



Rev Mex Med Forense, 2022, 8(2):137-158
DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v8i2.3014>
ISSN: 2448-8011

**Mecánica de Lesiones:
Estudio de un caso y Dictamen
Artículo de Revisión**

Injury mechanics: study of a case

Ismael García Garduza ¹

Recibido: 15 feb 2023; aceptado: 24 may 2023; Publicado: 15 jul 2023

¹ Médico Forense y Legista. Secretaría de Salud del Gobierno de la Ciudad de México.
Corresponding author: Ismael García Garduza, ismaelgarciagarduza@yahoo.com.mx

**Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud.
Editorial Universidad Veracruzana
Periodo julio-diciembre 2023**

RESUMEN

Introducción. La mecánica de lesiones, es un procedimiento médico-forense que sirve para conocer cómo se produjeron esos daños, motivo por el cual, el conocimiento de la forma en que se debe llevar a cabo su estudio e integración, resulta necesario. Asimismo, su comprensión, también es importante para el médico clínico, porque su participación al aplicar correctamente la propedéutica médica y la semiología al documentar las lesiones que presenta una víctima y/o agresor hospitalizado, contribuye en el resultado que los peritos médicos forenses puedan alcanzar en su estudio ya que, éste, deberá estar fundamentado, además de otras evidencias, en la información obtenida de las notas médicas del expediente clínico. En este artículo se estudiará un caso en el que se occasionaron lesiones por arma blanca como paradigma para conocer cómo se construye una mecánica de lesiones.

Conclusión. Como se observa en el caso estudiado, la mecánica de lesiones, además de contribuir en determinar cómo se produjeron esos daños, igualmente, puede coadyuvar para que abogados de la defensa, agentes del Ministerio Público y Jueces, cuenten con elementos para emitir sus conclusiones o veredictos sobre cuál fue la intención de una persona al infiijir lesiones a otra durante una agresión.

Palabras clave: mecánica de lesiones, heridas por arma blanca, intencionalidad.

SUMMARY

Introduction. The mechanics of injuries is a medical-forensic procedure that serves to know how these damages were produced, which is why knowledge of the way in which their study and integration should be carried out is necessary. Likewise, their understanding is also important for the clinician, because their participation by correctly applying medical propaedeutics and semiology when documenting the injuries presented by a hospitalized victim and/or aggressor, contributes to the result that forensic medical experts can achieve. in its study since it must be based, in addition to other evidence, on the information obtained from the medical notes of the clinical file. In this article, a case in which stab wounds were caused will be studied as a paradigm to know how to build an injury mechanics.

Conclusion. As observed in the case studied, the mechanics of injuries, in addition to helping to determine how these damages occurred, can also help defense attorneys, prosecutor attorneys and Judges, have elements to issue their conclusions or verdicts on one person's intent in inflicting injury on another during an assault.

Keywords: injury mechanics, stab wounds, intentionality.

INTRODUCCIÓN

La mecánica de lesiones, es un procedimiento médico-forense que sirve para conocer cómo se produjeron esos daños, motivo por el cual, el conocimiento de la forma en que se debe llevar a cabo su estudio e integración, resulta necesario para los médicos forenses con el fin de obtener conclusiones que se acerquen a la verdad histórica de un hecho donde existan lesiones y, otros peritos, abogados, autoridades y jueces que participan en el proceso penal cuenten con elementos para emitir sus conclusiones o veredictos.

Asimismo, su comprensión, también es importante para el médico clínico, porque su participación al aplicar correctamente la propedéutica médica y la semiología al documentar las lesiones que presenta un paciente involucrado en un presunto hecho delictivo, contribuye en el resultado que los peritos médicos forenses puedan alcanzar en su estudio, ya que éste, deberá estar fundamentado en la información obtenida de las notas médicas del expediente clínico donde deben estar plasmadas las características de las lesiones y las alteraciones que el objeto vulnerante originó en el organismo, datos que aunados a las declaraciones de los involucrados en el hecho y de testigos así como, de la información bibliográfica, permitirá a esos peritos estructurar hipótesis sobre: a) los movimientos y fuerzas que las personas involucradas llevaron a cabo y aplicaron durante el hecho; b) los efectos ocasionados por el agente vulnerante en la salud de la persona y, finalmente; c) las reacciones conductuales que pudiera haber ejecutado la persona una vez que fue lesionada, que dependen de la gravedad del daño orgánico sufrido; elementos que integran este procedimiento.

En este artículo se estudiará un caso en el que se ocasionaron lesiones por arma blanca como paradigma para conocer cómo se construye una mecánica de lesiones.

CASO CLÍNICO MÉDICO-FORENSE Y DICTAMEN

Objetivo Único. Determinar la mecánica de las lesiones que le fueron ocasionadas al denunciante, el día 18 de julio del 2021. De acuerdo a las evidencias proporcionadas por el abogado de la defensa, se tienen los siguientes:

ANTECEDENTES

Denuncia de Hechos

Denuncia hecha por el agraviado, de la que se extrae lo siguiente:

1.- *“Aproximadamente en agosto del año 2020, el suscrito y la señora (imputada) sostuvimos una relación ocasional sin ningún compromiso, siempre le dije que tenía una relación de noviazgo con mi actual pareja (testigo de los hechos); no obstante a ello, la imputada insistió aduciendo que se había enamorado de mí y por error de mi parte accedí a ello, a pesar de que cada uno tenía su respectiva pareja. Durante dicha relación, con el paso del tiempo me di cuenta que la imputada, tenía conductas explosivas y muy violentas, me amenazaba constantemente con hacerme daño si la dejaba, momento en el cual me di cuenta de que había cometido un grave error al involucrarme con ella ante lo cual, le indiqué que daba por terminada toda relación con ella, no obstante ella seguía insistiendo con llamadas y amenazando con decirle a mi novia (testigo de los hechos), que había tenido una aventura con ella y que me arrepentiría de haber terminado con ella.*

2.- *Así la situación, no le di importancia a sus amenazas de causar un daño a mi persona o a mi novia, hasta que en fecha 18 de julio del 2021, yo me encontraba en un centro nocturno con algunas amistades, hasta que recibí una llamada de la imputada pidiéndome ayuda por algo que le había ocurrido, y decidí colgar, no obstante me preocupé y al paso de los minutos regresé la llamada al mismo número y me contestó la imputada y se escuchaba muy mal y desesperada, lo cual me preocupó ya que tenía episodios violentos o depresivos constantes, me pedía que fuera a su casa, que era la última vez que me pedía un favor, ante la situación tan preocupante y de que no fuera a cometer algo en contra de sí misma, en un acto de buena fe y con el ánimo de ayudarla en dado caso de que se encontrara en peligro, acepté a ir a su domicilio, siendo aproximadamente las 02:00 de la mañana llegué a su casa y se encontraba con mi novia y le había contado todo sobre la relación que había sostenido con ella con la única intención de causarme un daño en mi relación de compromiso.*

