

CINEMATICA DEL TRAUMA

Autor Dr. Osvaldo Rois

Objetivo

Al finalizar el capítulo el alumno deberá ser capaz de:

1. Explicar las lesiones debidas a traumatismos contusos o penetrantes de acuerdo a los patrones lesionales
2. Explicar los mecanismos productores de lesiones en Caídas, Explosiones, Heridas por transmisión de fuerzas de baja, media y alta velocidad.

Cinemática

El estudio de la Cinemática es el **estudio de las fuerzas que aplicadas sobre el organismo generan mecanismos lesionales**. Siendo esto los responsables de las injurias halladas en víctimas de traumatismos.

El Comité de Trauma del Colegio Americano de Cirujanos, define al "**mecanismo lesional** como el **origen de las fuerzas que producen deformaciones mecánicas y respuestas fisiológicas que causan una lesión anatómica o un cambio funcional en el organismo del paciente traumatizado**" (1).

Es fundamental el conocimiento y reconocimiento del **mecanismo** de lesión que produjo la injuria en el paciente traumatizado.

Es indispensable que el mecanismo sea evaluado **antes** de contactarse el médico con el paciente.

El mecanismo lesional será investigado durante la etapa pre paciente en el paso 2, es decir, luego de haber evaluado la **Seguridad en la escena**, se tomará en cuenta la **Situación**, donde se dirigirá la atención hacia el mecanismo lesional, (¿qué fue lo que sucedió?, es la pregunta que el médico deberá hacerse).

Puede ser: Caídas de altura, Colisión vehicular, incidente de moto, accidentes deportivos, heridas producidas por baja velocidad como apuñalamientos, heridas de alta ó media velocidad, como los fusiles de asalto respectivamente, ó armas de empuñadura (pistolas, revólveres, etc.)

Asimismo, cuando evaluamos la situación siempre vamos a evaluar dentro del mecanismo lesional una segunda instancia correspondiente al mismo, por ejemplo: Caída: ¿la segunda pregunta sería de que altura?; lesiones por explosión, ¿a qué distancia?, ¿presenta esquirlas?, etc. Incidente automovilístico: ¿qué tipo de colisión, anterior, posterior, lateral, rotacional o vuelco?

Finalizando la evaluación de la situación en la escena deberemos ver también el número de pacientes involucrados, para luego entonces ir al paso 3 que son **recursos en la escena**.

Cuántos recursos serán necesarios y qué tipo de ellos se van a requerir.

En un caso de derrame de sustancias químicas se requerirán bomberos con protección, (encapsulados en trajes tipo A-B ó C), llamadas brigadas HAZ MAT; de acuerdo a la cantidad de pacientes puedo necesitar mas ambulancias; de acuerdo al tipo de escena puedo necesitar policía, bomberos, socorristas, especialistas en colapsos de estructuras, espacios confinados, etc.

FISIOPATOLGIA DEL TRAUMA

Definimos a los **traumatismos** como "**las lesiones resultantes de la exposición brusca del organismo a una fuente de energía ó a la ausencia de elementos vitales para la vida como el oxígeno y calor**". (2).

Como vemos los traumatismos se producen por **la transmisión de energía** que aplicadas sobre nuestro cuerpo en forma brusca, va a provocar distintos tipos de lesiones, (traumatismos cerrados (romos o contusos), abiertos o penetrantes.

La energía puede ser:

- Energía cinética, o de movimiento,
- Energía térmica,
- Eléctrica,
- Química,
- Mecánica
- Radiante.

En nuestro país la principal causa de lesiones la constituye las Colisiones vehiculares.

En ellas, la energía desarrollada es la energía cinética, también encontramos energía cinética en otro tipo de lesiones como las provocadas en las caídas de altura, explosiones, lesiones penetrantes de baja, media o alta energía.

Como estamos hablando de transmisión de energía es muy importante que recordemos algunos aspectos de la física.

Energía cinética:

La fórmula de la energía cinética es la masa multiplicada o peso por la velocidad al cuadrado, dividida dos, (**Ec: $1/2(M \times V \times V)$**).

De la fórmula anterior se desprende que la energía cinética va a estar más relacionada al aumentar la velocidad que la masa, es decir **energía cinética es velocidad dependiente**.

Otro punto importante a recordar, son las **leyes de Newton de la conservación de la energía**, quien dice que " **la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma o cambia de forma**".

Primera ley de Newton: Un objeto en reposo tiende a permanecer en reposo y un objeto en movimiento tiende a permanecer en movimiento hasta que actúe sobre él una fuerza externa y superior al mismo.

La segunda ley de Newton: Una fuerza "F" aplicada a un objeto de masa "M", causará una aceleración igual a la masa multiplicada por el tiempo de aceleración (desaceleración). $F = M \times A$. Y también a la masa por la distancia: $F = M \times D$.

La tercera ley de Newton: Un objeto en movimiento va a transmitir su energía a otro objeto a medida que va perdiendo velocidad.

Traumatismo: Cerrados o contusos y penetrantes

Los traumatismos pueden ser **cerrados o contusos y penetrantes**.

El mecanismo lesional puede ser múltiple; ejemplos: Incidentes vehiculares, lesiones a peatones en incidentes vehiculares, incidentes por caída de moto, bicicletas, patines, cuatriciclos, (Típica caída por pérdida del centro de gravedad), caída de altura, lesiones de baja media o alta velocidad, explosiones quemaduras de distinto origen etc.

De acuerdo al **Comité de Trauma del Colegio Americano de Cirujanos**, las injurias producidas en el caso de traumatismos cerrados, pueden corresponder a:

1. Compresión: Por golpe contuso directo

2. Aceleración/desaceleración: Que puede ser horizontal en caso de impactos frontales o laterales en incidentes vehiculares ó verticales en el caso de caídas de altura.

3. Sobrepresión. Las lesiones por sobre presión ocurren básicamente por el aumento de la presión de los gases que se encuentran dentro de las vísceras huecas produciendo. El mecanismo se desarrolla porque al **aumentar rápidamente la presión intra víscera** se genera esta sobre presión cediendo la pared.

Asimismo, ocurre por el **Síndrome por Aplastamiento** en el caso de derrumbes o colapso de estructuras o por el mecanismo primario producido en la onda expansiva de una explosión. EN La misma el aire entra por los orificios naturales a gran velocidad provocando lesiones a nivel de tímpano, pulmonar (generando hemorragias internas, embolias aéreas), roturas esofágicas a nivel de la unión con el estómago, rotura de estómago ó intestino.

La compresión,

El golpe directo produce lesiones locales generando ruptura de tejidos y cavidades.

La intensidad de la lesión va a depender de la fuerza y de la superficie, siendo la relación a mayor fuerza y menor superficie de impacto, mayor lesión producida.

Como ejemplo de compresión, en una colisión vehicular donde el automóvil detiene y el paciente se sigue desplazando hacia adelante, en caso de no estar usando cinturón de seguridad, va a puede impactar directamente con la cabeza contra el parabrisas o el espejo retrovisor.

