

Universidad de Costa Rica
Sistema de Estudios de Posgrado
Programa de Especialidades Médico-Forenses

**DESCRIPCIÓN DE LA BIOMECÁNICA TRAUMÁTICA DE LESIONES
LABORALES DEL MIEMBRO SUPERIOR EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA
RELACIÓN DE CAUSALIDAD MÉDICO-LEGAL**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el título de
Especialista en Medicina Legal**

Autor: Jorge Calderón Elizondo

Tutor: Dr. Édgar Madrigal Ramírez

Ciudad Judicial, San Joaquín de Flores

2017

TRIBUNAL EXAMINADOR

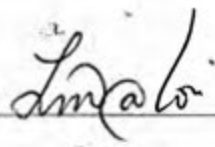
Dr. Jorge Aguilar Pérez

Dr. Allan Chaves Moreno


Dra. Sisy Castillo Ramírez

Dra. Gretchen Flores Sandí

Dr. Édgar Madrigal Ramírez



Dr. Carlos Paniagua Barrates



Dra. Sandra Solórzano Herra



Dra. Sonia Uribe Medrano

Dra. Mayela Valerio Hernández

Dr. Franz Vega Zúñiga



DEDICATORIA

A mi esposa, Magdalena, por tenerme tanta paciencia, por siempre creer y confiar en mí, por apoyarme durante todos estos años y seguirlo haciendo diariamente, por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mi hija, Daris, por ser nuestro motor para levantarnos día con día, nuestro orgullo, nuestra felicidad, nuestro motivo para vivir y seguir siempre hacia adelante.

A mi madre, Silvia, por haberme dado la vida y llevarme siempre por el buen camino, por todo su apoyo y cariño.

A toda mi familia, a la propia y a la adquirida, por todo su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Édgar Alonso Madrigal Ramírez, por toda la ayuda incondicional que me dio durante toda mi residencia, por sus consejos y conocimientos compartidos, por su paciencia y su amistad.

TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenido

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Antecedentes.....	9
1.2 El problema y su importancia.....	13
1.3 Justificación.....	15
1.4 Objetivos:.....	17
1.4.1 Objetivo general:.....	17
1.4.2 Objetivos específicos:.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 La Biomecánica.....	19
2.2 Miembro superior.....	21
2.3 Hombro.....	21
2.3.1 Generalidades.....	21
2.3.2 Articulación glenohumeral.....	22
Anatomía.....	22
Funcionamiento y biomecánica general.....	23
Traumatología.....	29
a) Luxación anterior del hombro.....	29
b) Luxación posterior del hombro.....	30
c) Lesión SLAP (Superior Labrum Anterior to Posterior).....	31
d) Lesión de Bankart.....	35
e) Lesión de Hill-Sachs.....	36
2.3.3 Manguito de los rotadores.....	37

Anatomía	37
Funcionamiento y biomecánica general	39
Traumatología	40
a) Ruptura del manguito de los rotadores.....	40
Tipos de patologías del manguito rotador.....	41
2.3.4 Bursas.....	42
Anatomía.....	42
Funcionamiento y biomecánica general.....	43
Traumatología.....	43
a) Bursitis del hombro.....	43
2.4 Codo.....	44
2.4.1 Generalidades.....	44
2.4.2 Articulación del codo.....	49
Anatomía.....	49
Funcionamiento y biomecánica general.....	50
Traumatología.....	52
a) Bursitis olecraniana.....	52
b) Epicondilitis del codo.....	52
2.5 Muñeca.....	54
2.5.1 Generalidades.....	54
2.5.2 Articulación de la muñeca.....	54
Anatomía.....	54
Funcionamiento y biomecánica general.....	55
Traumatología.....	59
a) Tendinopatía de D´Quervaine.....	59

b) Síndrome del túnel carpal.	61
c) Fractura del escafoides.	63
2.6 Mano.	65
2.6.1 Generalidades.	65
2.6.2 La mano.	65
Anatomía.	65
Funcionamiento y biomecánica general.	68
Traumatología.	76
a) Lesión de Mallet.	76
b) Deformidad de Boutonniere.	77
2.7 Causalidad en las lesiones laborales.	78
2.7.1 Concepto de causa y relación de causalidad.	79
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.	82
3.1. Enfoque de Investigación.	82
3.2 Fuentes de investigación.	82
3.3 Categorías.	83
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	87
4.1 Biomecánica del trauma en la luxación anterior del hombro	87
4.2 Biomecánica del trauma en la luxación posterior del hombro.	90
4.3 Biomecánica del trauma en la lesión tipo SLAP	93
4.4 Biomecánica del trauma en la lesión de Bankart.	99
4.5 Biomecánica del trauma en la lesión de Hill-Sachs.	102
4.6 Biomecánica de la ruptura del manguito rotador.	106
4.7 Biomecánica del trauma en la bursitis del hombro	114
4.8 Biomecánica del trauma en la bursitis olecraniana	118

4.9 Biomecánica de la epicondilitis del codo	121
4.10 Biomecánica del trauma en la tenosinovitis de D'Quervain.....	125
4.11 Biomecánica del trauma en el síndrome del túnel carpal	129
4.12 Biomecánica del trauma en la fractura de escafoides	137
4.13 Biomecánica de la lesión de Mallet	140
4.14 Biomecánica del trauma en la lesión de Boutonniere.....	143
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.	149
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....	156
BIBLIOGRAFÍA	157

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes.