3.- *La imputada se comenzó a alterar, diciendo groserías, me lanzó varias cachetadas por lo cual le dije a mi novia que nos fuéramos de inmediato, que esto no estaba bien, que tal vez por la cantidad de alcohol que había ingerido de forma irresponsable, seguía diciendo que la había engañado, que ya no le hacía caso a sus llamadas telefónicas y que ya no tenía interés en ella.*

Inmediatamente comenzó a lanzarme diversos objetos que estaban a su alcance como platos, diciéndome insultos y groserías, hasta que empezó a golpearme en la cara de forma continua, a lo que el suscrito solo decidió cubrirse el rostro y hacerse para atrás sin responder con ningún tipo de agresión, mi novia trató de detenerla sin resultado alguno y al darse cuenta la imputada que mi novia me protegió se puso más agresiva y ofensiva hacia mi persona, por lo que, se dirigió a la entrada principal del inmueble, para ponerle seguro a la puerta, a lo que opté por sentarme unos minutos esperando que las cosas se relajaran. Al ver que la imputada no se calmaba y continuaba agrediéndome, decidí irme junto con mi novia, a lo que inmediatamente la imputada tomó un cuchillo de gran tamaño y se puso frente a la puerta principal, amenazándome que si yo quería salir de la casa me mataría, me asusté y protegí a mi novia, pero ello la enfureció más por lo que opté por tratar de tranquilizarla para que soltara el cuchillo y me dejara salir de su casa; así que me coloque en el pasillo principal acercándome poco a poco a la puerta, a lo que rápidamente me dijo “si das un paso más te mataré con este cuchillo”, diciendo eso se abalanzó hacia mí, por lo que yo retrocedí, pero alcanzó a lesionarme con el cuchillo en dos ocasiones en el tórax a la altura del corazón y en el hombro, como consecuencia de dichas agresiones noté que tenía la camisa llena de sangre y ante ello me horroricé, grité por la cantidad de sangre que salía de mi cuerpo, y la imputada, solo decía “Te lo mereces”, “Te voy a matar, ya verás”, mi novia le reclamaba que porque lo había hecho y que me dejara, que llamaría una ambulancia, porque el suscrito sangraba profusamente y no podía respirar bien y me sentía muy débil, una vez que llegó la ambulancia fui trasladado de inmediato al Hospital en donde me evaluaron y me dijeron que por la gravedad de la herida tenía que ser ingresado de emergencia a urgencias, ya que no sería un procedimiento sencillo y tenía que ser intervenido quirúrgicamente de manera inmediata.”

Resumen Clínico del Hospital

De la atención proporcionada al agraviado, del que se extrae lo siguiente:

“Masculino de 35 años de edad que ingresó el día domingo 18/07/2021 a las 08:28 horas, trasladado en ambulancia por herida de tórax. A su ingreso... consciente, alerta, orientado en las tres esferas, signos vitales: FC 188x', TA 138/88 mmHg, FR 28x'. Temperatura 36.5 C. Saturación de oxígeno 98%. Vía aérea permeable, sin datos de lesión con puntas nasales de O2 a 3 Lts. Por minuto manteniendo saturación de O2 arriba del 98%. Presentó dos heridas longitudinales de aproximadamente 1cm. Cada una y 1 cm de profundidad. Se observó primer orificio en región xifoidea, el segundo en el segundo espacio intercostal línea media clavicular izquierda con ligero sangrado y el tercero en región superior del hombro izquierdo.

Se realizó placa de tórax AP sin evidencia de lesiones a tejidos blandos, sin lesiones óseas, parénquima pulmonar conservado, TAC de tórax dentro de parámetros de normalidad, se observó grandes vasos y estructuras cardíacas sin lesiones, no presencia de neumotórax ni hemotórax. Se realizó USG FAST sin evidencia de líquido libre en todos sus focos; resultado negativo. Estudios de laboratorio: Hemoglobina 15.4, hematocrito 45.6%, plaquetas 321 mil. Rayos X de rodilla derecha sin evidencia de lesiones en tejidos blandos ni óseos.

Se decidió manejo conservador, se suturaron las heridas y se dio de alta a su domicilio.”

Declaración efectuada por la testigo (novia del agraviado):

“La imputada me contactó para vernos, cuando llegué a su casa aproximadamente a las 8 pm, tomamos vino (dos botellas) y en la plática ya alcoholizada la imputada comenzó a llamar al denunciante para que fuera a su casa, él estaba en un antro y saliendo fue en camino a casa de ella, la imputada le abrió la puerta, cuando entra nos quedamos en la parte de abajo y nos sentamos en la cocina, comenzamos a platicar y yo me enojé y empecé a pelear con él, le aventé objetos que estaban en la cocina y lo agredí verbalmente también, hasta que reaccionó y tuvimos una pelea, después de eso la imputada comenzó a insultarlo verbalmente con temas personales como tratando de provocarlo, a lo que el agraviado no contestó nada ni la agredió de ninguna manera, él tomó sus cosas para retirarse de la casa, quería irse pero la imputada no quería dejarlo, se regresó a la cocina por un cuchillo de tamaño grande y corrió a la puerta de la entrada amenazando con que si él salía lo mataría, el agraviado intentó abrir la puerta, pero la imputada no lo dejaba ya que se puso en la puerta con el cuchillo amenazándolo y diciendo que si él se iba lo mataría, yo traté de detenerla para que lo dejara ir, la jalé y la intente calmar pero no pude detenerla y cuando el agraviado intentó abrir la puerta ella se le fue encima y lo acuchilló tres veces y el denunciante caminó de regreso a la cocina en estado de shock, cuando yo me acerqué a él comenzó a salirle mucha sangre del pecho, éste, al sentir la sangre cae al piso y yo corrí hacia él para hacerle presión en las heridas, la imputada llorando comenzó a gritarle “te lo mereces”, “te voy a matar”, en ese momento llamamos a una ambulancia, llegaron los paramédicos él estaba temblando y la sangre no paraba de salir y se lo llevaron en camilla al hospital.”