Impacto del cráneo contra el parabrisas



El tórax impacta contra el volante, muchas veces el paciente retenido por el cinturón de seguridad impacta con el cuello contra la parte superior del volante, provocando lesión traqueal ó laríngea.

En el caso de que impacte el tórax contra el volante puede provocar lesiones directas sobre las costillas, (fracturas), las que a su vez provocan lesiones como neumotórax, hemotórax, neumotórax a tensión. En el caso de lesiones costales múltiples provocarán tórax inestable, (flail chest). Del tórax inestable lo más importantes que el proveedor de salud deberá buscar y descartar la lesión pulmonar subyacente, es decir buscar la contusión pulmonar.

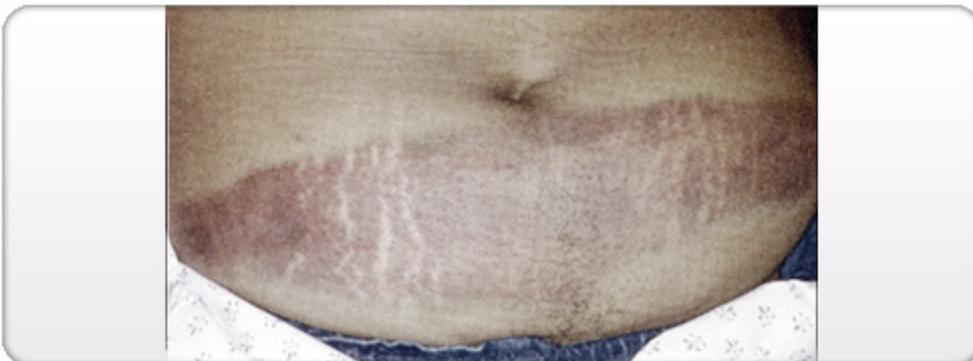
Tórax Inestable. Movimiento paradójal



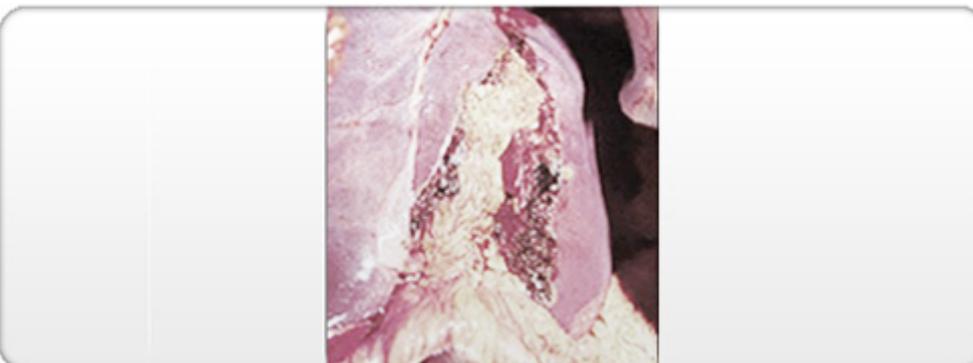
En caso de impacto del esternón contra el volante debemos buscar fracturas del mismo, contusión miocárdica ó taponamiento cardíaco.

Asimismo, el salir despedido hacia delante hace un impacto por **compresión directa** en la cara anterior del abdomen aumentando la presión y generando la **sobrepresión** sobre las vísceras huecas (estallido de vísceras huecas).

Otras veces las vísceras salen despedidas hacia adelante e impactan contra la pared abdominal que se ha detenido contra el volante y/o cinturón de seguridad, produciendo lesión de la pared de las mismas.



Cuando el **hígado** es que se desplaza hacia delante será detenido por el ligamento de Teres ó Redondo, generando una lesión del mismo.



Mecanismo de aceleración y desaceleración

En la aceleración y desaceleración horizontal el más común es el producido en el incidente vehicular, en la aceleración y desaceleración vertical es la caída de altura. Con relación a caídas, como veremos más tarde, lo más importante a tener en cuenta es que dicho mecanismo hace que el paciente sea clasificado como "crítico" cuando la altura de la caída supera tres veces la propia altura del paciente, dado que en este caso la energía cinética estará dada por la masa (peso del paciente) por la velocidad, (que será el producto de la altura por la aceleración de la gravedad, que es 9,68 metros por segundo al cuadrado).

En el caso de la desaceleración o aceleración horizontal en los accidentes vehiculares es muy importante tener en cuenta que un paciente que ha chocado a 100 km por hora tendrá un impacto equivalente a caer de casi 40 metros de altura, pero además es muy importante ver el siguiente cuadro:

Cuadro de peso teórico con el desarrollo de velocidad.

Tabla II AUMENTO APARENTE DE PESO DE LOS ÓRGANOS INTERNOS EN LA DESACELERACIÓN BRUSCA				
Órgano	Peso en Kg	Peso aparente por la desaceleración		
		36 Km/h	70 Km/h	100 Km/h
Bazo	0,250	10 "g" 2,5 kg	40" g" 10 kg	90" g" 22,5 kg
Corazón	0,350	3,5 kg	14 kg	31,5 kg
Encéfalo	1,5	15 kg	60 kg	135 kg
Hígado	1,8	18 kg	72 kg	162 kg
Sangre	5	50 kg	200 kg	450 kg
Peso total	70	700 kg	2.800 kg	6.300 kg

Una aceleración o desaceleración en sentido horizontal o vertical del cerebro, también puede provocar lesiones en especial en lugares críticos como en la unión de la médula con el cerebro o el de las arterias meníngeas y el parénquima cerebral produciendo hematoma extradural.

Ejemplo muy claros son las desaceleraciones bruscas donde el paciente se detiene en muy pocos milisegundos contra el guard rail, el corredor está usando casco, el que protege contra el traumatismo externo, (segundo impacto), y el cerebro se comprime contra el lado del impacto produciendo lesiones del lado homolateral y arrancamientos de las arterias meníngeas con hematomas extradurales del lado contralateral.

INCIDENTES O COLISIONES VEHICULARES

En el caso de los incidentes vehiculares hay una serie de situaciones que están directamente relacionadas a las leyes de la cinética:

- 1- Deformidad del vehículo.
- 2- Deformidad de la cabina.
- 3- Deformidad del cuerpo.

En los incidentes vehiculares debemos tener en cuenta el triple impacto.

El **primer impacto** es cuando el automóvil se detiene bruscamente contra el objeto que colisionó.

El cuerpo de la víctima se desplaza. Si no usa cinturón se detendrá contra el volante u otra parte del interior del auto. **2do impacto**

El cuerpo se detiene.

El **tercer impacto** se produce cuando los órganos internos se comprimen contra la caja ósea, (cráneo y esqueleto), produciéndose entonces, hematomas extradurales por arrancamientos de las arterias meníngeas, lesiones aórticas por los ligamentos que la tienen adherida a la columna (lesiones por cizallamiento),

La contusión miocárdica, pulmonar y la lesión hepática del ligamento redondo son lesiones típicas de aceleración y desaceleración del impacto antero posterior por colisiones vehiculares.

Las colisiones vehiculares

Producen patrones lesionales típicos dependientes básicamente de cómo es el incidente vehicular.

