

## CINEMÁTICA DEL TRAUMA

Debemos recordar la Ley de Newton que hacía referencia a que un cuerpo en reposo permanecerá en reposo y un cuerpo en movimiento permanecerá en movimiento a menos que una fuerza extrema actúe sobre él.

El inicio o detención brusca del movimiento, provoca daño debido a que la Energía NO puede ser creada ni destruida, sino que únicamente cambia de forma.

La Energía Cinética (EC) puede cambiar o transformarse en Térmica, Eléctrica, Química, Radiante o Mecánica.

La Energía Cinética depende de:

Peso o Masa de la víctima

Velocidad

$$EC = Masa \times Velocidad^2/2$$

Con un ejemplo, lo entenderemos mejor: supongamos a una víctima de 80 Kg que viaja en un automóvil a 100 Km/h. LA EC sería de:  $80 \times 100^2 : 2 = 32.500$  Unidades de EC que cambiará a otra forma de Energía en el momento de la colisión.

Esta Transmisión de energía se traduce al daño vehicular y en lesiones al ocupante del auto en cuestión.

La velocidad aumenta la producción de EC más que la masa. Es decir, A MAYOR VELOCIDAD HABRÁ MAYOR DAÑO.

Los cambios en la masa (Peso) entre ocupantes del mismo vehículo hacen poca diferencia en relación a la vulnerabilidad del daño.

Antes de la colisión, el vehículo y la persona viajan a la misma velocidad, fracciones de segundo subsecuentes al impacto, el auto y el conductor desaceleran hasta la velocidad cero.

Esta gran fuerza de desaceleración es transmitida al cuerpo del conductor.

Si aumenta la distancia de detención, la fuerza de desaceleración disminuye y el daño será menor.

Por ejemplo, si me caigo desde una cierta distancia, el daño será mayor de acuerdo a la superficie donde caigo. Si la superficie sobre la cual me caigo es nieve, aumenta la distancia de detención, disminuyendo la fuerza de desaceleración. Si la superficie es compresible, mayor será la distancia de detención y menor la fuerza de desaceleración.

Por lo tanto el material compresible:

→ Aumenta la distancia de detención

→ Absorbe parte de la Energía

El sistema de sujeción del cinturón de seguridad absorbe “la energía del daño” en lugar de hacerlo el cuerpo.

### ¿A qué hacemos referencia cuando hablamos de Cavitación?

En el trauma cerrado los tejidos son sometidos a compresión o desaceleración.

En el trauma penetrante, los tejidos sufren el machacamiento y separación a lo largo del trayecto del objeto penetrante.

En ambas situaciones, se forma una cavidad, forzando a los tejidos a localizarse fuera de su lugar habitual.

Cuando una bola de billar choca contra el triángulo formado por 15 bolas (Pool), como resultado del impacto de la bola blanca contra ellas, éstas tienden a desplazarse, lejos del punto de impacto, dejando “una cavidad” en el sitio donde se encontraban las 15 bolas.

Otro ejemplo de cavitación podríamos hacerlo con el bowling.

A mayor cantidad de partículas impactadas, mayor será la cavitación.

Dos preguntas debemos realizar:

1. ¿Cuántas partículas hay en línea directa sobre la trayectoria del cuerpo en movimiento o qué tan densamente están agrupadas?
2. ¿Cuál es el diámetro del área frontal del objeto móvil?

Ejemplo: un picahielo clavado dentro de la piel impacta mucho menos partículas tisulares que una pelota de béisbol que golpea en la misma localización.

El número de partículas en cada área de tejido se denomina Densidad.

La densidad del corazón, pulmones, costillas es muy diferente y por lo tanto, su respuesta a un objeto móvil también es muy diferente.

A raíz de la densidad tisular, la cavidad creada en un pulmón será mucho menor que la creada en un músculo próximo a él.

Es muy importante recalcar que a pesar de “no ver la cavidad” no significa que no exista.

Por ejemplo, un paciente recibió un golpe en su abdomen con un objeto romo, puede no haber indicios de lesión, sin embargo, la interpretación de los datos aportados de la Historia del Trauma, nos servirá para interpretar correctamente las posibles injurias “que no vemos” pero que están presentes.

Un bate de béisbol si golpea con igual fuerza contra dos diferentes materiales, por ejemplo, hule espuma y un barril vacío de metal, tendrá dos efectos diferentes. El barril de metal presentará una pronunciada cavidad mientras que el hule espuma no mostrará efecto alguno. Ambos elementos presentaron una cavidad en el momento del impacto, pero una fue temporal y la otra permanente. La diferencia radica en la Elasticidad de los objetos, propiedad que se refiere a la capacidad de retornar a su forma y posición original.