COMENTARIOS DEL CASO

Se produce una herida por arma blanca cuando se ejerce la fuerza a lo largo del eje largo de un arma estrecha o puntiaguda, como cuchillo, puñal, etc, en el cuerpo sobre la piel. Las lesiones torácicas se dividen en dos grandes grupos: heridas no penetrantes y heridas penetrantes. La distinción es la obvia de que en el último hay una ruptura, mayor o menor en extensión en la cavidad torácica normalmente sellada herméticamente, mientras que en el primero no ocurre tal ruptura. También, se puede producir herida punzante o herida punzocortante sin causar penetración en una cavidad corporal o sin perforar todo el espesor de los tejidos que se encuentran cubriendo la cavidad torácica ^{1,2}. La fuerza necesaria para que un cuchillo penetre en el cuerpo humano, depende de varios factores; uno de ellos es el filo del cuchillo, un instrumento afilado se define como cualquier objeto que perfora la piel. Armas encontradas en tales ataques incluyen cuchillos de cocina (un cuchillo cuya función es ser usado en la preparación de comida) y cuchillos utilitarios (de hoja delgada de 11 cm, utilizado básicamente para cortar menores cantidades y piezas entre medianas y pequeñas)³. Un examen preciso de este tipo de heridas puede revelar un número considerable de indicios que son de suma importancia en la reconstrucción e interpretación de los eventos completos.

Un indicio, de carácter circunstancial, que puede afectar el desarrollo de los acontecimientos y sus resultados es la presencia de Intoxicación Etílica Aguda (IEA) en alguno o todos los participantes, trastorno común inducido por alcohol etílico en nuestro medio. Al respecto se puede mencionar lo siguiente:

La vulnerabilidad a la intoxicación aguda es mayor en el sexo femenino, porque la enzima alcohol deshidrogenasa gástrica es responsable del 10% del metabolismo del alcohol (la llamada primera fase del metabolismo) y tiene importantes diferencias relacionadas con el sexo. Las mujeres tienen un nivel más bajo de actividad de la enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) gástrica que el hombre y esto contribuye a que las mujeres tengan valores más altos de alcoholemia (alcohol en sangre) que los hombres. Esta disminución de la ADH junto con su menor volumen de distribución explicaría la mayor vulnerabilidad de las mujeres a las complicaciones agudas por alcohol, las cuales presentan más rápido síntomas relacionados con intoxicación.

Las cantidades moderadas de alcohol producen efectos como: reducción de la normal inhibición que se suele ejercer sobre la conducta y el lenguaje, euforia, sentimiento de confianza en sí mismo y hacia los demás, disminución de la sensación de fatiga. Fácilmente se pasa de la incoordinación muscular y del lenguaje, a la reducción de la ideación y capacidad mental.

Al aumentar el grado de intoxicación puede desarrollarse un tipo de conducta incontrolada cuyas manifestaciones pueden no ser previsibles aunque a veces depende de la personalidad individual. Las manifestaciones más importantes de la intoxicación etílica aguda son los cambios conductuales adaptativos como la agresividad⁴.

MECÁNICA DE LAS LESIONES

Es el estudio de los movimientos, fuerzas, efectos y reacciones que interactúan entre la víctima y el agresor al momento de producirse una lesión (cuando son producidas por terceras personas)⁵. Nota: Para la comprensión de lo argumentado en este caso, se menciona la forma de medir algunos parámetros como: La energía cinética (Ec), se mide en julios (J); la fuerza se mide en Newtons (N).

Los movimientos

Se refiere a los desplazamientos que realizan la víctima y agresor y a la manera en que el individuo que lo porta, impulsa al agente vulnerante, factores que, aunados al tipo de arma o instrumento, el modo de empuñarlo y la mano utilizada en su uso, influyen en: la forma de la lesión, la velocidad que desarrolla el arma, la localización del daño, la profundidad que alcanza en la zona anatómica involucrada y la dirección y trayecto que sigue en el cuerpo humano⁵.

Los cuchillos que se usan comúnmente en situaciones de homicidio y ataque incluyen aquellos que son más ampliamente disponibles entre la población en general, como los cuchillos domésticos (utilitarios o de cocina). Las partes principales de un cuchillo común son: la geometría, la forma de la punta, la punta de un cuchillo y el ancho de la hoja, que son de mayor relevancia en el apuñalamiento⁶.

La apariencia de la herida en la piel variará según el arma utilizada y puede distorsionarse fácilmente por el movimiento de la piel circundante y porque la elasticidad natural de la piel hace que su longitud se reduzca. Por lo que rara vez es posible, a partir de una inspección de la herida de la piel solamente, comentar útilmente el ancho de la hoja porque la piel se retrae y el cuchillo es poco probable que se haya introducido y extraído perfectamente de forma perpendicular. Si la hoja es de doble filo (bicortante) los dos extremos tendrán un aspecto angulado en "V" como la de una daga. Una herida de una hoja de un solo filo (monocortante), como un cuchillo de cocina, generalmente tendrá un extremo angulado en forma de "V" y será redondeada o cuadrada en el extremo contrario debido al borde romo de la parte posterior no cortante de la hoja¹.

Cuando el cuchillo se tuerce en el cuerpo antes de retirarlo, puede haber formas de heridas peculiares: V, L, Y o irregulares⁷. Por lo que, de acuerdo a la forma de las cicatrices que se encuentran en las fotografías de la víctima (figuras 1,2), se puede determinar que el cuchillo utilizado por la agresora, en el presente caso, fue monocortante.



Figuras 1 y 2

La parte superior del cuerpo tiene mayor riesgo de sufrir lesiones durante un ataque con cuchillo, ya que el agresor suele estar de pie y golpea hacia abajo, hacia la parte superior del cuerpo, como sucedió en el presente caso en que ambos involucrados estaban de pie.

Es posible diferenciar entre las cinemáticas de los ataques con cuchillo. Los ataques implican un movimiento por encima del brazo en el que, cuando se agarra, la hoja del cuchillo emana de la cara cubital de la mano (borde interno); en otras palabras, el individuo empuña el agente vulnerante, levanta el miembro superior y asesta el golpe contra el cuerpo de la víctima (figura 3). Los ataques de las axilas, por otro lado, involucran una axila en movimiento por el cual la hoja emana de la zona radial de la mano (borde externo); en otras palabras, el agresor empuña el agente vulnerante y prácticamente lo empuja hacia el cuerpo de la víctima (figura 4).



Figuras 3 y 4

En los ataques por encima del brazo, la velocidad del cuchillo al entrar es de aproximadamente 10 m/s mientras que para los ataques bajo el brazo está más cerca de los 7 milisegundo⁶.

En este caso, la declaración de la víctima le da forma a favor de que el ataque se efectuó estando los involucrados de pie y de frente y la agresora realizó el movimiento por encima del brazo efectuando los golpes primero flexionando la articulación del codo y posteriormente al extender esa articulación realiza el golpe con el borde cubital (borde interno) de la mano derecha y se deduce que ésta mano fue la utilizada porque las lesiones se localizan a la izquierda de la línea media de la víctima y el movimiento se realizó en diferentes ocasiones, de lo que se infiere la voluntad de quitarle la vida a la víctima, porque el desenlace fatal puede ocurrir en este tipo de lesión, debido a la localización de las heridas, aunque no lesionara ningún órgano vital, pero por los órganos (corazón, pulmones y grandes venas y arterias) que se encuentran en la cavidad torácica, podrían haber sido cortados y la víctima desangrarse hasta morir.