Cuando **el impacto es frontal** en general el automóvil sigue una dirección hacia arriba o hacia abajo.



El paciente va a seguir de acuerdo a la ley de movimiento de la misma forma en que venía, si el automóvil baja su trompa el paciente sale despedido hacia arriba y por arriba. Si el automóvil levanta la trompa el paciente sale despedido hacia abajo y por abajo.

Lesiones por arriba y hacia arriba:

Veremos impacto de la cara o cráneo contra el parabrisas.

Lesión cervical por compresión.

Lesión de tráquea por impacto contra el volante.

Lesiones de maxilo facial en caso del que cinturón de seguridad lo haya retenido y la cabeza haya impactado contra el volante.

Lesiones por sobrepresión a nivel del tórax, (neumotórax), abdomen (ruptura de vísceras huecas), hasta ruptura de diafragma provocando hernia diafragmática.

Lesiones por abajo y hacia abajo:

El paciente tiende a irse hacia delante y hacia abajo, produciendo una lesión no crítica (no compromete la vida del paciente a nivel de dicha región), pero la fuerza se transmite pudiendo provocar uni o bilateral de fémur ó fractura luxación de cadera con fractura de pelvis. Esta es una situación crítica donde el sangrado puede ir de un litro y medio hasta más de tres litros.

Otras lesiones cuando el paciente se va desplazando hacia abajo, impactando su abdomen y tórax contra el volante y/o tablero del automóvil.

Entonces en el impacto frontal las lesiones por arriba y para arriba son las siguientes:

- 1-Lesión de cráneo.
- 2-Lesiones espinales.
- 3-Lesiones de tórax (fracturas costales, neumotórax, hemotórax, contusión cardíaca y/o pulmonar, lesión de los grandes vasos)
- 4- Lesiones abdominales: (órganos macizos, huecos, diafragma y hasta fractura de pelvis).

Por otro lado las lesiones que se deberían esperar con un trayecto de hacia abajo y por abajo serían:

- luxación de rodilla y cadera,
- fractura de fémur,
- fractura de extremidades inferiores,
- Fractura de pelvis y acetábulo.

IMPACTO POSTERIOR

En el impacto posterior el paciente recibe el impacto desde la región dorsal produciendo un movimiento de hiperextensión de la columna cervical, la misma causa injuria por compresión a nivel raquímedular. Si el paciente tiene el cinturón colocado, el mecanismo lesional solamente será el descrito anteriormente, ahora si no lo tiene, tendrá un segundo golpe que es cuando es eyectado hacia delante (traumatismo de cráneo, macizo faciales, Lefort I, II ó III, lesiones torácicas, abdominales ó pelvianas iguales a los impactos anteriores).



IMPACTO LATERAL:

El impacto lateral va a llevar dos mecanismos lesionales:

El impacto directo que puede comprometer tórax, abdomen y pelvis homolateral y va a producir un traumatismo raquímedular por elongación, ya que al alejarse por el impacto todo el cuerpo menos la cabeza que, siguiendo la 1ª ley de Newton va a seguir en la dirección en que venía, va a hacer una elongación y una rotación posterior o anterior, de acuerdo a las fuerzas que actuaron y posteriormente por contragolpe un traumatismo de cráneo por impacto contra el parante del lado del impacto



IMPACTO ROTACIONAL:

El impacto rotacional se debe a una colisión en los extremos del vehículo. El efecto es que sale girando en el sentido contrario al impacto, (llamado efecto saca corcho), lo mismo sucede con el cuerpo, la lesión más común es un doble mecanismo de elongación y rotación contra lateralmente al impacto, produciendo lesiones raquímedulares a ese nivel.



VUELCO:

Las lesiones que se deberían esperar en el vuelco, serían de dos tipos, por cinturón de seguridad, y sin cinturón de seguridad. Las lesiones están directamente relacionadas con



los impactos que tuvo el paciente contra el automóvil o con la eyección del mismo fuera del vehículo.

Lesiones por cinturón de seguridad.

El uso correcto del cinturón de seguridad reduce el porcentaje de lesiones y muerte producidos como consecuencia en los impactos frontales y vuelcos. La principal función del cinturón de seguridad será la de equiparar la desaceleración del vehículo con la del cuerpo va a ser debitar la eyección fuera del vehículo y evitar la del segundo impacto, (paciente contra vehículo). Actualmente se describe al cinturón de tres puntos como el más seguro.

El de tres puntos tiene dos cintas, que corren sobre el cuerpo desde el parante hacia la cintura en forma oblicua (bandolera) y la segunda que debe ir horizontalmente entre ambas crestas ilíacas, o cinta abdominal. El porcentaje de disminución de lesiones en el de tres puntos en todos los asientos alcanza a un 65 y 75 % en los adultos y en un 70 /80% en los niños, así como también disminuye en un 70 % las lesiones graves.

El cinturón de seguridad no evita el mecanismo denominado latigazo cervical que puede producir lesiones cervicales como fracturas o luxaciones.

El cinturón de seguridad colocado a la altura de la cintura y no sobre las crestas ilíacas va a actuar como un trauma contuso haciendo que el paciente adoptara la posición de bisagra lo que permite que el individuo hiperflexione, golpeando su cabeza contra el volante en el caso del conductor contra el vidrio o el panel delantero si es acompañante o contra los asientos delanteros si viaja detrás. Esto comprime las vísceras contra la columna y provoca la hiperflexión de la columna lumbar. No olvidemos que la hiperflexión abdominal genera incremento de la presión de los gases abdominales (sobrepresión) con lesiones de vísceras huecas (estallido de intestino delgado, hematomas con hemoperitoneo, etc.).

Ejemplos



LESIONES POR AIR BAG:

El air bag o bolsa de aire se encarga de absorber parte de la energía del impacto y prolongar a su vez el tiempo de amortiguación, con lo cual se disminuye en forma directa la posibilidad de lesiones por segundo y tercer impacto.

La combinación del uso del air bag junto al cinturón de seguridad, es decir el uso simultáneo de ambos, disminuye altamente las tasas de mortalidad.

La utilización adecuada va a disminuir las lesiones de cráneo y tórax.

Muy importante es el tema de los niños o personas de menos de un metro veinte de altura, debido a la dirección del inflado del air bag, el niño recibe un impacto directo sobre la cara recibiendo lesiones por aplastamiento y/o hipertensión.

Es obligatorio el transporte de los mismos en el asiento trasero hasta los doce años. Los niños o lactantes de menos de 9 kilos deben ir fijados en el asiento de seguridad de manera que estén mirando para atrás en el asiento trasero, los mayores de 9 kilos y hasta 4 años ó 18 kilos, deben ir atrás con sillas de transporte con cinturón de seguridad y mirando hacia adelante. Los niños mayores de 4 años o mayores de 18 kilos o hasta los doce años deberán viajar en el asiento trasero mirando hacia adelante con el cinturón de tres puntos. En las personas adultas primero es abdominal, torácico y recién en la cara.