Si choco contra el volante, debo reconocer que hubo una gran cavidad en el momento del impacto, que las costillas se doblaron hacia adentro por la cavitación ocurrida y que el corazón y pulmones estuvieron dentro del área de cavitación. Todo esto nos obliga a sospechar: Tórax Inestable, Contusión Pulmonar y Lesiones en el Corazón.

Si desconozco el mecanismo lesional, no me preocupo por “las lesiones ocultas”

Cuando hablamos de cavitación temporal, el trauma que lo produjo es un trauma cerrado.

Un objeto con movimiento rápido (proyectil) con proyección frontal pequeña, concentrará toda su energía en un área, lo cual puede exceder la fuerza elástica del tejido y penetrarlo. La cavidad temporal creada, se extenderá más allá de la trayectoria del proyectil, tanto en dirección frontal como lateral.

Hacemos referencia a un trauma penetrante, cuando existe tanto una cavidad permanente como una cavidad temporal.

#### **Trauma Cerrado:**

Existen dos fuerzas involucradas:

- Cambio de Velocidad: aceleración – desaceleración  
desgarro – cizallamiento
- Compresión

#### **Lesiones por Cambio de Velocidad**

**Cabeza:** debemos investigar lesiones por desaceleración. La contusión provocada por el golpe del encéfalo contra el cráneo. Lesiones por desgarro de vasos sanguíneos. Hematomas en lóbulo frontal y temporal. Hematomas Subdurales y lesiones de tronco cerebral y médula en sus puntos de fijación.

**Tórax:** la aorta en el sitio más común que sufre de lesiones por desgarro / cizallamiento dentro del tórax es a nivel del ligamento arteriovenoso, distal a éste, la aorta es fijada contra la columna torácica. Proximalmente, es móvil a pesar de estar fija al corazón. Este tipo de lesiones produce la muerte durante la primer hora de producido el trauma en el 80-90% de los pacientes. La lesión puede producirse por la fuerza de desaceleración provocada por el impacto frontal o la fuerza de aceleración provocada por un impacto lateral.

**Abdomen:** ocurren las lesiones en los puntos de fijación al mesenterio. Cuando el movimiento del cuerpo hacia delante cesa, los órganos continúan su movimiento hacia delante (o cuando el cuerpo rápidamente acelera, los órganos se mueven hacia atrás) causando lesiones por desgarro a nivel de los puntos de fijación.

Organos que sufren desgarro – cizallamiento: riñón, intestino delgado, intestino grueso y bazo.

El Hígado padece lesión por desaceleración (laceración) cuando éste impacta sobre el ligamento Teres.

En un impacto frontal, con desplazamiento del conductor hacia abajo y adelante, se provoca un desplazamiento del hígado hacia abajo sobre el ligamento Teres, el cual “rebana” al hígado como una rebanadora de queso.

### Lesiones por Compresión

Son causadas por fuerzas de machacamiento y prensamiento pudiendo afectar tanto la estructura externa como a los órganos internos.

**Cabeza:** pueden producirse fractura de cráneo y lesión encefálica.

**Tórax:** fracturas costales, tórax inestable, contusión Cardíaca entre el esternón y la columna, contusión pulmonar y neumotórax.

**Abdomen:** las lesiones por compresión a éste nivel pueden producir: fracturas pélvicas con daño en vejiga y laceraciones vasculares en el área pélvica. En el 10% de los pacientes con fractura pélvica tienen asociada una lesión genitourinaria.

Los órganos aprisionados entre el objeto impactante y la columna vertebral pueden romperse. Es un efecto similar a un objeto golpeado con un martillo contra un yunque. Los órganos más frecuentemente lesionados son: páncreas, bazo, hígado y ocasionalmente riñón.

También pueden producirse lesiones por aumento de la presión intraabdominal, lo cual puede producir desgarro en el diafragma, estructura más débil de la cavidad abdominal. Este tipo de lesión, ocurre más frecuentemente cuando el impacto es frontal.

Otra lesión a causa del aumento brusco de la presión intraabdominal es la ruptura de la válvula aórtica causada por el reflujo sanguíneo (raro).

### Colisiones de Vehículos Motorizados:

En estos casos se produce una triple colisión: la del vehículo, la del ocupante dentro del vehículo y la de los órganos internos de la víctima.

- Colisión 1: el automóvil choca contra un árbol
- Colisión 2: el ocupante del vehículo choca contra el interior del automóvil que se encuentra ya móvil
- Colisión 3: los órganos internos chocan contra el interior de la cavidad corporal o bien se desprenden, desgarrándose las estructuras de fijación.