La medicina es una ciencia que se ha considerado históricamente como el arte de curar; sin embargo, la medicina también tiene otras dimensiones entre las cuales está la dimensión pericial, esta le ha correspondido en Costa Rica a la Medicina Legal institucionalizada en el Poder Judicial.

Existen diversas definiciones del concepto de Medicina Legal que han surgido a lo largo de las décadas; puede decirse que es un “Conjunto de conocimientos médicos necesarios para solucionar problemas, tanto en la práctica de las leyes como en su perfeccionamiento y evolución” (Hernández 2014, p. 1), o bien, es la “Especialidad que reúne los conocimientos de la medicina, que son útiles para la correcta administración de la justicia, coadyuvando para solucionar problemas de índole civil, penal, laboral y administrativa; también como ciencia colaboradora en la formulación y aplicación de ciertas leyes” (Hernández 2014, p. 1), también se describe como “...una ciencia que sirve de unión a la medicina con el derecho y, recíprocamente, aplica a una y otro las luces de los conocimientos médicos y jurídicos” (Vargas, 2012, p. 15). Además, puede definirse como “...el conjunto de conocimientos médicos y biológicos necesarios para la resolución de los problemas que plantea el Derecho, tanto en la aplicación práctica de las leyes como en su perfeccionamiento y evolución” (Calabuig, 2004, p. 4).

Como puede verse, la medicina legal es una ciencia que responde a las inquietudes judiciales que, en el presente caso, estarían relacionadas con el ámbito laboral. En esta área, el médico forense echa mano de sus conocimientos semiológicos y de interpretación de pruebas para emitir las conclusiones de sus pericias.

Desde el origen del hombre y ante la necesidad de alimentarse y subsistir, nació el trabajo y junto a este, la posibilidad de accidentabilidad, enfermedad o incluso la muerte de los trabajadores.

Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT, Tesouro de la OIT, página web <http://ilo.multites.net/defaultes.asp>), el trabajo es el “...conjunto de actividades humanas, remuneradas o no, que producen bienes o servicios en una economía, o que satisfacen las necesidades de una comunidad o proveen los medios de sustento necesarios para los individuos”.

Explica Gomero (2006, p. 106) que la Medicina del Trabajo es la especialidad médica que se dedica al estudio y tratamiento de las enfermedades y los accidentes que se producen por causa o consecuencia de la actividad laboral, así como las medidas de prevención que deben ser adoptadas para evitarlas o disminuir sus consecuencias.

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), la medicina del trabajo es:
La especialidad médica que tiene como finalidad fomentar y mantener el más elevado nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones; prevenir todo daño causado a la salud de esto por las condiciones de su trabajo; protegerlos en su empleo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes nocivos para su salud; colocar y mantener al trabajador en un empleo que convenga a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas, y, en suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo. (Comité Mixto OIT/OMS sobre Higiene Laboral, 1957, p. 4)

Puede observarse que la Medicina del Trabajo tiene que ver con una cuestión más de diagnóstico para el tratamiento y la prevención de la enfermedad, pero, por otro lado, para el trabajo pericial que se realiza, la Medicina Forense del Trabajo, aplicará sus técnicas, métodos diagnósticos y semiología para valorar las relaciones de causalidad y el daño corporal derivado.

Para la Medicina Legal, en cuanto al área laboral se refiere, es indispensable saber el significado de términos como riesgo laboral, accidente del trabajo y enfermedad del trabajo. En el Código del Trabajo de Costa Rica (2004, p. 60), estos conceptos están bien definidos. El artículo 195 de este código dice que “Constituyen riesgos del trabajo los

accidentes y las enfermedades que ocurran a los trabajadores, con ocasión o por consecuencia del trabajo que desempeñen en forma subordinada y remunerada, así como la agravación o reagravación que resulte como consecuencia directa, inmediata e indudable de esos accidentes y enfermedades”. También, define bien lo que es un accidente laboral en su artículo 196 que dice: “Se denomina accidente de trabajo a todo accidente que le suceda al trabajador como causa de la labor que ejecuta o como consecuencia de esta, durante el tiempo que permanece bajo la dirección y dependencia del patrono o sus representantes, y que puede producirle la muerte o pérdida o reducción, temporal o permanente, de la capacidad para el trabajo”. En cuanto a las enfermedades laborales, el artículo 197 las define como: “...enfermedad del trabajo a todo estado patológico, que resulte de la acción continuada de una causa, que tiene su origen o motivo en el propio trabajo o en el medio y condiciones en que el trabajador labora, y debe establecerse que estos han sido la causa de la enfermedad”.

