



TRAUMA EN LA EMERGENCIA 1

Clase 1: Trauma y su cinemática. Atención inicial del politraumatizado a nivel prehospitalario

ÍNDICE

Objetivos	1
Introducción	1
Trauma	4
• El trauma, una enfermedad	5
• El trauma, un incidente	6
Cinemática del trauma	6
• Evento traumático y sus fases	7
• Leyes de energía y movimiento	8
• Intercambio de energía entre un cuerpo sólido y el cuerpo humano	10
• Cavitación	12
• Física balística	12
Clasificación del trauma	15
• Traumatismo contuso	15
- Colisión por vehículos automotores	16
- Choques en motocicletas	25
- Lesiones en peatones	26
- Caídas	28
• Trauma penetrante	29
- Física del trauma penetrante	29
- Niveles de energía y lesión	30
- Heridas de entrada y salida	31
- Heridas por escopeta	32
- Lesiones por explosión	33
Evaluación inicial del paciente politraumatizado a nivel prehospitalario	37
• Distribución trimodal de la muerte	37
• El tiempo es vida	38

ÍNDICE

- Evaluación inicial	39
- Evaluación de la escena	39
- Evaluación de la seguridad	41
- Evaluación de la situación	43
- Evaluación y manejo del paciente	44
- Evaluación inicial del paciente	45
- Evaluación primaria del paciente	45
- Evaluación secundaria del paciente	58
● Conclusiones	62
● Bibliografía	63

OBJETIVOS

- Analizar la cinemática del trauma
- Identificar las lesiones por trauma penetrante y contuso.
- Profundizar sobre la evaluación inicial al paciente politraumatizado a nivel prehospitalario.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad trauma produce un alto impacto en la sociedad y es un problema central de salud pública en diversos países. Casi 6.000.000 de personas mueren anualmente por lesiones en el mundo, representando alrededor del 9% de la mortalidad global.

Los traumatismos son la principal causa de muerte en personas entre 1 y 44 años (Figura 1). El 80% de las muertes en adolescentes y el 60% en la infancia son secundarias a traumatismos.

Grupos de edad											
POSICIÓN	Menora 1	1-4	5-9	10-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	Más de 65	Todas las edades
1	Anomalías congénitas 5623	Lesión no intencionada 1641	Lesión no intencionada 1176	Lesión no intencionada 1542	Lesión no intencionada 15.412	Lesión no intencionada 12.569	Lesión no intencionada 16.710	Neoplasias malignas 49.637	Neoplasias malignas 93.391	Cardiopatías 576.301	Cardiopatías 696.947
2	Gestación corta 4637	Anomalías congénitas 530	Neoplasias malignas 537	Neoplasias malignas 535	Homicidio 5219	Suicidio 5046	Neoplasias malignas 16.085	Cardiopatías 37.570	Cardiopatías 64.234	Neoplasias malignas 391.001	Neoplasias malignas 557.271
3	SMSL 2295	Homicidio 423	Anomalías congénitas 199	Suicidio 260	Suicidio 4010	Homicidio 4489	Cardiopatías 13.688	Lesión no intencionada 14.675	Enfermedad respiratoria baja crónica 11.280	Cerebro-vascular 143.293	Cerebro-vascular 162.672
4	Comp. maternas en la gestación 1708	Neoplasias malignas 402	Homicidio 140	Anomalías congénitas 218	Neoplasias malignas 1730	Neoplasias malignas 3872	Suicidio 6851	Hepatopatía 7216	Diabetes mellitus 10.022	Enfermedad respiratoria baja crónica 108.313	Enfermedad respiratoria baja crónica 124.816
5	Placenta, cordón, membranas 1028	Cardiopatías 165	Cardiopatías 92	Homicidio 216	Cardiopatías 1022	Cardiopatías 3165	VIH 5707	Suicidio 6308	Cerebro-vascular 9897	Gripe y neumonía 58.826	Lesión no intencionada 106.742
6	Lesión no intencionada 946	Gripe y neumonía 110	Neoplasias benignas 44	Cardiopatías 163	Anomalías congénitas 492	VIH 1839	Homicidio 3239	Cerebro-vascular 6055	Lesión no intencionada 8345	Enfermedad de Alzheimer 58.289	Diabetes mellitus 73.249

Figura 1. Causas de muerte por edad, remarcadas con color las relacionadas al trauma.

El costo en salud en trauma es mayor que la suma de gastos por enfermedad cardiovascular y cáncer (Figura 2), y los años de vida perdidos por trauma son mayores que los sumados por enfermedad cardiovascular y cáncer (Figura 3).

Las lesiones ocasionadas por incidentes de tránsito son un gran problema de salud pública y de países en desarrollo y son la causa principal de muerte dentro del trauma global (Figura 4).

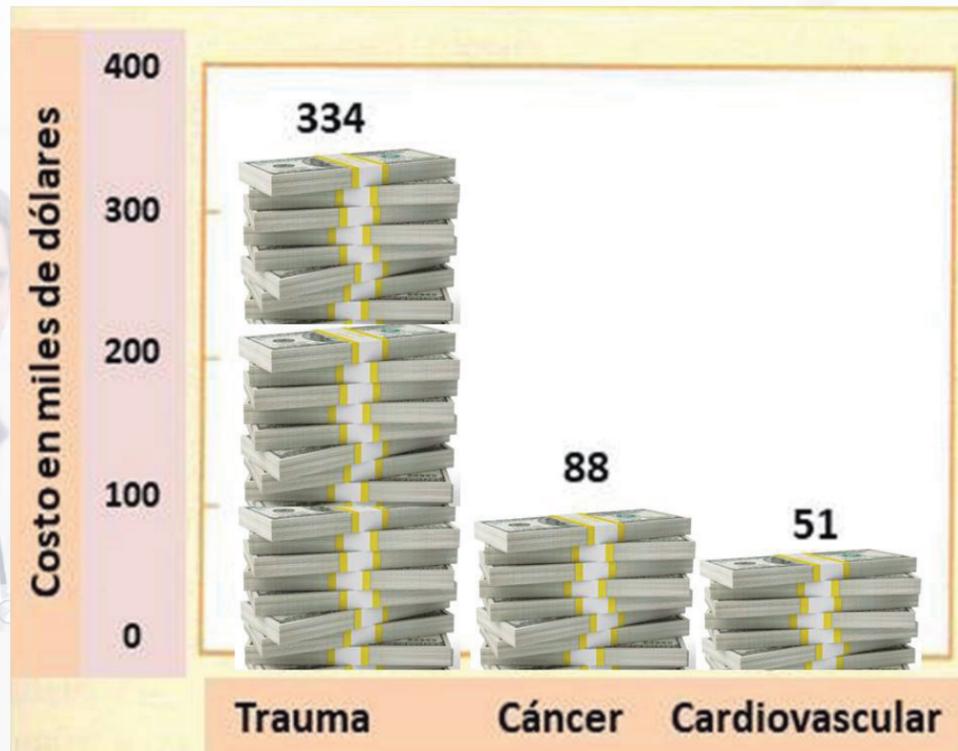


Figura 2. Costo en salud.

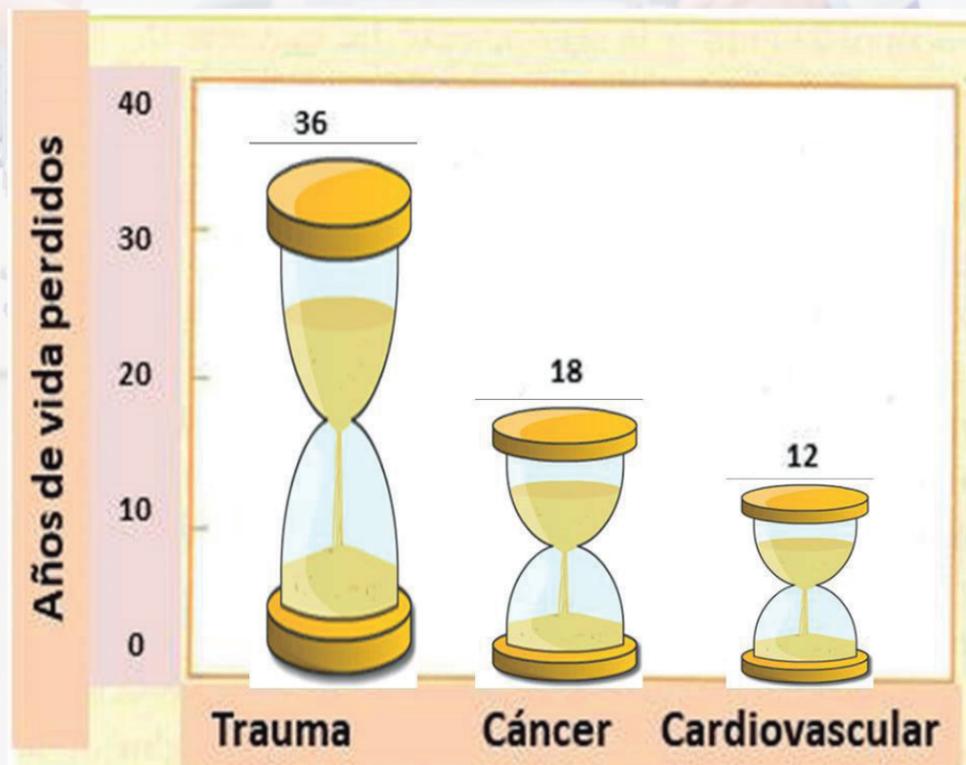


Figura 3. Años de vida perdidos.

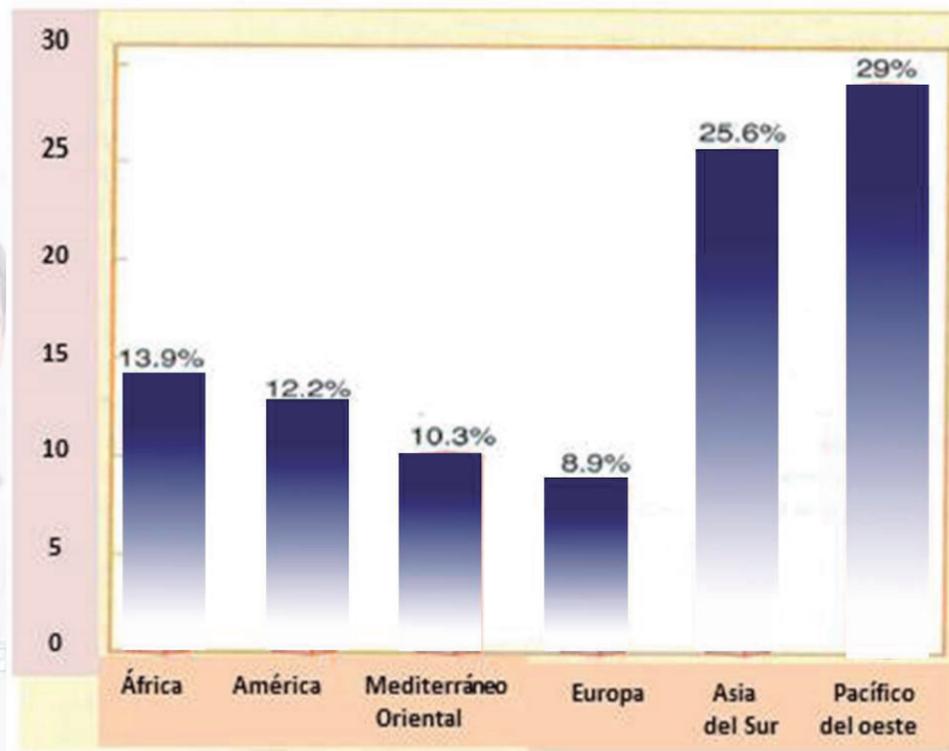


Figura 4. Distribución mundial de muertes por incidentes de tránsito.

Las cifras que presenta EE.UU. relacionadas al trauma son las siguientes:

- 60.000.000 de lesionados al año.
- 40.000.000 requieren asistencia médica en servicios de urgencia.
- 2.500.000 serán hospitalizados.
- 9.000.000 tendrán discapacidad.
- 8.700.000 sufrirán una incapacidad temporal y 300.000 una permanente.

Los incidentes de tránsito en el mundo matan cada año 1,3 millones de personas (3.242/día) y producen discapacidad entre 20-50 millones por año. La mayoría de las lesiones por incidentes de tránsito afectan a personas de países de ingresos bajos y medios, especialmente varones jóvenes.

El 90% de las muertes por incidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos- medios.

Se estima que para el año 2030, los incidentes de tránsito pasarán del noveno sitio al quinto sitio como causa de muerte en el mundo, y más del 90 % de esas muertes ocurrirán en los países de ingreso medio y bajo. En Argentina, se registran los siguientes datos:

- 40 mil personas mueren por año, 25% por colisiones vehiculares.
- 120 mil discapacitados permanentes.
- 3 mil discapacitados transitorios.

La atención prehospitalaria e intrahospitalaria adecuada puede determinar la diferencia entre la vida y la muerte, la discapacidad temporal y otra permanente o entre vida productiva o vida en pobreza y con asistencia social.

TRAUMA

Al trauma se lo define como el daño intencional o no intencional al organismo debido a la brusca exposición a fuentes o concentraciones de energía mecánica, química, térmica eléctrica o radiante que sobrepasan su margen de tolerancia, o la ausencia de elementos esenciales para la vida como el calor y el oxígeno ⁽¹⁾.

Los daños intencionales se caracterizan por su carácter deliberativo y por la violencia que las genera. Son las lesiones pueden ser producidas por:

- Homicidios.
- Suicidios.
- Guerras.
- Actos terroristas.

El daño no intencional se produce por inseguridad vial en la mayoría de los casos en países con diferentes niveles de desarrollo, las caídas, las que se producen en el trabajo, en situaciones de recreación, en escuelas o en domicilios.

Las lesiones pueden estar asociadas a:

- Energía mecánica: las caídas, las producidas por armas blancas o de fuego, o por las colisiones vehiculares en incidentes de tránsito.
- Energía química: las quemaduras producidas por compuestos químicos.
- Energía térmica: las quemaduras por exposición a altas temperaturas de diverso origen (sol, fuego).
- Energía eléctrica: las electrocuciones por energía eléctrica de variada tensión tanto domiciliaria como laboral, o por impacto de rayos.
- Energía radiante, producidas por los efectos de la radiación ionizante.

Además, la ausencia de calor puede producir hipotermia, ya sea localizada (pie de trinchera, congelaciones) o generalizada (exposición a frío ambiental, sumersión en aguas heladas), y la ausencia de oxígeno se observa en los ahogamientos, ahorcamientos o casi ahorcamientos y en el síndrome de inhalación de humo en incendios.

El cuerpo humano se lesiona cuando expuesto a cualquier fuente de energía, ve superado su margen de tolerancia o está privado de elementos esenciales para la vida. La magnitud y características del daño van a depender de:

- La intensidad de la fuente de energía.
- El tiempo de exposición a la misma.
- Las características del paciente.

Existe una amplia variedad de causas que provocan diversas lesiones que son las que se presentan frecuentemente en la práctica prehospitalaria y hospitalaria ⁽²⁾ (Figura 5).



Figura 5. Causas de lesiones traumáticas.

En el año 1979 se inaugura el Curso de Soporte Vital Avanzado en Trauma (ATLS) y en el año 1983 se inaugura el Curso de Soporte Vital Avanzado en Trauma Prehospitalario (PHTLS) con los siguientes objetivos:

- Brindar un sistema adecuado de respuesta en la atención.
- Generar la formación del recurso humano con una sistemática unificada con un mismo lenguaje a nivel mundial.

● El trauma, una enfermedad

Una enfermedad se define como una entidad nosológica caracterizada por dos de los siguientes criterios:

- Uno o más agentes etiológicos reconocidos.
- Un grupo identificable de síntomas y signos.
- Alteraciones anatómicas constantes y particulares.

Esta visión, permite identificar en el trauma las siguientes características:

- Etiología: alguna forma de energía, o ausencia de calor y oxígeno.
- Signos y síntomas: identificables para cada traumatismo: cráneo, cuello, tórax, abdomen, pelvis, miembros, etc.
- Alteración anatómica constante: edema, contusión, hemorragia, laceración.

A diferencia de otras enfermedades en las que entre la exposición al agente causal y el daño transcurre un período de tiempo entre la acción de la causa y el desarrollo de la enfermedad como puede ser una enfermedad infecciosa o una enfermedad vascular como la enfermedad coronaria, en el trauma, entre la exposición y el daño hay un período corto de tiempo.

El abordaje del problema como una enfermedad obliga a abordar el problema con políticas públicas de prevención con causas identificadas que disminuyan el impacto social de este terrible flagelo.

El trauma, un incidente

El accidente se define como “un hecho que sucede por azar o por causas desconocidas” y un incidente como “un hecho desafortunado por falta de atención, despreocupación o ignorancia, que no es una parte inevitable de la vida de las comunidades ni de las personas”. Entonces se puede decir que el trauma no intencional es siempre previsible y prevenible.

Los hechos y las lesiones se producen como resultado de una cadena de acontecimientos y circunstancias en la que siempre se puede intervenir para evitarlas o mitigar sus consecuencias.

Como la mayoría de las muertes por trauma son evitables se deben considerar como incidentes.

Los mecanismos implicados en el trauma sirven para sospechar y entender las lesiones que presentan los pacientes. Hay que tener en cuenta que existen lesiones que no son evidentes, pero implican suma gravedad.

Las lesiones que no son evidentes (afectan órganos internos) pero si son graves pueden ser fatales si no se manejan en la escena y en el traslado al centro de trauma adecuado.

En la escena del incidente y durante el traslado del paciente, se pueden manejar lesiones de las que se tienen sospecha para brindar la atención más adecuada y evitar producir más daño. Se debe realizar una valoración en el lugar del incidente (prehospitalario) para predecir lesiones del paciente y dar esa información en el sitio donde será recibido.

Saber dónde mirar y cómo valorar las lesiones es tan importante como saber qué hacer después de encontrar las lesiones. Una historia clínica completa y precisa del incidente traumático y una interpretación adecuada de los datos proporcionará esa información.

La cinemática ⁽³⁾ es el proceso de análisis del incidente para determinar qué fuerzas y movimientos están implicados y qué lesiones pueden haber provocado esas fuerzas.

“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”.

En los traumatismos, la anamnesis es la historia del impacto y el intercambio de energía que se produce como resultado del impacto. Comprender este proceso lleva a la sospecha del 95% de las lesiones posibles.

● Evento traumático y sus fases

La primera fase (pre-evento) incluye todos los sucesos que preceden al incidente, como los aspectos del paciente, incluyendo antecedentes médicos preexistentes y condiciones médicas agudas que condicionan la evaluación y el manejo del paciente.

La segunda fase del evento se inicia en el momento del impacto entre un objeto en movimiento, y un segundo objeto. Este último puede estar en movimiento o detenido y tratarse de un objeto o una persona. En todos los tipos de choques se intercambia energía entre un objeto en movimiento y el tejido del cuerpo humano, o entre el cuerpo humano en movimiento y un objeto inmóvil.

Las consideraciones importantes para la evaluación son:

- La dirección en la que ocurre el intercambio de energía.
- La cantidad de energía que se intercambia.
- El efecto que tienen esas fuerzas en el paciente.

Existen variables asociadas al evento traumático, como por ejemplo:

- Variables asociadas a la cinemática del trauma.

- Mecanismo del trauma.
- Cantidad de energía intercambiada.

- Variables asociadas con el individuo.

- Edad, comorbilidades.
- Consumos de drogas.
- Patología intercurrente.
- Ubicación del paciente en el vehículo.

En la fase post-evento, la información tomada del choque y de la fase pre-evento se utiliza para evaluar y manejar al paciente. Esta fase se inicia cuando se absorbe la energía del choque.

El inicio de las complicaciones del trauma que ponen en riesgo la vida se pueden reducir o prevenir en parte con el cuidado proporcionado en la escena y en el trayecto de traslado al hospital. En esta fase son fundamentales para la evaluación del paciente:

- Comprender la cinemática del trauma.
- Tener alto índice de sospecha de las lesiones.
- Aplicar las habilidades en la evaluación.

Dos aspectos fundamentales a saber son los mecanismos de intercambio de energía y la anatomía humana, que permiten comprender los efectos de las fuerzas que producen lesiones en el cuerpo.

El conocimiento de la cinemática sirve para evaluar en la inspección de la escena que fuerzas y movimientos estuvieron presentes y que lesiones podrían esperarse por el resultado de esas fuerzas. Algunos principios fundamentales de la física nos permiten comprender el intercambio de energía.

■ Leyes de la energía y movimiento

La primera ley del movimiento de Newton (o inercia) establece que un cuerpo en reposo permanecerá en reposo y un cuerpo en movimiento permanecerá en movimiento a menos que sobre ellos actué una fuerza externa.

Cuando se produce un choque y el cuerpo del paciente está en movimiento, hay tres colisiones:

- La primera: el vehículo del choque que golpea un objeto en movimiento o estacionado.
- El segundo: el paciente golpea el interior del vehículo.
- El tercero: los órganos internos del paciente interactúan con las paredes de los distintos compartimientos del organismo o se desgarran de sus estructuras de soporte.

Un ejemplo de aplicación de esta ley es cuando un paciente viaja en un automóvil sin ponerse el cinturón de seguridad. Si el automóvil choca contra un poste y se detiene, el paciente sigue en movimiento, con la misma tasa de velocidad hasta que golpea con las estructuras del habitáculo (tablero, volante y parabrisas). El impacto con estas estructuras detiene el movimiento hacia delante de la cabeza y cuerpo, pero los órganos internos continúan en movimiento hasta que golpean el interior de estructuras como el cráneo, tórax, abdomen y pelvis, que detienen su movimiento.