PEATON:

En las colisiones vehiculares encontramos otras víctimas que son los peatones, Los peatones pueden ser adultos ó niños. Una de cada 4 muertes producidas por colisiones involucra a peatones. Las diferencias entre el adulto y el niño serán las siguientes:

En el adulto:

- 1- Tiene tendencia al escape.
- 2- Se escriben tres impactos, donde impacta sobre el vehículo, (capot, parabrisas, etc.) y el tercero el impacto contra el suelo.

En el niño: Los niños generalmente enfrentan al vehículo que se aproxima, por lo tanto las lesiones son en la región anterior en la mayoría de los casos. Por su altura, el impacto se dará generalmente entre el paragolpes y el cuerpo, afectan el cráneo, tórax y abdomen.

Los impactos de peatones presentan tres fases, cada una de ellas con su respectivo patrón lesional.

- 1- El impacto inicial o primer impacto se dará en las piernas y a veces en pelvis.
- 2- El tronco impacta contra el capot o tapa de motor.

3- La víctima cae del vehículo usualmente impactando con el cráneo y región cervical. De estos tres impactos se desprenden típicas fracturas en las piernas entre tibia y peroné, la pelvis impacta entre el paragolpes y el capot, al igual que los muslos. El cuerpo tiende a angularse y entonces el abdomen y tórax caerán sobre la parte superior del capot. Este segundo impacto puede fracturar fémur, pelvis, costillas columna dorsolumbar o dorsolumbosacra, órganos intrabdominales y/o intratorácicos.

Generalmente el cráneo de la víctima impacta contra el parabrisas del automóvil produciendo un abombamiento hacia dentro del interior del mismo. Finalmente el tercer impacto se produce cuando la víctima al caer del auto impacta contra el suelo, pudiendo sufrir lesiones en caderas, cualquier región del cuerpo anterior u posterior y cráneo.



INCIDENTES CON MOTOCICLETAS:

Los incidentes donde se ven envueltos motociclistas tienen una morbilidad de 300% superior cuando el mismo no estaba usando casco.

Existen 3 patrones clásicos:

1. Impacto frontal

El vehículo se detiene contra un objeto en décimas de segundo impactando, si es un automóvil contra el capot o lateral del mismo, el cuerpo de la víctima prosigue el movimiento.

Si la velocidad es elevada pasará sobre el automóvil impactando contra el pavimento.

Se describe fracturas bilaterales de fémur en el caso en que se traben los pies del conductor en los pedales y colisione contra el volante con los muslos

2. Impacto Tangencial

Donde la superficie de impacto puede presentar lesiones de partes blandas, recordar que ambos vehículos transcurren paralelamente, por lo tanto el impacto inicial no produce lesiones graves pero si las puede generar la caída posterior.

3. Caída con arrastre o derrape de vehículo y del conductor

Si el conductor usa casco y ropa apropiada, la fricción generada por el derrape o arrastre generarán intercambio de energía (de cinética a de fricción) provocando menos lesiones y va a depender el tipo las mismas de acuerdo a la velocidad



Escoriación dorsal secundaria a caída de moto

Efectos regionales en el trauma contuso.

El proveedor de salud al evaluar evaluará obviamente la **seguridad, situación y por último los recursos como parte de la evaluación pre paciente**

En la evaluación del paciente vamos a evaluar el ABC de la vida que conforman la evaluación primaria y luego haremos la evaluación secundaria.

Pero mientras nosotros evaluamos al paciente se deberán considerar aspectos importantes en cada región del cuerpo, a saber:

En la observación externa debemos evaluar como encontramos la piel, los huesos, los tejidos blandos, nervios y vasos.

En el área interna deberemos evaluar los órganos vitales y las lesiones producidas por fuerzas de compresión y estiramiento.

Cabeza:

Muchas veces vamos a tener en la evaluación de la escena un indicio de que hay una lesión en el cráneo. Por ejemplo en un impacto frontal en un incidente vehicular, donde el parabrisas está estallado y abombado hacia el exterior (ojo de buey), es la índice de que la cabeza de la víctima ha impactado contra el mismo, produciendo más allá de que veamos o no lesiones en el macizo facial, cuero cabelludo, etc., trae de por sí la compresión de las vértebras cervicales, (recordar, que un cuerpo que está en movimiento quiere seguir en movimiento a menos que algo lo detenga).

Aquí la lesión será una lesión por compresión, el cuerpo sale despedido hacia adelante con la cabeza adelantada y ella será la primera que impactará, recibiendo el intercambio de energía, pero el movimiento continuo del tronco comprime la cabeza, entonces esa energía inicial que empezaba en cara y cráneo va no solamente a lesionar por compresión y fracturas al cráneo y cerebro, sino que éste cuando se detiene, sus estructuras internas (cerebro, estructuras nerviosas y vasculares), continúan en ese movimiento anterior para impactar en la cara interna del cráneo, produciendo contusión, concusión ó laceraciones.

El cerebro se va a comprimir en su parte anterior y en su parte posterior traccionará de la parte posterior del cráneo generando un movimiento que va a romper vasos sanguíneos, originando hemorragias, epidurales o subdurales.

Cuello:

Compresión. El cráneo es fuerte y absorbe grandes impactos, no así la columna cervical la cual es más flexible, entonces este movimiento anterior deteniendo del cráneo origina compresión ó compresión / angulación del cuello.

Estrangulación puede ser la hiperflexión o hiperextensión del cuello, trasladándose a vértebras que van a presentar fracturas, dislocaciones con la consecuente lesión medular, cuadro acompañado de una columna cervical inestable. En otros casos cuando la lesión se produce por cambios de velocidad (aceleración-desaceleración), como el centro de gravedad del cráneo es anterior al punto unión con las vertebras cervicales, un impacto lateral al tronco originará una rotación, elongación y flexión del cuello, típico de impacto lateral en las colisiones vehiculares.



Dislocación atlanto-Axial

TORAX;

Compresión: Si el impacto es anterior en una colisión vehicular, sin cinturón de seguridad colocado, el esternón recibe mayor energía, se detiene inmediatamente, pudiéndose fracturar o no, pero el resto del tórax, (órganos internos y pared posterior) continuarán sus movimientos aumentando la presión intratorácica e intra abdominal, y producirá lesiones en estructuras macizas fijadas por ligamentos, o en estructuras vasculares fijadas a la columna. Podemos tener fracturas costales únicos o múltiples, tórax inestable, etc.



Tórax inestable por fracturas múltiples



Contusión pulmonar secundario a trauma de tórax, con Tórax inestable

La hiperpresión creada por la compresión va a producir un aumento de la presión sobre la glotis y va a generarse un fenómeno conocido como "efecto bolsa de papel", cuya complicación mas frecuente es el neumotórax.

Esto sucede porque la víctima previamente al impacto efectúa una inspiración profunda cerrando además la glotis, sellando así a los pulmones.

Siempre que se detecte un hematoma asociado a crepitación en el área esternal debemos sospechar, hasta que se descarte, una contusión, miocárdica y no menos importante es la duda de un taponamiento cardiaco.