Existe una problemática médico-legal a la cual los peritos se enfrentan para poder establecer que una dinámica del trabajo puede producir por su frecuencia, intensidad y duración una lesión, a este respecto se tienen los siguientes estudios en que se ha formulado dicha dificultad y se han obtenido los siguientes resultados.

1. Ambrosio y cols. (2011, págs. 4-17) realizaron un estudio sobre la biomecánica del miembro superior utilizando tres modelos musculoesqueléticos distintos con varias complejidades para conocer bien las funciones del miembro superior, sin embargo, este estudio se centró solamente en la función normal del miembro superior, sin tomar en cuenta las patologías o mecanismos de lesión.

2. Brookham y cols. (2010, págs. 337-344) investigaron los efectos que tiene las herramientas ligeras de mano en diferentes posiciones del hombro cuando son utilizadas en el trabajo, este estudio tuvo un enfoque desde la perspectiva de la ergonomía, no biomecánico, y además se centró solamente en el hombro y la mano, sin tomar en cuenta el resto de estructuras anatómicas del miembro superior.

3. En otro estudio hecho por Takala y cols. (2010, págs 3-24), se confeccionó una revisión sistemática sobre distintos métodos observacionales que se habían publicado para evaluar el efecto biomecánico en los entornos laborales en el cuerpo, pero este estudio se realiza desde la perspectiva de la ergonomía y solamente evaluó si dichos métodos eran adecuados para valorar el efecto biomecánico, no explica desde este punto de vista cómo suceden las lesiones.

4. También Houvet y Obert (2013, págs. S104-S114) confeccionaron una investigación donde describían los desórdenes musculoesqueléticos del miembro superior relacionados con el trabajo, pero el enfoque de este se basó en el diagnóstico, tratamiento y factores de riesgo y aunque realizan un análisis de la posible biomecánica que los produce, este de manera generalizada, sin centrarse en cada una de las lesiones.

5. Por último, Reeser y cols. (2013, págs. 239-244) hizo un estudio de la biomecánica de producción del síndrome del infraespinoso del hombro, esto en una población femenina jugadoras de voleibol, sin tomar en cuenta otras lesiones del miembro superior.

Estos estudios están orientados a la biomecánica de las lesiones, pero en alguna región anatómica específica, sin estar orientados al estudio de la relación de causalidad. En Costa Rica hay pocos estudios de este tipo, puede mencionarse el realizado por Barrantes y cols. (2010, pp. 1-18) donde explica cómo se producen las alteraciones musculoesqueléticas en los estudiantes universitarios de informática por trauma acumulativo, pero en estructuras como cuello, región lumbar y muñecas, no del miembro superior, también hay artículos de revisión publicados que explican la biomecánica del trauma en el trauma craneo-encefálico, como el publicado por Madrigal y Henández (2017, pp. 1-10), en la biomecánica en los accidentes de tránsito, como el realizado por Ramírez (2013, pp. 1-8), ninguno de ellos orientados a la biomecánica del trauma en miembro superior.

1.2 El problema y su importancia

Al realizar la pericia médico legal de un accidente o enfermedad laboral, es indispensable establecer el daño corporal que produce, este se define como “toda alteración en la continuidad, situación, relaciones, formas, estructura o funciones de los órganos” (Alvarado, 2012, p. 467); también se debe de establecer la relación del daño con el trabajo que hace, es decir, que si el daño provocado al trabajador es con ocasión o, por consecuencia, de las labores que desempeña en su puesto de trabajo. Otro punto que debe valorarse es la consecuencia que produce el daño, esta puede ser una incapacidad laboral temporal que es la pérdida de las facultades o aptitudes que imposibilitan a la persona para desempeñar su labor habitual por un tiempo. O bien, puede tratarse de una incapacidad permanente, esta puede ser menor y parcial si la disminución definitiva es en la aptitud para hacer su trabajo habitual, o total si la pérdida de aptitudes sea para cualquier trabajo por el resto de su vida y, por último, puede clasificarse como gran invalidez donde hay una incapacidad permanente absoluta con impedimento para laborar y el afectado requiere de la asistencia de otra persona para realizar sus actividades esenciales (caminar, vestirse, comer), también puede producir la muerte (Código de Trabajo, 2004, p. 68). Por último, al evaluar incapacidades debe otorgarse un porcentaje de pérdida de la capacidad orgánica general para fijar la indemnización, siempre tomando en cuenta la profesión del afectado, condiciones personales del trabajador, grado de aptitud o especialización laboral, edad, sexo, dominancia (derecho o izquierdo), entre otras.

Tomando en cuenta de que para dar lo justo a quien lo merece y ayudar a las Autoridades Judiciales a establecer el adecuado resarcimiento al afectado, es de suma importancia que el médico perito que valore un caso de un riesgo laboral, establezca de manera certera la relación de causa-efecto entre lo que narra el evaluado y la lesión o secuela que presenta, siempre tomando en cuenta los criterios para establecer el nexo de causalidad.