La ley de conservación de la energía combinada con la segunda ley del movimiento de Newton escribe que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma o cambia de forma.

Cuando un automóvil se encuentra en movimiento, para detener al mismo se deben aplicar los frenos. Cuando el conductor presiona los frenos, la energía del movimiento se convierte en calor (energía térmica) cuando las pastillas de frenos impactan contra los discos de freno y los neumáticos, contra la superficie por donde se desplaza. Así se logra desacelerar y detener el automóvil.

La tercera ley de movimiento de Newton sostiene que para cada acción o fuerza existe una reacción igual u opuesta.

De la misma manera en que la energía mecánica de un automóvil que choca contra una pared se disipa por la deformación de la estructura de la trompa y otras partes del vehículo, la energía del movimiento de los órganos y las estructuras del cuerpo deben disiparse según estos órganos detienen su movimiento hacia adelante.

Los mismos conceptos se aplican a cualquier parte del cuerpo humano que esté detenido y se pone en contacto e interactúa con un objeto en movimiento como una herida de arma blanca, de fuego o un golpe con un palo.

La energía cinética depende de la masa y la velocidad del objeto. Aunque técnicamente no son lo mismo, el peso de la víctima se usa para representar a la masa. De la misma manera, la rapidez se emplea para representar la velocidad (la cual es rapidez y dirección). La relación entre el peso y la rapidez afectan la energía cinética de la siguiente manera:

$$\text{Energía cinética} = \text{masa}/2 \times \text{Velocidad al cuadrado}$$

Aquí encontrará ejemplos de esta fórmula aplicada:

$$68 \text{ Kg}/2 \times (48 \text{ Km/h})^2 = 78.336$$

$$78 \text{ Kg}/2 \times (48 \text{ Km/h})^2 = 82.944$$

$$68 \text{ Kg}/2 \times (64 \text{ Km/h})^2 = 139.264$$

Una persona de 68 kilos de peso que se desplaza en un vehículo a 48 kilómetros por hora tendría una energía de 78.336 unidades que tendría que convertir en otra forma cuando se detuviera. Ese cambio adquiere la forma de daño al vehículo y lesiones en la persona que está en su interior, a menos que la disipación de energía pueda tomar una forma menos dañina, como en el cinturón de seguridad o en la bolsa de aire del airbag.

En el segundo cálculo, si aumenta el peso de la persona (78 kilogramos) aumenta la energía a la misma velocidad, pero si se incrementa la velocidad (64 Km/h) hay un aumento mucho mayor de la energía. Es decir, el incremento de la velocidad incrementa la energía cinética mucho más que el incremento de la masa (la velocidad aumenta en forma exponencial y la masa en forma lineal), por lo tanto, la energía cinética es velocidad dependiente. Un impacto a alta velocidad produce un mayor intercambio de energía y por lo tanto mayor daño en el vehículo como en el ocupante en comparación con uno de baja velocidad. En la anticipación de las lesiones ocurridas durante un choque a alta velocidad, las fuerzas del evento son igual a la fuerza transferida o disipada al final del evento.

$$\text{Masa} \times \text{aceleración} = \text{fuerza} = \text{masa} \times \text{desaceleración}$$

Otro factor importante en un choque es la distancia de frenado. Cuanto menor sea la distancia de frenado y más rápida la tasa de ese frenado, mayor será la energía que se transfiere al ocupante y habrá mayor daño o lesión para el paciente.

Un automóvil que choca y golpea una pared de ladrillos y cemento versus otro que se detiene usando los frenos disipan la misma cantidad de energía, sólo de diferente manera. La tasa de intercambio de energía (dentro del cuerpo del automóvil o dentro de los discos de freno) es diferente y se presenta a una distancia y tiempo diferentes.

En el primer ejemplo, la energía se absorbe a una distancia muy corta y en un tiempo muy breve al deformarse la estructura del automóvil. En el segundo caso, la energía se absorbe a una distancia y en un tiempo mayores por el calor de los frenos. El movimiento hacia adelante del ocupante del automóvil (su energía) es absorbida en el primer ejemplo por la lesión de los tejidos blandos y los huesos del ocupante. En el segundo caso, la energía se disipa, junto con la energía del vehículo, en los frenos.

Esta relación inversa entre la distancia de frenado y la lesión se aplica a las caídas. Una persona tiene mayor probabilidad de no lesionarse o sobrevivir a una caída si aterriza sobre una superficie compresible como la arena. La misma caída sobre una superficie dura como puede ser una vereda de material, puede producir lesiones más graves.

El material compresible como la arena aumenta la distancia de frenado y absorbe un poco de energía, en lugar de que todo el cuerpo de la víctima absorba toda la energía.

Este principio se aplica a otros eventos traumáticos como el choque. Un conductor sin tener colocado el cinturón de seguridad tendrá lesiones más graves que un conductor con sujeción del mismo. El sistema de sujeción (cinturón de seguridad unido al vehículo), absorberá una porción significativa de la transferencia de energía.

Una vez que un objeto está en movimiento y tiene energía en la forma de movimiento, para que éste termine en reposo total o se detenga, el objeto debe perder energía convirtiéndola en otra forma de energía o transfiriéndola a otro objeto. Si un automóvil impacta a un peatón, este es lanzado lejos del vehículo. La mayor fuerza del vehículo imparte una mayor aceleración al peatón, cuyo peso es más ligero, que la que pierde en velocidad debido a la diferencia de masas entre los dos. Además, las partes más blandas del cuerpo del peatón versus las más duras del automóvil también originan mayor daño en el peatón que en el vehículo.

■ Intercambio de energía entre un cuerpo sólido y el cuerpo humano

Cuando el cuerpo humano choca contra un objeto sólido, o viceversa, el número de partículas de los tejidos corporales que resultan impactados por el objeto sólido determinan la cantidad de intercambio de energía que tiene lugar. Esta transferencia de energía determina la cantidad de daño o lesión que le ocurre al paciente.

El número de partículas del tejido afectadas está determinado por la densidad (partículas por volumen) del tejido y el tamaño del área de contacto del impacto.

● Densidad

Cuanto más denso es un tejido, mayor será el número de partículas golpeadas por un objeto en movimiento y, por lo tanto, mayor será la tasa y la cantidad total de intercambio de energía. Golpear con el puño de la mano cerrado un colchón a la misma velocidad que golpear una pared de ladrillo y cemento produce diferentes efectos en la mano.

El puño absorbe más energía al chocar la pared densa de ladrillo y cemento que con el colchón que es menos denso (Figura 6).

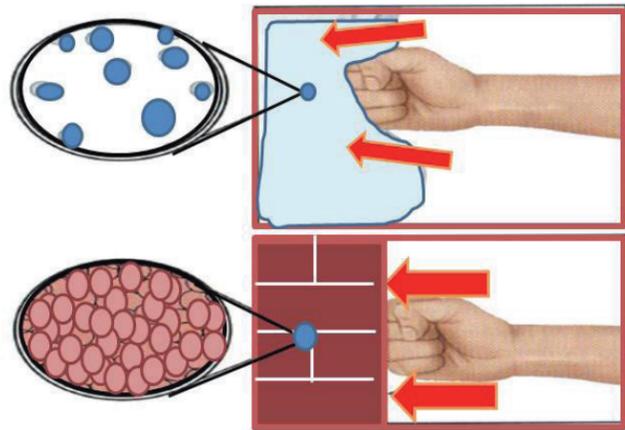


Figura 6. Diferentes densidades y absorción de energía.

El cuerpo humano tiene tejidos de diferente densidad:

- La mayor parte de los pulmones y algunas porciones de las vísceras huecas como el intestino tienen densidad aire.
- El músculo y la mayoría de los órganos sólidos como riñón, hígado y bazo tienen densidad agua.
- El hueso tiene densidad sólida.

Por lo tanto, la cantidad de energía intercambiable y su lesión resultante dependerá de qué tipo de órgano sea impactado.

● Área de contacto

Para los eventos traumáticos, la energía impartida y el daño resultante se modifican mediante cualquier cambio en el tamaño del área de superficie del impacto. La superficie de impacto de un choque de un automóvil con una víctima es diferente a la superficie de impacto de una bala, en este último caso es mucho menor.

La cantidad de intercambio de energía que producirá una lesión al paciente depende de la energía del objeto y la densidad del tejido en la trayectoria del intercambio de energía. Si todo el impacto de energía está en un área pequeña y esta fuerza excede la resistencia de la piel, el objeto es forzado a través de la piel como sucede con un impacto de bala. Si se disemina la fuerza contra una superficie más grande como ocurre entre el impacto de un choque de un automóvil contra un peatón la fuerza se disemina a lo largo de la superficie.

Esto también permite comprender la generación de diversos tipos de lesiones traumáticas. En el caso de los traumas contusos la fuerza se disemina sobre una superficie más amplia y no penetra la piel y en el caso de los traumas penetrantes, la fuerza es aplicada sobre un área pequeña, el objeto puede penetrar la piel y los tejidos debajo de ella.

● Cavitación

El impacto en las partículas de un tejido acelera dichas partículas lejos del punto del impacto. Estos tejidos se ponen en movimiento y chocan contra otras partículas de tejido de modo que se produce un efecto “dominó”. Cuando un objeto sólido golpea el cuerpo humano o cuando éste se encuentra en movimiento y golpea un objeto inmóvil, las partículas del tejido del cuerpo humano son sacadas de su posición normal, lo que se crea es dicho sitio es una cavidad y este proceso se denomina cavitación.

Este tipo de intercambio de energía se presenta tanto en el trauma contuso como en el trauma penetrante.

Se crean dos tipos de cavidades:

- Cavidad temporal

Se origina por estiramiento de los tejidos al momento del impacto. Debido a las propiedades elásticas de los tejidos, parte o todo el contenido de la cavidad temporal regresa a su posición previa.

El tamaño, la forma y las porciones de la cavidad que se convierten en parte del daño permanente depende del tipo de tejido, la elasticidad de éste y que tanto rebote haya tenido el tejido. La extensión de esta cavidad por lo general no es visible cuando el paciente es evaluado en la atención prehospitalaria.

- Cavidad permanente

Queda después del colapso de la cavidad temporal, y constituye la parte visible de la destrucción tisular. Además, se produce una cavidad por impacto directo del objeto contra el tejido. Estos dos tipos de cavidades permanentes pueden ser vistas al evaluar el paciente en el prehospitalario. El tamaño de la cavidad temporal que queda como cavidad permanente se relaciona con la elasticidad de los tejidos involucrados. Cuanto mayor elasticidad menor es la cavitación que se va a producir.

● Física balística

- La física balística se divide en 3 componentes:

- Interna.
- Externa.
- Terminal (herida).

De estos, la balística terminal es la principal preocupación de los médicos de emergencia, pero el conocimiento de los otros componentes puede llegar a ser un recurso valioso para entender el patrón de lesión.

Conceptualmente, la ciencia de la balística es relativamente simple, pero la simplificación excesiva puede conducir a conclusiones erróneas (por ejemplo, pensar erróneamente que las balas son estériles debido a su temperatura).

● Balística interna

La balística interna describe el camino del proyectil desde la recámara al final del cañón del arma. El rango diferente de presiones generadas desde la combustión de la pólvora es lo que distingue las diversas armas. Los rifles pueden resistir más presión que una pistola, y una pistola puede resistir más presión que una escopeta.

El "rifling" o estriado, es un surco helicoidal tallado en la luz interna del barril, que imparte un giro en la bala para evitar la desviación del camino de un proyectil. Clínicamente hablando, la balística interna tiene poca relevancia para tratar el daño tisular aparte de notar que los avances tecnológicos han llevado a más rápido, más proyectiles precisos que pueden permitir que el proyectil impartir más energía en su objetivo.

● Balística externa

La balística externa describe el proyectil del punto cuando deja el barril hasta que golpea su objetivo, es decir el estudio del proyectil en vuelo. Si bien este aspecto de la balística se presta a aspectos más tradicionales de la física, se puede dividir en los dos componentes que tienen el mayor efecto en un proyectil: la gravedad y la resistencia.

Los efectos de la gravedad pueden ser visualizados por la trayectoria de cualquier objeto en vuelo (curva parabólica). Aunque todos los objetos caerán al suelo en la misma velocidad, las rondas más rápidas tienen una trayectoria más plana, lo que hace son más fáciles de apuntar y, por lo tanto, son más precisos.

La resistencia al paso de un objeto que viaja a través de aire afecta el rango descendente de velocidad del proyectil. La resistencia puede limitarse con una bala más aerodinámica, con una configuración alargada, estrecha y puntiaguda.

● Balística terminal

La balística terminal (o herida) es el componente de la balística que estudia la interacción de la penetración de proyectiles con el tejido vivo, y por lo tanto es el principal interés de un médico de emergencia. La herida por misiles ocurre por dos mecanismos primarios, descrito por las cavidades creadas por el misil:

- La cavidad permanente.
- La cavidad temporal.

Como una bala penetra la piel, aplasta y destruye el tejido en su camino (creando una cavidad permanente) mientras imparte simultáneamente una onda de choque que se irradia hacia afuera desde este camino. Esta onda de choque hace que el tejido se estire y corte hacia afuera, seguido por colapso posterior y reverberación.

El tamaño de la cavidad permanente está determinado por el calibre de la bala y sus fragmentos correspondientes.

La cavidad temporal es transitoria, que dura solo milisegundos, y su tamaño es determinado por la velocidad de la bala.

A mayor velocidad se crean cavidades temporales más grandes, de hasta 10-30 veces el tamaño de la cavidad permanente originada por la bala (Figura 7).

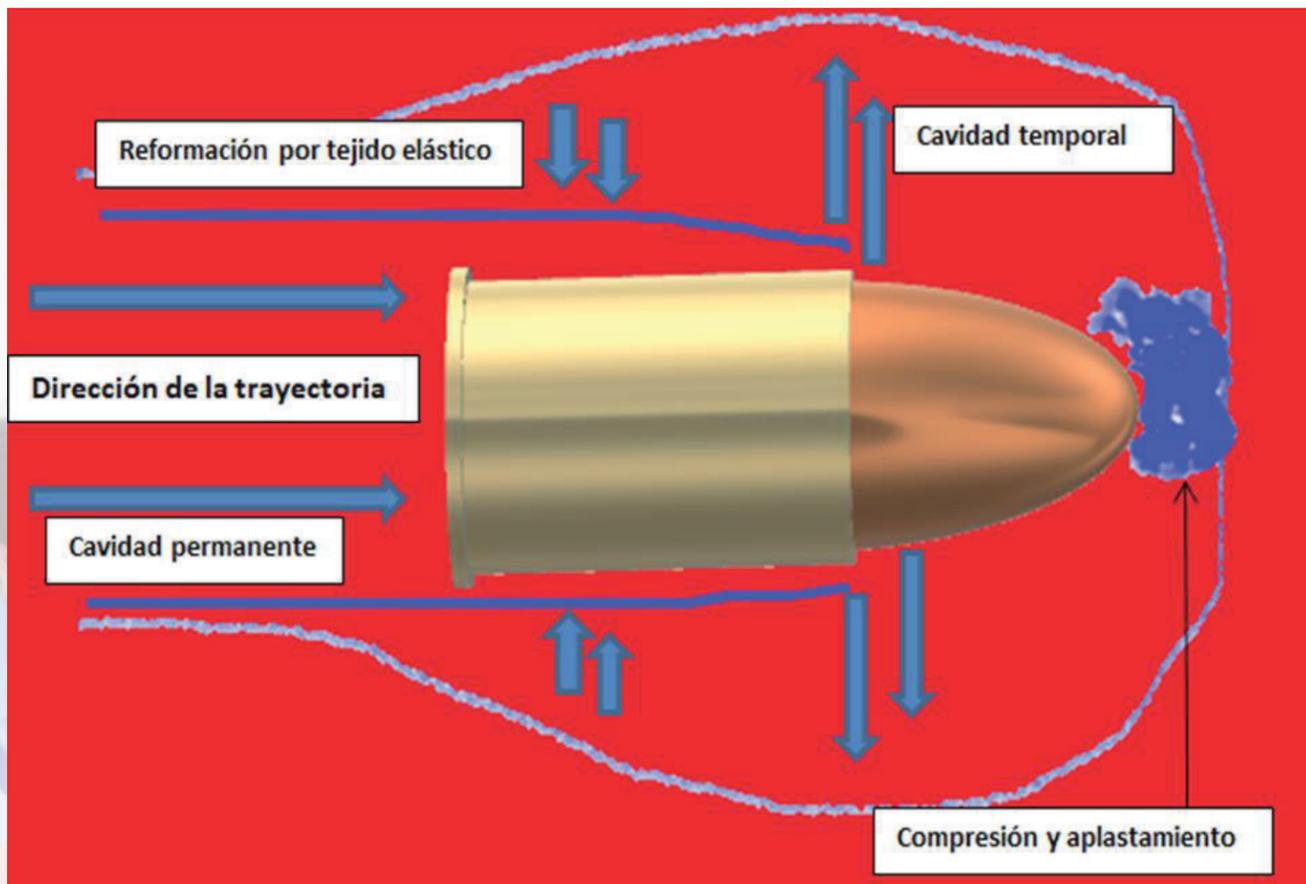


Figura 7. Cavidad temporal y permanente en una herida de bala.

Hay tres principios relevantes para apreciar la extensión del mecanismo de heridas:

- La energía de transferencia.
- Las zonas de lesiones.
- Las heridas secundarias.

Cuando una bala golpea la piel, el proceso de transferencia de energía comienza. La capacidad de la bala para transferir su energía cinética es el principal determinante de daño tisular. Aunque importante, la velocidad del proyectil no es el único ni el factor dominante en la transferencia de energía, como en las heridas vistas por escopeta de baja velocidad y pistolas de punta hueca.

Las zonas de lesión están conceptualmente vinculadas a los mecanismos de herida por balística:

La primera zona es la cavidad permanente, que es la principal cavidad de la herida, con tejido muerto y aplastado.

La segunda zona es la de contusión, que consiste en tejido adyacente que rodea la cavidad permanente. El tejido aquí está en un estado inflamatorio. Se forma edema y se rodea de un entorno inflamatorio con mediadores y desechos celulares.

La tercera zona es la de conmoción o cavidad temporal. El daño aquí se produce por estiramiento, cizallamiento o compresión y es dependiente de la cavidad en la que viaja el misil y el contenido del tejido. Tejidos inelásticos como hueso, hígado y cerebro son muy susceptibles a las lesiones porque tienen poca capacidad intrínseca para disipar la energía transferida incluso si están alejados de la vía de lesión primaria.

Las heridas secundarias son causadas por balas, así como por infecciones de las heridas. Las heridas secundarias por balas ocurren cuando el proyectil golpea y rompe un objeto y acelera una parte de ese objeto a través del tejido adyacente. Ejemplos de lesión secundaria son fragmentos de huesos u objetos tales como ropa o botones. Estos objetos secundarios tienden a moverse a velocidades mucho más lentas, pero pueden ser igualmente destructivas si dañan los tejidos vitales adyacentes.

Contrariamente a la creencia popular, las balas no son estériles debido al calor que retienen. A medida que una bala viaja a través del tejido, se crea un vacío cuando se forman cavidades permanentes y temporales. Este vacío atrae fuentes potencialmente infecciosas como ropa, suciedad y flora de la piel. Otro inóculo potencial debe incluir componentes del cartucho y fragmentos de hueso desvitalizados.

CLASIFICACIÓN DE TRAUMA

Los traumatismos se clasifican en general en contuso o penetrante. En ambos tipos de trauma el intercambio de energía y las lesiones son en general similares. En ambos se produce cavitación; sólo el tipo y la dirección son diferentes. La única diferencia real es la penetración de la piel.

Si la energía entera de un objeto se concentra en una pequeña área de la piel, es probable que la piel se desgarre y el objeto ingrese al cuerpo y genere un intercambio de energía más concentrado a lo largo de la trayectoria. Esto puede dar como resultado un poder destructivo mayor en un área. Un objeto más grande cuya energía se dispersa sobre un área de piel mucho más grande podría no penetrar la piel. La lesión se distribuiría en un área más grande del cuerpo y el patrón de lesión sería menos localizado.

La cavitación en el trauma contuso suele ser sólo una cavidad temporal y se dirige lejos del punto del impacto. El trauma penetrante ocasiona tanto una cavidad temporal como una permanente. La cavidad temporal que se crea se dispersa lejos de la trayectoria de la bala en dirección tanto frontal como lateral.

■ Traumatismo contuso

Aquí se analizará los efectos mecánicos y estructurales de un vehículo en un choque y luego los efectos internos en los órganos y estructuras del cuerpo.

Las observaciones en la escena de las probables circunstancias que llevaron al choque que ocasionó un trauma contuso proporcionan pistas claves sobre:

- Tipo de lesiones.
- Posibles órganos involucrados.
- Gravedad de las mismas.

Los elementos a evaluar son:

- Dirección del impacto.
- Daño externo del vehículo.
- Daño interno del vehículo.

En el trauma contuso hay dos fuerzas involucradas en el impacto: de desgarro y compresión, las cuales pueden producir cavitación.

El desgarro es el resultado de que una estructura u órgano o parte de ellas cambie de velocidad más rápido que otra estructura u órgano o parte de ellos. Esta diferencia en aceleración o desaceleración causa que las partes se separen y se desgarren. Un ejemplo de este tipo de lesión se produce cuando una brusca desaceleración produce un desgarro en la aorta torácica en su parte ascendente y su arco que son móviles mientras que la aorta descendente esta fija unida a la columna.