LOS CAMBIOS DE VELOCIDAD Y LAS LESIONES DE TORAX:

La aceleración y desaceleración en sentido horizontal van a actuar en forma distinta sobre las estructuras dentro del tórax, ya que el corazón, la aorta ascendente y el cayado, pueden estar "relativamente" libres, pero la descendente está firmemente adherida a las vértebras dorsales.

Entonces en un impacto anterior o lateral los tres primeros se desplazan ó elongan, pero la porción fija, descendente va a permanecer inmóvil, ocurriendo una ruptura de la misma, produciendo una hemorragia exanguinante y muerte del paciente como consecuencia inmediata.

Puede haber ruptura de fibras sin sección aórtica, que producirán aneurismas que van a traer alteraciones inmediatas en la circulación distal, pero también puede romperse en minutos, horas ó días.

De acuerdo a este mecanismo de cambio de velocidad con lesión de los grandes vasos, el 80% de los pacientes fallecen en la escena, del 20% restante una tercera parte a las seis horas y una tercera parte a las 24 hs, el tercio restante a los tres días ó más.

LESIONES POR COMPRESION EN ABDOMEN:

Los órganos internos son comprometidos en los impactos antero posterior entre el volante y el tablero y la columna vertebral.

Los órganos mas frecuentemente lesionados son los sólidos, hígado, bazo, páncreas y riñones.

También no debemos olvidar los patrones lesionales por sobrepresión intra-abdominal; cuando la misma aumenta exageradamente el diafragma, (de no mas de 5 mm de grosor), puede sufrir una expansión exagerada durante la ventilación, que lleva a una ruptura del mismo la cual puede guiar a la victima a 4 consecuencias.

1-El diafragma no descenderá durante al ventilación.

2- A través de la hernia los órganos abdominales pasarán a la cavidad torácica y alterarán la mecánica ventilatoria.

3- Los órganos herniados pueden tener compromiso vascular, (isquemia).

4- Pueden producirse hemorragias intra abdominales.

Otra lesión que puede ocurrir por sobrepresión intra abdominal es la ruptura de un órgano intratorácico: la válvula aórtica, por flujo retrógrado de sangre (hallazgo poco frecuente).

LESIONES POR CAMBIO DE VELOCIDAD EN ABDOMEN

En los cambios de velocidad intra abdominal por aceleración y desaceleración vertical u horizontal las lesiones ocurrirán en el mesenterio en el implante de los vasos sanguíneos.

En un impacto frontal siguen hacia delante y existirá un desprendimiento de sus puntos de implante.

Los órganos más afectados son: riñones bazo e intestinos.

Recordemos la lesión hepática por el ligamento de Teres, que transcurre desde el ombligo a lo largo de la línea media y se fija en el lóbulo izquierdo hepático.

En el caso de las fracturas relacionadas con el abdomen (pelvis), la complicación mas graves son las hemorragias. En un 10 % de los casos de fractura de pelvis, se describe lesión genitourinaria con hematoma escrotal y sangrado por el meato urinario.



Fractura de Pelvis con Hematoma en labios externos

TRAUMA PENETRANTE

Si bien en nuestro país la mayoría de las víctimas de trauma es por traumatismos cerrados, el trauma penetrante sigue en aumento en forma proporcional a los niveles de violencia, a las alteraciones sociales, a la posibilidad sencilla de la obtención de armas de fuego, etc. Los traumatismos penetrantes pueden ser producidos por armas de bajas de velocidad, armas corto-punzantes (cuchillos, navajas, objetos empalados, etc.),



Herida penetrante en abdomen con evisceración de epiplón por arma blanca



Objetos empalados



De media energía (revólveres). Orificio en flanco, sin salida (con lesión Hepática y vena cava inferior)

De alta energía (fusiles de guerra o de caza).



Herida de alta velocidad producida por fusil calibre 7.62 NATO. Orificio de entrada en región submamaria derecha con salida en región escapular derecha .Obsérvese el daño abdominal por efecto hidrodinámico o cavitación

Las lesiones por arma de fuego en nuestro país son en su gran mayoría por proyectiles de baja velocidad, en general, producidas por revólveres de calibre 22 corto o 32 ; que para ser efectivas deben ser disparadas a corta distancia, o sea que de poco gramaje en pólvora, produciendo una energía cinética de baja cantidad.

Las de muy alta velocidad, como veremos después son aquellas cuyo proyectil alcanza una velocidad superior a los 400 m/seg.

Para entender el trauma penetrante volveremos a la fórmula de la energía cinética y a los preceptos donde la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Entonces aplicando la primera ley de Newton, (todo objeto tiende a permanecer en movimiento hasta que una fuerza superior es aplicada a él y un objeto permanece en reposo hasta que una fuerza superior aplicada lo ponga en movimiento),

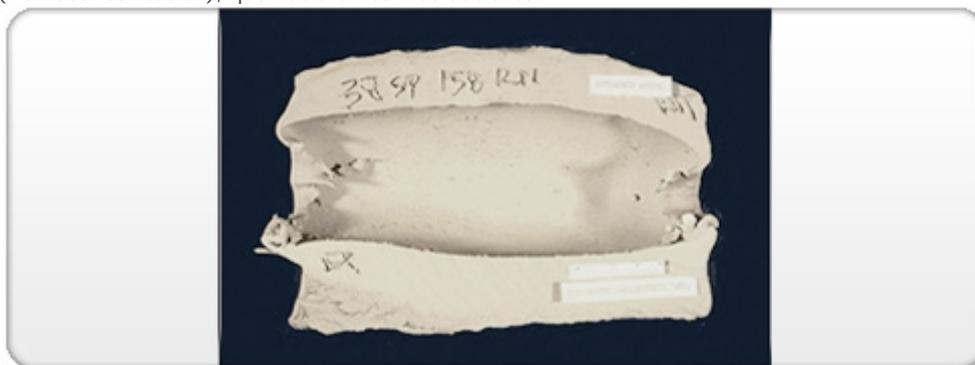
Un proyectil accionado por un golpe aplicado al fulminante, produciendo la explosión de la pólvora en el casquillo de la bala y la propulsión del proyectil que al impactar contra un objeto pierde velocidad producto del intercambio de energía cinética que se transfiere al objeto impacto en forma de energía de potencia



Deformación por impacto

En el cuerpo humano el impacto del proyectil va a producir dos tipos de cavidades, una es la que produce el paso del proyectil (lesión de tejidos blandos, huesos que se convierten a su vez en proyectiles y entregando total o parcialmente su energía).

El segundo tipo de energía que entrega es la energía hidrodinámica no permanente (Llamada cavitación), que hablaremos más adelante.



Pan de prueba con deformación por trayecto del proyectil, tumbeo y cavitación

HERIDAS PENETRANTES DE BAJA VELOCIDAD

Características:

Denominamos energía de baja velocidad a aquellas donde la velocidad alcanzada es inferior a los 400 m/seg. Generalmente corresponde a armas blancas y de mano, (cuchillos u otros elementos punzocortantes).

Otra característica es que generan un menor trauma secundario, dependen mucho de la anatomía subyacente y son lesiones múltiples con la misma arma.