**Impactos Frontales:** se produce como resultado de la detención brusca cuando el movimiento se estaba efectuando hacia adelante.

Al chocar un auto contra una columna (Colisión 1) valorar el daño producido en el vehículo nos debe servir de guía para estimar la velocidad del automóvil en el momento del impacto. Si está severamente dañado, es a consecuencia de un impacto a elevada velocidad y es probable que los ocupantes del vehículo presenten lesiones muy graves.

Cuando el vehículo se detiene bruscamente (no se mueva más hacia adelante) el pasajero sin cinturón de seguridad continúa en movimiento y éste movimiento puede tener dos trayectorias: hacia abajo y por debajo o hacia arriba y por encima.

Hacia abajo y por debajo: las rodillas, el punto más frontal de ese proyectil humano, chocan contra el tablero, absorbiendo los músculos la mayoría del impacto. Se produce una lesión con un patrón clásico: Rodilla – Fémur – Cadera: puede producirse luxación de la rodilla, fractura de fémur y/o luxación – fractura posterior del acetábulo.

Si golpea el fémur, el intercambio de energía ocurrirá a lo largo de la diáfisis del fémur o en la articulación acetábulo – interfase fémur – pelvis.

Si la tibia proximal es el punto de impacto, se detiene su movimiento hacia el frente, pero el fémur continuará desplazándose hacia delante, cabalgándose sobre la tibia, produciéndose luxación de rodilla, la cual puede reducirse espontáneamente o durante la extracción del paciente. Por lo tanto, es **CLAVE OBSERVAR Y RECONOCER LAS MARCAS DEL IMPACTO SOBRE EL TABLERO.**

Debemos siempre examinar la rodilla, una a dos horas después del accidente. Si no nos damos cuenta de lo sucedido y pasan las horas, el edema y la sangre afectará el correcto examen de la zona y recién a los 10 – 15 días se reducirá el edema permitiendo un minucioso examen de la zona. **OJO!!! con la lesión de la arteria poplítea** asociada a la luxación de la rodilla. La luxación puede producir estiramiento de la arteria, con desgarro de la íntima en consecuencia. El pulso puede palparse y **OJO!!!** más tarde se forma el coágulo obstruyéndose el flujo sanguíneo arterial en momentos en que el paciente está siendo

tratado por otros problemas. Si NO identificamos la falta de perfusión a la extremidad durante varias horas, puede ser necesaria a posteriori la amputación quirúrgica.

### **Algunas consideraciones sobre la Etapa Pre-Hospitalaria:**

El trauma es la primera causa de muerte por debajo de la cuarta década de la vida. Debemos enfatizar la importancia de prestar **ATENCIÓN desde el momento en que uno se enfrenta a este tipo de pacientes en la escena**. Esta actitud es uno de los pilares fundamentales para cometer errores que pueden originar secuelas invalidantes o muertes evitables y prevenibles.

Primer elemento a evaluar en la escena es la **seguridad** de la operación. **NO debemos generar más víctimas.**

Los datos obtenidos en la escena ya sean de su entrono como del paciente, deben registrarse y transmitirse al médico receptor, para orientar sobre las posibles lesiones que se pueden presentar.

Debemos buscar objetos libres dentro del vehículo, ya que pudieron lesionar directamente a los ocupantes al comportarse como verdaderos proyectiles.

De acuerdo a las estructuras alteradas, debemos sospechar y descartar ciertas lesiones:

**Parabrisas:** lesión de cráneo, columna cervical, vía aérea (sospecha).

**Volante:** Deformidad superior: columna cervical, vía aérea

Deformidad media: trauma de tórax, fractura de esternón, contusión miocárdica, taponamiento cardíaco.

Deformidad inferior: lesiones intraabdominales con cinturón de seguridad, trauma craneoencefálico y columna cervical.

**Tablero:** sin cinturón de seguridad: fractura de rótula y de pelvis. La fractura de rótula nunca debe considerarse en forma aislada, ya que la energía es transmitida proximalmente hacia el fémur o la pelvis y genera más lesiones.

En trauma pre hospitalario existe un axioma: **“Todo lo que entra no sale y todo lo que sale no entra”**. Este axioma se refiere a los elementos empalados que no deben ser retirados del cuerpo. Hay que fijar ese elemento al cuerpo de la víctima para que no se movi-lice y siga lesionando. Si hay salida al exterior de vísceras, huesos fracturados etc. se deben cubrir con gasas embebidas con solución fisiológica, sin intentar reintroducirlos.

Recordar que la columna cervical presenta seis movimientos y que el collar sólo impide la flexoextensión, por lo que no se debe dejar libre el cuello hasta inmovilizarlo por completo.