



# BIOMECÁNICA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

## Emergencias

*José Ramón Aguilar*

061 Málaga. España

<http://fly.to/emergencias>

<http://www.emergencias.es.org>

<http://www.emergencias.es.vg>



## Emergencias

*José Ramón Aguilar*  
061 Málaga. España

<http://fly.to/emergencias>  
<http://www.emergencias.es.org>  
<http://www.emergencias.es.vg>

## BIOMECAÁNICA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO. TÉCNICAS DE MOVILIZACIÓN E INMOVILIZACIÓN DE PACIENTES CON ENFERMEDAD TRAUMÁTICA.

Se entiende como biomecánica a la ciencia que estudia el comportamiento de estructuras biológicas sometidas a una fuerza, adquiriendo particular importancia la relación entre estructura y función.

Hug de Haven piloto de la primera guerra mundial observó que tras la caída con su aparato su vida se salvó gracias a la estructura de este, desde entonces hasta la década de los 50 poco se avanzó en el tema, pero entonces la industria automovilística es la que comienza a "inventar medidas de seguridad pasiva" con experimentación con muertos y luego con muñecos monitorizados "Dummies".

La primera medida tomada en los accidentes de tráfico fue la incorporación de las puertas con cerradura *antiburst* para evitar que los pasajeros salieran despedidos del coche en caso de choque, ya que se había valorado mayor daño físico y número de muertes en los accidentes con personas despedidas que en aquellos en los que las víctimas permanecían dentro del coche.

Del mismo modo se observa una más alta tasa de muerte en los atropellos que en otro tipo de accidentes de tráfico, debido a que la estructura que absorbe el impacto es siempre el organismo del peatón.

En los choques frontales se determina que la distancia de detención de un vehículo tipo a 50 km/h, es de unos 60 cm y se observa como regla que por cada 2,5 cm de deformidad se calcula 1,6 km/h de rango medio de gravedad de choque. En el caso del choque a 50 km/h se supone una deceleración de unos 15 g, que en la práctica real se encuentra en un rango de entre 18 a 28g.

Si suponemos la situación del conductor podemos valorar que en el choque frontal y con las estructuras de los vehículos actuales, su *colisión* con las distintas estructuras sería secuencial, de tal forma que el primer contacto lo tendría en los MMII (rodillas), con una velocidad pequeña, esa velocidad aumentaría según fuese aumentando el tiempo del impacto y la distancia entre la zona del organismo y la estructura con la que chocara, así tendríamos como conclusión que el impacto del tórax y la cabeza contra el volante y la zona del parasol respectivamente serían las que contemplaran unas velocidades más altas en comparación con otras zonas del organismo, siguiendo con el ejemplo a 50 km/h y sin cinturón de seguridad nos encontraríamos con una cabeza que impacta contra el cristal a 50 km/h protuyendo el cristal hacia fuera unos 15 cm y que sufre una deceleración media de 60 g con un pico máximo de unos 90 g. Si el choque fuera contra el marco del parabrisas, menos deformable, su distancia de deformación sería de unos 2 cm y provocaría una aceleración sobre la cabeza de unos 500 g.

En el caso del tórax el problema lo supone no el impacto sobre la estructura ósea, sino la repercusión sobre las vísceras y grandes vasos que no soportan con igual resistencia las aceleraciones como lo hacen estructuras más rígidas del tipo óseo.

En cuanto a la biomecánica de las lesiones más habituales sufridas por la cabeza en los accidentes, pueden dividirse según la zona afectada en fracturas de cráneo, de huesos faciales y lesiones intracraneales.

Es patente que el TCE es la primera causa de muerte en población inferior a los 40 años.

Las fracturas de cráneo que aparecen pueden aumentar la posibilidad de hematomas subdurales o epidurales, ya que implican un agente energético alto. Estos hematomas suelen tener mayor preferencia por la aparición temporal y frontal que en otros lugares, las fracturas con hundimiento suelen tener asociadas lesiones de mayor entidad encefálicas por la lesión subyacente que se puede provocar, las otras fracturas que se pueden observar en el cráneo son las de base que también hacen referencia a una lesión con gran agente agresivo.

En cuanto a las fracturas faciales, provocan más lesiones a nivel funcional (masticación) y estético que las anteriores aunque también suelen aparecer por impactos directos sobre la zona con alto poder cinético, se clasifican en tres grados según la zona lesionada en Lefort I, II o III. Se estudió que los condicionantes para una menor resistencia de los huesos fáciles son el sexo (la mujer) y la franja de edad entre los 70 y 80 años.