Siguiendo a los criterios de causalidad de Simonin narrados por Vargas (2012, p. 155), para establecer un nexo de causalidad se indica lo siguiente:

- 1) Naturaleza del trauma: La violencia exterior debe ser en tiempo y circunstancias apropiados para causar la lesión.
- 2) Naturaleza de la lesión: El “origen traumático de la afección puede ser evidente, posible, dudoso o imposible” (Simonin).
- 3) Concordancia de localización: La lesión puede estar en el lugar donde el trauma actúa directa e inmediatamente, o puede haber actuado a distancia.
- 4) Relación anatomoclínica: Puede consistir en una sucesión de síntomas o una vinculación anatomoclínica suficiente para explicar la producción del daño físico.
- 5) Relación cronológica: Es indiscutible cuando la lesión aparece de modo inmediato después del trauma. Cuando se manifiesta tras cierto intervalo silencioso, debe profundizarse en consideraciones patogénicas para admitir la correlación etiológica.
- 6) La afección no existía antes del trauma: Es condición indispensable para eliminar la coincidencia de hecho.
- 7) Exclusión de una causa extraña al trauma: Aquí viene al caso el tema de la concausa o concausalidad, que consiste en la concurrencia de dos o más causas en la producción de un estado mórbido: una es la causa directa del daño y la otra está representada por una predisposición o por una complicación que sobreviene.

Para llegar a poder establecer esa relación causal, el médico legista se vale de ciertos elementos, como el interrogatorio, la valoración física, exámenes complementarios como radiografías, ultrasonidos, tomografía axial computadorizada (TAC), la documentación médica del evaluado a la que pueda accederse y consultarse para determinar la evolución del cuadro que presentó, entre otras. Dentro de los elementos que tiene el legista como apoyo está la biomecánica y sus métodos de medición que puede ayudar a determinar el nexo de causalidad en muchas de las lesiones que se presentan en los riesgos del trabajo.

La mecánica es la parte de la física que estudia el movimiento, describiendo de forma matemática cómo se da este y, a su vez, es el objetivo de la parte de la mecánica

llamada cinemática. La descripción cinemática de un movimiento consiste en asociar a cada movimiento una función o ecuación que indique cuál es la posición del móvil, medida desde un determinado punto de referencia. La dinámica es la parte de la mecánica que estudia las causas del movimiento e intenta establecer las relaciones existentes entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y el movimiento que resulta de estas. Por último, la estática estudia las condiciones que deben producirse para que un cuerpo o sistema esté en equilibrio. (Viladot, 2001, p. 3).

La biomecánica tiene que ver con los principios y métodos de la mecánica aplicados al estudio de la estructura y función de sistemas biológicos, se encarga del estudio de los movimientos del cuerpo humano. Las investigaciones en este ámbito, se realizan en movimientos que el individuo desempeña durante la vida diaria, en los lugares de trabajo y en la actividad física como la marcha, la danza y las diferentes especialidades deportivas. (Espinosa, 2005, p.1).

El estudio de la biomecánica es importante para poder aclarar e indicar de manera más certera si el mecanismo de trauma referido por el evaluado durante el interrogatorio, fue el preciso, adecuado y correcto para indicar que produjo la lesión que tiene documentada y diagnosticada mediante métodos clínicos de exploración física y/o estudios complementarios, así de esta manera poder establecer una relación de causa-efecto más precisa y completamente objetivada por medio de los estudios físicos y mecánicos del movimiento y las fuerzas aplicadas al momento de ocurrido el accidente.

Este trabajo pretende responder la pregunta de ¿cuál es el aporte que da la biomecánica del trauma de las lesiones del miembro superior para establecer una correcta relación de causalidad?

1.3 Justificación.

Como se ha mencionado, en Costa Rica, la medicina legal es la rama de la medicina que se encarga, entre otras cosas de la valoración del daño corporal en las personas, dentro

de los diferentes campos de la administración de la justicia, penal, civil, laboral. Esta especialidad funge como una herramienta con la que cuenta la Autoridad Judicial para la valoración oficial de los casos, siendo así de gran ayuda para la correcta y justa ejecución de la justicia en el país.

Cuando el Médico Forense realiza la valoración de un caso dentro de la Medicina Legal del Trabajo, sobre un accidente o enfermedad laboral, al igual que en cualquier otra área de la Medicina Legal, debe establecer una relación de causalidad adecuada entre el mecanismo de trauma que describe la persona evaluada durante el interrogatorio y la lesión que presenta como supuesta consecuencia a dicho trauma.

Es necesario entender con precisión la forma en que las distintas lesiones se producen y esto se puede determinar teniendo un conocimiento importante sobre la biomecánica de la producción de las lesiones y el mecanismo a través del cual interactúan la distintas energías externas sobre el organismo, la dirección en que son aplicadas y la fuerza o constancia con las que inciden en el cuerpo de los trabajadores; pues en muchas ocasiones, cuando se realiza el diagnóstico de una lesión en un supuesto riesgo del trabajo y cuando se trata de establecer el nexo de causalidad, surgen dudas sobre si los hallazgos en la valoración y el mecanismo lesivo indicado, son los justos y precisos para provocar la lesión.

