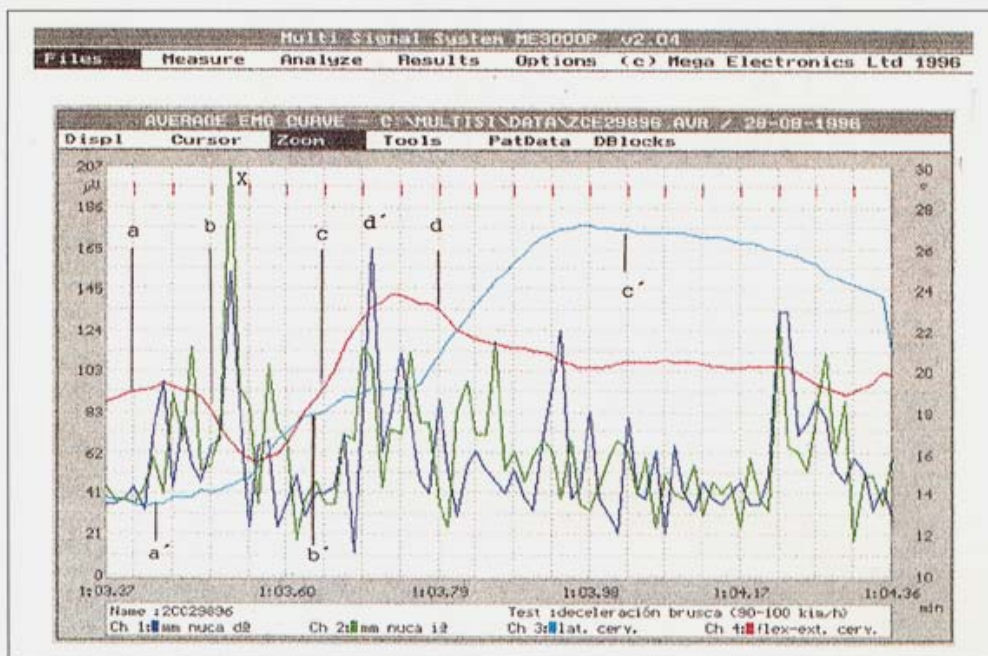
Tanto es así que ante la necesidad de que el conductor de un automóvil tenga que realizar una frenada brusca, el pasajero, o pasajeros acompañantes, aun llevando puesto el cinturón de seguridad, van a sufrir los efectos del mecanismo de deceleración, poniéndose en marcha una actividad por el influjo de los movimientos comunicados (esto es, por acciones mecánicas propias del desplazamiento que comunica la frenada, y con independencia de aquellos otros movimientos que pueda hacer por sí mismo el sujeto).

Tratándose del pasajero que viaja al lado del conductor (en este caso, en el asiento delantero, a su derecha, y en una posición teórica de los segmentos corporales), a raíz de la aplicación del freno de forma súbita, o de un impacto frontal, y en lo que se refiere al ráquis cervical, en un primer instante se verá desplazado hacia delante, proyectando su cuerpo en anteflexión de mayor a menor recorrido, pero, además, al venir sujeto con un cinturón cruzado, en ese desplazamiento, el hombro derecho del pasajero quedará sujeto -anclado- en tanto que el hombro izquierdo experimentará un desplazamiento ligero, breve, también hacia delante, cuya intensidad dependerá del grado de deceleración brusca instantánea. Al mismo tiempo, los efectos de la frenada implican a la unidad cuello-cabeza, determinando su **lateralización hacia la izquierda** (siendo aquí importante

considerar el peso de la cabeza, en tanto que la fuerza capaz de provocar el movimiento, además de la aceleración, está influida por el factor masa, $f = m \times a$).



En tal modo, si bien rutinariamente se consideran importantes, por su potencial nosológico sobre el raquis cervical, los desplazamientos en el plano sagital (eje transversal, flexoextensión), no hay que marginar las excursiones en el plano frontal (eje sagital, lateralización derecha/izquierda).