La compresión es el resultado de que una estructura u órgano o parte de ellos sea presionado en forma directa entre órganos y estructuras. Un ejemplo de este tipo de lesión sería la compresión del páncreas en un impacto anterior del abdomen contra el interior de la pared anterior y vísceras del abdomen anterior y la columna vertebral.

Si una colisión es el intercambio de energía que se produce cuando una fuerza de energía (en general un objeto sólido) impacta en el organismo, se puede decir que en el trauma contuso se suceden tres colisiones:

La primera es la colisión entre el vehículo y otro objeto.

La segunda colisión se presenta cuando el ocupante golpea el interior del compartimiento de pasajeros o golpea la tierra al final de una caída o es golpeado por la fuerza que genera una explosión.

La tercera colisión ocurre cuando las estructuras internas dentro de las distintas regiones del cuerpo (cabeza, tórax, abdomen) golpean la pared de esa región o son desgarradas de su medio de fijación o compartimiento.

● Colisión por vehículos automotores

Representan las causas más frecuentes de trauma contuso. Los choques con este tipo de vehículos pueden ser de varios tipos:

- Impacto frontal
- Impacto trasero
- Impacto lateral
- Impacto rotacional

● Volcadura

- Impacto frontal

Cuando un vehículo golpea un poste de frente en el centro de la trompa del automóvil, el sitio de impacto detiene su movimiento hacia adelante, pero el resto del vehículo continúa hacia adelante hasta que la energía se absorba por la deformación del vehículo. Este mismo tipo de movimiento lo tiene el conductor que ocupa el asiento del automóvil.

El volante fijo por su eje es golpeado por el tórax anterior que sufre también una deformación absorbiendo energía. Al detenerse la pared anterior del tórax su movimiento hacia adelante contra el volante, la pared posterior del tórax continúa moviéndose deformándose y absorbiendo energía. Esto puede producir varias lesiones como fracturas costales, compresión del corazón y pulmones.

La magnitud del daño del vehículo indica la velocidad aproximada de éste al momento del impacto. Cuanto mayor sea la invasión del cuerpo por el vehículo mayor fue la velocidad en el momento del impacto. Cuanto mayor sea la velocidad del vehículo, mayor será el intercambio de energía y habrá más probabilidad de que los ocupantes resulten lesionados.

Aunque el vehículo detiene súbitamente su movimiento hacia adelante en un impacto frontal, el ocupante continúa moviéndose y sigue dos posibles trayectorias, hacia arriba o hacia abajo. (Figura 8 y 9).

El uso de cinturón de seguridad o la activación del airbag absorben parte de la energía, lo que disminuye parte de la lesión de la víctima. Ahora analizaremos ambas trayectorias del ocupante considerando que no están con medios de sujeción, situación que no es infrecuente en la práctica.

- Trayectoria hacia arriba y por encima

En esta situación el movimiento del ocupante es hacia adelante, continúa hacia arriba y sobre el volante. La cabeza suele ser la parte que golpea primero el parabrisas o el marco del mismo o el techo del habitáculo. De esta manera se detiene el movimiento de la cabeza.

El tronco continúa su movimiento hasta que la energía es absorbida por la columna vertebral. La región cervical es la parte más sensible y menos protegida de la columna. El tórax y/o el abdomen chocan contra el volante dependiendo de la posición del tronco. El impacto del tronco produce lesiones de la caja torácica, corazón, pulmones y de la aorta.

El impacto del abdomen contra el volante puede producir lesiones de órganos sólidos, ruptura de órganos huecos o del diafragma. Los órganos sólidos como los riñones, bazo e hígado pueden sufrir desgarros cuando el abdomen golpea el volante y se detiene en forma abrupta.



Figura 8. Impacto frontal.



Figura 9. Impacto frontal.

- Trayectoria hacia abajo y por debajo

En esta trayectoria el ocupante se mueve hacia adelante, por debajo y fuera del asiento hacia el tablero. El pie, colocado sobre el suelo o en el pedal del freno con la rodilla en ángulo recto, puede girar, mientras que el movimiento continuado del tronco angula y fractura la articulación del tobillo.

Sin embargo, en la mayoría de los casos las rodillas están ya flexionadas y la fuerza no se dirige contra el tobillo, de forma que son las rodillas las que golpean contra el tablero. En la rodilla existen dos puntos posibles de impacto contra el tablero, la tibia y el fémur. Si la tibia golpea contra el tablero y se detiene primero, el fémur seguirá moviéndose y pasará por encima de ella.

El resultado será una luxación de rodilla con rotura de los ligamentos, los tendones y otras estructuras de soporte.

Dado que la arteria poplítea está en íntimo contacto con la articulación de la rodilla, la luxación de esta suele asociarse a la lesión vascular. La arteria poplítea puede desgarrarse por completo o romperse su revestimiento interno (íntima). En cualquiera de los casos, se formará un coágulo en el vaso lesionado, con la consiguiente reducción del flujo sanguíneo a los tejidos de la pierna situados por debajo de la rodilla.

El reconocimiento precoz de estas posibles lesiones vasculares alertará al médico de la necesidad de valorar los vasos de esta región. Si bien casi todos estos pacientes tienen signos de lesión en la rodilla, la impresión en el tablero donde impactó la rodilla es un indicio fundamental de que la articulación y las estructuras adyacentes recibieron una cantidad importante de energía.

Cuando el punto de impacto es el fémur, la diáfisis absorbe la energía, por lo que puede romperse. Cuando el fémur permanece intacto, el movimiento continuo hacia delante de la pelvis sobre el hueso puede hacer que su cabeza se deslice, lo que da lugar a una luxación posterior de la articulación acetabular. Cuando las rodillas y las piernas interrumpen su desplazamiento hacia delante, la parte superior del cuerpo puede rotar hacia delante, en dirección al volante o al tablero.

Por tanto, la víctima puede sufrir muchas de las lesiones descritas antes en la trayectoria ascendente y por encima.

Los patrones de lesión a sospechar en impacto frontal son:

- Fractura de columna cervical.
- Tórax inestable anterior.
- Contusión miocárdica.
- Neumotórax.
- Disrupción traumática de la aorta.
- Fractura de bazo o hígado.
- Fractura /luxación posterior de cadera y/o rodilla.

- Impacto trasero

Las colisiones por detrás se producen cuando un vehículo que se mueve más lento o que está parado es golpeado desde detrás por un vehículo que se desplaza a mayor velocidad. Al vehículo que se desplaza más rápido lo llamamos «vehículo proyectil» y el objeto más lento o parado lo llamamos «vehículo diana».

En estas colisiones la energía del vehículo proyectil en el momento del impacto se convierte en daños para ambos vehículos y aceleración del vehículo diana. Cuanto mayor sea la diferencia del impulso entre los dos vehículos, mayor será la fuerza del impacto inicial y más energía estará disponible para causar daños y aceleración.

En el impacto, el vehículo delantero experimenta una aceleración hacia delante. Todo lo que esté sujeto al chasis se desplazará también hacia delante a la misma velocidad. Los objetos que no estén anclados dentro del vehículo, incluidos sus ocupantes, empezarán un movimiento hacia delante sólo después de que algo en contacto con el chasis empiece a transmitir la energía del movimiento del chasis a los objetos u ocupantes.

Por ejemplo, el torso se acelera por el asiento después de que una parte de la energía haya sido absorbida por los resortes de los asientos.

Si el reposacabezas está colocado detrás y por debajo del occipucio de la cabeza, la cabeza empezará a desplazarse hacia delante después que el torso cuando entre en contacto con el reposacabezas. Esto puede causar la hiperextensión del cuello. (Figura 10).

El cizallamiento y la distensión de los ligamentos y otras estructuras de soporte, sobre todo de la región anterior del cuello, pueden ocasionar lesiones. Si el reposacabezas está bien situado, la cabeza se desplazará aproximadamente al mismo tiempo que el torso con hiperextensión. Si el vehículo puede moverse sin interferencias hasta detenerse poco a poco, será probable que el ocupante no sufra lesiones porque gran parte del movimiento del cuerpo es soportado por el asiento, de una forma parecida a la entrada de un astronauta en la órbita.

Sin embargo, si el vehículo choca con otro vehículo u objeto o si el conductor pisa el freno y lo detiene bruscamente, los ocupantes seguirán moviéndose hacia delante y se producirá el patrón característico de la colisión con impacto frontal. En este caso, la colisión supone dos impactos, uno posterior y otro frontal. El doble impacto aumenta las probabilidades de lesión.

Los patrones de lesión a sospechar en impacto trasero son:

- Lesión de columna cervical, latigazo.
- Lesión de tejido blando del cuello.

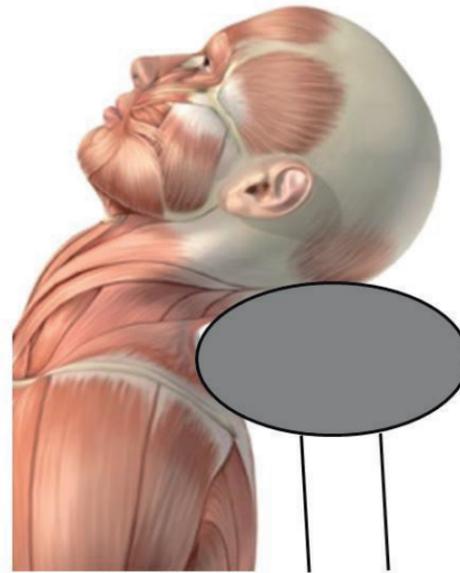


Figura 10. Hiperextensión en impacto trasero.

- Impacto lateral

Los mecanismos del impacto lateral intervienen cuando un vehículo está implicado en una colisión en un cruce o cuando el vehículo se sale de la calzada e impacta contra un poste, árbol o cualquier otro obstáculo del margen del camino.

Si la colisión se produce en un cruce, el vehículo diana es acelerado tras el impacto en una dirección que tiende a alejarlo de la fuerza creada por el vehículo proyectil.

La parte lateral o la puerta del coche serán empujadas contra el lado del ocupante y los ocupantes podrán sufrir lesiones porque se aceleran en sentido lateral o porque el compartimento del acompañante se deforma hacia dentro por la proyección de la puerta.

Las lesiones causadas por el movimiento del vehículo serán menos graves si el acompañante está fijo y se mueve con el movimiento inicial del vehículo (Figura 11 y 12).



Figura 11. Intrusión de la puerta en impacto lateral.

En los impactos laterales, cinco regiones del cuerpo son susceptibles de lesionarse:

- **Clavícula:** La clavícula se puede comprimir y fracturar si la fuerza se imprime contra el hombro (Figura 12).



Figura 12. Impacto lateral y fractura de clavícula.

- **Tórax:** La compresión de la pared torácica (Figura 13) hacia dentro puede causar fracturas de las costillas, contusión pulmonar o lesiones por compresión de los órganos sólidos situados debajo de la parrilla costal por debajo del diafragma, además de lesiones por exceso de presión (neumotórax). Las lesiones por cizallamiento de la aorta pueden asociarse a una colisión lateral.

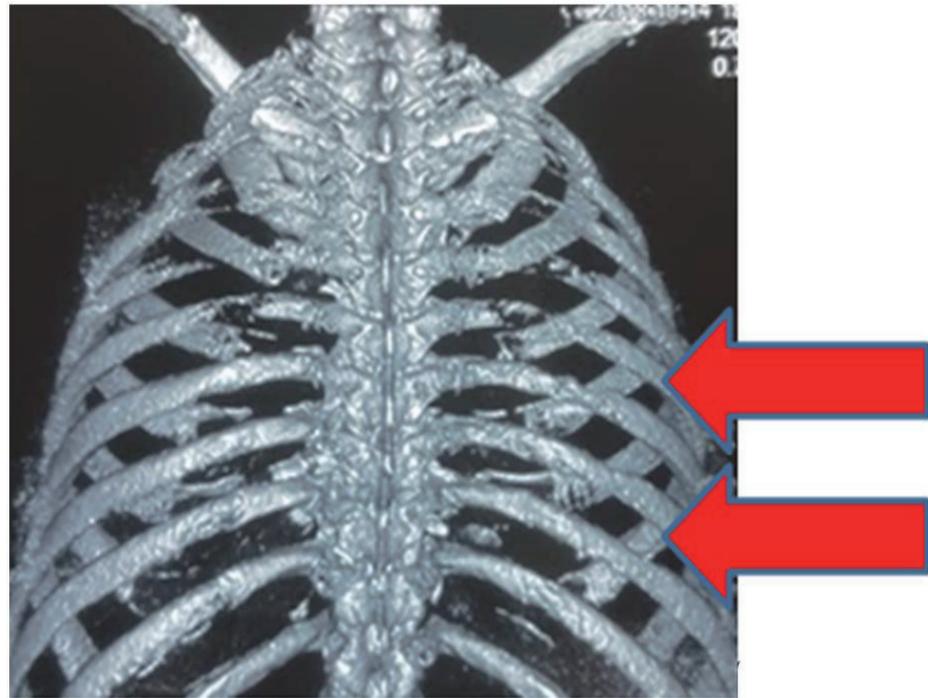


Figura 13. Impacto lateral y compresión costal.

- **Abdomen/pelvis:** La intrusión del vehículo comprime y fractura la pelvis y empuja la cabeza del fémur contra el acetábulo. Los ocupantes del lado del conductor pueden sufrir lesiones esplénicas, ya que el bazo está situado en el lado izquierdo del cuerpo, mientras que los del lado opuesto tienen más probabilidades de sufrir lesiones hepáticas.
- **Cuello:** El tronco puede moverse con respecto a la zona inferior de la cabeza tanto en las colisiones laterales como en los golpes traseros. El punto de anclaje de la cabeza es posterior e inferior al centro de gravedad de la cabeza, de forma que el movimiento de la cabeza en relación con el cuello es la flexión lateral y la rotación. Este movimiento puede fracturar las vértebras o con más probabilidad determinar un desplazamiento de las carillas articulares con luxación de las mismas.
- **Cabeza:** La cabeza puede golpearse contra el marco de la puerta. Los impactos laterales cercanos producen más lesiones que los lejanos.

Los patrones de lesión a sospechar en impacto lateral son:

- Esguince de cuello contralateral
- Fractura de columna cervical
- Tórax inestable lateral
- Disrupción traumática de la aorta
- Ruptura diafragmática
- Ruptura de bazo, hígado y/o riñón dependiendo del lado del impacto
- Fractura de pelvis o acetábulo
- Lesión de columna cervical

- Impacto rotacional

Las colisiones con impacto rotacional tienen lugar cuando un ángulo del vehículo choca contra un objeto inmóvil, el ángulo de otro vehículo o con un vehículo que se mueve a menor velocidad o en dirección opuesta al primero. Según la primera ley del movimiento de Newton, la esquina o ángulo del vehículo se detendrá, mientras que el resto del vehículo continuará moviéndose hacia adelante hasta que toda su energía se transforme y se detenga.

Las lesiones que aparecen en las colisiones por impacto con rotación son combinaciones de las observadas en las colisiones con impactos frontal y lateral. La víctima continúa moviéndose hacia adelante y después recibe el golpe por el lado del vehículo (como en una colisión lateral) ya que el vehículo rota alrededor del punto del impacto.

Las lesiones más graves afectan al pasajero más próximo al punto de impacto.

- Vuelta de campana o volcadura o vuelco

Durante las vueltas de campana (Figura 14), el vehículo puede sufrir varios impactos desde ángulos muy distintos y lo mismo sucede con los cuerpos y los órganos internos de sus ocupantes. Cada uno de estos impactos puede provocar lesiones y daños. En este tipo de colisiones, los pasajeros sujetos suelen sufrir lesiones por cizallamiento debidas a las importantes fuerzas creadas por el vehículo que da vueltas.

Aunque las sujeciones mantienen seguros a los ocupantes, los órganos internos se mueven y pueden separarse de las zonas de tejido conjuntivo, sin embargo, las lesiones más graves afectan a los pasajeros no sujetos. En la mayoría de los casos, los ocupantes resultan lanzados fuera del vehículo cuando éste gira y pueden ser aplastados si pasa sobre ellos o sufren lesiones por el impacto contra el suelo. Si salen despedidos al camino, pueden ser atropellados por otros vehículos. Los pacientes expulsados del habitáculo tienen alta mortalidad.

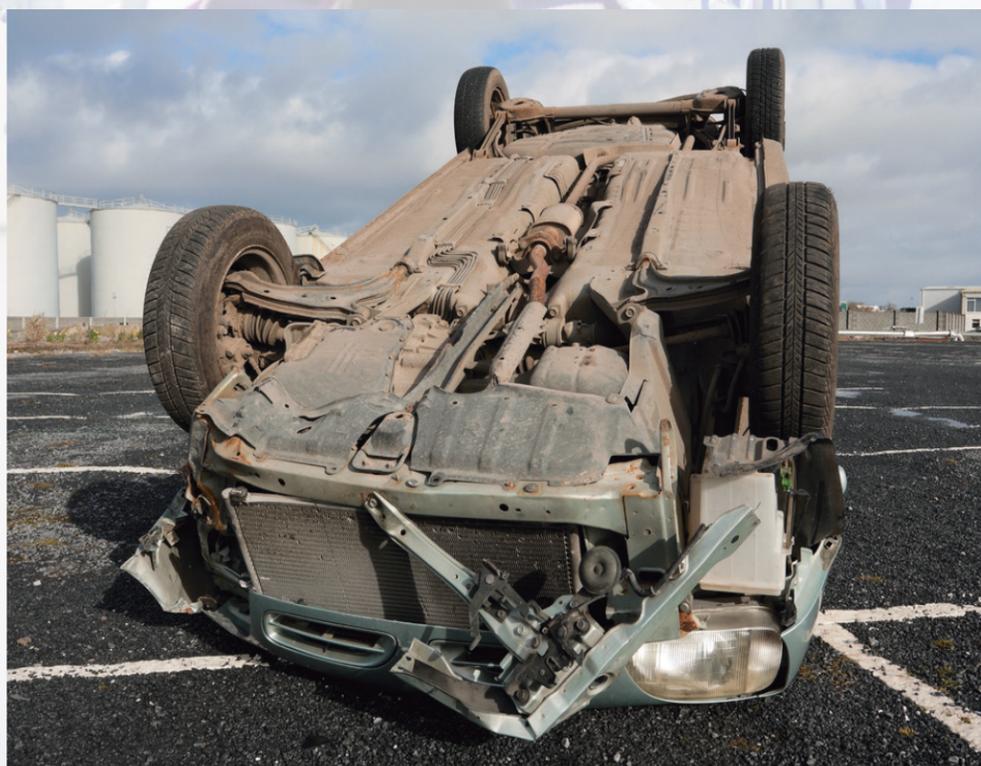


Figura 14. Vuelco de automóvil.

- Incompatibilidad del vehículo

Los tipos de vehículos implicados en la colisión tienen gran importancia para las posibles lesiones y el fallecimiento de sus ocupantes. Cuando se produce un choque lateral entre dos vehículos sin airbags, los ocupantes del coche que recibe el impacto lateral tienen más riesgo de morir que los ocupantes del vehículo responsable del golpe.

Esto se puede explicar en gran medida por la relativa falta de protección de la cara lateral del vehículo en comparación con la mayor deformación que se puede producir en la parte frontal del vehículo antes de que se hunda hacia el compartimento del ocupante.

Sin embargo, cuando el vehículo que recibe un impacto lateral (de un coche) es una furgoneta o un camión, el riesgo de muerte de los ocupantes es casi idéntico para todos los ocupantes de los vehículos implicados.

Por tanto, las furgonetas y los camiones aportan una protección adicional a los pasajeros porque sus asientos están más elevados respecto del suelo que en un coche y los ocupantes reciben un impacto menos directo tras una colisión lateral.

Se ha demostrado que las lesiones son más graves y los acompañantes tienen un mayor riesgo de fallecer cuando un coche recibe un impacto lateral de una furgoneta o un camión. Esta diferencia se explica porque el centro de gravedad está más alto y la masa de la furgoneta o el camión es mayor.

Conocer el tipo de vehículo en el cual estaban los implicados en un incidente puede permitir al personal prehospitalario mantener un elevado índice de sospecha sobre las lesiones graves.

● Sistemas de protección y sujeción de los ocupantes

- Cinturones de seguridad

En los patrones de lesión antes descritos se suponía que las víctimas no iban sujetas, como lamentablemente suele suceder frecuentemente. Hay fuerte evidencia de que el uso de los cinturones de seguridad salva vidas. Si un cinturón de seguridad está bien colocado, la pelvis y el tórax absorberán la presión del impacto, por lo que las lesiones graves serán escasas o nulas y si las hay siempre menores comparadas con una víctima sin sujeción.

El uso adecuado del cinturón de seguridad:

- Transfiere la fuerza del impacto desde el cuerpo del ocupante al cinturón y al sistema de sujeción.
- Disminuye en gran medida la probabilidad de sufrir una lesión potencialmente mortal.
- 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 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.

Para ser eficaces, los cinturones de seguridad deben estar bien colocados. Un cinturón mal puesto no protege de las lesiones en caso de choque e incluso puede provocarlas.

Cuando los cinturones abdominales están muy flojos o se sitúan por encima de las espinas ilíacas anteriores, pueden aparecer lesiones por compresión de los órganos abdominales blandos. Estas lesiones (bazo, hígado y páncreas) se deben a la compresión que tiene lugar entre el cinturón de seguridad y la pared abdominal posterior. El aumento de la presión dentro del abdomen puede provocar la rotura del diafragma y una herniación de los órganos abdominales.