Este estudio resulta relevante tanto para los médicos forenses, al Poder Judicial y a las mismas personas afectadas que necesitan una valoración médico legal justa, y que puede facilitar obtener las prestaciones que requiere y el resarcimiento posterior si es que queda con alguna secuela; por el hecho que la principal función del médico forense es auxiliar a la administración de la justicia y en la valoración del daño corporal del paciente. El poder establecer una relación de causalidad correcta para así poder determinar si la lesión puede corresponder al evento sucedido en su trabajo (en el caso de la Medicina Forense del Trabajo), es importante, ya que, de esta manera, puede determinarse de forma correcta y acertada si el paciente presenta secuelas secundarias a un riesgo del trabajo y así poder

aportar el criterio técnico adecuado para la administración de justicia, en pro de los derechos de la persona trabajadora.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Describir la biomecánica traumática en la génesis de las lesiones de origen laboral en el miembro superior bajo una perspectiva médico legal.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Describir la biomecánica del trauma relacionada con el mecanismo de producción de estas lesiones.

2. Establecer la importancia de la biomecánica desde el punto de vista médico-legal para la resolución de los casos en el ámbito forense laboral.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 La Biomecánica

Para poder esclarecer la importancia de la biomecánica en la determinación de las lesiones del miembro superior en el ámbito laboral, es necesario conceptualizar la biomecánica.

De acuerdo con Delgado (2011, p. 45), la biomecánica puede definirse de la siguiente manera:

“La biomecánica es el conjunto de conocimientos interdisciplinarios generados a partir de utilizar, con el apoyo de otras ciencias biomédicas, los conocimientos de la mecánica y distintas tecnologías en, primero, el estudio del comportamiento de los sistemas biológicos y, en particular, del cuerpo humano, y, segundo, en resolver los problemas que le provocan las distintas condiciones a las que puede verse sometido”.

Delgado, Arregui, Aso y otros (2011, p. 33) dicen que la biomecánica del impacto o biomecánica de las lesiones es la parte de la ciencia que estudia los efectos de las sollicitaciones mecánicas aplicadas sobre el material biológico centrándose en el daño producido en los tejidos.

El objeto de la biomecánica es la incorporación de la mecánica y sus sistemas de medida a las ciencias médicas en la valoración y seguimiento de deportistas (deporte), de lesionados (legal y forense), de trabajadores (laboral) o pacientes (clínica). (Delgado, 2011, p. 45).

La aplicación de la biomecánica al área Médico-Legal, se observa en la valoración del daño corporal de los lesionados tras agresiones, accidentes de tránsito, violencia doméstica, incapacidades laborales, graduación de la discapacidad, etc., aportando una

objetividad a los hallazgos realizados durante la valoración y superando así la subjetividad de muchos síntomas y ayudando a la detección de simuladores/disimuladores. (Delgado, 2011, p. 45).

La biomecánica también determina la evaluación funcional, que es la medición de las características dinámicas del individuo, sus actividades, habilidades, actuaciones prácticas, condiciones ambientales y necesidades. Puede definir a la capacidad funcional, como el conjunto de métodos que evalúan la capacidad del individuo para realizar sus propios cuidados personales, desarrollar las actividades físicas necesarias para atender su salud física y mental, atender el control emocional y acometer los roles sociales. (Delgado, 2011, p. 45).

Para Delgado (2011, p. 45), la capacidad funcional en el ámbito laboral se explica de la siguiente manera:

La función sería la capacidad que un trabajador tiene para ejecutar autónomamente las acciones y tareas que comportan su actividad laboral diaria. Poder objetivar esta capacidad funcional se ha buscado en los últimos años el apoyo de las pruebas biomecánicas, basadas en disciplinas como las matemáticas o la ingeniería y mediante la obtención final de registros cuya complejidad varía en función de las necesidades individuales en cada trabajador evaluado. Los datos obtenidos son reproducibles y no falseables por los pacientes, lo que los hace idóneos a la hora de tomar decisiones de trascendencia médico-legal en el ámbito laboral.

Los protocolos biomecánicos buscan valorar la funcionalidad por través de la exploración detallada de todos los movimientos repercutiendo directamente en la valoración del daño corporal. Después de la exploración médico legal, se recomienda aplicar un protocolo que integre diferentes pruebas y otorgue un informe detallado y congruente con el estado del paciente. (Delgado, 2011, p. 45).