Según la declaración de la víctima, la lesión fue causada por un ataque repentino de una mujer. No hubo pelea previa entre ellos; el arma estaba grande señaló (que podría corresponder a un cuchillo utilitario o cuchillo para cocina) y sí había intención de apuñalarlo, por la situación previa antes de ser agredido. Su declaración y el examen médico-clínico de la herida no entran en contradicción, lo que indica que la herida fue por arma blanca y de punta afilada.

Además, hay que recordar que la dirección es útil para determinar la posición relativa de la víctima y agresor. En este caso la dirección de la herida fue de adelante-atrás, de arriba-abajo (figura 5). La víctima estaba de pie y la agresora estaba de pie frente a la víctima. La localización de los extremos de la herida con el borde cortante en situación externa y caudal y el borde romo medial y cefálico, de lo que se observa una posición de la hoja del arma levemente transversal, a pesar de que en la nota médica lo determinen como longitudinal, llevando el cuchillo de arriba hacia abajo y con suficiente fuerza para lesionar piel y tejido subcutáneo, lo que nos explica la forma de empuñar el agente vulnerante por parte de la agresora. Y el sitio del intento homicida, visto en este caso, es la parte más fácilmente accesible del cuerpo en tales circunstancias (tórax).



Figura 5

Fuerzas

Es la energía que le transmite el victimario al agente vulnerante, al aplicarlo en el cuerpo de la víctima, o la fuerza que el cuerpo de la víctima lleva al ponerse en contacto con dicho agente y que, dependiendo de las características físicas del arma, del nivel de potencia transmitido durante la acción y la zona anatómica implicada, determinará el alcance del daño ocasionado, el cual puede conocerse por los planos anatómicos que resultaron lesionados. En otras palabras, las lesiones por acción mecánica pueden resultar de un objeto en movimiento (potencia) que obra sobre el cuerpo humano (resistencia) o a la inversa, de un objeto inmóvil (resistencia) contra el cual choca el cuerpo humano en movimiento (potencia), o bien, son el resultado del choque del cuerpo humano y el objeto cuando ambos están en movimiento⁵.

Para estimar una fuerza de penetración la práctica común es utilizar una escala subjetiva de leve, moderado o grave. Esto a menudo se basa únicamente en el examen de la herida resultante o, como en este caso, en la descripción hecha por el médico que lo atendió; además, se debe incluir la resistencia de los tejidos a la acción punzocortante del agente vulnerable.

Un nivel leve de fuerza normalmente se asociaría con la penetración de piel y tejido blando, mientras que se necesitaría una fuerza moderada para penetrar el cartílago o la costilla (hueso). La fuerza severa, por otro lado, sería típica de un cuchillo que impacta en un hueso y sufre daños visibles en la hoja. En el caso de las lesiones por arma blanca, se puede decir que la fuerza requerida en cualquier apuñalamiento requiere investigación en cuatro áreas: el radio de la punta del arma, el filo de la hoja (que, en este caso al no conocerse el arma, no es posible establecer estos parámetros categóricamente, sólo por el conocimiento general de los tipos de cuchillo posiblemente utilizados); fuerza mínima requerida para la penetración, el sexo del agresor y si la fuerza necesaria para la penetración es mayor que la que puede generar una persona apuñalando⁸.

Exceptuando el hueso o el cartílago calcificado, el tejido más resistente a la penetración del cuchillo es la piel³. La piel se puede dividir estructuralmente en dos capas: la epidermis externa y la dermis subyacente que proporciona la mayor parte de la resistencia. El grosor de la piel puede oscilar entre 4 mm y 0,5 mm y tiene propiedades mecánicas muy diferentes en distintas partes del cuerpo. La epidermis es una fina cubierta exterior compuesta de células y restos celulares; su función principal es proteger las capas subyacentes de la piel y tiene una resistencia mecánica limitada. La dermis es una matriz de fibras alineables de colágeno (35% en volumen) y fibras de elastina (0,4% en volumen) que se entrelazan en una sustancia fundamental de proteoglicanos, agua y células, es la capa dérmica que proporciona máxima resistencia mecánica y es capaz de soportar grandes deformaciones; la fuerza se debe a fibras de colágeno que son casi inextensibles; la elastina, por el contrario, es altamente deformable, y proporciona a la dermis su alta elasticidad⁶.

En la mayor parte del cuerpo, la piel se encuentra en un estado de tensión biaxial desigual. En un cuerpo en reposo, las direcciones locales de máxima tensión son colineales con las direcciones locales de orientaciones de las fibras de colágeno dentro de la piel y estas direcciones se conocen como líneas de Langer o líneas de escisión. La influencia de este estado desigual de tensión biaxial se manifiesta si las incisiones son hechas paralelamente o perpendicularmente a las líneas de Langer: una incisión paralela se abrirá menos que una perpendicular y sanará con una fina cicatriz lineal, mientras que es probable que resulte una incisión transversal en una distribución irregular de tensiones locales que dan lugar a una cicatriz antiestética.

Por lo que se requiere menos fuerza y energía para perforar la piel cuando el plano de la cuchilla está paralelo a la dirección de mayor tensión de la piel mientras que se requerían mayores niveles cuando la hoja está perpendicular y se requiere menos fuerza para cortar cuando la piel está bajo un mayor nivel de tensión. Del mismo modo, los niveles absolutos de tensión de la piel tienen un efecto apreciable sobre los resultados de la puñalada. Niveles crecientes de tensión dentro de la piel paralelos al plano de la cuchilla se asocian con niveles progresivamente más bajos de fuerza y energía que se requiere para penetrar y cortar la piel⁶.

Después de la piel, la penetración del tejido subcutáneo y la capa muscular también requieren una importante cantidad de fuerza. Esto puede considerarse para evaluar la gravedad de la lesión, ya que el tejido blando subyacente piel y músculo son muy sensibles y un hueso reduce la posible gravedad de las lesiones por medio de la penetración¹.

Así, una vez penetrada la piel, suponiendo que se continúa aplicando fuerza, entonces el arma continuará penetrando a una profundidad que depende de la longitud del arma. En este caso, se puede inferir que las agresiones fueron precipitadas y en diferentes lugares, por lo tanto, sólo hubo una fuerza inicial (de punzar y retirar) y no prolongada, hecho que no permitió que el arma continuara ejerciendo fuerza y pudiera perforar o fracturar costillas o esternón o aún resbalara entre el espacio intercostal para poder penetrar al tórax, afectando solo los tejidos superficiales sin llegar a lesionar ni penetrar los huesos que se encontraban subyacentes en cada área anatómica donde se infligieron las lesiones; porque la penetración puede ser alterada por el encuentro del arma con cartílago o hueso y, para que un cuchillo atravesie el cartílago, puede requerir menos de 150 N para las costillas y para el esternón 200 N⁸.