Dado que las partes superior e inferior del tronco giran sobre las vértebras dorsal 12 y lumbares L1 y L2, que están sujetas, pueden producirse fracturas anteriores por compresión. Nunca deben llevarse sólo cinturones de seguridad abdominales. Muchos ocupantes de vehículos siguen colocándose la tira diagonal del cinturón incorrectamente por debajo del brazo y no sobre el hombro.

- Airbags o bolsas de aire

Estos dispositivos junto a los cinturones de seguridad aportan una mayor protección. Originalmente se desarrollaron sistemas frontales para los asientos del conductor y el acompañante con los que se amortiguaba el movimiento hacia delante únicamente de estos ocupantes delanteros.

Estas bolsas absorben la energía lentamente, aumentando la distancia de frenado del cuerpo. Son muy eficaces en la primera colisión con impactos frontales y casi frontales (del 65% al 70% de los choques que ocurren en un abanico de 30° centrado en los faros delanteros). Dado que muchos airbags se desinflan inmediatamente después del impacto, no son efectivos en las colisiones con impactos múltiples o con impacto posterior.

Un airbag se infla y desinfla en 0,5 segundos. Si el vehículo vira y entra en el trayecto de otro que llega o sale del camino y choca con un árbol, el airbag no funcionará. Los airbags laterales aumentan la protección para los ocupantes. Cuando el airbag se infla, puede ocasionar lesiones menores pero visibles que el profesional de la asistencia prehospitalaria debe tratar. Consisten en abrasiones de brazos, tórax y cara, cuerpos extraños en la cara y los ojos y lesiones de los ocupantes que llevan anteojos.

● Choques en motocicletas

Los accidentes de motocicleta son responsables del mayor número lesionados y muertes relacionadas con vehículos de motor cada año. Los mecanismos de lesión son algo distintos de los que ocurren en las colisiones de automóviles y camiones. Estas variaciones afectan a diversos tipos de impacto: frontal o de cabeza, angular o con eyección.

• Impacto frontal o de cabeza

En una colisión frontal contra un objeto sólido, el movimiento hacia delante de la motocicleta se detiene, ya que su centro de gravedad está situado por encima y por detrás del eje delantero, que actúa como punto de giro en estas colisiones. La motocicleta se inclina hacia delante y el pasajero choca contra el manubrio.

El motociclista puede sufrir lesiones en la cabeza, el tórax, el abdomen o la pelvis, dependiendo de la parte del cuerpo que golpee contra el manubrio.

Si los pies se mantienen en los estribos de la moto y los muslos golpean con el manubrio, el movimiento hacia delante será absorbido por la parte media de las diáfisis femorales, lo que suele provocar fracturas bilaterales de estos huesos.

Las fracturas pélvicas en libro abierto suelen presentarse como resultado de la colisión de la pelvis del paciente con el manubrio de la moto.

• Impacto angular

En una colisión con impacto angular, la motocicleta choca contra un objeto con el que forma un ángulo. La moto cae sobre el motociclista o hace que este quede aplastado entre el vehículo y el objeto contra el que chocó. Pueden producirse lesiones de los miembros superiores o inferiores con fracturas, así como extensas lesiones de las partes blandas. Debido al intercambio de energía, las lesiones pueden afectar también a los órganos abdominales.

- Impacto de eyección

Dada la falta de sujeciones, el motociclista puede ser eyectado o expulsado de su moto. El motociclista continuará volando hasta que su cabeza, brazos, tórax, abdomen o piernas choquen con otro objeto, por ejemplo, con otro vehículo, un poste telefónico o el mismo camino. Muchos motociclistas no utilizan una protección adecuada (principalmente casco) por lo que, si impactan con la cabeza, este será la primera zona en absorber la energía. Las lesiones surgirán en el punto del impacto y se irradiarán al resto del cuerpo a medida que la energía se vaya absorbiendo.

- Lesiones en los peatones

Los choques entre peatones y vehículos tienen tres fases distintas, cada una de las cuales se asocia a un patrón de lesión específico:

- El impacto inicial se produce contra las piernas y a veces contra las rodillas.
- El tronco gira sobre el capó del vehículo y puede llegar a golpear el parabrisas.
- La víctima cae al suelo separada del vehículo, en general chocando primero con la cabeza, lo que además puede ocasionar un traumatismo de la columna cervical.

Las lesiones producidas en los peatones varían según la altura de la víctima y la del vehículo. Los lugares de impacto en niños y adultos son diferentes: debido a su menor altura, los niños reciben el primer golpe en una parte más alta del cuerpo, en comparación con los adultos.

En general, este primer impacto ocurre cuando el paragolpes golpea las piernas (por encima de las rodillas) o la pelvis del niño, lesionando el fémur o la cintura pélvica.

El segundo impacto es casi inmediato y sucede cuando la parte frontal del capó del vehículo golpea el tórax del niño. La cabeza y la cara chocan contra el frente o la parte superior del capó. Los tamaños y pesos menores de los niños hacen que a veces no sean despedidos del vehículo, como suele suceder con los adultos (Figura 15). En estos casos, el niño puede ser arrastrado por el vehículo mientras aún se encuentra parcialmente bajo su parte delantera.

Si el niño cae hacia un lado, una rueda anterior podrá pasar sobre sus piernas. Si el niño se cae de espaldas y queda totalmente bajo el vehículo podrá ocurrir casi cualquier tipo de lesión. Si el pie estaba apoyado en el suelo en el momento del impacto, el niño recibirá el intercambio de energía en la parte superior de la pierna, la cadera y el abdomen. Esta energía desplazará las caderas y el abdomen alejándolas del impacto. La parte superior del tórax se desplazará después igual que el pie apoyado. La importante angulación en el lugar del impacto puede causar fracturas en la columna y el fémur.

Para complicar las lesiones todavía más, es posible que el niño se haya desplazado hacia el coche por curiosidad, lo que determina la exposición de la parte anterior del cuerpo y la cara a las lesiones, mientras que los adultos tratan de escapar y suelen recibir el golpe en su parte posterior o lateral.

En general, los adultos reciben primero el golpe del paragolpes del vehículo en la parte inferior de las piernas, con fracturas de la tibia y el peroné, y dirigen las piernas por debajo de la pelvis y el tronco. Cuando la víctima cae hacia delante, la pelvis y la parte superior del fémur chocan contra el frente del capó del vehículo. Dado que el abdomen y el tórax caen hacia delante, golpean contra la parte superior del capó. Este segundo impacto importante puede provocar:

- Fracturas de la parte superior del fémur.
- La pelvis.
- Las costillas y la columna.
- Lesiones intrabdominales e intratorácicas graves.

Las lesiones de la cabeza y la cara dependen de la habilidad de la víctima para protegerse con los brazos. Si la cabeza del atropellado choca contra el capó o si la víctima continúa moviéndose sobre este, de forma que su cabeza golpee contra el parabrisas, podrá sufrir lesiones de la cara, la cabeza y la columna vertebral.

El tercer impacto tiene lugar cuando la víctima cae del vehículo y choca contra el pavimento. En ese momento puede sufrir un golpe en un lado del cuerpo, la cadera, el hombro y la cabeza. El traumatismo craneoencefálico suele ocurrir cuando la víctima choca con el vehículo o con el pavimento y ha de tenerse en cuenta en todos los casos.

Como los tres impactos producen movimientos violentos y bruscos del tronco, el cuello y la cabeza, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe suponer siempre una inestabilidad de la columna.

La valoración del mecanismo de lesión debe incluir la confirmación de si la víctima, tras golpearse con el asfalto, fue atropellada de nuevo por un segundo vehículo que viajara próximo o detrás del primero. Al igual que en los adultos, los niños atropellados suelen sufrir algún tipo de traumatismo craneoencefálico.

Debido a las fuerzas bruscas y violentas que actúan sobre la cabeza, el cuello y el tronco, se debe tener una elevada sospecha de lesiones de la columna cervical. El conocimiento de la secuencia específica de los impactos múltiples que ocurren en los atropellos de peatones por vehículos de motor y de las múltiples lesiones que en ellos aparecen resulta esencial para realizar una valoración inicial y determinar el tratamiento adecuado de cada paciente.

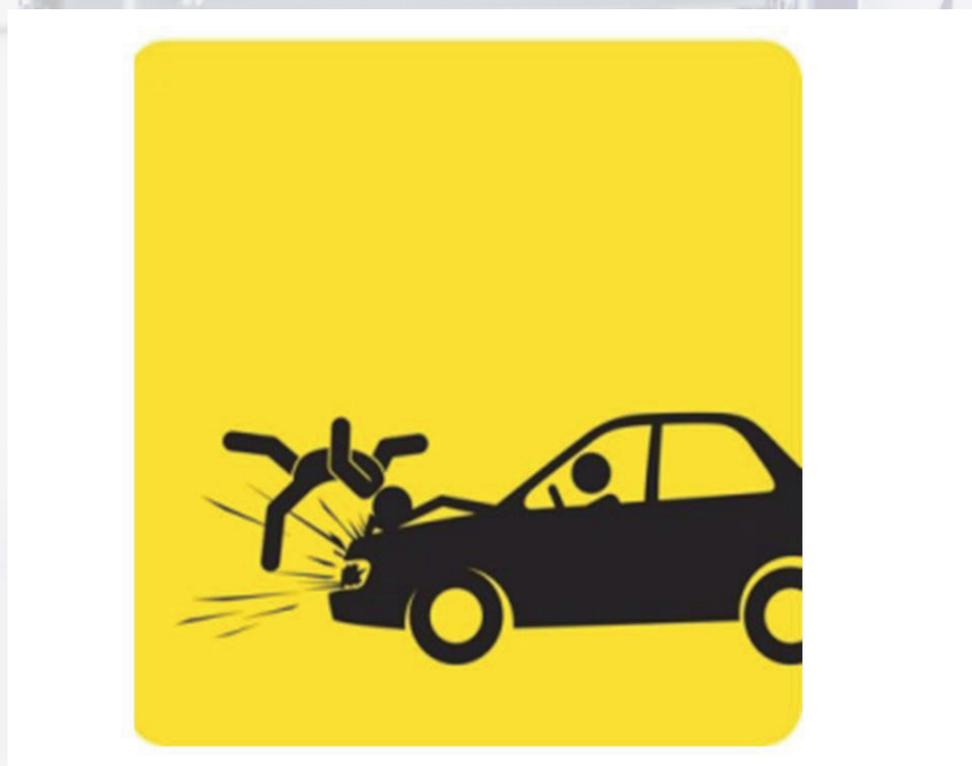


Figura 15. Impacto al peatón adulto.

● Caídas

Las víctimas de caídas también pueden sufrir lesiones de varios impactos. Forman parte de la valoración de la cinemática de las caídas:

- La estimación de la altura de la cual cayó la víctima.
- La superficie sobre la cual aterrizó y se frenó la víctima.
- La parte del cuerpo golpeada por primera vez.

Las víctimas que se caen desde alturas mayores muestran una mayor incidencia de lesiones porque la velocidad aumenta conforme caen.

En general, las caídas desde una altura tres veces superior a la altura de la víctima son graves. El tipo de superficie contra la que golpea la víctima y, en especial, su grado de compresibilidad (capacidad para deformarse gracias a la transferencia de energía) también influyen en la distancia de frenado.

El patrón de la lesión en la cual los pies por delante que contactan primero se llama síndrome de Don Juan. Este síndrome se asocia a:

- Fracturas bilaterales del calcáneo.
- Fractura de los tobillos.
- Fractura de la parte distal de las tibias y los peronés.

Cuando se aterriza sobre los pies y el movimiento se detiene, la siguiente parte del cuerpo que absorbe la energía son las piernas, lo que puede dar lugar a fracturas de las rodillas, los huesos largos y las caderas. El cuerpo se comprime por el peso de la cabeza y el tronco, que siguen moviéndose, y puede provocar fracturas de las regiones dorsal o lumbar de la columna vertebral.

En cada una de las curvas cóncavas de la columna en forma de S ocurre una hiperflexión, que puede dar lugar a lesiones por compresión en el lado cóncavo y lesiones por distracción en el convexo. Se dice a menudo que estas personas se han roto la «S».

Cuando una persona cae sobre las manos extendidas, el resultado podrá ser una fractura de Colles bilateral de las muñecas, hombros y clavículas.

Si la víctima no aterriza sobre los pies, el profesional de la asistencia prehospitalaria deberá valorar la parte del cuerpo que golpeó primero, determinar la trayectoria del desplazamiento de energía y establecer el patrón de las lesiones.

Si la víctima cae sobre la cabeza con el cuerpo casi en línea, tal como sucede habitualmente en las zambullidas en aguas poco profundas, todo el peso y la fuerza del tronco, la pelvis y las piernas en movimiento comprimirán la cabeza y la columna cervical, que puede fracturarse al igual que sucede en las colisiones con impacto frontal ascendente y por encima.

Trauma penetrante

Física del trauma penetrante

La energía cinética transmitida por un objeto que golpea a los tejidos del cuerpo se expresa mediante la fórmula siguiente: la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Este principio tiene gran importancia para el conocimiento de los traumatismos penetrantes.

Aunque una bala de plomo se encuentra en un cartucho recubierto de latón que está relleno de polvo explosivo, la bala no tiene fuerza alguna. Sin embargo, cuando el detonador explota, la pólvora se quema y produce gases que se expanden rápidamente y que se transforman en fuerza. Entonces, la bala sale del arma y se dirige hacia su diana.

Según la primera ley del movimiento de Newton, cuando esta fuerza actúa sobre el proyectil, la bala mantiene su velocidad y fuerza hasta que otra fuerza externa actúa sobre ella. Cuando la bala choca con algo, por ejemplo, un cuerpo humano, golpea a las células individuales del tejido. La energía (velocidad y masa) del movimiento de la bala se transforma en una energía que aplasta estas células y las separa (cavitación) de la trayectoria de la bala.

Factores que influyen en el tamaño del área frontal

Cuanto mayor es el área frontal del proyectil en movimiento, mayor es el número de partículas con las que choca y, por tanto, mayor es el intercambio de energía que se produce y también la cavidad creada. El tamaño de la superficie frontal de un proyectil depende de tres factores, que permiten analizar el intercambio de energía potencial. Ellos son:

- El perfil.
- La caída.
- La fragmentación.

El perfil se refiere al tamaño inicial del objeto y a si dicho tamaño cambia en el momento del impacto. El perfil, o área frontal, de un punzón es mucho menor que el de una masa, que a su vez es menor que el de un camión. Un proyectil de punta hueca se aplasta y deforma como consecuencia del choque con un cuerpo y, por tanto, adquiere un área frontal mucho mayor que la que tenía antes de cambiar su forma. Las balas de punta hueca se aplastan y amplían con el impacto. Esta modificación del perfil aumenta el área frontal, de forma que el número de partículas golpeadas es mayor y el intercambio de energía aumenta. La cavidad que se forma es más grande y las lesiones son mayores.

En general, cuando una bala viaja por el aire tras ser disparada por un arma, golpea menos partículas de aire y mantiene casi toda su velocidad cuando su área frontal se mantiene pequeña y aerodinámica gracias a su forma cónica. Si el proyectil choca con la piel y se deforma cubriendo un área mayor, el intercambio de energía será mucho mayor que si el área frontal no aumentara. Por tanto, el proyectil ideal debería conservar la forma mientras pasa por el aire y sólo deformarse tras impactar.

La caída (voltereta o vuelco) describe si el objeto cae y adopta dentro del cuerpo un ángulo distinto al que tenía en el momento de penetrar en él. El centro de gravedad de una bala en forma de cuña se encuentra más cerca de la base que de la punta. Cuando esta golpea contra algo, reduce su velocidad rápidamente.

El momento de fuerza continúa llevando la base de la bala hacia delante y el centro de gravedad trata de pasar al punto más delantero de la bala. Este movimiento provoca un desplazamiento de extremo sobre extremo en el diámetro mayor, caída o voltereta o vuelco. Cuando la bala cae, los lados normalmente horizontales se convierten en los bordes de progresión, con lo que el número de partículas golpeadas es mucho mayor que cuando el punto de avance es la punta de la bala. El intercambio de energía es mayor, con el consiguiente incremento de la lesión del tejido.

La fragmentación consiste en la rotura del objeto cuando penetra en el cuerpo. Hay balas que se fragmentan al salir del arma (escopeta) y otras que se fragmentan al entrar al cuerpo. A su vez ésta puede ser:

- De fragmentación activa: explosivo dentro de la bala que se detona dentro del cuerpo.
- De fragmentación pasiva: balas de punta blanda o con cortes verticales en la punta, y las que contienen múltiples municiones las cuales contienen muchos fragmentos pequeños que aumentan la lesión del cuerpo cuando se rompen y separan tras el impacto.

El área frontal de la masa de fragmentos producidos es mucho mayor que la de una sola bala sólida y la energía se dispersa con rapidez en los tejidos. Si el proyectil se rompe, los fragmentos se separarán, abarcando un área mayor, con las dos consecuencias siguientes:

- Aumenta el número de partículas de tejido golpeadas por la mayor proyección frontal.
- Las lesiones se distribuyen en una porción más amplia del cuerpo, ya que el número de órganos golpeados es mayor.

Los múltiples perdigones de un disparo de escopeta originan resultados similares. Las heridas por escopeta son un ejemplo excelente del patrón de lesiones por fragmentación.

● Niveles de energía y lesión

El daño causado en una herida penetrante se puede calcular mediante la clasificación del objeto penetrante en tres categorías según su capacidad energética:

- Armas de energía baja.
- Armas de energía media.
- Armas de energía alta.

Las armas de baja energía son las que se manejan con la mano, tales como cuchillos o punzones. Estos proyectiles sólo producen daños con sus puntas agudas o sus bordes afilados. Dado que son lesiones de baja velocidad, los traumatismos secundarios suelen ser escasos (es decir, la cavitación es menor).

Las lesiones de estas víctimas pueden preverse trazando la trayectoria del arma en el interior del cuerpo. Los varones tienden a clavar con el filo cortante de la hoja en el lado del dedo pulgar de la mano y con un movimiento ascendente o hacia dentro, mientras que las mujeres tienden a clavar hacia abajo y manteniendo el lado cortante de la hoja en el lado del meñique.

Un agresor puede apuñalar a su víctima y después mover el cuchillo dentro del cuerpo. Una sola herida de entrada puede dar una falsa sensación de seguridad. La herida de entrada quizá sea pequeña, pero las lesiones internas pueden ser amplias. El ámbito potencial de movimiento de la hoja introducida en el cuerpo es el área donde pueden aparecer las lesiones.

Es importante valorar la posibilidad de otras lesiones asociadas. El diafragma puede alcanzar la línea de los pezones en una espiración profunda. Una herida penetrante en la parte inferior del tórax puede lesionar tanto las estructuras dentro del tórax como dentro del abdomen.

Las armas de fuego pertenecen a dos grupos distintos, de energía media y de alta. Las de energía media son las pistolas y algunos rifles. A medida que aumenta la cantidad de pólvora en el cartucho, también lo hace la velocidad de la bala y, por tanto, su energía cinética. En general, las armas de media y alta energía no sólo lesionan directamente al tejido a lo largo del trayecto del proyectil, sino que también dañan los que se encuentran a los lados de la trayectoria.

Las variables de perfil, caída y fragmentación influyen en la magnitud y dirección de las lesiones. La presión sobre las partículas de tejido, que se desplazan separándose del recorrido del proyectil, comprimen y distienden el tejido adyacente. Las armas de energía media siempre producen una cavidad temporal cuyo tamaño suele ser tres a seis veces mayor que el área frontal del proyectil.

Las armas de alta energía son las de asalto, los rifles de caza y otras armas que disparan proyectiles de alta velocidad. Estos proyectiles no sólo producen una trayectoria permanente, sino que también crean una cavidad temporal mucho mayor que la asociada a los de velocidad menor. Esta cavidad temporal se expande mucho más allá de los límites del recorrido de la bala y lesiona un área mucho mayor de la que resulta evidente en la valoración inicial. La alteración de los tejidos es mucho más extensa con los objetos penetrantes de alta energía que con los de energía media.

El vacío creado por esta cavidad arrastra la ropa, las bacterias y otros restos desde el área adyacente hacia la herida. Un factor importante para predecir las lesiones originadas por un disparo de arma de fuego es la distancia a la que el arma (de energía media o alta) se dispara. La resistencia del aire reduce la velocidad del proyectil; por tanto, a mayor distancia, menores serán tanto la velocidad en el momento del impacto como las lesiones producidas.

La mayoría de los disparos se realizan a distancias cortas con pistolas, por lo que la probabilidad de lesiones graves es alta.

● Heridas de entrada y salida

Las lesiones de los tejidos se producen en:

- Lugar de entrada en el cuerpo.
- Trayecto del proyectil.

- Lugar de salida.

Para determinar la trayectoria de las lesiones resulta esencial conocer:

- La posición de la víctima.
- La posición del agresor.
- El arma utilizada.

La valoración de las heridas aporta una información muy útil para establecer el tratamiento del paciente y que debe transmitirse al servicio al que se traslada.

¿Indica el hallazgo de dos orificios en el abdomen de la víctima que un sólo proyectil entró y salió o que hay dos proyectiles en el interior del abdomen? ¿Cruzó el proyectil la línea media provocando lesiones de mayor gravedad o permanece en el mismo lado? ¿En qué dirección se desplazó el proyectil? ¿Qué órganos pueden encontrarse en su trayectoria?