En países como España, la biomecánica es ampliamente utilizada en la valoración médico-legal de las lesiones y valoración del daño corporal en las agresiones, los accidentes de tránsito y también en medicina laboral, por medio de esta logran objetivar y explicar las lesiones producidas en un accidente o enfermedad laboral y, de esta manera, logran despejar la duda sobre si determinado efecto lesivo pudo o no provocar el traumatismo que presenta el trabajador, de ahí la importancia de aplicar este tipo de estudios en nuestro país y poder esclarecer, de manera más fidedigna, los orígenes de las lesiones laborales. (Delgado, Arregui, Aso y otros, 2011, p. 33-35; Delgado, Montes de Oca, Pérez y otros, 2011, p. 161; Delgado, 2011, pp. 41-45).

A continuación, hablaremos sobre la biomecánica en la producción de las lesiones en el miembro superior. Para comprender adecuadamente, es necesario tener un conocimiento sobre qué es el miembro superior, su anatomía y sus funciones, además de la traumatología a tratar.

2.2 Miembro superior

El miembro superior es un apéndice del tronco, el cual se prolonga lateralmente. Está unido al esqueleto axial por medio de la cintura escapular (llamada también cintura pectoral). Este se caracteriza por su movilidad y por su capacidad para agarrar, golpear y llevar a cabo acciones motoras finas y estructuradas. Este se divide en cuatro segmentos que son el hombro, el brazo, el antebrazo y la mano, cada uno con sus respectivas articulaciones y características. Se hará una revisión de cada una de estas estructuras. (Moore, 2013, pp. 672-673; Drake, 2005, pp. 608-609; Rouvière, 2005, pp. 2-3, tomo III).

2.3 Hombro

2.3.1 Generalidades

Es una articulación compleja, como indica Drake (2005, p. 623), y se puede decir que es la región corporal que une a la extremidad superior con el tronco y el cuello. Este

autor indica que su parte ósea la forman tres huesos, la clavícula, la escápula (que juntas forman la cintura escapular) y el húmero, específicamente su extremo proximal.

La clavícula es un hueso en forma de S y puede decirse que es la única unión de la extremidad superior con el tronco, es importante para llevar a cabo muchos de los movimientos que realiza el hombro. La escápula es un hueso plano de forma triangular ubicado en parte posterior del tronco, presenta varias estructuras de importancia para el hombro como lo es la cavidad glenoidea, lugar donde hace contacto el húmero, a espina la cual divide a este hueso en la fosa supraespinosa y la fosa infraespinosa, el acromion que es una apófisis o prominencia ósea con distintas funciones que se explicarán más adelante y la apófisis coracoidea, que también se explicará. El último elemento óseo del hombro es el extremo proximal del húmero, este tiene una cabeza, la cual es la parte que hace contacto con la glenoides, un cuello anatómico que es un pequeño estrechamiento distal a la cabeza y los tubérculos mayor y menor, estructuras importantes para la inserción de distintos músculos de este complejo articular. Cabe señalar que este hueso también tiene un cuello quirúrgico, que es la región proximal donde es más angosto y estrecho el húmero, lugar que al ser débil frecuentemente puede fracturarse. (Drake, 2005, pp. 623-626; Moore, 2013, 673-676; Rouvière, 2005, pp. 3-18, tomo III).

2.3.2 Articulación glenohumeral

Anatomía.

El complejo articular del hombro está conformado por tres articulaciones, la glenohumeral, la esternoclavicular y la acromioclavicular, las cuales se sintetizan en el siguiente cuadro:

Tabla 1
Articulaciones del hombro

Articulación	Descripción
Articulación glenohumeral	<ul style="list-style-type: none"> - Articulación sinovial entre la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea de la escápula. - Amplio rango de movimientos. - Poco estable, consigue estabilidad con ayuda del manguito de los rotadores, la cabeza larga de bíceps braquial, apófisis óseas y ligamentos. - La cabeza de húmero es más grande que la cavidad glenoidea, esta aumenta su

	<p>superficie con el labrum o rodete glenoideo que es un collar fibrocartilaginoso que la rodea y se inserta en el borde de la glenoides.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La parte superior del labrum se inserta el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, en el tubérculo supraglenoideo. - La membrana sinovial recubre la cápsula articular, es más laxa en su parte inferior quedando una zona redundante. - ligamentos importantes para la estabilidad del hombro: ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior, el ligamento coracohumeral y el ligamento transverso del húmero (entre los tubérculos mayor y menor).
Articulación esternoclavicular	<ul style="list-style-type: none"> - Entre el extremo proximal de la clavícula y la escotadura clavicular del esternón, - Tipo sinovial y en silla de montar. - Tiene discos articulares que separan su cavidad articular. - Rodeada por una cápsula articular y reforzada por cuatro ligamentos: el esternoclavicular anterior, el esternoclavicular posterior, el interclavicular (une los extremos de las dos clavículas entre sí) y el costoclavicular.
Articulación acromioclavicular	<ul style="list-style-type: none"> - Entre el extremo distal de la clavícula y el acromion de la escápula. - Articulación sinovial. - Ayuda a los movimientos en el plano anteroposterior y vertical. - Rodeada por cápsula articular y reforzada con ligamentos: el acromioclavicular y el coracoclavicular (importante ya que da la mayor parte del soporte del peso del miembro superior y mantiene a la clavícula en su posición).