También, debe tomarse en cuenta que la ropa aumenta la cantidad de fuerza requerida para producir una herida por arma blanca. La ropa debe examinarse minuciosamente para comparar el número, el tamaño y la ubicación de los defectos del tejido con las heridas observadas en el cuerpo. El mecanismo de penetración es la característica crítica de las heridas de arma blanca, la penetración está relacionada con la presión (P), que es la fuerza (F) aplicada perpendicularmente a una superficie por unidad de área (A): $P = F/A$ ⁷.

La cuestión clave para decidir si un arma crea una herida durante un ataque punzante es si la fuerza umbral para la penetración de la piel con ese instrumento en particular se cumple, para ello, es importante mencionar lo mencionado en la literatura acerca de la fuerza necesaria para penetrar diferentes planos anatómicos, así como la ropa: Se ha registrado una fuerza máxima de 261 N para penetrar los tejidos del tórax. Otro estudio sugiere, que la penetración de la piel típicamente requiere 35–55 N dependiendo del arma involucrada. Asimismo, se demostró en un estudio que la fuerza de penetración máxima media para la piel, la grasa y el músculo es de 49,5 N.

Se descubrió que la piel, la grasa y los músculos humanos requieren una fuerza punzante máxima de 95,5 N, 2 N para grasa sola, 37,5 solo para musculatura y 35 N para grasa y músculo juntos. La ropa aumenta la fuerza requerida para producir una herida de arma blanca⁷. Se, determinó que: una camiseta de algodón requiere aproximadamente 8 N, y una sudadera con capucha en combinación con una camiseta requiere tanto como 74,35 N para lograr la penetración⁹.

Igualmente, las velocidades deben ser bastante altas para causar daño a la piel y el tejido subyacente (hueso). A baja velocidad no se observan lesiones penetrantes¹⁰.

Con relación al sexo de la persona agresora, estudios mostraron en experimentos de apuñalamiento que, para una puñalada desenfrenada de un hombre, usando su mano dominante, la fuerza máxima media generada fue de aproximadamente 150 N. Las voluntarias generaron fuerzas más bajas que los hombres (aproximadamente la mitad de la fuerza) pero estas fuerzas eran aún mayores que las requeridas para la penetración de la piel. Aplicando una escala leve, moderada o severa a estos valores entonces, las mujeres, habrían apuñalado con fuerza moderada con la fuerza equivalente para los hombres que estaría en algún lugar entre leve a moderado. Lo anterior nos indica que la fuerza que ejerce una mujer, como en el presente caso, es una fuerza que se puede determinar que no sería suficiente para lesionar el hueso y permitir la penetración del arma dentro de la cavidad torácica. Por lo que se puede concluir que hay múltiples factores influyen en la fuerza real utilizada, como: el arma, sexo del agresor, sitio biológico/anatómico, mano utilizada, el radio de la punta del arma, fuerza mínima requerida para la penetración y si la fuerza requerida para la penetración es mayor que la que puede generar una persona apuñalando⁸.

También, un mecanismo de lesión que se investiga es el corte; el trayecto de corte puro con un objeto fijo puede ser descrito por la orientación de la herramienta, el corte deseado, la dirección, y la velocidad de corte. Para resolver este cuestionamiento, se estudian los movimientos del sujeto, el ancho de la hoja y el filo del cuchillo. Las velocidades deben ser bastante altas para causar daño a la piel y el tejido subyacente. A baja velocidad no se observaron lesiones penetrantes¹⁰.

Así, en el caso de un trayecto de herida (camino que sigue el agente vulnerante en el cuerpo) que involucre piel y tejido subcutáneo, como sucedió en el presente caso, todo lo que se puede decir en realidad es que la fuerza mínima requerida para que ese instrumento en particular causara la lesión en la piel y los tejidos blandos sólo se ha cumplido.

Por lo que no se puede determinar que, las lesiones por acción mecánica que sufrió el denunciante fueron resultado de que, al cuchillo que portaba la agresora se le aplicó un movimiento que actuó como potencia, obrando sobre el cuerpo del agredido que actuó como resistencia, puesto que el sujeto pasivo no fue hacia el agente vulnerante sino que, la persona que lo empuñaba (sujeto activo) fue la que llevó el arma hacia el sujeto pasivo; tampoco, se puede argumentar que la persona que portaba el arma la utilizó para defenderse de un ataque

por parte de la persona que resultó lesionada, ya que de ser así, ésta hubiera pretendido un ataque o una amenaza para la persona armada que justificaba la agresión.

Igualmente, de acuerdo a las declaraciones del denunciante y la testigo, se desprende que la agresora manifestó su intención de quitarle la vida al denunciante; sin embargo, no logró su objetivo, por las siguientes circunstancias: el estado de intoxicación etílica que presentaba, que produce alteraciones en la coordinación y fuerza muscular; porque el agresor fue del sexo femenino, que de acuerdo a la bibliografía, ejerce una fuerza de aproximadamente la mitad que un hombre y que no sería suficiente para lesionar el hueso; por el ancho de la hoja que se infiere por la descripción que hace la víctima y la testigo (que era de gran tamaño y grande respectivamente) que seguramente era de hoja ancha; así como, la presencia del esternón en la lesión ubicada en la región xifoidea, que requiere 200 N⁸, para penetrarlo, que implica una fuerza mayor; por la ropa de la persona que tuvo influencia en la fuerza necesaria para la penetración, ya que de acuerdo a la bibliografía, se requiere una fuerza adicional, dependiendo de la ropa que vestía la víctima en ese momento; por la rigidez (tensión en reposo) o resistencia del tejido que se está cortando, los niveles de tensión biaxial desigual dentro de la piel tienen un marcado efecto en los resultados de la puñalada, en otras palabras, la rigidez de la piel al inicio de la etapa de corte y la rigidez de la piel en la etapa de penetración de un cuchillo que apuñala donde está claro que al final la rigidez es siempre mayor que la rigidez inicial. Si bien, no se conoce el agente vulnerante, sólo lo referido por la víctima y la testigo, se puede deducir, de acuerdo a la descripción anterior sobre los posibles cuchillos (domésticos) utilizados por la agresora que la hoja y la punta eran nítidas y lisas.

Por lo tanto, se puede determinar que: la fuerza aplicada por la agresora al momento de apuñalar a la víctima fue entre leve y moderada y a baja velocidad, porque de acuerdo a la bibliografía la fuerza de penetración máxima media para la piel, la grasa y el músculo es de 49,5 N y con una energía cinética menor de 16 J, porque de acuerdo a la bibliografía, un umbral solo es evidente a 16 J, un nivel de energía que invariablemente conduciría a una perforación completa⁹; por lo que no existieron ni la fuerza ni la energía cinética suficientes para la penetración a la cavidad torácica y lesionar órganos y tejidos vitales.