La evaluación de la trayectoria es más importante que la evaluación de cuál es el orificio de entrada y salida. Las heridas de entrada y salida suelen mostrar, aunque no siempre, patrones identificables de lesión de las partes blandas.

Una herida de entrada de un disparo está apoyada en los tejidos subyacentes, pero las de salida no tienen sostén. La primera es redonda u ovalada, dependiendo del trayecto de entrada, mientras que la segunda es una herida estrellada.

Dado que el proyectil está girando cuando penetra en la piel, deja una pequeña zona de abrasión (de 1 a 2 mm de tamaño) de color negro o sonrosado, que no existe en la herida de salida.

Si el cañón estaba apoyado en la piel en el momento del disparo, los gases en expansión se introducen en el tejido y ocasionan una crepitación a la palpación. Estos gases calientes provocan una quemadura de la piel de 5 a 7 cm de diámetro, en una zona de 5 a 15 cm el humo se adhiere a la piel y en un área de 25 cm las partículas de pólvora en combustión tatúan la superficie cutánea con pequeñas zonas (de 1 a 2 mm) quemadas.

● Heridas por escopetas

Estas no son armas de alta velocidad pero si de alta energía y a una corta distancia pueden ser más letales que algunos rifles de mayor energía. La escopeta expulsa una gran cantidad de perdigones. La distancia desde donde se le dispara al paciente es la variable más importante en la evaluación de la víctima con variada tasa de mortalidad según el tipo de herida.

Las heridas se las clasifica en:

- Heridas de contacto

Se producen cuando el caño de la escopeta está tocando a la víctima en el momento en que se detona el arma. Se producen heridas circulares de entrada, las cuales pueden tener hollín o la impresión del caño de la escopeta. También es frecuente la abrasión o quemadura de los bordes de la herida, secundaria a elevadas temperaturas y la expansión de gases calientes. Las heridas de contacto por lo general producen una lesión tisular extendida y se asocian con una mortalidad elevada.

- Heridas a corta distancia

Las que se efectúan a menos de dos metros originan lesiones circulares, y probablemente tienen más hollín, pólvora o abrasiones alrededor de los márgenes que las lesiones de contacto.

Producen importantes lesiones en el paciente y los perdigones tienen energía suficiente para penetrar estructuras profundas.

- Heridas a distancia intermedia

Se caracterizan por la aparición de orificios satélites producidos por los perdigones que surgen del borde que rodea la herida de entrada central. Esto es resultado de la dispersión de los perdigones individuales desde la columna principal de disparo y por lo general se da a una distancia de 1,8 a 5,5 metros. Estas lesiones son una mezcla de heridas penetrantes profundas, heridas superficiales y abrasiones. Debido a las lesiones profundas, las víctimas de estas heridas pueden tener alta tasa de mortalidad.

- Heridas a larga distancia

Estas heridas rara vez son mortales. Se caracterizan por una diseminación típica causada por la extensión de los perdigones a una distancia mayor de 5,5 metros. Las lesiones son mayoritariamente superficiales, pero pueden involucrar zonas sensibles como los ojos.

- Lesiones por explosión

Los artefactos explosivos son armas más comúnmente usadas en el combate y en actos terroristas. Producen lesiones por múltiples mecanismos, algunos muy complejos.

La incidencia de las lesiones provocadas por explosiones es mayor en tiempo de guerra, pero también están aumentando en la vida civil a causa de las actividades terroristas y al incremento de incidentes con materiales peligrosos.

Las explosiones originan lesiones en el 70% de las personas que se encuentran en su vecindad, mientras que un arma automática utilizada contra un grupo del mismo tamaño sólo lesiona al 30%. Algunos lugares con un riesgo especial de explosiones son:

- Las minas.
- Los astilleros.
- Las plantas químicas.
- Las refinerías.
- Las fábricas pirotécnicas.
- Las factorías.
- Los elevadores de cereales.

No obstante, dado que muchos materiales volátiles se transportan en camiones o por vía férrea y que el gas doméstico y embotellado son habituales en los hogares, las explosiones pueden ocurrir casi en cualquier lugar.

Las explosiones son reacciones físicas, químicas o nucleares que son resultado de la liberación casi instantánea de grandes cantidades de energía en forma de calor y gas altamente comprimido de rápida expansión, capaz de impulsar los fragmentos a velocidades extremadamente altas.

Esta energía puede asumir varias formas y se generan ondas de choque diversas, donde la principal forma de lesión está dada por los fragmentos acelerados que pueden llegar a miles de metros de distancia.

Se pueden producir diversos tipos de lesiones, incluido el arrancamiento de los miembros. La mayor parte de las lesiones compatibles con la supervivencia suelen producirse en la superficie de contacto entre tejidos de distintas densidades y suelen afectar principalmente a los órganos que contienen gas, como el tímpano, los pulmones y menos frecuentemente el intestino.

Las lesiones primarias incluyen:

- Hemorragias pulmonares.
- Neumotórax.
- Embolia gaseosa.
- Perforaciones de las vísceras digestivas.

Las ondas de presión rompen y desgarran los pequeños vasos y membranas de los órganos que contienen gas (cavitación) y pueden lesionar también el sistema nervioso central; un signo clásico de las lesiones por explosiones primarias es la rotura del tímpano.

Estas ondas provocan graves alteraciones o la muerte sin signos externos de lesión.

Las causas más frecuentes de muerte tras la explosión inicial son:

- Paro cardiopulmonar.
- Lesiones pulmonares (se denominan «pulmón de las explosiones»).

La cinemática de las lesiones por explosiones es especial y permite distinguirlas de otros tipos de traumatismos.

La explosión puede dividirse en tres fases iniciales: primaria, secundaria y terciaria, y dos posteriores cuaternaria y quinaria. En cada una de ellas se producen lesiones de distintos tipos (Figura 16).

● Lesiones primarias

Las lesiones primarias se producen por la onda expansiva de la explosión que se desplaza a una velocidad hasta de 3.048 metros por segundo. Si el individuo está suficientemente cerca, la onda de choque inicial aumenta la presión en el cuerpo, produce estrés y ruptura en particular de los órganos llenos de gas como los pulmones y oídos.

Estas lesiones primarias son más frecuentes cuando la explosión se presenta en un espacio cerrado, debido a que la onda de explosión rebota en las superficies, por lo que aumenta el poder destructivo de las ondas de presión.

La muerte inmediata por barotrauma pulmonar se presenta con mayor frecuencia en los espacios cerrados que en los abiertos.

Las minas terrestres, dada su proximidad al cuerpo, producen cuando estallan lesiones devastadoras por la presión excesiva asociada a la explosión, con aparición de ondas de estrés que se propagan desde los pies al muslo. Las explosiones ocurridas bajo el agua también provocan lesiones por explosión primarias, ya que el aumento de la densidad y la menor compresibilidad del agua aumentan en gran medida el riesgo de lesiones.

● Lesiones secundarias

Las lesiones secundarias o por fragmentación tienen lugar cuando la víctima es golpeada por fragmentos primarios (partes del propio explosivo), fragmentos secundarios (partes del vehículo, cristales que vuelan, hormigón que cae y otros restos producidos por la explosión) o ambos. Las lesiones de este tipo comprenden:

- Heridas penetrantes.
- Fracturas.
- Laceraciones.

La clasificación de la causa de estas lesiones viene determinada por la localización y la gravedad de las mismas. Se suelen producir muchas heridas superficiales de la piel y las extremidades, pero las lesiones oculares y torácicas determinan más morbilidad y deben recibir mayor prioridad. Las lesiones oculares por los restos de metal o cristal volantes son una importante causa de morbilidad asociada a los fragmentos secundarios.

● Lesiones terciarias

Las lesiones terciarias se producen cuando la víctima:

- Es empujada contra un objeto.
- Recibe un golpe por un objeto/s de gran tamaño propulsado/s por la explosión (lesiones por traslación).
- Es aplastada por el hundimiento de la estructura asociado a la onda expansiva (no por la propia onda de presión de la explosión).

Estas lesiones afectan al punto del impacto y la fuerza de la explosión se transfiere a otros órganos del cuerpo a medida que estos absorben la energía del impacto. Son similares a las que suceden en los pasajeros despedidos de un vehículo y en las caídas desde alturas importantes.

Las lesiones terciarias suelen ser evidentes, pero el profesional de la asistencia prehospitalaria debe buscar lesiones asociadas según el tipo de impacto producido.

● Lesiones cuaternarias

Las lesiones cuaternarias son las producidas por el calor o el humo generados tras la explosión y pueden determinar:

- Quemaduras.

- Lesiones por inhalación
- Asfixia.

- Lesiones quínicas

Esta categoría es la más reciente e incluye los múltiples efectos sobre la salud derivados de aditivos presentes en las bombas, como, por ejemplo:

- Bacterias.
- Radiación.
- Sustancias químicas.
- Restos de tejido humano (esta clase de lesión se incorporó tras un ataque suicida con bomba en Israel, en el cual se identificaron fragmentos de hueso del suicida portador de la bomba, que quedaron incluidos en el cuerpo de las víctimas).

Además de las lesiones provocadas, estos materiales pueden tener consecuencias psicológicas e infecciosas potencialmente graves.

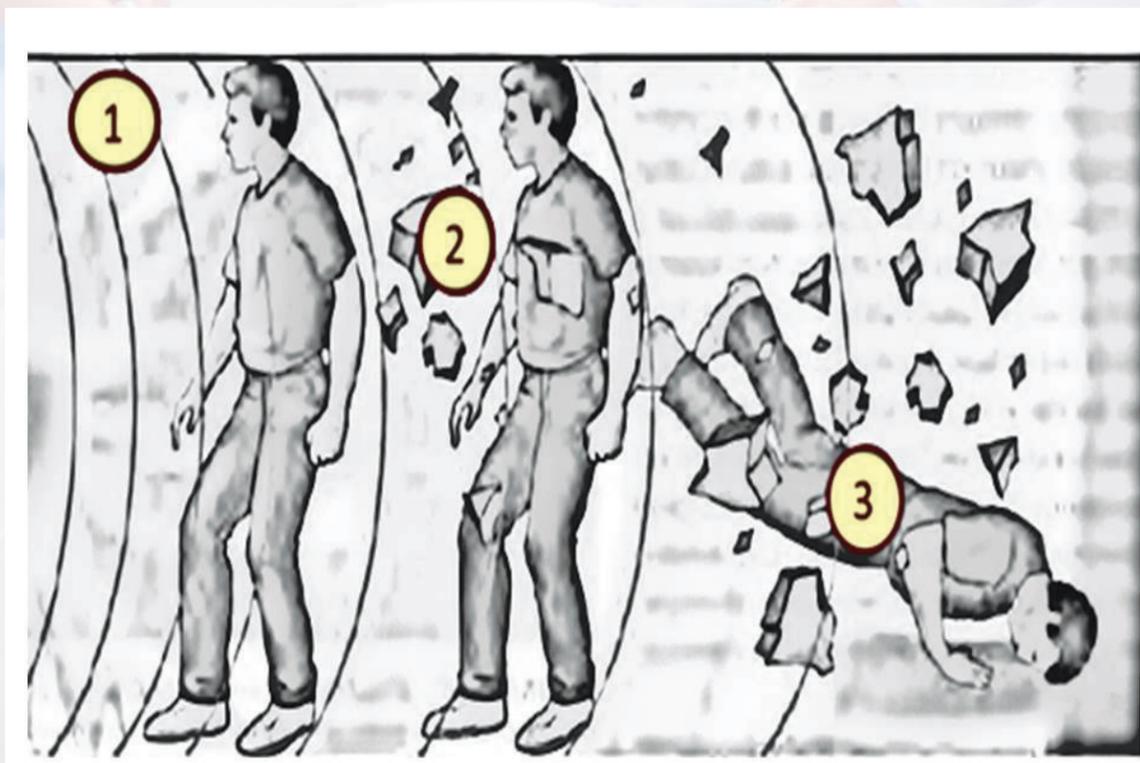


Figura 16. Lesiones primarias, secundarias y terciarias por explosión.

Hemos recorrido hasta aquí distintos conceptos de la cinemática del trauma que nos permiten comprender y realizar una valoración del paciente traumatizado para descubrir o sospechar lesiones graves o que ponen en riesgo la vida.

EVALUACIÓN INICIAL DEL PACIENTE POLITRAUMATIZADO A NIVEL PREHOSPITALARIO

A nivel prehospitalario, la sobrevida en trauma depende de una serie de factores, que son cruciales:

- La magnitud de la lesión inicial.
- El tiempo de transporte desde el sitio de trauma hasta el lugar de atención definitiva.
- La existencia de personal de rescate y de traslado entrenados.

Según el grado de severidad de las lesiones, se pueden reconocer tres grupos:

- Rápidamente mortales.
- Urgentes, con riesgo de muerte.
- Estables o compensadas.

■ Distribución trimodal de la muerte

Este concepto se refiere a que la muerte como consecuencia de una lesión ocurre en uno de los tres períodos o picos. (Figura 17).

El primer pico ocurre a escasos segundos o minutos del incidente y generalmente se debe a apnea por lesiones severas del encéfalo, de la parte alta de la médula espinal o de una ruptura cardíaca, aórtica o de grandes vasos. Muy pocos pacientes sobreviven debido a la severidad de las lesiones. Únicamente la prevención puede reducir en forma significativa este pico de muertes por trauma.

El segundo pico se presenta entre los minutos siguientes al trauma y las primeras horas que le siguen. Durante este período, las muertes se deben principalmente a:

- Hematomas subdurales y epidurales.
- Hemoneumotórax.
- Ruptura esplénica.
- Laceraciones hepáticas.
- Fracturas pélvicas.
- Presencia de otras lesiones múltiples asociadas a pérdidas significativas de sangre.

Este período es clave, dado que una atención prehospitalaria y hospitalaria adecuada disminuye la mortalidad de los pacientes.

El tercer pico, ocurre días o semanas después del traumatismo y, frecuentemente se debe a sepsis y a disfunción orgánica múltiple. El cuidado dado durante cada uno de los períodos anteriores, tiene impacto en los resultados durante esta etapa.

Las principales causas de muerte a nivel prehospitalario son:

- Las lesiones cerebrales y medulares altas: 50-55%.

- La exanguinación, lesiones torácicas, abdominales, pélvicas, grandes vasos, miembros y cuello: 30-40%.
- La obstrucción masiva de vías aéreas y/o hipoxia severa de otras causas: 10-15%.

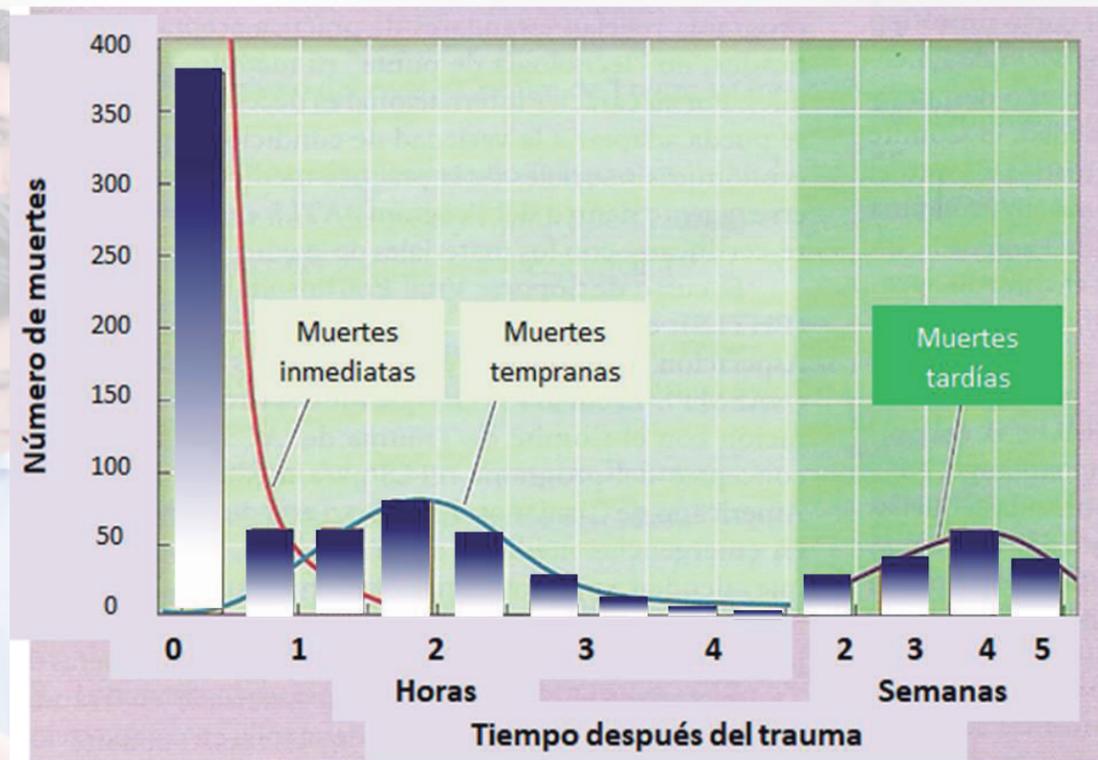


Figura 17. Distribución trimodal de la muerte por trauma.

El tiempo es vida

Existe un “período de oro o dorado” en la atención del trauma, tiempo crítico entre que ocurre la lesión y el cuidado definitivo que recibe el paciente.

Si un paciente presenta durante este período una o varias lesiones que ocasionen hemorragia con una inadecuada perfusión y oxigenación tisular y no se resuelve rápidamente, disminuyen significativamente las posibilidades de sobrevivir.

Originalmente se hablaba de hora dorada, pero hay lesiones que dan menos tiempo y otras un poco más, por lo que se habla de período de oro.

Cuando se realiza la atención prehospitalaria se debe reconocer la urgencia de una situación y transportar al paciente lo más rápido posible al lugar de tratamiento definitivo adecuado. Para llegar al lugar con el paciente se deben identificar las lesiones que ponen en peligro la vida del paciente, dar el cuidado esencial para salvarle la vida en escena y transportarlo con prontitud.

El tiempo medio a nivel urbano entre el incidente y el aviso al sistema de atención prehospitalaria y su llegada es de alrededor de 8 a 9 minutos.

El tiempo que se debe demorar en la escena en el lugar del incidente no debe superar los 10 minutos (llamado período o tiempo de platino).

El tiempo de traslado hasta centro de recepción del paciente traumatizado adecuado de 8 a 9 minutos.

Por lo tanto, se utilizan alrededor de 30 minutos del período de oro en toda esta fase de la atención prehospitalaria cumplimentando estrictamente estos tiempos. En la práctica real muchas veces estos tiempos son mayores y perjudican la evolución del paciente (Figura 18).

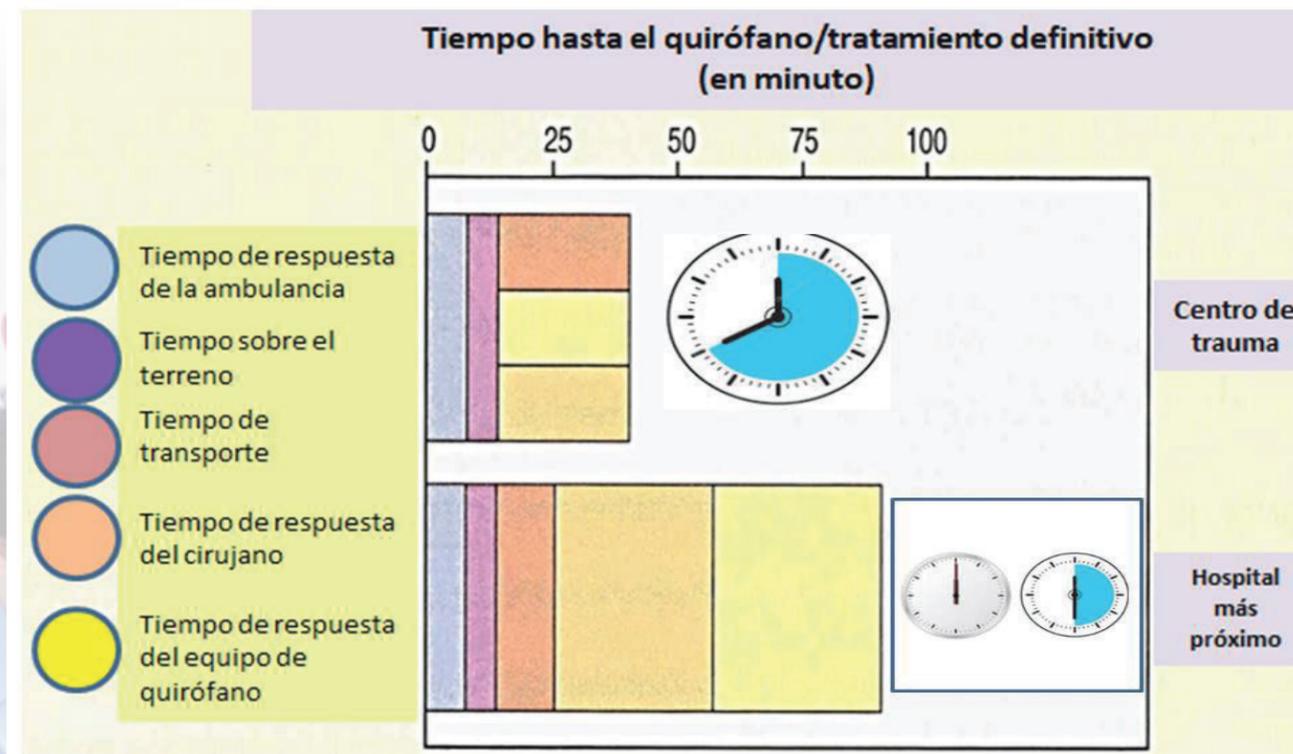


Figura 18. Período de oro en trauma.