Las lesiones intracraneales se dividen entre las focales, de localización extraaxial como el hematoma epidural o subdural (el más frecuente) o la hemorragia intracerebral (la más grave puede estar entre los ventrículos o en la zona intercerebelosa), y las contusiones que aparecen cuando el cráneo sufre un golpe y el encéfalo dentro se desplaza sufriendo golpes contra la duramadre y la cara interna del cráneo, estas lesiones pueden duplicarse por el efecto "*coup y contracoup*" causados por los mecanismos de aceleración y desaceleración. Las otras lesiones intracraneales son las consideradas difusas en las que se encuentra la conmoción, que se define como una pérdida peritraumática y transitoria de conciencia sin lesión cerebral evidente y la otra patología es mucho más grave, la lesión axonal difusa que aparece por una lesión microscópica provocada por el mecanismo de aceleración desaceleración sobre todo con movimientos de rotación, sobre todo en choques laterales y que provoca el coma del paciente.

El tórax es la segunda zona corporal de lesión en los accidentes de tráfico en víctimas sin cinturón de seguridad y la tercera en las que lo portan. En este órgano existen varios órganos cuya alteración puede provocar lesiones muy graves o incluso la muerte.

La zona se compone de una parte rígida, constituida por el *tórax óseo* con las costillas, el esternón, clavículas y columna dorsal y otra zona constituida por los órganos como el corazón, los pulmones y los grandes vasos, que son estructuras mucho más débiles a las alteraciones de la velocidad.

La disposición de estos órganos hace que el pulmón "envuelva" a otras estructuras actuando como *colchón* de protección frente a las desaceleraciones, aunque no puede evitar los desgarros sufridos por los grandes vasos como la aorta, que provoca la mayor causa de muerte por lesión torácica.

Las funciones de esta zona orgánica, también son muy importantes por lo que su alteración puede costar la vida, ya que con el tórax se respira y se mantiene la circulación, estas funciones se pueden deteriorar por las lesiones siguientes:

Neumotórax.

Hemotórax.

Hemoneumotórax.

Contusión torácica.

Fracturas costales

Alteraciones respiratorias por aspiración o cuerpos extraños en vía aérea superior.

La aparición de lesiones neurológicas concomitantes con alteraciones de tórax, promueven una deficiencia respiratoria y por tanto de aporte de oxígeno al cerebro que perpetua y agrava la lesión neurológica.

Otras lesiones torácicas que en muchas ocasiones pasan desapercibidas y que se diagnostican cuando la vida se encuentra en franco peligro son las que se denominan lesiones torácicas cerradas, la peor diagnosticada es el desgarramiento cardíaco que provoca entre el 10 al 15 % de las muertes y que pasa en muchas ocasiones desapercibidas, la rotura aórtica se realiza la mayoría de las ocasiones en la zona del istmo a unos 2.5 cm distales a la aparición de la arteria subclavia y también provoca un cuadro de hipovolemia de muy mal pronóstico.

Todas las lesiones torácicas aparecen o por golpe directo contra estructuras del vehículo (en el caso del tórax óseo) o por el mecanismo de desaceleración (arrancamientos y roturas de grandes vasos).

Se demostró que las lesiones torácicas de los individuos que utilizaban el cinturón de seguridad en los accidentes de tráfico, revestían menor gravedad, eran menos frecuentes y tenían más pronta recuperación que los que aparecían en aquellos accidentes en los que no se portaba el cinturón.

Las lesiones abdominales que aparecen en este tipo de accidentes son variables. El abdomen se comporta como una cámara elástica que contiene diferentes órganos bañados en líquido peritoneal, esto provoca que se comporte según el principio de Pascal, de tal forma que una presión ejercida sobre cualquier zona se difunda con igual intensidad en este caso por el resto de la cavidad, aplicándose a todas las vísceras, pudiendo sufrir así las secuelas.

Determinados órganos abdominales son grandes y se encuentran llenos de sangre como el hígado y el bazo sin estructuras rígidas que los mantengan, lo que les hace extremadamente friables, siendo órganos diana en el caso de la valoración abdominal a este tipo de pacientes. También diferentes órganos huecos como el estómago, con cámara de aire, o los músculos abdominales pueden amortiguar algo los golpes. El abdomen se considera la tercera zona más dañada en los accidentes de tráfico.