Registro mediante Holter muscular, electromiografía de superficie (EMGS) y electrogoniometría (EGM) a nivel del cuello, capturando las señales antes, durante y después de una frenada. Brusca. Tiempo de observación: 0.996 segundos, con marcadores dispuestos cada 0.048 segundos (en rojo, en la parte superior). Colaborada: mujer, 19 años, relación peso/talla 53/1.63, que conoce previamente la experiencia a la que se le va a someter, sentada al lado del conductor. Vehículo: berlina, 1800 kilos de peso; reposa cabeza, cinturón de banda cruzada oblicua unilateral (cinturón convencional). Circulación en vía recta, piso seco, neumáticos en buen estado. Estabilización del régimen de marcha en torno a los 100 kms/hora. A partir de ese momento se aplica una frenada de forma súbita, cuyos efectos quedan recogidos en el Holter muscular. (experiencia realizada en agosto/1998).

Explicación del gráfico: **movimiento del cuello en el plano sagital (flexoextensión)**, curva en rojo: a) posición de partida; b) anteflexión cervical: en esta fase se puede observar como hay un intento de los músculos del cuello para detener el desplazamiento de la cabeza hacia delante, lo que se traduce en un breve incremento del voltaje (X, pico en verde, corresponde a los músculos izquierdos de la nuca, y, debajo, en menor medida, también hay un aumento del voltaje en los músculos derechos de la nuca (pico en azul oscuro); c) retroflexión (efecto rebote); d) se inicia un regreso tendente a buscar la posición inicial a). En cuanto al **desplazamiento cabeza-cuello en el plano frontal (lateralización)** está representado por la curva en azul claro, distinguiendo las siguientes fases: a) posición de partida; b) progresiva lateralización izquierda de la cabeza; c) inicio del desplazamiento tendente a buscar de nuevo la posición de partida (a); d) este pico electromiográfico, potencial correspondiente a los músculos de la parte lateral derecha del cuello, quizá esté indicando un intento de estabilización lateral del raquis cervical, ante el empuje que sufre la cabeza hacia la izquierda con ocasión de la frenada.

5.- Orientación razonada para la reconstrucción de mecanismo lesional

Se tomará en consideración las condiciones y circunstancias del accidente tomado en su globalidad siendo de sumo interés el conocimiento del atestado de la policía de tráfico, así como el reportaje fotográfico, en el caso que se pueda disponer del mismo, todo ello con el fin de poder establecer una **síntesis del mecanismo productor de la lesión**.

Su estudio e investigación es compleja ya que aparecen comportamientos diferentes según los casos: deformación provocada por un impacto contra un vehículo en movimiento, deformación provocada por un impacto contra un objeto inerte (árbol, farola), tamaño y peso del vehículo ...” (CTAG, nº 2, diciembre/2003).

En el análisis de la secuencia cinemática que convenga, habrá que considerar algunos **parámetros accidentológicos** útiles para estimar la severidad del choque y sus posibles efectos lesivos sobre el ocupante u ocupantes del vehículo siniestrado, como son, entre otros, los siguientes:

- datos del **sujeto** ocupante del vehículo: sexo, complejión, obesidad, ...
- características **de los vehículos siniestrados** (del vehículo impactado y en especial del vehículo impactante: peso, altura parachoques, ángulo de ataque, contorno)

- **velocidad** del vehículo impactante, en particular la “velocidad de cierre “(V_c), esto es la de impacto cuando el vehículo impactado está inmóvil ($V_c = V_1 - V_2$).
- **delta V**
- **aceleración de la cabeza**
- **vector de impacto**
- **daños residuales en los vehículos** (parachoques; puertas, pilares, grado de intrusión, ...).

En esta tarea puede ser de ayuda utilizar la **ficha protocolaria** para la reconstrucción del accidente de tráfico que figura en el Anexo 1.

Se hará referencia en particular a aspectos como:

a) los vehículos implicados:

- Características (compatibilidad/incompatibilidad)
- Coordenadas de situación, trayectoria, vector de dirección, velocidad.
- Maniobras de urgencia/emergencia
- Desplazamientos (velocidad, aceleración, delta-V)
- Tipo de impacto/impactos (contra un objeto inerte: árbol, farola; contra otro vehículo: características, peso)

- Daños apreciados en el vehículo: externos (zonas de intrusión), internos (estabilidad de los asientos, otras estructuras internas deformadas/desplazadas)

b) las personas lesionadas:

- tipología
- número de lesiones, distribución y severidad
- evacuación

c) cinemática del lesionado:

- pre-impacto: posición partida: posición del ocupante, posición de la cabeza (rotación, inclinación); grado de "preparación muscular" (tensión muscular) inmediatamente antes del impacto; elementos de retención y seguridad,....
- Impacto: desplazamientos (globales, segmentarios; gestos defensivos, cadenas cinemáticas,....)
- Post-impacto
- Condiciones de evacuación (cualificada, no cualificada, terrestre, aérea,..)