En el Tiempo de platino (desde la llegada), los aspectos a considerar son:

- La escena.
- La evaluación primaria: ABCDE.
- La extricación rápida si está indicada.
- El transporte precoz.
- Realizar la alerta temprana al hospital receptor.
- Identificar los pacientes vivos.
- Tomar decisiones de tratamiento y traslado a las víctimas en unidades médicas adecuadas al lugar adecuado.

Para disminuir la morbilidad en los sistemas de emergencias prehospitalarios se debe:

- Pensar en el mecanismo lesional (cinemática).
- Corregir sólo las alteraciones del ABC.
- Inmovilizar y transportar rápidamente al centro adecuado.

● Evaluación inicial

● Evaluación de la escena

La atención y evaluación inicial en el ámbito prehospitalario difiere al realizado en el hospital en varios aspectos. Se realiza primero una evaluación llamada prepaciente. Cuando al médico de atención prehospitalaria le asigna el radioperador información de un incidente que obtiene con lo reportado por el que realiza la llamada, se deben anticipar los eventos y peligros potenciales asociados a las características aportadas con el llamado.

La evaluación preliminar de los temas de seguridad en la escena y de la situación se inicia mientras se está en camino a la escena con la información dada por el radioperador. Aquí no sólo se toma en cuenta los temas de seguridad de la escena sino de la necesidad de otros recursos, más móviles de ambulancia, bomberos, policías u otros servicios de apoyo.

La primera prioridad cuando se llegue al lugar del incidente es la evaluación general de la escena, y se debe establecer si es segura para que los móviles de ambulancia puedan entrar. Se debe tener mucho cuidado en esta evaluación que tiene como objetivo resguardar la seguridad de los rescatadores como del paciente y de los observadores presentes; se debe determinar que recaudos se deben tener para la atención del paciente en la situación concreta.

Cualquier tema relacionado a la seguridad de la escena debe ser tenido en cuenta y resuelto antes de la atención individual del paciente. La evaluación de la escena no se hace sólo una vez, se debe considerar que un escenario seguro puede tornarse inseguro y se deben tomar otras conductas al respecto.

La evaluación inicial de la escena también incluye la valoración del número de víctimas del incidente. Si el incidente involucra más de un paciente, la situación se clasifica como un incidente de múltiples pacientes o un incidente de víctimas múltiples. En un incidente de víctimas múltiples, el número de pacientes excede los recursos disponibles. En estas dos últimas situaciones se debe avisar a nivel central la necesidad de más recursos dando información del número de víctimas (Figura 19).



Figura 19. Evaluación inicial prepaciente.

El proceso de reunir información concreta de la escena por parte del médico de atención prehospitalaria comienza inmediatamente después de que llega al lugar del incidente. Antes de realizar el contacto con el paciente se debe evaluar la escena y obtener:

- Una impresión general de la situación para la seguridad de la escena.
- Buscar la causa y consecuencias del incidente.
- Observar al resto de personas que están presentes en el lugar (observadores).

Una importante información se consigue al mirar, observar, escuchar y catalogar, incluyendo:

- Mecanismos lesionales.
- Situación del momento.
- Nivel general de seguridad.

La evaluación de la escena y su evolución en el tiempo incluye la seguridad y la situación.

La consideración primaria cuando se aborda cualquier escena es la seguridad de todos los que responden al llamado de urgencias.

● Evaluación de la seguridad

Si los miembros del equipo de atención prehospitalaria se convierten en víctimas, no serán capaces de ayudar a otras personas lesionadas y se agregarán al número de pacientes a atender. Las personas sin entrenamiento no deben hacer intentos de rescate por el riesgo de convertirse en víctimas o de causar más daño a los lesionados.

El mensaje es «no se sacrifican o se exponen vidas» y «los rescatadores no deben ser nuevas víctimas».

Para poder entrar en una escena, esta debe estar asegurada. Puede haber pistas de riesgos o peligros potenciales evidentes como el sonido de disparos de arma de fuego o fuego hasta otros más sutiles como vapor u olores.

La seguridad de la escena incluye la de los rescatadores y la del paciente. Los pacientes que están en situaciones peligrosas deben ser llevados a un área segura, antes de realizar la evaluación y tratamiento.

Hay condiciones que son amenazas para los rescatistas y pacientes como:

- El fuego.
- Cables de electricidad caídos.
- Explosivos.
- Materiales peligrosos (sangre, líquidos corporales).
- Tráfico.
- Condiciones ambientales como inundaciones o caída de rayos en una tormenta.
- Situaciones de violencia con armas que requieren la presencia de personal policial para poder ingresar a la escena.

Dentro de la seguridad de la escena se debe tener en cuenta que mientras el equipo de atención prehospitalaria trabaja está expuesto a situaciones peligrosas como puede suceder con choques de vehículos contra la ambulancia o contra los rescatistas. En muchas ocasiones se trabaja de noche donde hay mala iluminación junto a condiciones climáticas desfavorables como lluvias y tormentas.

Para la prevención de estas lesiones de los rescatistas se deben tomar varias medidas. Los rescatistas deben tener puesta ropa con chaleco reflectante para que puedan ser vistos en la noche.

El primer móvil de ambulancia que llega debe colocarse del mismo carril del incidente de tránsito en posición diagonal para descender del mismo protegido del flujo del tránsito si este no está interrumpido (Figura 20).

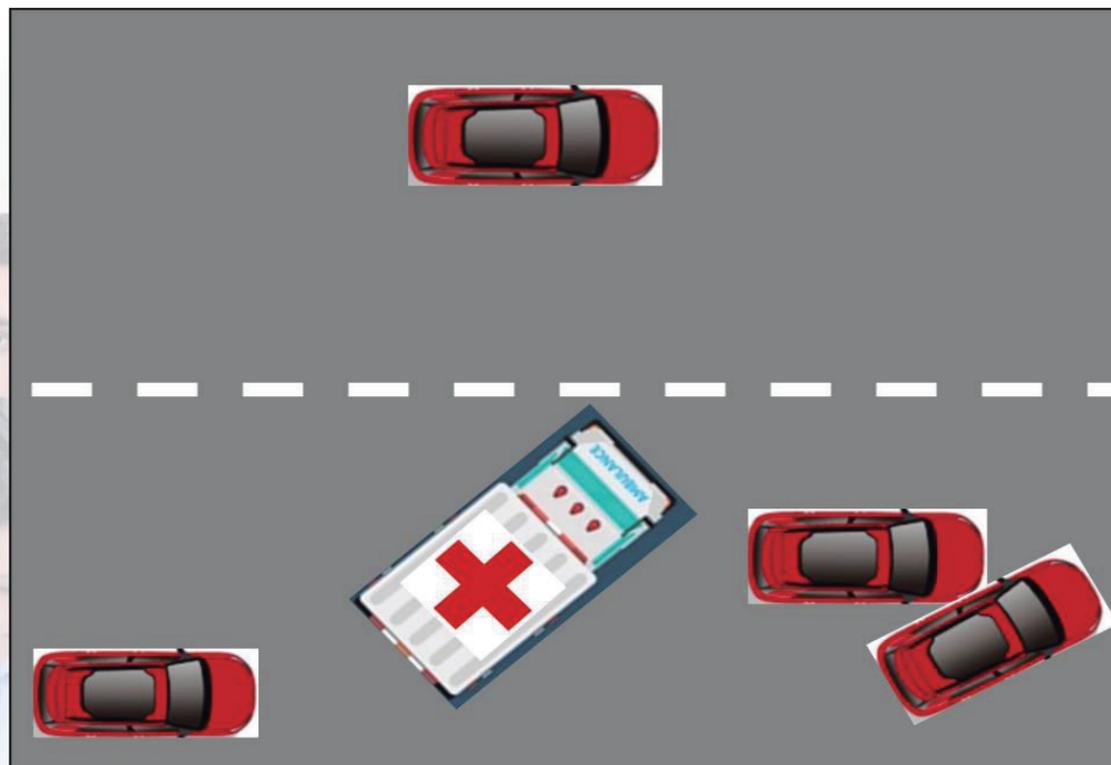


Figura 20. Ubicación de la ambulancia.

Si se disponen de conos de señalización estos deben ser colocados manteniendo una zona de seguridad alrededor de la escena del incidente y de acuerdo a la velocidad de la circulación y flujo de vehículos los carteles de alerta y conos para la reducción de velocidad y desvío del tránsito a distancia del incidente (Figuras 21 y 22).

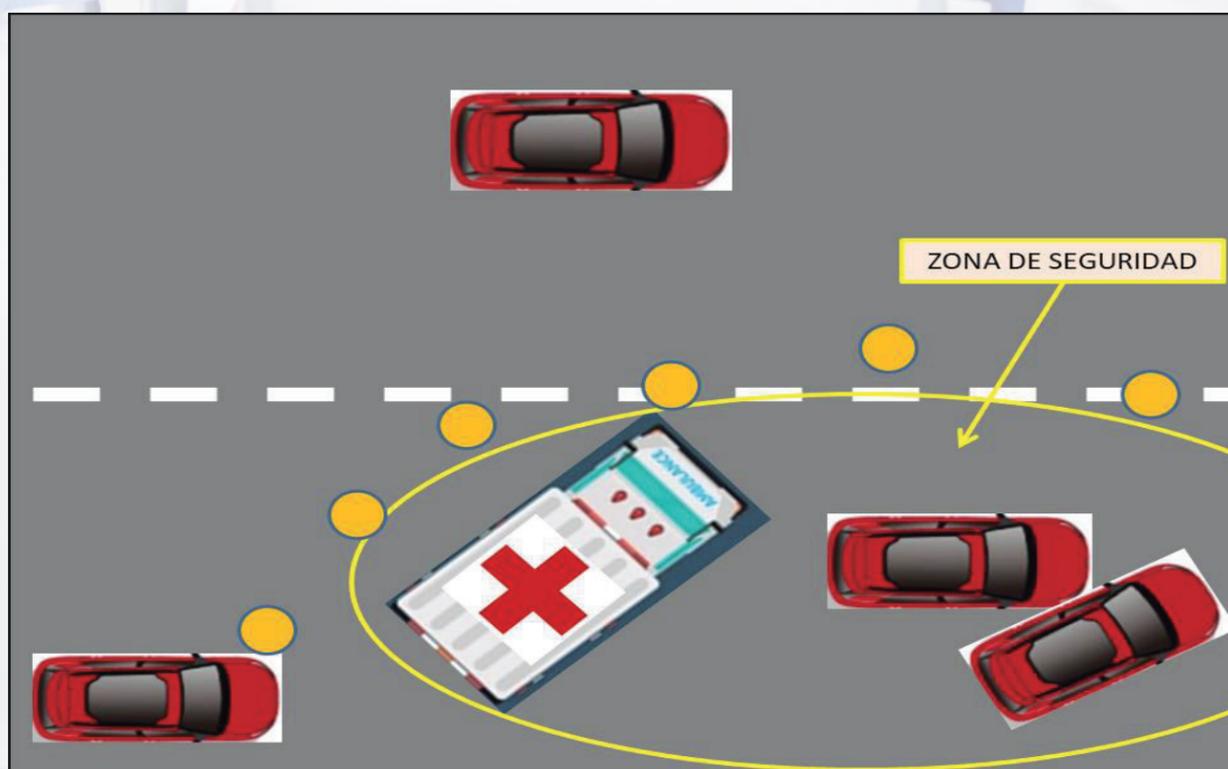


Figura 21. Ubicación de conos y establecimiento de zona de seguridad.

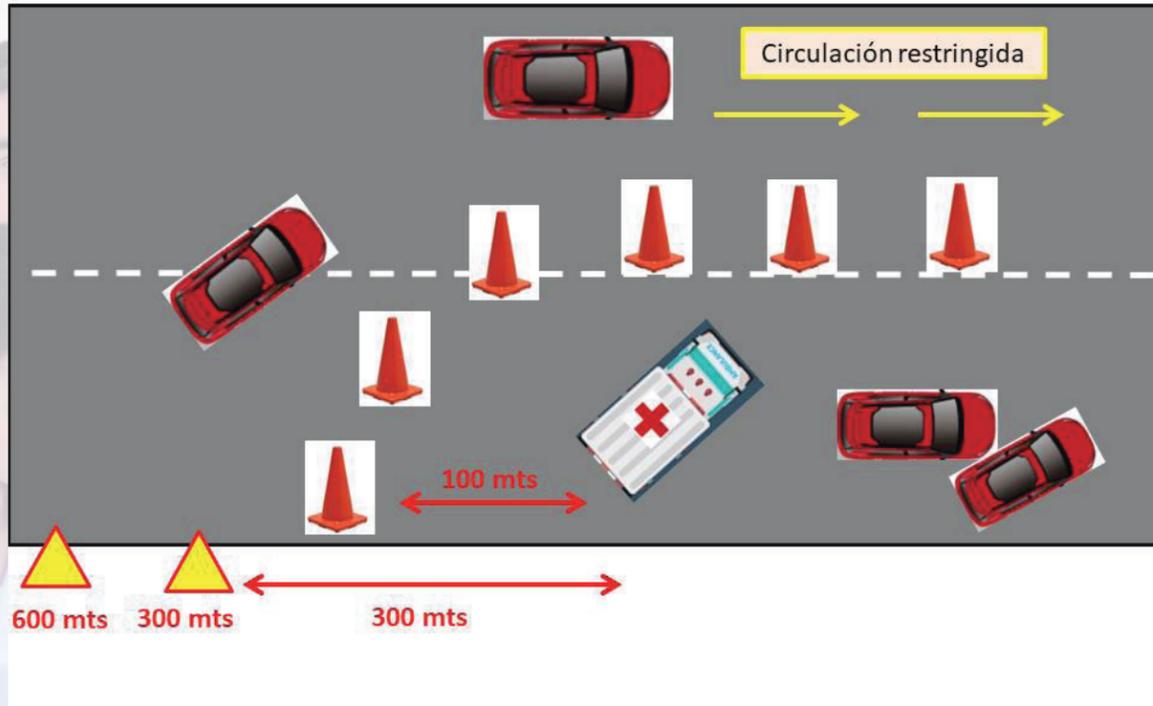


Figura 22. Ubicación de conos y desvío de circulación.

● Precauciones universales de rescatistas o trabajadores del equipo de salud en la atención prehospitalaria

Las precauciones universales o estándares que deben tener los rescatistas o trabajadores del equipo de salud en la atención prehospitalaria tienen el objetivo de prevenir que los miembros del equipo actuante se expongan a contacto directo con sangre o líquidos corporales del paciente. Incluyen el uso de barreras físicas como el manejo seguro de agujas y objetos punzocortantes. Para ello se deben utilizar:

- Guantes, cuando se toque piel no intacta, membranas mucosas o áreas contaminadas con sangre u otro fluido corporal. Y se debe cambiar para atender cada paciente en caso de incidente de víctimas múltiples.
- Camisolín, como otro elemento de protección corporal.
- Barbijos, para proteger las mucosas oral y nasal ante sospecha de exposición a agentes infecciosos.
- Antiparras, para la protección ocular y prevenir la exposición a sangre o fluidos.

● Evaluación de la situación

La evaluación de la situación se hace después de la valoración de la seguridad. Incluye tanto aspectos que afectan de cómo se debe realizar la atención prehospitalaria así como las que están relacionadas directamente del incidente con el paciente. Se evalúa aquí la historia del evento y responde a las siguientes preguntas orientadoras.

- ¿Qué sucedió realmente en la escena? ¿Qué circunstancias llevaron a la lesión?
- ¿Por qué se solicitó ayuda y quién lo hizo?
- ¿Cuál fue la cinemática del traumatismo?
- ¿Cuántas víctimas están implicadas, qué edades, hay que buscar a todas?

- ¿Se necesitan más ambulancias - personal?
- ¿Se necesita personal especial de liberación o rescate?
- ¿Se necesitan otros recursos: bomberos, policías, personal de empresa de electricidad, etc.?
- ¿Es necesario un helicóptero para el traslado?

Hay aspectos de la seguridad y de la situación que se superponen y algunos son más específicos de cada uno.

● Evaluación y manejo del paciente

Los pacientes con trauma pueden presentar un traumatismo multisistémico o traumatismo de un solo sistema.

• Trauma multisistémico

Un paciente con trauma multisistémico presenta lesiones que involucran más de un sistema, incluyendo los sistemas:

- Pulmonar.
- Circulatorio.
- Neurológico.
- Gastrointestinal.
- Musculoesquelético.
- Intertegumentario.

Un ejemplo podría ser un paciente que presenta un incidente de tránsito, manejando una moto sin casco que choca contra un poste y que presenta un traumatismo encefalocraneano con pérdida de conciencia con traumatismo cerrado del tórax con contusiones pulmonares y fractura expuesta de tibia y peroné con hemorragia externa por lesión vascular. Afecta menos del 10% de los pacientes traumatizados, pero obliga a actuar más rápido.

En los pacientes críticos con traumatismo de múltiples sistemas, la prioridad de la atención es la identificación y el manejo rápido de las condiciones que ponen en riesgo la vida. En estos pacientes es probable que sólo se pueda hacer la evaluación primaria para corregir sus alteraciones y transportarlo rápidamente al centro de cuidado definitivo.

• Trauma de un solo sistema

Un paciente con trauma en un solo sistema presenta lesiones que involucran sólo un sistema del cuerpo. Un ejemplo podría ser un paciente con sólo una fractura simple de tibia. Representa más del 90% de los pacientes con trauma y ofrece más tiempo para actuar.

● Evaluación inicial del paciente

El primer objetivo de la evaluación es determinar la situación del paciente. Al hacerlo obtenemos la primera impresión general del estado global y del estado basal de las funciones de los sistemas:

- Respiratorio.
- Circulatorio.
- Neurológico.

Si se identifican condiciones que amenazan la vida al ir realizando la primera evaluación, se inician maniobras urgentes para su resolución. Veremos luego, que, si la condición del paciente lo permite, se debe realizar una segunda evaluación de las lesiones que no ponen en riesgo la vida o la pérdida de una extremidad. Esta segunda evaluación llamada secundaria se puede realizar durante el traslado.

Todos estos pasos se realizan con suma rapidez para minimizar el tiempo de permanencia en el sitio del incidente.

Los pacientes críticos no deben permanecer en la escena para otro cuidado que no sea el necesario para estabilizarlo para el traslado, a menos que esté atrapado o existan otras complicaciones que impidan el traslado inmediato.

• Características de la evaluación inicial o primaria

Debe ser rápida y adecuada para identificar problemas que pueden suponer un riesgo vital (alteraciones del ABC). Se comienza de manera inmediata de la reanimación a medida que se evalúa o sea en forma simultánea. Se realiza el traslado sin demora a un centro adecuado para el tratamiento definitivo (salvo paciente atrapado).

● Evaluación primaria del paciente: paso a paso

Lo primero que debe hacerse es un acercamiento visual hacia donde mira el paciente. En segundo lugar, el acercamiento es audiovisual, indicándole que no se mueva y sosteniendo su cabeza. La impresión general debe durar en 15 segundos y la visión global permitirá determinar si el paciente está vivo o en paro. Para ello, se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Está consciente o inconsciente?
- ¿Respira o no respira?
- ¿Está con pulso o sin pulso?

Si el paciente se encuentra en paro se deben tomar varias consideraciones al respecto. El paro de causa traumática es por:

- Exsanguinación.
- Lesión cerebral.
- Espinal grave.

En este tipo de casos, la probabilidad de supervivencia es <menor al 4% (con trauma penetrante), la mayoría con secuela neurológica significativa.

En trauma, no se debería iniciar reanimación cardiopulmonar (RCP) cuando existe:

- Lesión fatal obvia (decapitación) o livideces dependientes, rigidez cadavérica y descomposición.
- Trauma contuso en paciente en apnea sin pulso a la llegada del móvil.
- Trauma penetrante sin signos de vida (sin respuesta pupilar, sin movimiento espontáneo, sin ritmo organizado con electrocardiograma con frecuencia > 40/minuto).

Ante incidente de múltiples pacientes o víctimas múltiples, centrar la atención de los pacientes vivos y no del paciente en paro, dado la baja probabilidad de supervivencia del paciente en paro por trauma y la demora de la atención que se le ocasionaría a pacientes vivos en estado crítico.

En caso de iniciar reanimación cardiopulmonar en trauma (RCP), se debe considerar la causa del paro: es decir si hay una condición médica que puede ser la causa y el trauma es un resultado secundario (ejemplo: paciente con síndrome coronario agudo que secundariamente tienen una lesión traumática). Sospechar esto en víctimas adultas y en aquellos con un mínimo mecanismo de lesión o poca evidencia de trauma externo.

Si el paciente no se encuentra en paro, se debe realizar la evaluación inicial de 3 minutos:

- A: vía aérea con estabilización de la columna cervical.**
- B: Respiración (ventilación y oxigenación).**
- C: Circulación (hemorragia externa y perfusión).**
- D: Discapacidad neurológica y pupilas.**
- E: Exposición /Ambiente.**

● **¿Qué le paso?**

Al lado del paciente lesionado se le debe preguntar: ¿qué le pasó?

Una explicación coherente con frases completas puede reflejar que la víctima tiene:

- Vía aérea permeable.
- Suficiente función ventilatoria para hablar.
- Perfusión cerebral adecuada.
- Función neurológica razonable y que posiblemente no existen amenazas vitales inmediatas.