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, pp. 626-631) y Moore (2013, pp. 794-800).

Funcionamiento y biomecánica general

El hombro es la articulación de mayor movilidad en todo el organismo, tiene movimientos en los tres ejes los cuales están favorecido por las tres articulaciones que lo comprende según Viladot (2001, p. 121). El mismo autor dice que la articulación esternoclavicular participa en el 10% del movimiento, la acromioclavicular en el 40% y a escapulo humeral en el 50%, utilizando para esto 19 músculos distintos.

Según Viladot (2001, p. 132), la articulación glenohumeral o escapulo humeral y el resto de articulaciones que componen el hombro, tienen una función dentro de la cinemática de este complejo articular. Los movimientos del hombro en el espacio se describen como un cono irregular de base distal y vértice proximal con participación de todas las articulaciones que forman este complejo articular. Además, dice Viladot (2001, p. 132) que según Bonnel, el centro de estabilización estático y dinámico de la cintura escapular es la apófisis coracoides, ya que en ella se insertan los ligamentos conoideos, trapezoide, acromioclavicular y coracohumeral y también los músculos pectorales menor, coracobraquial y porción corta del bíceps. El mismo autor indica que los elementos de estabilidad estática son la clavícula (limitada por lo ligamentos conoideo y trapezoide), el

ligamento coracoclavicular, el ligamento acromioclavicular con su doble función: estabiliza la cabeza humeral en la abducción y neutraliza la tracción a la que se somete la espina escapular y el acromion por parte del músculo trapecio; y el húmero unido al coracoides por el ligamento coracohumeral el cual suspende a este hueso y limita la rotación externa. También, que los elementos dinámicos son el pectoral menor y el serrato anterior que evitan la apertura del ángulo escapulotorácico y los músculos coracobraquial y porción corta del bíceps que suspenden activamente al húmero.

a) Centros de rotación de la cintura escapular

Se debe conocer el centro instantáneo de rotación (CIR) para entender las distintas acciones musculares, este varía según diferentes autores, en la articulación escapulohumeral, el CIR lo ubican en el cuello anatómico, pero otros dicen que es por dentro y debajo del troquíter, otros en la mitad inferior de la cabeza humeral en abducción de 0 a 50°, o en la mitad superior si la abducción es de 50 a 90°. En la articulación esternoclavicular el CIR en abducción está en el cuarto interno de la clavícula. En la unión escapulotorácica, en abducción, está en el plano frontal del borde espinal y en el plano horizontal, en medio de la espina escapular. En la acromioclavicular, se sitúa por encima del tercio externo de la clavícula. (Viladot, 2001, pp.132-133).

b) Análisis del movimiento

b.1) Plano frontal.

Movimientos alrededor de un eje horizontal anteroposterior con los siguientes según Viladot (2001, p. 133-141):

1) Abducción: es la separación del brazo del tronco hasta los 90°; a partir de los 90° el miembro superior se acerca de nuevo al eje del cuerpo, el arco de movimiento es de 180°, en este movimiento intervienen todos los elementos de la cintura escapular, la articulación escapulohumeral participa entre los 0 y 90°,

incluso hasta los 110°, al deslizamiento escapulotorácico corresponden los 50 a 60°, de 20 a 30° a la columna vertebral. También tienen participación la articulación acromioclavicular y esternoclavicular.

1.a) Articulación escapulohumeral. En la abducción de 0 a 90° del húmero participan todas las estructuras de estabilidad y movilidad, la articulación glenohumeral llega a los 90° y puede alcanzar los 120° realizando rotación externa del húmero de 90°, con esto el troquíter pasa debajo del acromion y puede llegar el brazo a la cabeza, pero si se hace en rotación interna, el troquíter choca con el ligamento acromiocracoidoideo y se limita la abducción a 60°. La rotación escapular da los otros 60°. Para movilizar de forma armónica la articulación, hace falta la acción combinada de varios músculos, esta acción es tanto motora como estabilizadora (está dada por cápsulas y ligamentos), al abducir se tensan los ligamentos glenohumerales medio e inferior que imitan la rotación del húmero a los 90°. La abducción activa se da de forma conjunta entre el deltoides (este es el más importante) y el supraespinoso, este último también con una función estabilizadora, ya que evita el ascenso de la cabeza humeral.

1.b) Ritmo escapulohumeral. Al moverse la articulación escapulohumeral hay una movilidad sincrónica de las otras articulaciones del hombro, principalmente la escapulotorácica. Se sabe que los músculos coracobraquial y porción corta del bíceps se continúan con el pectoral menor, el redondo menor con el romboides, el deltoides con el pectoral mayor y trapecio, y la unión deltoides-supraespinoso-elevador de la escápula (rombo estatodinámico de la escápula), esta disposición muscular tiene la finalidad de lograr una unión mecánica entre el miembro superior y el esqueleto axial.