Una de las preguntas que se hacen los evaluadores de las víctimas con heridas penetrantes es el tamaño de la herida. En general se aceptaba que el tamaño de la herida producía un cono lesional en el interior de la víctima estando directamente relacionado con el tamaño de la herida. En la actualidad en lesiones penetrantes este es un concepto que ha perdido valor, ya que existen un fenómeno denominado **síndrome del acordeón**, que va a depender no del tamaño de la herida sino de la fuerza desarrollada por el agresor, donde al impactar el cuerpo de la víctima va a ejercer cierta fuerza en sentido antero posterior y va a producir un plegamiento de tejidos, es decir de piel sobre los músculos, músculos sobre mesenterio, y el

mesenterio va a comprimir las vísceras contra la columna en caso de heridas abdominales, por lo tanto una hoja de 4 ó 5 cm en manos de un agresor con la fuerza suficiente producirán lesiones en los órganos antes mencionados.

De este concepto se desprende que todo paciente que tenga una herida penetrante en cara, cuello y tronco anterior posterior se lo debe considerar como crítico aunque no tengan alteraciones en su A-B-C.



Heridas penetrantes por objeto punzante en tórax y zona I de cuello

En resumen cuando hablamos de evaluaciones lesiones de baja energía, tenemos que ver determinado tipo de características: el tipo de arma, su trayectoria.

Es muy importante recordar el sexo del agresor. Las mujeres por una cuestión de reconocimiento de su propia fuerza tienden a ejercer una fuerza de arriba hacia abajo, es decir todas las heridas serán producidas en el tórax y a lo sumo en el abdomen, porque ingresarán de arriba hacia abajo, por su brazo de palanca.

En el hombre las heridas que va a producir generalmente en el abdomen porque su brazo de palanca es más fuerte con el brazo extendido el ingreso del arma serán en región abdominal. Aquí hay un concepto que debe ser muy claro, el brazo de palanca no es paralelo al piso, se inicia a la altura de la extensión máxima del brazo y a medida que se aleja se va elevando, por lo tanto la punta del puñal entra en abdomen y de inmediato se dirige hacia arriba, entonces una herida que tiene orificio de entrada en región peri umbilical va a seguir un trayecto ascendente pudiendo pasar el diafragma y produciendo lesiones no solamente en el hígado, diafragma, pulmones y corazón.

Este dato es muy importante tenerlo en cuenta durante la evaluación primaria, en especial durante el "B" donde estamos evaluando la respiración.

En caso de ruptura diafragmática con vísceras en cavidad torácica, auscultaremos ruidos hidroaéreos que corresponden al intestino, en vez de escuchar murmullo vesicular claro como debería corresponder.

Los forenses le agregan además el número de heridas. En los crímenes pasionales las víctimas presentan heridas múltiples, en cambio en las discusiones hay simplemente una o dos heridas porque el objetivo es solamente lesionar al contrincante.

Como concepto central de lo anterior se desprende

- 1- No interesa el tamaño de la hoja sino para describir el cono lesional.
- 2- Es importante conocer el sexo del agresor.
- 3- Todo objeto que entra en el cuerpo debe ser fijado en el área prehospitalaria y área de emergencias del hospital, sólo deberá ser retirado dentro del quirófano.



LESIONES DE MEDIA ENERGIA

Aquí nos referimos específicamente al estudio de los proyectiles, (balística).

La balística es la ciencia que estudia el comportamiento del proyectil desde el interior del cañón de un arma de fuego, durante su trayecto al objetivo y el comportamiento a su llegada al blanco.

La balística se divide en interna, (corresponde al estudio del proyectil dentro del arma), o la externa (desde la boca de salida del arma hasta el impacto con el blanco), y por último, balística terminal, (desde el inicio del impacto con el objetivo).

Un capítulo de la balística terminal es la balística de las heridas, referida a la interacción de los proyectiles y sus fragmentos.

Las armas más utilizadas son las armas de puño como revolver o pistola o armas largas como fusiles y escopetas.

Armas de puño (revólveres y pistolas)

Los primeros con proyectiles de velocidades menores, de menos de mil pies/seg ó su equivalente de 305. m/seg.



Los fusiles y escopetas son aquellos que disparan proyectiles de alta velocidad al menos conocidas a la salida del cañón velocidad en boca de cañón o boca de arma ó puzzle velocity. Las diferencias con las armas de puño o de guerra son significativas, entre ellas tendremos la velocidad de disparo, el tipo de proyectil, la energía cinética y la capacidad de causar heridas de mayor magnitud.

Debemos recordar que dentro del cañón de las armas largas a excepción de las escopetas, todas tienen las denominadas estrias y prominencias que están dispuestas en forma longitudinal y helicoidal desde el interior hacia la boca del arma que completan un giro aproximadamente cada 25 cm, lo que daría una rotación sobre su propio eje y dentro del cuerpo de la víctima.

Esto va a determinar que al ingresar el proyectil al cañón del arma, el roce de éste con las estrias haga que el mismo gire sobre su propio eje, esto estabiliza su trayectoria hacia el blanco y tiende a suprimir los movimientos de rotación en sentido antero posterior, si bien algunas armas lo buscan a propósito, de manera que al girar anteroposteriormente, aumente el área de impacto, pero esto va a traer como consecuencia la disminución de la precisión del arma utilizada.

El proyectil es una cápsula conformada dentro de una vaina ó casquillo que tiene una carga de pólvora pesada en gramos, un percutor, un detonante y el proyectil en sí.

Esto se coloca en la recámara o extremo proximal, donde un gatillo golpea el extremo, activando un detonante y de inmediato esto enciende la carga propulsora ó pólvora. En esta explosión, hay una expansión rápida de los gases que propulsa al proyectil, vence la inercia y aumentan la velocidad del mismo desde su salida del extremo distal del cañón donde la energía potencial ó cinética es máxima.



Como se comprenderá en el momento que sale del cañón los gases van a generar la mayor expansión, mayor empuje y por lo tanto mayor velocidad en boca del cañón. Esto explica la diferencia de velocidad de los proyectiles de armas cortas y de armas largas. Por otro lado, los proyectiles tienen algunas características:

1- Calibre: es medido por el diámetro interno del cañón, puede expresarse en milímetros, centésimas ó milésimas de pulgada. Ej.: un proyectil de de 9 mm es similar a otro de calibre 38, es decir, 0,38 centésimas de pulgadas, ó lo que es lo mismo uno de calibre 380 (trescientos ochenta milésimas de pulgada).

2- Por convenciones internacionales deben estar protegidos de la deformación mediante una cubierta metálica como bronce, cobre o acero, que asegura la penetración pero evita la expansión ó estallido del mismo. Estos proyectiles “enchaquetados” son de uso obligatorio en la guerra. Para la caza, esto no se utiliza ya que impide una mayor destrucción en el tejido del animal a cazar.

En definitiva, lo que se busca es una mayor energía velocidad, mayor energía cinética y en el momento del impacto una mayor destrucción, por lo tanto en el menor tiempo posible que se entregue esa energía cinética en el blanco mayor será la destrucción inicial.