Si el paciente no responde a la pregunta o está angustiado, se inicia la evaluación primaria detallada para identificar los problemas que amenazan la vida.

Al valorar las funciones vitales, la evaluación primaria sirve para establecer si el paciente se encuentra en una condición crítica o si esta es inminente.

La evaluación debe realizarse de manera ordenada y rápida. De acuerdo a la presencia de uno o más rescatadores pueden realizarse de manera simultánea varios pasos de la evaluación y reanimación. Hay alteraciones que pueden ser realizadas en la escena y se corrigen como permeabilizar la vía aérea o controlar una hemorragia externa, pero en caso de sospecha de presencia de una hemorragia interna la mejor opción es el traslado rápido.

La evaluación secuencial del ABCDE se realiza a todos los pacientes independientemente de edad o causa de la lesión.

● **A:** manejo de la vía aérea con control de la columna cervical

Se evalúa la permeabilidad de la misma. Si está obstruida, debe ser abierta con maniobras manuales como la tracción mandibular y se deben aspirar las secreciones y extraer cuerpos extraños en caso de estar presentes.

- Para la permeabilización mecánica habitualmente se utilizan cánulas orofaríngeas.

• Abrir la boca: ver y actuar:

- Cuerpos sólidos: extraigo con pinza de Magill.
- Líquidos: aspiración.

- Permeabilizar manualmente la vía aérea:

- Tracción o luxación mandibular: esta maniobra se puede realizar manteniendo en posición neutra la columna cervical.
- Requiere mantener la permeabilidad con dispositivos mecánicos, como cánulas orofaríngeas:
- Tipo: Guedel o Mayo (canal) / Berman (canaletas).
- Numeración: 0 a 5.
- Indicación: paciente inconsciente no intubado.
- Contraindicaciones: presencia de reflejo nauseoso, paciente no totalmente inconsciente.

No hay evidencia de beneficio en la mortalidad de la intubación prehospitalaria y hay que considerar siempre los riesgos y beneficios del procedimiento en una escena mucho más dificultosa que en un ámbito más controlado y con más recursos como es el hospitalario.

Otras alternativas disponibles y menos complejas a utilizar son:

- Máscaras laríngeas.
- Tubo laríngeo.
- Combitube.
- Cánula supraglótica.

Estos dispositivos extraglotticos de menor dificultad para su colocación que permiten oxigenar y ventilar al paciente.

Siempre en un paciente traumatizado se debe sospechar la lesión potencial de la columna cervical hasta que se demuestre lo contrario. Un excesivo movimiento en cualquier dirección puede agravar un daño neurológico a causa de la compresión ósea de la médula espinal que puede suceder si hay alguna lesión ósea de la columna. Por este motivo debe mantenerse en posición neutra manualmente durante toda la evaluación primaria y durante la colocación de dispositivos extraglóticos o la intubación.

El punto A de la evaluación inicial finaliza con la colocación de una máscara de oxígeno con reservorio y sistema de válvula inspiratoria y espiratoria conectada a un tubo de oxígeno portátil (Figura 23).



Figura 23. Máscara de oxígeno con reservorio.

● **B. Respiración: Ventilación y oxigenación**

El punto del B del ABCDE corresponde al cuello, donde se debe ver y palpar:

- Hematoma o heridas o deformidades.
- Crepitación.
- Empalmientos.
- Yugulares ingurgitadas o colapsadas.
- Desviación de la tráquea.

Esta información puede dar sospecha de ciertas entidades como:

- Taponamiento cardíaco.
- Neumotórax hipertensivo.
- Hipovolemia.

Luego se debe evaluar la calidad y cantidad de la respiración en el tórax:

- Mirar: expansión, asimetrías, volet costal, hematomas, neumotórax abierto, orificios, empalmientos de objetos.
- Frecuencia ventilatoria: apnea, baja, normal, alta.
- Palpar: crepitación, enfisema, deformaciones.
- Auscultar: entrada de aire en ambos hemitórax.
- Percutar: si está disminuida la entrada de aire: timpánico o mate.

Al evaluar la respiración se pueden encontrar diferentes situaciones:

- Si el paciente no está respirando (apnea): iniciar ventilación asistida con un dispositivo bolsa máscara con oxígeno suplementario.
- Si el paciente está respirando: estimar la frecuencia respiratoria y su profundidad:
 - Frecuencia respiratoria baja menor a 10 por minuto (bradipnea): dar ventilación asistida con suplemento de oxígeno.
 - Frecuencia respiratoria entre 10 y 20 (eupneico): administrar oxígeno con bolsa de reservorio.
 - Frecuencia está entre 20 y 30 por minuto (taquipnea): administrar oxígeno y evaluar la causa.
 - Frecuencia es mayor de 30 por minuto (taquipnea severa) se debe dar ventilación asistida con dispositivo bolsa máscara con oxígeno suplementario y buscar la causa (Figura 24).

Hay causas que pueden ser corregibles en la escena y otras no. Dos entidades a reconocer aquí para corregir en escena son el neumotórax hipertensivo y el neumotórax abierto.

Existe sospecha de neumotórax hipertensivo si:

- Los ruidos respiratorios están disminuidos o ausentes en un hemitórax.
- Hay aumento del trabajo respiratorio o dificultad para ventilar con sistema bolsa-máscara.
- Hay shock descompensado o hipotensión (Presión arterial sistólica < 90 mmHg).

En caso de presentarse todo lo mencionado se debe descomprimir el espacio pleural con la colocación de una aguja envainada en segundo o tercer espacio intercostal línea media clavicular o quinto espacio intercostal línea media axilar para transformar el neumotórax hipertensivo en normotensivo.

En caso de neumotórax abierto, es decir con comunicación del espacio pleural con el exterior a través de un orificio o abertura, se debe sellar la misma con algún dispositivo de plástico, papel de aluminio o gasa vaselinada, sólo por tres de los cuatro lados, para permitir la salida de aire en la inspiración y evitar su entrada al espacio pleural en la espiración.

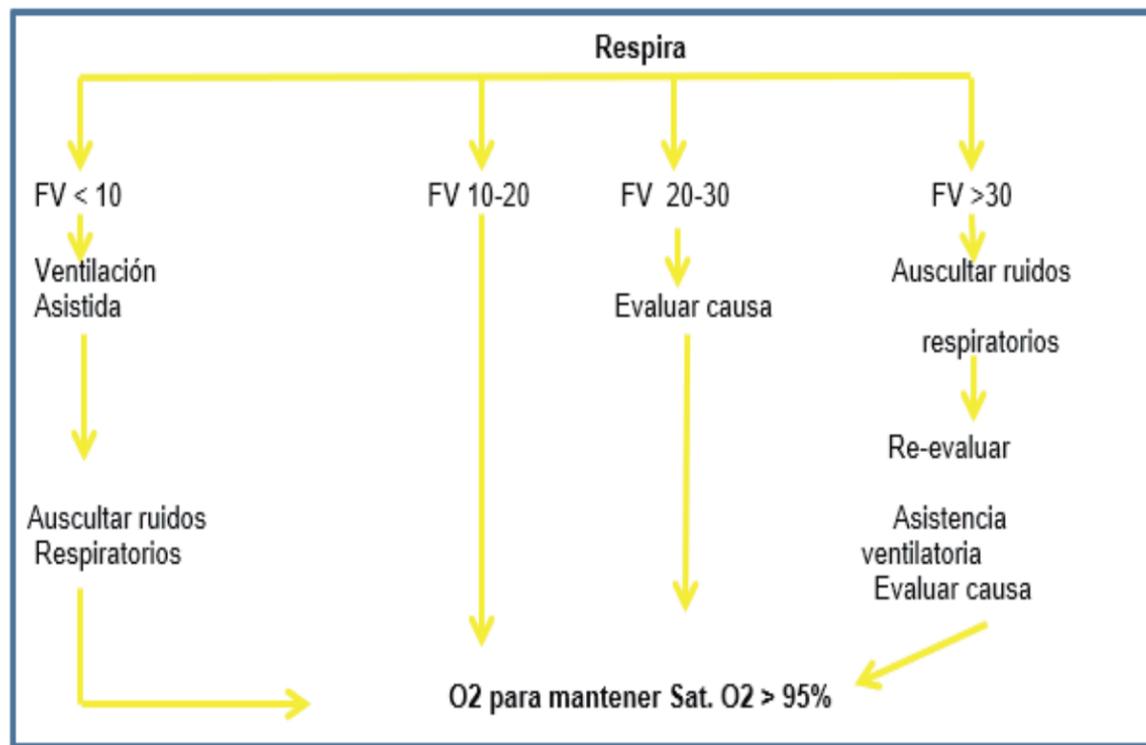


Figura 24. Manejo de la ventilación y oxigenación.

● C. Circulación (perfusión) y control de la hemorragia

Evaluar el compromiso de la circulación es el siguiente paso en la evaluación. No sólo es necesaria la oxigenación de los glóbulos rojos sino que estos deben llevar el oxígeno necesario a los requerimientos tisulares.

En esta parte de la evaluación se debe reconocer si hay hemorragia presente, tanto externa o sospecha de la interna. Recordemos que la hemorragia es la causa prevenible más común de muerte en trauma.

La hemorragia externa se identifica y se controla en la evaluación primaria. Las hemorragias externas pueden ser tres tipos:

- Capilar (por abrasiones): en general son sangrados menores autolimitados.
- Venoso (por lesiones más profundas): en general son sangrados menores que no amenazan la vida, y se controlan con presión directa.
- Arterial (lesión que lacera una arteria): son sangrados de mayor cuantía a mayor velocidad que los anteriores, ponen en riesgo la vida y son más difíciles de controlar.

- Métodos para el control de hemorragia externa (Figura 25):

- Presión directa: aplicar presión sobre el lugar del sangrado. Esto se puede realizar con apósitos o compresas / vendaje compresivo: compresas y vendas elásticas.
- Torniquete: si fracasan los anteriores, en las hemorragias graves en una extremidad.
- Uso de hemostático local para transporte prolongado (Kaolin, glicerina).

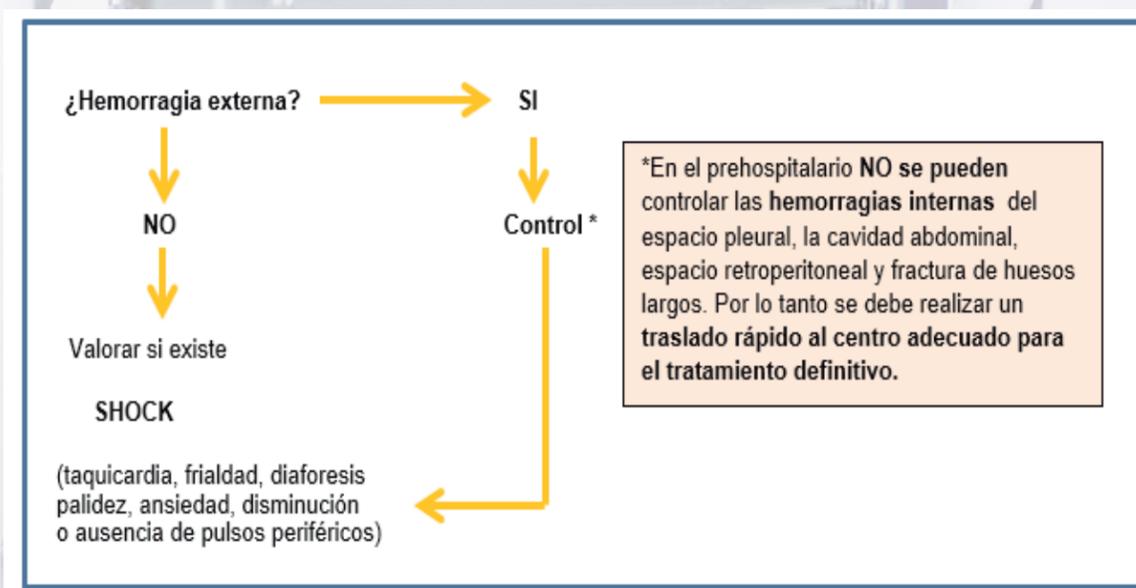


Figura 25. Elementos para manejar hemorragias externas.

- Perfusión

Se puede determinar el estado circulatorio general revisando la coloración, temperatura y humedad de la piel, el pulso e indirectamente el estado mental. En esta fase se debe detectar la presencia de shock.

- Inspección: palidez o coloración azulada, sudoración, hemorragia externa.
- Palpación: frialdad y humedad en las extremidades.
- Pulsos: presencia de los mismos, regularidad y calidad. Evaluar radial, femoral, carotideo, en forma bilateral.
- Relleno capilar: mayor a dos segundos indica hipoperfusión, pero no es específico. Se lo considera en conjunto con otros hallazgos del examen.
- Pelvis: cerrar, abrir, comprimir pubis: Si hay pelvis abierta por trauma se debe cerrar con algún dispositivo (sábana, cinturón o faja pélvica) para evitar que prosiga la hemorragia interna.
- Palpar abdomen: SOLO para sospecha de hemorragia interna.



● D. Discapacidad neurológica y pupilas

Luego de haber realizado los pasos anteriores que garantizan la entrega de oxígeno a los pulmones y la circulación a los tejidos y órganos corporales, el siguiente paso en la evaluación es la valoración de la función cerebral.

Si un paciente está confuso, combativo o poco colaborador debe considerarse hipóxico o hipoperfundido hasta que se demuestre lo contrario.

Otras causas de alteración del estado de conciencia son las lesiones del sistema nervioso central, la sobredosis o intoxicación con drogas o alcohol y las alteraciones metabólicas o funcionales (diabetes, convulsiones).

Para la evaluación neurológica se utiliza la escala de Glasgow:

- Apertura de ojos (O): puntaje máximo 4 / mínimo 1.
 - Espontánea: 4.
 - A la orden verbal: 3.
- Al dolor: 2.
 - Nula: 1.
- Mejor respuesta motora (M): puntaje máximo 6 / mínimo 1.
 - Obedece: 6.
 - Localiza: 5.
 - Retira: 4.
 - Flexión anormal: 3.
 - Respuesta extensiva: 2.
 - Nula: 1.
- Respuesta verbal (V): puntaje máximo 5 / mínimo 1.
 - Orientada: 5.
 - Conversación confusa: 4.
 - Emite palabras: 3.
 - Emite sonidos incomprensibles: 2.
 - Nula: 1.

Puntuación total (O+M+V) de 3 a 15

Discapacidad neurológica



Escala de Glasgow



Si < a 15
Evaluar pupilas

Si por la evaluación de la Escala de Glasgow el valor es menor a 15 se debe evaluar el tamaño pupilar. Se evalúan si son redondas, iguales o simétricas y si responden a la luz (Figura 26).

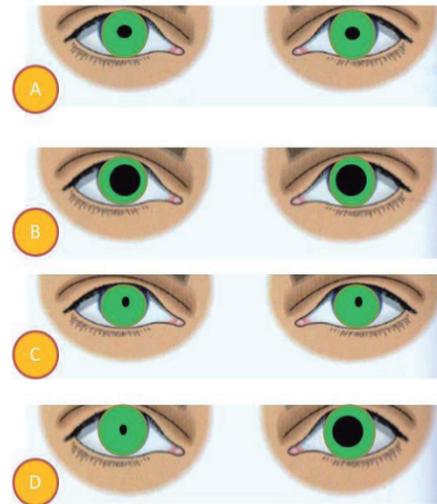


Figura 26. Evaluación de pupilas.

● **E. Exposición /Ambiente**

Uno de los pasos iniciales en el proceso de valoración del paciente es la de retirarle la ropa que permite exponer al paciente con trauma permitiendo buscar las lesiones. Después de exponer el cuerpo cada parte del cuerpo, este se debe cubrir dado el riesgo de desarrollar hipotermia que tienen en particular los pacientes con trauma. Sólo se debe exponer lo necesario al ambiente exterior (Figura 27).

Cuando se realiza el traslado del paciente en ambulancia, el ambiente de la cabina de la camilla debe estar climatizado con el objetivo de que no pierda temperatura el paciente.

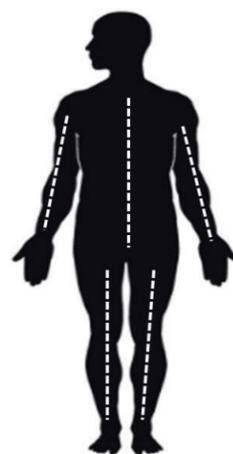
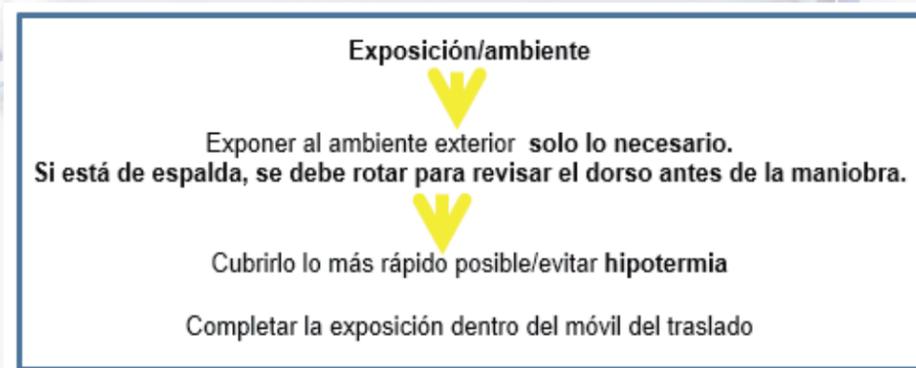


Figura 27. Cortes de la ropa con tijera atraumática.

● Anexos o auxiliares de la evaluación primaria

Estos estudios pueden ser útiles para monitorear el estado del paciente:

- **Saturometría de oxígeno:** se debe aplicar durante la primera evaluación, al final de la misma. El objetivo es mantener una saturación mayor al 95%. Si se produce una caída de la saturación se debe volver a realizar una evaluación del ABCDE para encontrar la causa.
- **Monitoreo automático de la presión arterial:** la toma de la presión arterial no forma parte de la evaluación primaria. En un paciente crítico que se está trasladando y en el que no se puede realizar una evaluación secundaria completa, el control automático de la presión arterial da información adicional del estado del paciente.

- Reanimación

Si durante la evaluación primaria se identifican condiciones que ponen en riesgo la vida, después de realizar la intervención indicada en la escena, el paciente se debe “empaquetar” con rapidez e iniciar el transporte lo más rápidamente posible al centro de trauma para el tratamiento definitivo. El tiempo en escena debe ser breve, 10 minutos o menos en pacientes críticos.

REANIMACIÓN

Intervención limitada en la escena

A: vía aérea

B: ventilación y oxigenación

C: control de hemorragia y shock

Transporte rápido y al centro adecuado

- Terapia con líquidos

La restauración del volumen circulante es importante para lograr una adecuada perfusión. Esto no significa restaurar una presión arterial normal, sino proporcionar el fluido necesario para asegurar la perfusión tisular.

A nivel prehospitalario se utiliza solución fisiológica o Ringer Lactato, que solo restituye volumen, pero no aporta glóbulos rojos necesarios en caso de hemorragia.

Se administra en el trayecto del traslado (no en el lugar del incidente, salvo atrapamiento o demora de traslado mayor a 15 minutos), colocando 1 o 2 vías periféricas endovenosas en antebrazo o antecubitales gruesas (14-16 G). La infusión se debe dar a 30 ml/h para mantener vena permeable.

El nivel básico de asistencia en paciente crítico comprende:

- 1) El control inmediato de la hemorragia externa grave
- 2) La preparación rápida del paciente para el traslado
- 3) El traslado inmediato y rápido del paciente al centro sanitario apropiado más cercano

¿Cuándo no se cumple la secuencia del ABCDE? Cuando está presente una hemorragia externa exanguinante. En estos casos el control de la hemorragia es la primera conducta terapéutica.

- Paciente traumatizado crítico

En los casos que se presente un paciente traumatizado crítico hay que limitar el tiempo en terreno a 10 minutos o menos cuando exista alguno de los siguientes trastornos con riesgo vital:

- Vía aérea inadecuada o amenazada.
- Deterioro de la ventilación:
- Frecuencia ventilatoria anormal (alta o baja).
- Hipoxia.
- Disnea.
- Neumotórax abierto o tórax flotante o inestable.
- Sospecha de neumotórax.
- Hemorragia externa relevante o sospecha de hemorragia interna.
- Disfunción neurológica:
- Glasgow 13 o menor.
- Convulsiones.
- Defecto motor o sensitivo.
- Traumatismo penetrante en la cabeza, cuello o tórax o proximal al codo y rodilla en las extremidades.
- Amputación o casi amputación proximal a los dedos de la mano o el pie.
- Cualquier traumatismo en presencia de lo siguiente:
- Antecedente de enfermedad grave (por ejemplo, EPOC, coronario, trastorno de coagulación).
- Edad > 55 años.
- Hipotermia.
- Quemaduras.
- Embarazo.

Las alteraciones que puede presentar un paciente traumatizado crítico pueden ser:

- Alteración de la conciencia (D).
- Alteración del A, B o C.
- Herida penetrante en cráneo, cara, cuello, tórax o abdomen.
- Mecanismo lesional (cinemática).
- Amputación.

- Historia clínica de compromiso.

- Conductas de acuerdo al paciente

Existen diversas conductas a tomar, de acuerdo a la gravedad del paciente:

- Paciente crítico:

“Levantar y correr”

- Corregir el ABC en escena.
- Inmovilizar.
- Cada 3 minutos reevaluar y corregir el ABC.
- Evaluación secundaria (puede hacerse en el traslado).