Además, la velocidad con la que un cuchillo hiere la piel no tiene ningún efecto apreciable sobre el apuñalamiento. Se debe enfatizar, que es probable que las diferencias se noten a velocidades más rápidas, especialmente aquellas velocidades típicamente asociadas con apuñalamientos continuos, es decir, del orden de 10 m/s⁶, como seguramente sucedió en esta situación, lo que permitió que se lesionara la piel, pero por la presencia del hueso y la poca fuerza leve a moderada utilizada y los movimientos precipitados pero disminuidos de fuerza por la intoxicación etílica, no se logró la perforación completa de la cavidad torácica.

Todos estos elementos definitivamente no le permitieron a la agresora privar de la vida a la víctima.

Efectos

Se refiere a las alteraciones en la salud derivadas de los daños anatómicos y funcionales que el agente vulnerante originó en el cuerpo humano, la gravedad de dichas alteraciones está en relación directa con la cantidad y calidad de los tejidos u órganos afectados y la influencia que éstos tienen en la vitalidad del individuo (victima)⁵.

De acuerdo a la nota médica: la víctima presentó dos heridas longitudinales de aproximadamente 1cm. cada una y 1 cm de profundidad y otra transversal en el hombro (que no se menciona en la nota médica, pero se observa en una fotografía de la víctima). Se observó primer orificio en región xifoidea y el segundo en el segundo espacio intercostal línea media clavicular izquierda con ligero sangrado.

De lo que se puede argumentar que los efectos de las heridas en el organismo de la víctima no fueron graves debido a que, cuando el objeto golpeó el tórax, en el caso de la herida en el esternón chocó o golpeó el hueso sin perforarlo o fracturarlo y la localizada a nivel del segundo espacio intercostal no penetró al tórax porque la fuerza ejercida fue la suficiente para cortar la ropa, lesionar piel y tejido subcutáneo y porque no fue continuada, al retirar inmediatamente el arma para ejercer la acción nuevamente en otro sitio anatómico o, finalizar el apuñalamiento.

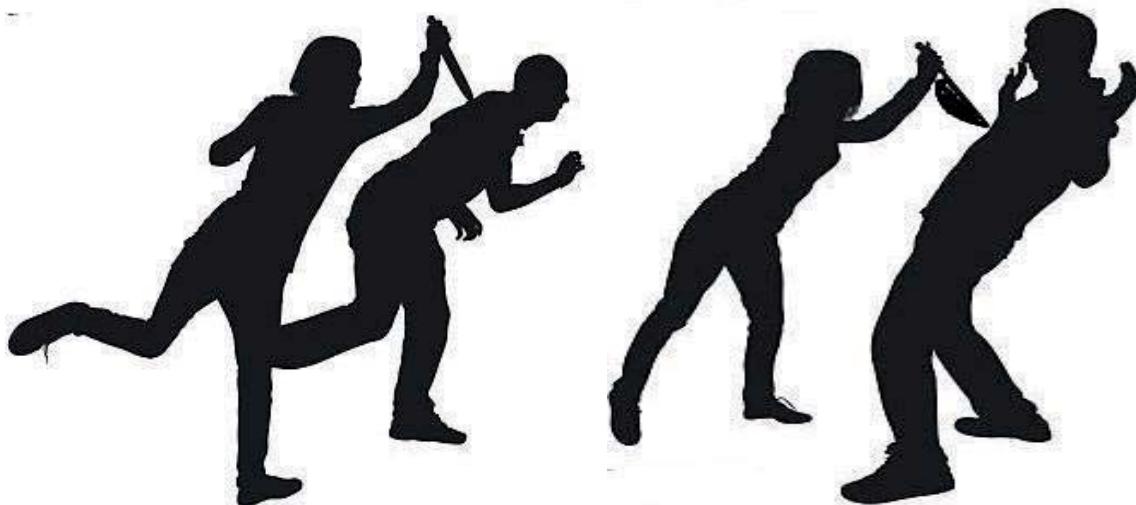
Si bien es cierto que, las heridas ocasionadas por la agresora no fueron graves (no pusieron en peligro la vida de la víctima), que de acuerdo al Código penal del Estado de México se clasificarían como: Lesiones que tardan en sanar hasta quince días y no ameritan hospitalización; resulta evidente el fin por el que fueron ocasionadas, acorde al agente vulnerante utilizado, la cantidad de heridas, su localización (región anterior del tórax a la izquierda de la línea media donde se encuentran el corazón y grandes vasos sanguíneos) y por la frase expresada por ella “Te voy a matar”, según la declaración de la víctima y, porque las lesiones fueron provocadas por una mujer que había ingeridos alcohol, que de acuerdo a lo razonado anteriormente, pudo haber influido en que no pudo coordinar adecuadamente sus movimientos ni ejercer la fuerza suficiente y continuada para que el agente vulnerante penetrara en la cavidad torácica y lesionar estructuras anatómicas (arterias y venas) y órganos (corazón y pulmones), con lo que seguramente le hubiera quitado la vida a la víctima.

Reacciones

Es la capacidad de respuesta de la víctima después de ser lesionado y que depende de los efectos que causó cada uno de los daños en la salud del individuo (si existieron varias lesiones), por lo tanto, este punto está supeditado al nivel de integridad física y psíquica de la persona después de sufrir la agresión y se estimará por el grado de discapacidad provocada por el trauma, hecho que le permitirá o no, a la persona afectada, conservar o tener la habilidad para desarrollar ciertas actividades, como: huir, atacar, defenderse o, evitar un nuevo ataque.

Este parámetro podrá deducirse por la evidencia de desplazamientos en el lugar de los hechos y/o por la presencia de lesiones subsecuentes, tanto en la víctima, como en el agresor. También debe considerarse el caso de algunas personas que, como reacción psicológica permanecen estáticos (figura 5)⁵.

La última posibilidad sería la que se puede atribuir a la víctima, puesto que el único movimiento que realizó durante las acciones fue el de retroceder y lo hizo antes del atentado y una vez efectuado éste, posiblemente por lo repentino del ataque y la precipitación con que se realizó, fue la de permanecer estático (como se ilustra en la figura 7) hecho que le impidió evitar las subsecuentes heridas, huyendo, defendiéndose o atacar a la agresora, ya que las lesiones, al no penetrar al tórax no lesionaron órganos vitales limitándose a los tejidos superficiales que cubren la cavidad torácica; situación que puede echar abajo la posible teoría de la defensa, de que la víctima pudo tener la posibilidad de correr, caer, defenderse presentando lesiones de defensa o haber tratado de evitar más lesiones (figura 6).