3- Velocidad: Existen diferentes clasificaciones al respecto. En Gran Bretaña se denomina de alta velocidad cuando un proyectil supera la velocidad del sonido en el aire, es decir los mil pies por segundo, para los EEUU supera los 2000 pies, es decir 610m /seg.

Para adoptar una cifra promedio, entre mil quinientos y dos mil pies por segundo ó entre 417 y 610 m/seg. se considera de muy alta velocidad.

Una vez que el proyectil abandona el cañón y comienza el vuelo se producen diversos cambios, turbulencia del gas en expansión, los movimientos denominados guiadas, (es decir todas las fuerzas propulsivas orientadas en diversas direcciones hacen que la nariz del proyectil se “aleje” unos pocos grados de la línea de vuelo), pero lo que sí es importante es recalcar que a menor coeficiente de balística, es decir, la expresión de la habilidad del proyectil para disminuir la resistencia del aire durante el vuelo, va a ver menor pérdida de velocidad en el vuelo con la consiguiente menor pérdida de energía a la llegada al blanco. Los proyectiles con más bajo coeficiente de balística (mayor pérdida de velocidad), son las escopetas, que a boca de jarro tienen una velocidad que supera el límite para considerarlas de alta velocidad (entre 900 y 1400 pies por segundo) pero que a distancias que superan los 46 metros tienen una capacidad mínima de lesión, salvo de órganos fácilmente lesionables como los ojos o la laringe.

Componentes que modifican el vuelo:

Tumbling, volteo o volteretas:

Es el movimiento de rotación impreso sobre el proyectil en sentido anteroposterior, (es decir la nariz del proyectil gira hacia atrás y la cola hacia delante) siempre siguiendo su trayectoria de vuelo

Esto provoca que en un momento la superficie frontal sea la del diámetro del proyectil y en otro sea la desde su largo, lo que en esta caso aumenta (triplica) la superficie de impacto, produciendo en ese momento una disminución en una tercera parte el tiempo de entrega de energía en el blanco.

Yawing:

Se refiere a la modificación de la trayectoria del proyectil en su curso hasta la llegada al blanco. Este efecto no va a depender de la masa ni de la velocidad, pero sí de la forma del ángulo que impacta el blanco y la ubicación del centro de gravedad del proyectil.

Debido al Yawing, la trayectoria dentro del blanco puede ser imprevisible. Y básicamente se generan dos efectos:

- a- La nariz del proyectil efectúa un giro perpendicular en el aire perpendicular a la trayectoria del vuelo.
- b- Inclinación de la cabeza que apenas entra en el blanco genera “tumbling”.

Una vez hablado de los efectos de la balística del vuelo, hablaremos de la balística terminal.

Los efectos de los proyectiles, van a depender:

- 1- De la propia trayectoria del proyectil.
- 2- La velocidad del mismo a boca de jarro.
- 3- La distancia boca de jarro- blanco.
- 4- La deformación de sus fragmentos, que se denominan primarios si surgen de la misma fragmentación del proyectil, y secundarios si el tejido donde impacta se convierten a su vez en nuevos proyectiles, (huesos, dientes, ropas, etc.).
- 5- Transferencia del calor.
- 6- Cavitación.

El concepto primordial es que el daño final producido en el tejido será consecuencia directa de la energía cinética que posee el proyectil y la facultad que tenga el proyectil de perder esa energía en el blanco. A menor tiempo, mayor intercambio de energía de cinética a energía de potencia, (mayor disipación de la energía cinética, mayor lesión).

Cavitación: Cuando el proyectil entra en el cuerpo humano, las partículas del mismo se golpean desde su posición y éstas golpean a otras.

Esto está producido por el movimiento que lleva girando sobre su eje debido a las estrías del cañón; esto genera una explosión en que la energía del objeto se mueve de unas partículas a otras en sentido celulípeto, (del centro del proyectil hacia la periferia), siendo entonces esta aceleración en todas las direcciones de la liberación de la energía por el proyectil hacia los tejidos vecinos. También se lo denomina hidrodinámico porque produce una dispersión del agua extracelular hacia la periferia produciendo siempre una cavidad transitoria con las lesiones concurrentes.

La destrucción que genera el paso del proyectil puede provocar un trayecto como consecuencia del paso como cavidad permanente. Pero si la velocidad del proyectil es suficiente para desprender esas partículas por fuera de la cavidad permanente se generan ondas que se van a transmitir en sentido radiado, celulipeto por los tejidos circundantes, conformándose la cavidad temporaria, por sobrepresión



Cuando pasó este período de sobrepresión, las partículas vuelven a su posición original, pasa en los músculos, que son tejidos muy elásticos, en cambio el hígado y el bazo van a presentar lesiones y fracturas porque son muy elásticos. En los tejidos con baja resistencia, hígado, páncreas, bazo riñón, etc., la cavitación se desarrollará con mayor facilidad y la extensión que en otros tejidos como huesos y tendones. Los proyectiles de mas de 2300 pies /seg (760 m/s) producen una onda de expansión que no sobrepasan los 40 pies por segundo,, Las lesiones en los tejidos van a depender de la transmisión de la energía cinética del proyectil, sino también de cómo va a entregar en el menor tiempo, y espacio posible

Recordando siempre que hay factores que harán que los proyectiles produzcan más daños. Si sabemos que la energía cinética es igual a la masa por la velocidad al cuadrado, entonces aumentando al doble el tamaño del proyectil, aumentará al doble la lesión, no así si aumento al doble la velocidad, que en realidad provocará un aumento elevado al cuadrado de la lesión.

Por lo tanto la velocidad va a ser el factor que influirá mas sobre las lesiones que va a generar el proyectil por su velocidad y no por su masa. En realidad también importa mucho la deformidad del proyectil, ya sea deformidad del proyectil en sí, a través de la fragmentación, es decir cuanto mas rápido se aumente el área frontal del proyectil, más rápido entregará su energía y mayores serán las lesiones que producirá.

Como ya se dijo, mientras mayor sea el área de impacto del proyectil, mayor será el numero de partículas a ponerse en movimiento, por lo tanto, es mayor es mayor el intercambio de energía por lo tanto es mayor el daño final.

Se debe a tres factores: perfil, fragmentación y los giros del proyectil a su paso por un objeto.

Perfil: el perfil se refiere a los cambios que ocurren en un objeto al inicio y luego de haber impactado a otro; el ejemplo es un proyectil de punta hueca que al impactar contra el blanco se deforma, aumenta su área de impacto y la liberación de energía va a ser en el menor tiempo posible.

Repetimos, a mayor deformabilidad mayor área frontal, mayor lesión.



Fragmentación: Este factor describe la destrucción de un proyectil al impactar un cuerpo, por lo tanto se genera una mayor superficie de intercambio de energía la que es absorbida en el objeto o cuerpo humano.

Giro del proyectil: va a estar dado en el sentido longitudinal de su desplazamiento sobre su propio eje por las estrías del cañón.

Recordar a mayor largo del cañón, mayor propulsión de los gases, mayor salida a boca de jarro, y por lo tanto mayor giro sobre sí mismo antes del impacto.