- Paciente no crítico:

“Quedarse y seguir”

- Resucitación y evaluación secundaria en escena.
- Procedimientos en escena:
- Manejo inicial de la vía aérea.
- Ventilación.
- RCP cuando esté indicado.
- Control de la hemorragia.
- Sellar heridas soplantes en tórax.
- Descomprimir neumotórax hipertensivo.

No se debe retrasar el traslado en pacientes críticos por los siguientes procedimientos:

- Férulas.
- Vendajes.
- Vía endovenosa salvo traslado mayor a 15 minutos.
- Intubación orotraqueal electiva.

Un procedimiento a tener en cuenta respecto a la restricción de la movilización de la columna es responder cuándo y a quiénes se les debe colocar el collar cervical. Esto se debe hacer luego de finalizar la evaluación primaria, hasta ese momento se debe mantener la inmovilización manual. Y en su indicación se toman varias consideraciones (ver algoritmos Figuras 28, 29 y 30).

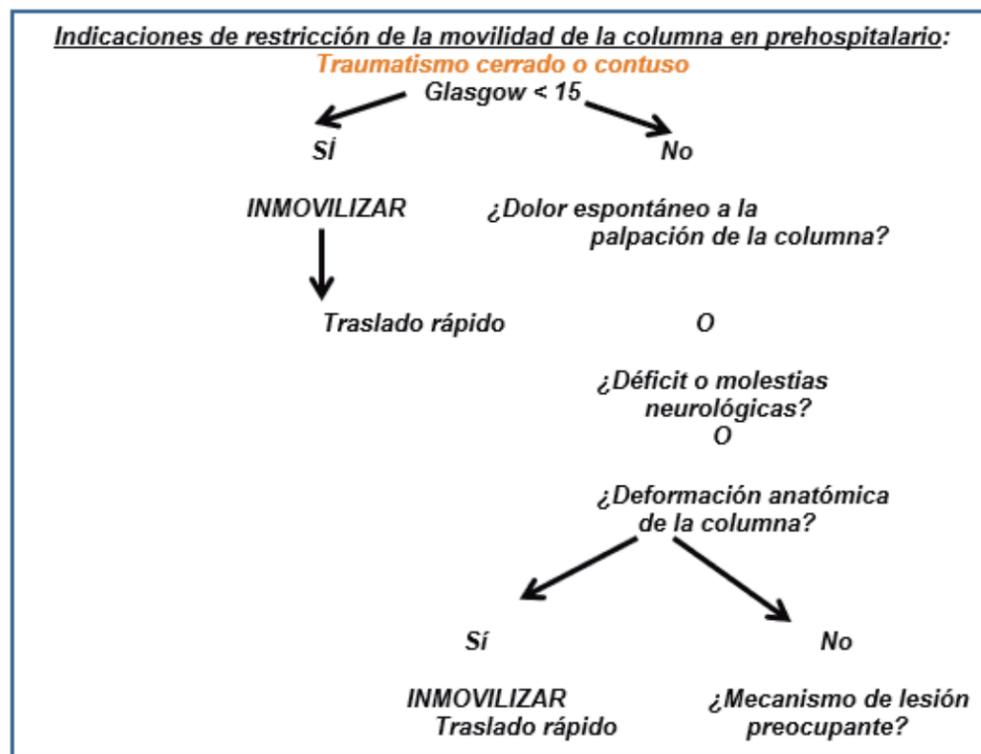


Figura 28. Algoritmo de inmovilización de columna parte I.

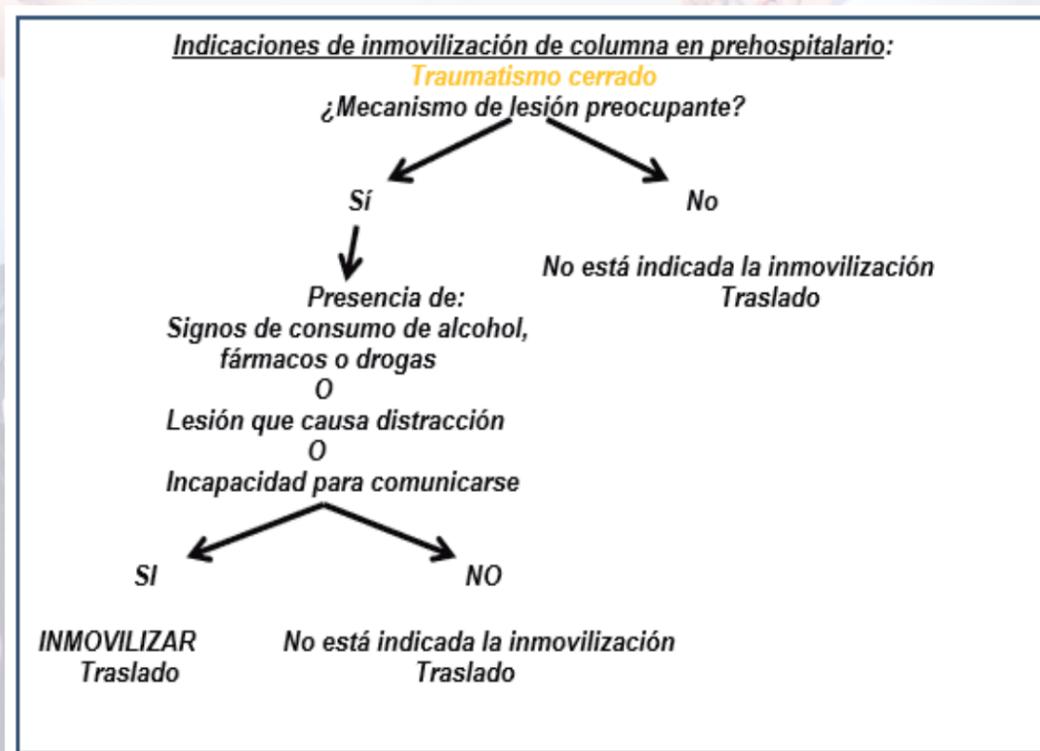


Figura 29. Algoritmo de inmovilización de columna Parte II.

Se debe sospechar lesión potencial de columna (mecanismo preocupante) ante:

- Cualquier mecanismo que haya producido un impacto violento sobre la cabeza, el cuello, el tronco o la pelvis.
- Accidentes que originan fuerzas de aceleración, desaceleración o torsión lateral bruscas sobre el cuello y el tronco.
- Cualquier caída desde cierta altura, especialmente en ancianos.
- Proyección o caída desde un vehículo de motor o de un dispositivo de transporte motorizado de cualquier tipo.
- Cualquier víctima de un accidente por zambullidas en aguas poco profundas.

Existen lesiones que pueden causar distracción, es decir lesiones en las que pueda haber un deterioro de la capacidad del paciente para apreciar otras lesiones:

- Fractura de hueso largo.
- Lesión visceral que precisa una consulta quirúrgica.
- Una laceración extensa, una lesión por avulsión -arrancamiento o una lesión por aplastamiento.
- Grandes quemados.
- Cualquier otra lesión que produzca un deterioro funcional agudo.

La incapacidad para comunicarse puede generarse por los siguientes motivos:

- Alteraciones del habla.
- Alteraciones de la audición.
- Idioma extranjero.
- Niños pequeños.

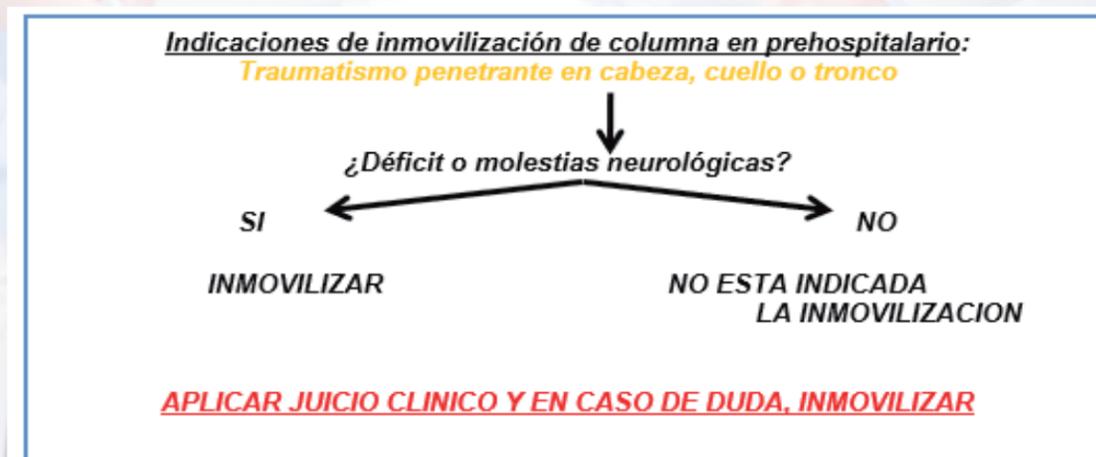


Figura 30. Algoritmo de inmovilización de columna Parte III.

● Evaluación secundaria

La valoración o evaluación secundaria sólo se debe realizar tras completar la valoración primaria, identificar y tratar todas las lesiones con riesgo vital e iniciar la reanimación.

El objetivo es detectar lesiones o problemas que no se identificaron en la evaluación primaria, que por definición no son lesiones con riesgo vital. Y no se debe realizar en los pacientes críticos.

La valoración o evaluación secundaria lleva alrededor de 5 minutos y se realiza de la cabeza a los pies del paciente, mediante un examen físico: observando, escuchando y sintiendo.

- Observar:

- Hemorragia externa o interna (distensión abdominal, hematoma expansivo, tensión marcada de una extremidad).
- La piel, en cada región.

- Toda clase de lesiones del tejido (excoriaciones, quemaduras, contusiones, hematomas, laceraciones, punciones).
- Todo lo que no luce bien.

- Escuchar:

- Cualquier sonido anormal inspiratorio o espiratorio de la respiración.
- Sonidos anormales en la auscultación.
- Auscultación similar en ambos campos pulmonares o asimetrías.

- Sentir:

- Palpar todas las regiones del cuerpo (crepitación, dolor, movimiento anormal).
- Notar cualquier hallazgo anormal.

Toda la evaluación secundaria debe abarcar las siguientes regiones y sistemas:

- Cabeza
- Cuello
- Tórax
- Abdomen
- Pelvis
- Dorso
- Extremidades
- Neurológica

Se deben verificar los signos vitales cada 3-5 minutos y también realizar una historia clínica rápida considerando en la anamnesis la regla SAMPLE:

S: síntomas.

A: alergias.

M: medicamentos.

P: antecedentes personales.

L: última ingesta.

E: eventos o sucesos que han ocasionado o precedieron la lesión.

Una vez finalizado la evaluación primaria y el paciente se encuentra en estado crítico se inmoviliza toda la columna vertebral con el collar cervical, la tabla espinal y los inmovilizadores cefálicos (empaquetamiento) y se traslada de manera inmediata al centro de trauma. Si luego de la evaluación primaria se evalúa que el paciente no es crítico, se le realiza la evaluación secundaria. Esta se puede completar en el traslado del mismo.

Cuando se decide el traslado se deben tomar varias consideraciones:

¿Dónde traslado al paciente?

- Distancia/Tiempo de traslado
- Complejidad

¿Con qué lo traslado?

- Ambulancia
- Transporte aéreo

¿Qué se debe hacer durante el traslado?

- Monitoreo y reevaluación
- Comunicación

El concepto fundamental a tener en cuenta es que se debe trasladar el paciente al centro adecuado. Por ejemplo si un paciente requiere para el tratamiento definitivo un quirófano con cirujano y neurocirujano, no se lo puede trasladar a un centro sin esa complejidad, aunque el centro sea más cercano.

En la práctica real actual se debe trasladar al paciente al lugar donde se pueda realizar el tratamiento definitivo acorde a la organización regional y recursos disponibles.

Para la decisión de traslado de un paciente a un determinado nivel de complejidad se ha desarrollado un algoritmo (Figura 31) basado en:

- Criterios fisiológicos.
- Criterios anatómicos.
- Criterio del mecanismo lesional.
- Consideraciones especiales.

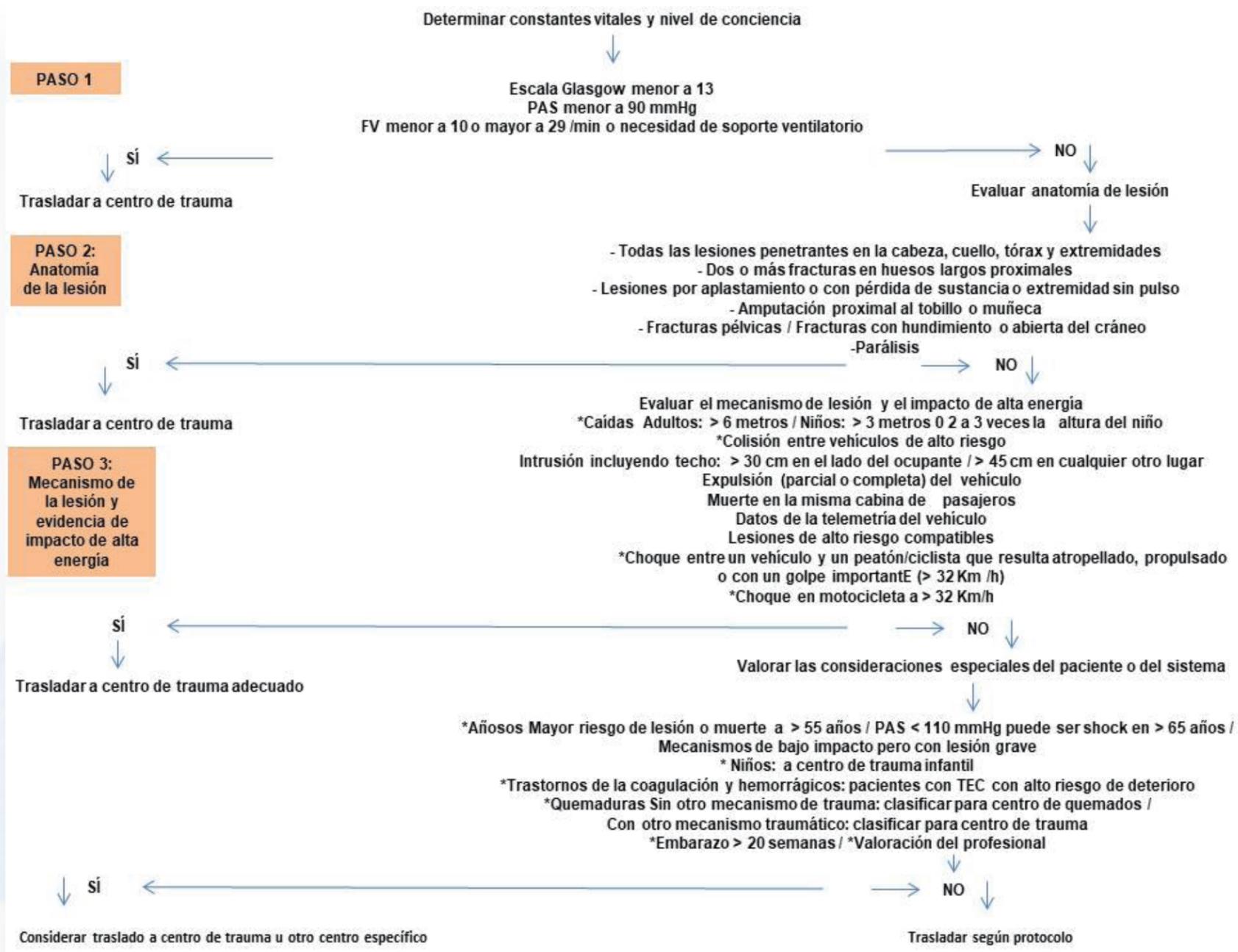


Figura 31. Algoritmo para traslado de paciente a centro de trauma.

- Método de traslado

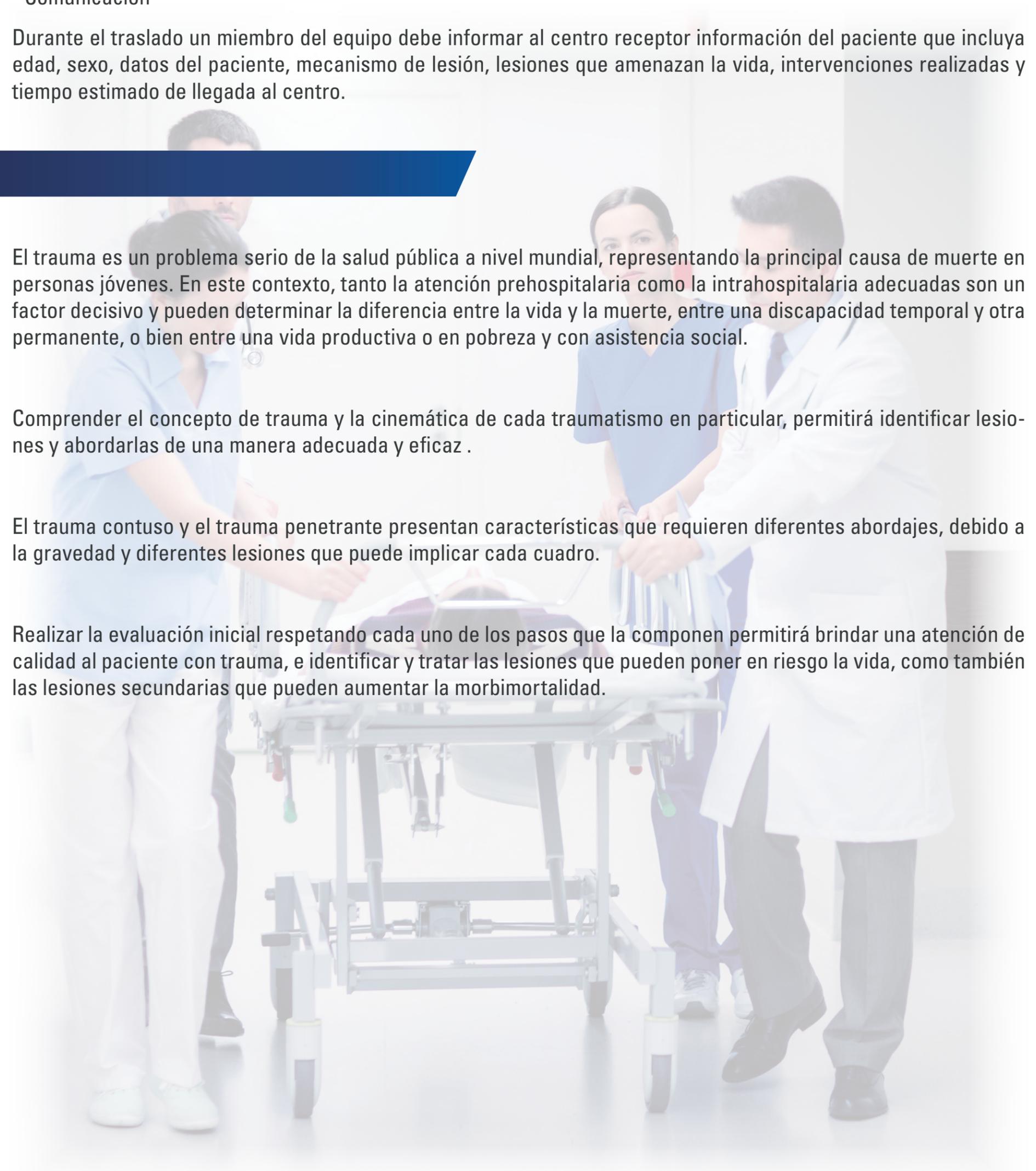
Habitualmente el traslado es terrestre con ambulancia, pero en algunas circunstancias el transporte aéreo puede ser más rápido. Se debe valorar la situación específica, teniendo en cuenta que lo más importante es la llegada rápida al centro adecuado.

- Monitoreo y reevaluación

Durante el traslado a la unidad de trauma receptora se debe monitorear en forma continua al paciente, repitiendo la evaluación primaria para asegurar que las funciones vitales no se deterioren y si se produce alguna alteración de la misma corregirla.

- Comunicación

Durante el traslado un miembro del equipo debe informar al centro receptor información del paciente que incluya edad, sexo, datos del paciente, mecanismo de lesión, lesiones que amenazan la vida, intervenciones realizadas y tiempo estimado de llegada al centro.



El trauma es un problema serio de la salud pública a nivel mundial, representando la principal causa de muerte en personas jóvenes. En este contexto, tanto la atención prehospitalaria como la intrahospitalaria adecuadas son un factor decisivo y pueden determinar la diferencia entre la vida y la muerte, entre una discapacidad temporal y otra permanente, o bien entre una vida productiva o en pobreza y con asistencia social.

Comprender el concepto de trauma y la cinemática de cada traumatismo en particular, permitirá identificar lesiones y abordarlas de una manera adecuada y eficaz .

El trauma contuso y el trauma penetrante presentan características que requieren diferentes abordajes, debido a la gravedad y diferentes lesiones que puede implicar cada cuadro.

Realizar la evaluación inicial respetando cada uno de los pasos que la componen permitirá brindar una atención de calidad al paciente con trauma, e identificar y tratar las lesiones que pueden poner en riesgo la vida, como también las lesiones secundarias que pueden aumentar la morbimortalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atención Inicial de Pacientes Traumatizados –Neira (2010):29.
2. Categorización de centros para la atención del paciente traumatizado en la República Argentina. Primer Consenso (2010):29.
3. Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS) 8va. Edición (2016):70.