Con los datos previos se podrá concluir sobre la **imputabilidad de la lesión al accidente:**

- nexos causal pleno y directo: las lesiones y secuelas descritas son atribuibles al accidente y sus consecuencias;
- nexos causal inexistente: secuelas atribuibles a un estado anterior, no teniendo su génesis en los hechos traumáticos que se han analizados
- nexos causal notorio, concurriendo, además, circunstancias que involucran a un estado anterior (ya sea no agravado pero relevante, o agravado y relevante), conformándose, cualquier caso, una situación nueva, distinta y más grave que la anterior.

6.- Conclusiones

1.- las colisiones laterales constituyen un **problema importante** en el terreno de los accidentes de tráfico: segundo lugar en severidad después del choque frontal; casi la mitad de los impactos mortales (48% en Alemania); el 70% de los accidentes mortales en niños en España es a causa de impactos laterales. Para los responsables en materia de seguridad, **el impacto lateral hoy día constituye un desafío mucho mayor que la colisión frontal.**

2.- la **reducida distancia entre el área de impacto y el ocupante** contribuye de forma determinantes a las consecuencias lesivas del impacto lateral, por la **mayor exposición de la víctima.**

3.- la **enorme agresividad** de este impacto se pone de manifiesto ya a velocidades relativamente bajas: “en ausencia de airbags laterales, una colisión lateral contra un objeto rígido a 28 kilómetros por hora es suficiente para provocar la muerte” (HTTSA , EEUU, 2005).

4.- en consecuencia, en un orden *preventivo*, la administración de cada Estado debe de hacer **obligatorio** a los fabricantes de automóviles la instalación, entre otras medidas, de **bolsas de aire protección lateral** efectivas, cualquiera que sea su tipo, buscando afianzar la idea de “la democratización de la seguridad”.

5.- dentro de los **patrones lesionales**, el hemicuerpo del ocupante más próximo al punto de impacto es el más expuesto, con la posibilidad de afectación múltiple, destacando: lesiones

craneoencefálicas, torácicas, vertebrales abdominales, pélvicas, y miembros inferiores.

6.- dentro de las anteriores, hay que señalar la **especial vulnerabilidad del tejido cerebral**: “el impacto lateral es un factor de riesgo de lesión cerebral, *incluso en personas que no demuestran sintomatología inicial*” (J.BAZARIAN, 2004).

7.- dada la “transferencia de energía” por un mecanismo de aceleración/deceleración, su incidencia y potencial lesivo en el tejido cerebral, en ausencia de impacto directo sobre el cráneo, pero con posible repercusión en su contenido, en la *delicada masa encefálica*, se entiende, aunque sólo sea en términos de comodidad discursiva, y por sus efectos, que se pueda introducir la expresión “**latigazo cerebral**”.

8.- en atención a lo precedente, en las víctimas de una colisión lateral hay que sospechar un potencial de daño cerebral, “incluso si no demuestran sintomatología inicial”; en consecuencia, las mismas **víctimas han de ser sometidas a un minucioso examen médico, seguido de una rigurosa exploración instrumental, y, después, a un correcto seguimiento y control en el tiempo.**

9.- las **medidas anteriores se han de extremar todavía más en el caso de los niños**, dado que los traumas craneales pueden causar problemas a largo plazo, como “cambios de personalidad, emocionales, de comportamiento e incluso dificultades de aprendizaje” (*The Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 2004). (Una Ley que no protege a la infancia: el Baremo de la Ley 34/2003. **LAS SECUELAS EN LOS NIÑOS: UN SISTEMA DE “HORQUILLAS” QUE DEBE DE SER MODIFICADO.** www.peritajemedicoforense.com).

10.- igualmente, requieren seguimiento estrecho **mujeres embarazadas o personas de edad avanzada**, así como **trabajadores que su actividad laboral suponga riesgo** (así, trabajos en altura, en cualquier caso acatando el *binomio Lesión-Tarea*)

11.- **las lesiones de la columna cervical por impacto lateral son distintas a las del impacto frontal y posterior**, a veces más graves, más aún cuando en el impacto hay que sospechar un componente de rotación.