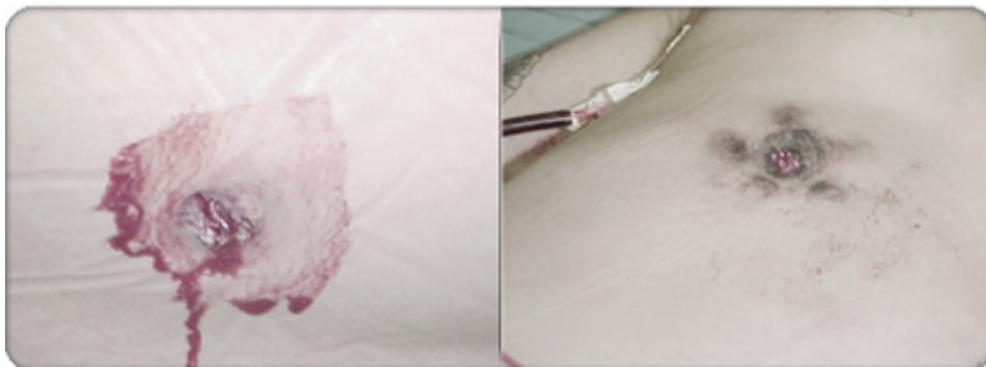
Estos proyectiles son de forma puntiaguda, tienen su centro de gravedad en la base y recuerden que el proyectil va a girar no solamente sobre sí mismo en el sentido sobre su propio eje sino que también la nariz va a tender a bajar produciendo el fenómeno de tumbeo, entonces se agrega el segundo giro sobre su eje antero posterior el eje anteroposterior va a generar un movimiento de mayor superficie donde se van a poder generar mayores fragmentos o proyectiles secundarios (huesos, ropa,) en cambio el giro sobre sí mismo genera la cavitación que es el desplazamiento en forma periférica desde el sector desde donde pasa el proyectil (cavidad permanente) hacia la periferia (cavidad transitoria).

ORIFICIOS DE ENTRADA Y SALIDA

Cuando se evalúa a un herido víctima de trauma por arma de fuego, debemos evaluar los orificios de entrada y de salida.

El orificio de entrada tiende a ser puntiforme, los bordes están dirigidos hacia dentro de la herida y con abrasiones hacia los bordes debido al carácter rotatorio de los proyectiles, además dependiendo directamente de la distancia se agregan otros elementos, el ejemplo es un arma al ser disparada a corta distancia como **produce fuego, gases y partículas de pólvora va a provocar distintos tipos de lesiones**. Un arma disparada pegada al cuerpo o a boja de jarro en la herida encontrará crepitación por los gases, quemaduras en la entrada y trayecto inicial de la herida junto a rastros de partículas de pólvora dentro del trayecto. Si es disparada a menos de 7 cm tendremos quemaduras de piel, de entre 5 y 15 cm tendremos los tatuajes y dentro de los 25 cm tendremos partículas de no más de 1,2 mm con quemaduras aisladas.

Las heridas de salida son generalmente con los bordes evertidos, estrellados y mas grandes.



EFFECTOS REGIONALES DEL TRAUMA PENETRANTE

Cabeza:

Luego de penetrar el cráneo la energía de proyectil se distribuye en un espacio muy reducido y por ende confinado.

Las partículas del proyectil son arrojadas dentro del cráneo y el cerebro no va a poder expandir por estar dentro del mismo, por lo tanto va a sufrir una compresión además del daño que ya ha producido el proyectil.

Cuando la energía producida por el proyectil el calibre de alta velocidad, (7.62- .556-50) se puede producir el estallido del cráneo solamente por la transferencia de energía.

Muchas veces en armas de pequeños calibres (22 o 25) el cráneo es perforado y el proyectil va rebotando dentro del mismo y no sale por no tener fuerza; pero provoca un daño mayor por los múltiples rebotes

Tórax:

El tórax va a depender de las lesiones o sistema afectados, por supuesto a mayor calibre mayor lesión, a mayor compromiso óseo, mayor lesión.

Los sistemas son el pulmonar, cardiovascular, el gastrointestinal y el neurológico.

Sistema pulmonar:

Los pulmones son menos densos que la sangre por tanto los traumas penetrantes originan menos daño al pulmón que otros órganos,

En general las lesiones a los pulmones pueden ser insignificantes, la complicación mas frecuente es el hemo y neumotorax

Vascular:

Puede traer lesiones o de ninguna importancia (vasos muy pequeños) o pacientes que mueren en pocos minutos, donde son afectados grandes vasos como son aorta y cava

El corazón sufre una elongación al ser atravesado por el proyectil y luego se contrae dejando un pequeño orificio.

Muchas veces el grosor del músculo controla los orificios de baja energía (calibre 22 y 25) lo que evitaría una inmediata exanguinación del paciente.

Recuerde un cuchillo en área cardíaca solamente será retirado dentro del quirófano, en el pre hospitalario deberá ser inmovilizado

Tracto Gastrointestinal:

Abdomen:

El abdomen está dentro de lo que caracterizamos como la de "caja de pandora", ya que el abdomen posee estructuras

Con características típicas como estructuras llenas de aire, solidas y óseas.

Una penetración con un proyectil de baja energía originara un daño de solamente del 30% de los traumatismos penetrantes. Las penetraciones por arma de fuego van a requerir reparación quirúrgica en un 80 o 90 %.

LESIONES EN EXTREMIDADES

Los traumas penetrantes en las extremidades pueden incluir lesiones en huesos, músculos, vaos o nervios.

Cuando los huesos son lesionados los fragmentos óseos se transforman en misiles lesionando a todos los tejidos circundantes.

Los músculos sufren generalmente cavitación por el paso del proyectil y los vasos pueden producir sangrados importantes al ser lacerados o seccionados por los proyectiles. Por otro lado pueden existir daño neurológico por lesión directa ó indirecta de los nervios.



Bibliografía:

1. American College of Surgeons. Comite on Trauma. ATLS Chicago 2002
2. Mc Swain NE Jr. Kinematics In Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. Trauma ed4 New York 2001
3. De Palma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson MJ, Current concepts: blast injuries NEJMed 2005.
4. Di maio VJM: Gunshot wounds; practical aspects of firearms Ballistics and forensic technics, Boca Ratón 1999
5. Mac Swain N. Jr The EMT: Comprehensive emergency care. 2003
6. Chapleau W, Emergency Care. First Responder. 2004
7. Chapleau W, Soporte vital Avanzado en Trauma Ed. Distribuna Colombia 2004
8. Baez A. Irving, J MD Soporte Vital Básico en trauma Atención Pre hospitalaria, Bogota 2004
9. Johnson Carlos: Cinemática del Trauma. Atención Pre hospitalaria Fundamentos 2004
10. Góngora Santos F, Paz A: .trauma de tórax. Bogotá 2004
11. Rubiano Andrés, Paz Alexander : Atención prehospitalaria Fundamentos 2004
11. PHTLS Mosby 6th ed. 2006
12. C. Ordoñez, Ferrada R, Buitrago. cuidados intensivos y trauma ED Distribuna 2002