En cuanto a la variación de las lesiones según se utilice el cinturón o no, en Australia se realizó un estudio sobre las lesiones abdominales aparecidas en accidentes con víctimas sujetas y sin cinturón, en los que portaban cinturón, se diagnosticaron mayor número de roturas diafragmáticas que en los otros casos, posiblemente a la mala colocación de los cinturones en su banda abdominal y la distribución de la presión del golpe por todo el abdomen. También se observó mayor número de lesiones en mujeres, obesos y personas de talla baja, en los últimos dos casos por distribución y propagación del golpe y por mala colocación de la banda abdominal.

El esguince cervical es un tipo de lesión cuyo mecanismo de producción es el latigazo cervical que son los movimientos realizados por el cuello tras un golpe anterior o posterior con hiperextensión y posterior hiperflexión de la columna cervical. Si se ha demostrado que las lesiones con síntomas más persistentes aparecen con mayor asiduidad en los pacientes que no se apercibieron del choque que en aquellos que sí lo habían hecho. Otras alteraciones

acompañantes al esguince cervical son desgarros musculares y de carillas articulares.

Otra zona muy afectada por los traumatismos es el raquis, sus lesiones cuando afectan a la médula provocan grandes incapacidades.

Se debe considerar a pacientes con lesión medular aguada (LMA) a los siguientes:

- GCS < 14 y mecanismo lesional sugestivo.
- Trauma en cara y zona superior a las clavículas.
- Precipitados.
- Vehículos con impactos de alta energía.
- Pacientes que precisen extricación.
- Los que presentan déficits sensitivos y/o motores.
- Inconscientes que se encuentren en contextos agresivos.

Se debe considerar como con riesgo de LMA a los siguientes:

- Conscientes con exploración sugestiva
- GCS < 8 con hipotensión y bradicardia.

Hay que conocer que el 50% de las lesiones se realizan a niveles altos (C4 a C7) y sólo el 34% a niveles más tolerables (D3 a D12), todas las lesiones superiores a C4 suponen una parada respiratoria y las de C5 no paralizan el diafragma pero cursan rápidamente con insuficiencia respiratoria aguda.

Siempre que se moviliza a un paciente traumático se debe sospechar lesión raquimedular y tratarlo como tal con inmovilización completa en posición neutra de la columna, alineándola en el eje sagital, con colocación de collarín cervical e inmovilizador cefálico y plano duro. Al mismo tiempo que se realiza tracción sagital de a cabeza y si es posible de los miembros inferiores.

El tratamiento de choque consiste en corticoides a razón de 30 mgr/kg en primer momento para continuar con pauta de 5.4 mgr/kg en las siguientes 23 horas. Si se debe trasladar al paciente, es oportuna la administración de metoclopramida antes de realizar el traslado, y la conducción debe ser en extremo delicada.

Las lesiones que se derivan del cinturón de seguridad son pocas, desde la parición del cinturón de tres puntos la mortalidad en los accidentes de tráfico a disminuido, en 1977 a 1987 Sato en la universidad de Yokohama, observo esta diferencia en choques frontales, además determinó una aumento en la gravedad de las lesiones de los no portadores de cinturón.

El choque de carga que soporta el cinturón de seguridad puede multiplicar entre 20 a 50 veces el peso del organismo, la única zona orgánica capaz de soportar estas tensiones es la pelvis, por lo que la colocación de la banda abdominal de los cinturones debe colocarse pasando entre las espinas ilíacas anterosuperiores para ser efectivo.

En las embarazadas esta banda debe colocarse en la raíz de los muslos para evitar desgarros y traumatismos uterinos y fetales.

Las lesiones por air-bag se suelen circunscribir a las causadas por el choque con la bolsa de aire (que se produce entre 70 a 290 km/h) o las quemaduras por la explosión, ya que la bolsa se abre en 0.5 milésimas de segundo mediante una explosión, así las lesiones más habituales son:

- Quemaduras y traumas oculares.
- Lesiones cerradas en tórax.
- Herniación discal cervical.
- Fracturas de los huesos propios y de la órbita.

Se debe conocer que la efectividad del air-bag no es tal si no se complementa con la utilización del cinturón de seguridad, es más la mortalidad aumenta, sin esta asociación.