Figuras 6 y 7

CONCLUSIONES DEL CASO

1. El denunciante, fue agredido con un arma blanca (cuchillo) por la imputada, el día 18 de julio del 2021.

2. Las lesiones ocasionadas correspondieron a tres heridas de aproximadamente 1cm de longitud cada una y 1cm de profundidad, localizadas en: la región xifoidea, segundo espacio intercostal línea media clavicular izquierda y otra más en la región superior del hombro izquierdo.
3. La clasificación médico-legal de esas lesiones corresponde a: lesiones que tardan en sanar hasta quince días y no ameritan hospitalización.
4. Sin embargo, debido a factores derivados al hecho de que la agresora, al pertenecer al sexo femenino no ejerció la fuerza y la energía cinética suficiente para lograr la penetración del tórax; aunado a que: había ingerido bebidas alcohólicas que afectan la fuerza y coordinación muscular; que realizara apuñalamientos breves, que no ejercieron una fuerza continuada que permitiera al objeto vulnerante perforar o fracturar todos los tejidos de la pared torácica, impidieron que la víctima presentara lesiones graves.
5. Finalmente, se puede determinar que la imputada, ocasionó lesiones al denunciante que, por su localización (región anterior del tórax a la izquierda de la línea media, sitio donde se encuentran órganos, venas y arterias vitales), cantidad (tres) y el tipo de arma utilizada (cuchillo), fueron ocasionadas para provocar un daño letal.

DISCUSIÓN

Para conocer cómo se produjeron las lesiones, que es un cuestionamiento que se hace la autoridad cuando investiga una denuncia en la que él o los participantes ya sean personas vivas o cadáveres presentan esos daños, el responsable de dar respuesta es el médico forense determinando la llamada “mecánica de lesiones”, estudio que se lleva a cabo estructurando hipótesis basado en una serie de elementos como: expedientes clínicos, dictámenes realizados por otros peritos, declaraciones de los participantes y testigos y por aquellos observados o llevados a cabo directamente por el médico forense, para estar en condiciones de emitir una conclusión sustentada que se aproxime a la verdad sobre este estudio.

En el presente caso, se analizaron heridas por instrumento punzocortante, como paradigma para señalar una forma de estructurar una mecánica de lesiones.

Las heridas de arma blanca son de gran importancia en medicina forense ya que estos son frecuentes en casos de homicidio, principalmente por cualquier tipo de enemistad, disputas domésticas, peleas callejeras o con amigos o incluso por sustraer objetos de valor (robo); esta es la imagen no sólo en nuestro país sino a nivel mundial. Rara vez son accidentales y, en ocasiones, suicidas, pero por lo general su origen es el resultado de una intención criminal. Los sitios más comunes de localización de lesiones homicidas por arma blanca son: cuello, tórax y abdomen, con probabilidad de lesionar vías respiratorias, pulmones, corazón y grandes vasos¹.

Una de las preguntas cardinales en un apuñalamiento gira en torno a la energía requerida para infligir una cierta lesión. La respuesta a esta pregunta puede influir en la decisión de un tribunal sobre la intención de un agresor al causar el daño, para determinar si la puñalada se produjo para lesionar o matar a la víctima, o si la herida se produjo accidentalmente (teoría de defensa en el tribunal, sobre la posibilidad de que la víctima corra o caiga sobre un cuchillo y sufra la herida por arma blanca)⁶.

La adecuada evaluación de la etiología médico-forense requiere una consideración sistemática de todos los antecedentes y circunstancias que rodean al hecho, recordando siempre que los delitos por apuñalamiento se producen en situaciones dinámicas y no estáticas. Motivo por el cual, hay que destacar la importancia de considerar las características del agente vulnerante, el sexo del agresor, su fuerza y mano utilizada, el sitio anatómico donde se infligió la lesión y la velocidad, con lo que, el médico forense cometerá menos errores en la medida en que evite utilizar los hallazgos de la atención hospitalaria como único elemento para la investigación médico-forense de un caso.

Para dar respuesta a los cuestionamientos de la autoridad y estar en condiciones de estructurar la mecánica de lesiones, es importante conocer algunos aspectos relacionados con estos daños, que son los siguientes^{5,7}:

- Enterarse de las declaraciones del o los involucrados y de los testigos;
- Conocer el expediente clínico y/o dictamen de necrotomía;
- Estudio del lugar del hecho;
- Circunstancias: el estado de salud de la o las personas agredidas, número de participantes, si los participantes presentaban un estado de intoxicación, acontecimientos previos que dieron origen a la agresión;
- Las características del o los agentes vulnerantes (si se encuentran);
- Determinar siempre el tipo de lesión;
- Número de lesiones; se pueden describir individualmente o en grupos, según el caso. Cada herida o grupo debe numerarse secuencialmente. Puede dar pistas sobre la forma de la muerte; p.e. en lesiones homicidas, no hay ubicación anatómica específica (al azar); por lo general hay numerosas heridas profundas y puede haber lesiones adicionales;
- Forma de las heridas;
- Lesiones adicionales: Puede mostrar lesiones adicionales debido al mecanismo desafilado del mango o la protección del cuchillo (lesiones estampadas, excoriaciones, equimosis, etc.) que indican que toda la hoja penetró en el cuerpo;
- Dimensiones;
- Localización: describir la ubicación anatómica de las heridas;