12.- el **plexo braquial** está especialmente expuesto en la colisión lateral, sujeto a tracción, tanto más cuando los movimientos de aceleración y deceleración de la cabeza superan los límites normales de forma súbita e intensa; por ello **ha de ser sistemáticamente explorado de forma clínica e instrumental**.

13.- en esta misma cinemática accidentalológica no han de olvidarse las eventuales **consecuencias de los movimientos laterales inducidos por el cinturón de seguridad**, aún cuando el punto de impacto no se corresponda con un cuadrante lateral (8.9.10; 2,3,4) en el vehículo implicado.

14.- el **análisis cinemático de las lesiones ha de reflejarse en la historia clínica de las víctimas** de estos traumatismos, habiendo de suscitar, igualmente, interés y su reclamo en el ámbito forense. (EL ATESTADO DE LA POLICIA DE TRÁFICO COMO INFORME TÉCNICO DE INTERÉS MEDICO. www.peritajemedicoforense.com).

15.- el campo de la **investigación ha de ser impulsado**, siendo preciso la colaboración multidisciplinar, especialmente entre físicos, ingenieros y médicos.

16.- hay que insistir en el interés que para la investigación, tiene la **realización de las autopsias**, *más allá del mero ámbito judicial.*

Anexo 1.-

FICHA PROTOCOLARIA PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL ACCIDENTE DE TRÁFICO

1.- Datos generales

Nombre y apellidos

Hora de admisión:

Hombre/Mujer/Mujer embarazada:

Relación Peso/talla/edad:

Complexión/obesidad:

Antecedentes:

Número de años permiso conducir (conductor):

2.- Desarrollo de accidente y elementos afines

Fecha y hora del accidente:

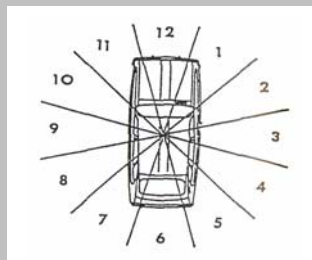
Lugar, identificación del accidente (choque frontal, vuelco, atropello)

Personas y vehículos implicados (características, peso -compatibilidad, incompatibilidad-, geometría,...)

Condiciones del tráfico (fluido, escaso,

Descripción de la vía y condiciones climatológicas; luminosidad

Velocidad de circulación estimada (V_c , ΔV)



Trayectoria; situación del vehículo antes del accidente, en el momento del impacto (croquis y medidas) y en el post-impacto; obstáculos encontrados, maniobras de urgencia (frenado, desviación lateral, etc.):

Tipo de impacto/impactos:

Daños apreciados en el vehículo (zonas de intrusión, estructuras internas deformadas o/y desplazadas):

Condiciones del habitáculo (grande, pequeño, mediano)

Declaraciones de los implicados y testigos

Otras observaciones: estado de los neumáticos, líquidos vertidos junto al automóvil accidentado..., elementos mecánicos, explosiones, etc.

3.- Lesiones apreciadas en la víctima

Número:

Distribución y tipo de lesiones:

Índice de severidad:

Fallecimiento: inmediato; <3 h; <24 h; < 72 h; <6 d; >6 d:

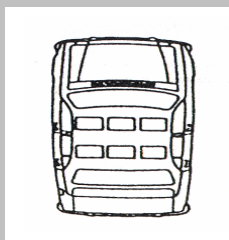
4.- Cinemática del lesionado y datos relacionados

Punto de partida (plaza ocupada en el vehículo):

Postura pre-impacto: orientación de la cabeza (inclinación D° / I° ; rotación D° / I°).

Elementos de retención y seguridad (cinturón, apoyacabezas, airbag -nº-, casco,..), precisando:

- sistema de protección: activo / pasivo
- distancia occipicio – reposacabezas: menor de 5 cm., entre 5 - 10 cm., mayor de 10 cm.



- relación altura reposacabezas – cabeza del ocupante (tomando como referencia la máxima altura de ambos)
- ángulo de inclinación del asiento del ocupante en el momento del impacto

Desplazamiento del conductor/ocupantes (global, segmentario -aceleración de la cabeza- reacciones motóricas, posibles gestos defensivos,..Eyección); cadenas cinemáticas (cerradas, abiertas, abiertas invertidas)

Coordenadas de situación (en caso de atropello: norte...- sur...; este...- oeste...)

Resistencias internas (huellas, vestigios en el habitáculo, signos externos,... proyección entre los ocupantes,..), y "contactos" en general.