En cuanto a la inmovilización que debe realizar mediante la utilización del siguiente material:

Camilla de cuchara.- Después de las inmovilizaciones cervicales, posiblemente sea el material de inmovilización más utilizado. La camilla de cuchara sirve para inmovilizar al paciente "in situ" y trasladarle hasta la ambulancia, antes de comenzar la marcha, las palas deben ser retiradas ya que su utilidad con la unidad en marcha no es buena.

Consiste en dos ramas metálicas que se articulan entre sí en los extremos superior e inferior, además su longitud es variable por una articulación de tipo telescópico que cada rama posee. Para su colocación se coloca sin desmontar junto al paciente, para poder calcular la longitud necesaria, cuando se ha logrado se separan las ramas y se introducen por separado bajo el accidentado uniéndose a continuación y pasando dos cinturones uno por la parte cercana a las caderas del paciente y otro sobre la zona torácica, para evitar desplazamientos durante el traslado después se realiza la carga y traslado hasta el lugar deseado.

Debemos procurar no enganchar entre el paciente y la camilla objetos duros o que puedan variar la rigidez de la posición, una vez en la ambulancia el paciente se colocará sobre el colchón de vacío para realizar el resto del trayecto de forma más cómoda e inmóvil.

Collarines cervicales.- Son el primer material de inmovilización que se utiliza en cualquier paciente con sospecha de lesión cervical, existen en el mercado gran variedad de modelos, de los que vamos a hacer una pequeña división, así hablamos de :

- A) Collarines blandos; Están realizados con materiales poco rígidos como goma espuma, tela o plásticos blandos, su función es pequeña, ya que la capacidad de inmovilización con esos materiales es muy escasa, sus tallajes son muy burdos (S, L, X) pudiendo no ajustarse bien a las necesidades del enfermo, tampoco permiten un acceso posible a la vía aérea accesoria (traqueotomías) por no estar abiertos, y por este mismo problema no permiten la palpación de los pulsos carotídeos ni la visualización de las venas del cuello, incluso en algunos casos provocan compresiones de las carótidas. Su única ventaja es que son más baratos que los demás.
- B) Collarines rígidos, representan una mayor sujeción, los hay regulables en altura (tipo Thomas) y los denominados de 4 apoyos o tipo Philadelphia que además tienen su cara anterior con una gran abertura que permite el manejo de una vía aérea accesoria, de forma cómoda. La inmovilización del cuello con este tipo de collarines está asegurada siempre que utilicemos el tallaje correcto. Su único inconveniente está representado por ser los más caros del mercado.

En la colocación de los collarines cervicales, deberemos tener en cuenta que debe ser complementada la sujeción con otro dispositivo que asegure la cabeza, como una férula espinal (Kendrick), tabla espinal o las manos de otro técnico. La colocación del collarín se debe hacer de la siguiente manera, tras haber realizado la exploración del cuello, en la que se debe observar la presencia de heridas, deformidades, desviación de la tráquea o ingurgitación

de las venas del cuello, se colocará este en posición neutra siempre que sea posible y no provoque dolor su movilización, entonces tomaremos un collarín con una talla adecuada al cuello del enfermo, ajustándolo y cerrándolo, evitando comprimir pero provocando inmovilidad, avisaremos al paciente de lo incómodo del sistema así como de su eficacia y de lo indispensable de su colocación. Los inconvenientes que plantean siempre todos los collarines son, la disminución o incluso imposibilidad de colocar una vía aérea accesoria, la imposibilidad de la colocación de una vía venosa central y la provocación de un síndrome compresivo en los pacientes que tengan una hemorragia en las zonas del cuello inmovilizadas por el collarín, con el riesgo de disminuir la perfusión cerebral.

Tableros espinales.- No están en nuestras unidades pero podemos utilizarlos en los casos en los que trabajemos junto a otras organizaciones. Son tablas de un material rígido (habitualmente madera) con aperturas laterales que funcionan como una camilla de cuchara rígida, utilizando las aperturas para colocar los cinturones de sujeción y como asideros para hacer el transporte, puede afirmarse en ellos la cabeza de forma segura, son ideales para rescates en vertical, pueden estar acolchados y ser cortos (hasta la cintura) o largos (incluyen las EEII), pueden ser utilizados para traslado si están acolchados.