- Características: suelen ser más profundas que su longitud cutánea. Aunque las intervenciones médicas pueden alterar la forma y el tamaño de la herida; los márgenes de la herida pueden estar más o menos yuxtapuestos, lo que da como resultado percepciones de tamaño y forma, debido a la elasticidad de la piel y los tejidos blandos y la dirección de las fibras fibroelásticas (líneas de Langer o líneas de tensión de la piel de Langer). Los bordes de la herida siempre deben colocarse suavemente para evaluar mejor la longitud y la forma de la lesión. No hay puentes de tejido presentes en el centro de la herida;
- Describir si presentan herida de entrada y de salida: Requiere presión vigorosa. En raras ocasiones, hay una herida de salida; por ejemplo, en las extremidades superiores o en heridas de alta energía;
- Se debe describir la dirección y el trayecto. La dirección (sentido del objeto que puede ser de adelante atrás o visceversa, de arriba-abajo o visceversa y de izquierda a derecha o visceversa) del empuje se basa tanto en la localización y características de la herida en la piel; es útil para determinar la posición relativa de la víctima y agresor;
- y el trayecto (camino que sigue el agente vulnerante en el cuerpo) debe determinarse durante el examen interno, describiendo los tejidos y órganos lesionados. Debido a la elasticidad del tejido blando, la profundidad de la herida no representa necesariamente la longitud de la hoja. Una puñalada vigorosa puede sangrar la superficie del cuerpo (es decir, el abdomen) y comprimir los tejidos blandos, lo que permite que la hoja alcance tejidos y órganos profundos a una distancia mayor que la longitud de la hoja. Se puede observar evidencia directa de heridas de arma blanca en los órganos involucrados (por ejemplo, corazón, pulmones, hígado). Debido a las fases respiratorias, el pulmón puede presentar lesiones más largas o más cortas que la longitud real de la hoja. Durante la inspiración, el pulmón se expande y se acerca a la pared torácica, por lo que es más fácil que la herida de arma blanca lo involucre. Durante la exhalación, la contracción del pulmón lo aleja de la pared torácica, lo que dificulta que la hoja lo alcance;
- En caso de fallecimiento de la persona, antes de manipular el cuerpo, es fundamental tomar fotografías del cuerpo tal como se recibe. La ropa debe examinarse minuciosamente para comparar el número, el tamaño y la ubicación de los defectos del tejido con las heridas observadas en el cuerpo;
- Se sugiere determinar la pérdida de sangre después de una herida penetrante de cavidad por instrumento punzocortante traumatismo, ya sea en el hospital o durante la necrotomía. Los signos de pérdida de sangre severa incluyen palidez extrema de los órganos internos, incluso si no están directamente involucrados (p. ej., riñones). A veces, el sangrado no es extenso y la muerte se debe a complicaciones de lesiones vasculares (p. ej., embolia gaseosa);
- Buscar y describir lesiones de defensa, las cuales tienen las siguientes características: Activa: en las palmas de la mano en el intento de la víctima de agarrar la hoja. Pasiva: en la cara dorsal o anterior del antebrazo o de las manos en el intento de las víctimas de protegerse del cuchillo. La ropa suele estar involucrada;

- Lesiones suicidas: Ubicación típica: Muñeca, Cuello y Tórax. Solo están involucradas las áreas accesibles del cuerpo. Las áreas posteriores prácticamente nunca están involucradas. En su mayoría son heridas por incisión. Si está presente, por lo general una herida de arma blanca profunda. Típicamente se observan heridas de vacilación (heridas por incisión superficiales lineales, paralelas que involucran las extremidades superiores, también pueden observarse en el tórax; por lo general, hay heridas por mecanismo punzante progresivamente más profundas y una sola herida que penetra en la pared torácica y lesiona un órgano interno). Las marcas remotas de vacilación suelen tener la forma de cicatrices lineales y paralelas. No hay lesiones adicionales presentes. Sin lesiones en la defensa. La ropa generalmente no está involucrada. Las víctimas tienden a quitarse la ropa para asegurarse de que cortarán/apuñalarán en la ubicación anatómica correcta;
- Lesiones accidentales: Raramente reportado en la literatura. Difícil de demostrar. Solo una investigación médico-forense integral de la muerte ayuda a determinar la forma de la muerte. La fijación de la hoja, lo que significa que el cuchillo está bien sujeto y sostenido con firmeza, parece ser el factor principal para determinar las muertes accidentales por apuñalamiento;
- Establecer la clasificación médico-legal de las lesiones.

Conclusión

La mecánica de lesiones es un estudio importante durante el estudio de delitos de lesiones y quedó ejemplificado con el caso estudiado relacionado con un apuñalamiento, procedimiento común para dañar y/o cometer homicidio. Las heridas de arma blanca son de gran importancia en medicina forense ya que son extremadamente comunes principalmente en disputas domésticas y violencia callejera. A menudo se solicitan peritos médico-forenses por parte del agente del Ministerio Público o por parte del abogado de la defensa para dictaminar sobre ese estudio, en casos donde existen lesiones producidas por instrumentos punzocortantes, con el fin de sustentar su teoría del caso, esos peritos deben determinarla siempre, basándose en declaraciones de involucrados y testigos, notas médicas, factores circunstanciales e información de publicaciones científicas.

En este caso, la evidencia médica-clínica no es suficiente para llegar a una conclusión sobre la intencionalidad, interrogante que es indispensable aclarar, por lo que el estudio médico-forense puede contribuir a la solución de esa incógnita al determinar cómo se produjeron las lesiones. Como se observa, la mecánica de lesiones, no solo contribuye para determinar cómo se produjeron las lesiones, también, resulta útil para que abogados de la defensa, agentes del Ministerio Público y Jueces, cuenten con elementos para emitir sus conclusiones o veredictos sobre la intención de una persona al momento de infligir lesiones durante una agresión.

REFERENCIAS

1. Asma Begum, Md. Rabiul Huq, Meherunnessa Begum, Azmeri Alam, Gulshanara Akhter, Tamanna Tasmin. A Case Report on Stab Injury. *Delta Med Col J*. Jan 2014;2(1):36-38.
2. Umar Farooq. Classification and management of chest trauma. *JCPSP* 2006, Vol. 16 (2): 101-103.
3. Ivan P Novakov. Thoracic Stab Wound: A Curious Case Report. *Clinics in Surgery*. 2018; 3: 2183.
4. Ismael García Garduza. Medicina Forense. Solución a dos temas controvertidos: Estado de ebriedad y Lesiones dentarias. 2^a. Ed. Editorial Porrúa. México, 2021.
5. Ismael García Garduza. Procedimiento Pericial Médico-Forense. Normas que lo Rigen y Los Derechos Humanos. 5^a. Ed. Editorial Porrúa. México, 2017.
6. Gilchrist, S. Keenan, M. Curtis, M. Cassidy, G. Byrne & M. Destrade. Mechanics of Stabbing: Biaxial Measurement of Knife Stab Penetration of Skin Simulant. *Forensic Science International*. 2008; 177(1):52-65.
7. Gitto L, Arunkumar P. Sharp force injuries. *PathologyOutlines.com* website. <https://www.pathologyoutlines.com/topic/autopsysharpforce.html>. Accessed June 20th, 2022.
8. Gary Nolan¹ & Sarah V. Hainsworth^{2,3} & Guy N. Rutty. Forces generated in stabbing attacks: an evaluation of the utility of the mild, moderate and severe scale. *Int J Legal Med* (2018) 132:229–236.
9. Stephan A. Bolliger, Beat P. Kneubuehl, Michael J. Thali, Sebastian Eggert, Lea Siegenthaler. Stabbing energy and force required for pocket-knives to pierce ribs. *Forensic Sci Med Pathol*: 2016: DOI 10.1007/s12024-016-9803-z
10. Sami Haddadin, Alin Albu-Schäffer, Fahed Haddadin, Jurgen Roßmann, € and Gerd Hirzinger. An Experimental Safety Study for Stab/Puncture and Incised Wounds. *IEEE ROBOTICS & AUTOMATION MAGAZINE*. 2011: 21-34.



**Revista Mexicana de Medicina Forense
y Ciencias de la Salud**