Posición de la víctima post-impacto

Efectos estimados de la absorción de la energía cinética a raíz del impacto.

Tiempo de reacción previsible

Factores de agravación: efecto fatiga (tiempo de permanencia en el vehículo - interrumpida con pausas, ininterrumpida); medicamentos, drogas, enfermedades, procesos latentes, etc.:

Condiciones de evacuación (tiempo de espera; terrestre -cualificada, no cualificada-, aérea,..):

5. - Explicación razonada de la patogénesis de las lesiones

Otros elementos explicativos:

Lugar, fecha y firma

Anexo 2.- Crash Test de interés biocinemático

De estudios realizados en condiciones experimentales se extraen los siguientes **ejemplos**: a) impacto con una velocidad de cierre (V_c) de 12 kims/h, determinó sobre el vehículo impactado un delta V de 5 kims/h, una aceleración de la cabeza 4.6 g; b) impacto con V_c de 10 kims/h, determinó sobre el vehículo impactado un delta V de 6.4 kims/h, una aceleración de la cabeza 1.7 g.; c) impacto oblicuo, dando marcha atrás el vehículo impactante: V_c : 26 kims/h; delta V : 4.6 kims/h (x, impactante) y 9,3 (y, impactado); aceleración de la cabeza: 3.0 (x) y 3.3 (y); d) roce (impacto “sides wipe”): V_c : 22.4 kims/h; delta V : no estimable; aceleración de la cabeza: 1.2 g. Ejemplos tomados de publicación en DVD, *Human Subjets Crash Testing*, A. CROFT, Spine Research Institute of San Diego (California, EEUU, 2001, 2002). Sobre estas experiencias hay que aclarar que la selección de voluntarios se hizo con buscando al máximo reducir las condiciones de riesgo, y en condiciones físicas excelentes; aún cuando las pruebas cobran gran realismo, los choques no son representativos de la vida real, pues tales impactos no dejan de ser experiencias en un escenario preparado con esa finalidad. Relativamente es baja la proporción de casos en los que se dan posibilidades de lesiones (sobre un 25%). En cualquier caso se trata de una publicación muy recomendable, que tiene un alto **valor didáctico** para comprender la cinemática del impacto y para explicar la patogénesis lesional, para los que tengan interés por el estudio de la *accidentología clínica*.

Pensando en un acercamiento a la cinemática del ocupante en el curso del impacto lateral, es conveniente descargar, **siempre a través de la red**, los vídeos que se contienen la página web adjunta del IIHS (Insurance Institute for Highway Safety, EE.UU, 05.05.05), que han servido para valorar el grado de protección que dispensan los vehículos referidos.

Estas pruebas de crash test, además, en lo que al médico compete, ponen de manifiesto sin ningún tipo de duda, la violencia que para el ocupante conlleva este tipo de choque, que por analogía pueden ser de utilidad para obtener conocimientos en caso de cinemáticas en condiciones de impacto a velocidades menores (menores que las establecidas por las normas establecidas para los crashes tests).



June 5 , 2005

NEW **SIDE** IMPACT **CRASH** TEST RESULTS FOR FIVE MIDSIZE CARS:
AUDI A4 IS 'DOUBLE BEST PICK;' CHEVY MALIBU IMPROVES TO GOOD AND 'BEST PICK'

Video Segments

Video: [Adrian Lund IIHS:About The Tests #1](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About The Tests #2](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About Audi A4](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About Volvo S60](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About Chevrolet Malibu](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About Chevrolet Malibu](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About Nissan Maxima](#)

Video: [Adrian Lund IIHS:About Suzuki Verona](#)

Video: [2005 Audi A4 Standard head and torso bags-Good "best pick"](#)

Video: [2005 Volvo S60 with standard Head and torso bags-Acceptable](#)

Video: [2005 Chevrolet Malibu with optional head and torso bags-Good "Best Pick"](#)

Video: [2005 Chevrolet Malibu with optional head curtain air bags no torso-Acceptable](#)

Video: [Split Screen 2004 and 2005 Chevrolet Malibu](#)

Video: [2005 Nissan Maxima with standard head and torso bags-Marginal](#)

Video: [2005 Suzuki Verona with standard head and torso bags-Marginal](#)

Video: [Split Screen 2004 and 2005 Suzuki Verona](#)

Summary of results for all [midsize moderately priced cars](#) and [midsize luxury/near luxury cars](#) tested by
the Institute