Férulas espinales.- También conocidas como corsés de extricación, Kendrick o Fernos, se utilizan para el rescate de personas atrapadas en vehículos evitando la movilización de la columna vertebral. Consiste en varias tiras de madera unidas entre sí por una lona impermeable, que permite la movilidad longitudinal de las varas de madera para adaptarlo a la posición del paciente, también cuenta con 5 cinturones para sujetar muslos, tórax y abdomen, así como cinta para la región frontal y barbuquejo para la cara que se ajustan a zonas de velcro en la parte superior. Su colocación es sencilla cuando ha sido entrenada, tras la inmovilización de la columna cervical, se introduce el corsé entre el asiento y el paciente, y se abrochan los cinturones de sujeción, desde abajo hacia arriba, así se hace con los que rodean los muslos, y después los de color rojo, amarillo y verde, se coloca una almohada para mantener la curvatura de la columna cervical y se sujeta la cabeza con las cintas y el barbuquejo, quedando el paciente listo para ser extraído con eficacia. El corsé debe ser retirado cuando el enfermo está en la camilla, tampoco es un sistema de transporte.

Férulas de inmovilización de miembros.- En nuestro servicio tenemos férulas de miembros de tipo neumático, son férulas realizadas en un material levemente flexible con una cámara interna hinchable, se colocan abiertas y deshinchadas, posteriormente se procede a su cierre mediante la cremallera de la que van provistas y se realiza su inflado, en las férulas de gran volumen, el inflado se puede realizar con el sistema de oxígeno de la ambulancia, con lo que ahorramos tiempo. Su inflado no debe ser excesivo para no comprimir la circulación distal, ni demasiado escaso con lo que no lograremos una inmovilización eficaz, debemos controlar los pulsos distales a la zona de compresión antes y después de colocar la férula, así como durante el traslado y hasta que ésta haya sido retirada, estas férulas tienen también la capacidad de poder realizar hemostasia por compresión, por lo que pueden ser utilizadas en pacientes con heridas sangrantes aún cuando no exista riesgo de fractura.

Las férulas neumáticas no deben ser utilizadas dentro de los vehículos, ya que su índice de pinchazos es muy alto. Aunque no sean utilizadas deben

ser periódicamente revisadas para valorar su capacidad de funcionamiento, y lavadas siempre después de cada uso, sobre todo si ha estado en contacto con secreciones o sangre del enfermo.

Otros tipos de férulas que podemos utilizar intercambiando material o por necesidades superadas son los siguientes.

Férulas de vacío, son parecidas a las neumáticas pero su rigidez aparece cuando se les crea el vacío en el interior, tienen la ventaja de poder colocarse en diferentes posiciones a las anatómicas para los casos en que no se puede reducir.

Férulas rígidas, realizadas en metal o madera forradas cuyo problema es la adaptación a las curvaturas anatómicas o en aquellas fracturas no reducibles en las que la inmovilización se realizará en posiciones anómalas. En este apartado se puede incluir la férula MEI, como método de inmovilización de fémur muy bueno, también puede ser utilizada como corsé de extricación en niños, por su semejanza con éste.

Férulas rígidas deformables, están realizadas en materiales semirígidos que permiten ciertas torsiones o que lo hacen cuando son calentados o como férulas de vacío, permiten inmovilizar en posiciones no naturales, pero tiene el problema de perder la rigidez con facilidad, excepto las de vacío.

Férulas de tracción, se utilizan exclusivamente para miembros inferiores, su colocación es más laboriosa que la de otras férulas con la misma eficacia por lo que son poco utilizadas.

Colchón de vacío.- Es el método de transporte por excelencia, consiste en una estructura rectangular en cuyo interior existen bolas de material aislante que varía sus características cuando se realiza el vacío, quedando totalmente rígido, aislando térmicamente y de la vibración provocada por el transporte, se amolda a la estructura del paciente pudiendo conseguir una inmovilización completa, como inconvenientes aparece que se puede pinchar y perder sus propiedades y el tiempo de vacío que puede ser más alto que el realizado en otros sistemas.

Debe ser revisado periódicamente y colocado sobre la camilla de la ambulancia ante cualquier traslado de un politraumatizado o pacientes que requieran aislamiento térmico o protección frente a las vibraciones. Para realizar el vacío se cuenta con una bomba de vacío en el interior de la ambulancia, aunque es más rápida la utilización del aspirador en su posición alta.

® Javier Morillo 1999