1.c) Espacio subacromial. Al final de la abducción, el húmero hace una rotación externa para que la escotadura intertuberositaria quede debajo del espacio subacromial y el troquíter mayor no choque contra el acromion.

1.d) Articulación escapulotorácica. Entre los 0 y 90° de abducción hay una traslación hacia atrás y adentro de la escápula, luego de los 90° se produce una rotación de esta de 30°. La basculación de la escápula luego de los 90° está a cargo de los músculos trapecio y dorsal ancho. La escápula cuando rota causa una elevación de la clavícula.

1.e) Articulación acromioclavicular. En la abducción, la clavícula realiza movimientos relativos con respecto al acromion, rota 10° en el plano frontal, rota 70° en plano horizontal abriendo el ángulo escapulooclavicular y rota axialmente 45° en el plano sagital.

1.f) Articulación esternoclavicular. Hay rotación de 60° en el plano frontal desde el inicio de la abducción, de 40° horizontalmente y de 28° en plano sagital. La principal función de la clavícula es transmitir la fuerza del trapecio a la escápula. A la abducción la clavícula se eleva 30° por la acción del trapecio.

1.g) Columna vertebral. Si la abducción es unilateral, la columna hace una inclinación toracolumbar, pero si es bilateral, hay hiperlordosis lumbar.

2) Aducción: El húmero hace una aducción de 45° asociado a una antepulsión. En esta participan varios músculos, el redondo mayor, el dorsal ancho, el pectoral mayor, el romboides, el tríceps braquial y el subescapular.

2.a) Redondo mayor-romboides. El romboides eleva y lleva hacia delante el ángulo inferior escapular, orientando hacia abajo la cavidad glenoidea, el redondo mayor actúa como aductor si se considera su inserción en la escápula, pero si se considera la inserción en el húmero, es un elevador de la escápula, si se contraen simultáneamente, el romboides neutraliza la acción rotatoria escapular del redondo mayor y este actúa solo como aductor.

2.b) Porción larga del tríceps braquial-dorsal ancho. El tríceps braquial evita que se produzca una subluxación inferior escapulohumeral por la acción del dorsal ancho.

b.2) Plano sagital.

Como indica Voladot (2001, p. 141-142) los movimientos en este plano son los siguientes:

1) Antepulsión o flexión: Es la elevación del húmero en un plano perpendicular a la escápula.

1.a) Articulación escapulohumeral-espacio de deslizamiento escapulotorácico- articulación esternocostoclavicular. La amplitud de la flexión del hombro puede llegar a los 180°, de los 80° a los 100° corresponden a la articulación escapulohumeral, 60° a la escapulotorácica y aproximadamente 40° a la columna vertebral, todas participan simultáneamente. En la antepulsión hay un desplazamiento de 8 a 15 cm de la escápula. Los músculos motores de la articulación escapulohumeral son el deltoides, el coracobraquial y el pectoral mayor, todos causan una rotación interna durante la flexión, esto es frenado por la tensión progresiva de los músculos redondo menor, infraespinoso y redondo mayor.

1.b) Columna vertebral. Le aporta 30° al movimiento.

2) Retropulsión o extensión: Se da cuando se lleva hacia atrás al húmero en un plano perpendicular a la escápula.

2.a) Cintura escapular-articulación escapulohumeral. Hay una aducción de la escápula en el plano frontal durante la extensión. Entre los 25 a 30° de extensión se deben a la articulación escapulohumeral, 10° a 15° a la escapulotorácica y 10° a

la columna vertebral. Los músculos motores son el redondo mayor, el deltoides y el dorsal ancho.

b.3) Plano horizontal.

Los tipos de movimiento en este plano son los siguientes según Viladot (2001, p. 142-143):

1) Rotación externa: Se produce una aducción de la escápula durante la rotación externa, la amplitud de este movimiento es de 80° (posición de referencia, abducción a 0°), puede aumentar hasta 85° gracias a una rotación de la columna vertebral. El movimiento está repartido de la siguiente manera: 25 a 35° por la articulación escapulohumeral, 20 a 35° de la escapulotorácica y 25° por la inclinación vertebral ya mencionada. Este movimiento es realizado por los músculos infraespinoso y redondo menor, el primero durante todo el movimiento y el segundo a partir de los 30° de rotación. Para evitar una luxación posterior del hombro, los músculos subescapular y pectoral mayor, favorecen el recentrado de la cabeza humeral. La estabilidad está dada por el supraespinoso, trapecio, serrato anterior, bíceps y deltoides

2) Rotación interna: Se produce una abducción de la escápula durante la rotación interna. El movimiento indicado tiene una amplitud de 110° debido a la rotación contralateral de la columna vertebral. A la articulación escapulohumeral corresponden 80° , a la escapulotorácica de 10 a 20° . En este movimiento, intervienen los músculos dorsal ancho, redondo mayor, subescapular, pectoral mayor y deltoides. El subescapular es un rotador interno puro.

Traumatología.

a) Luxación anterior del hombro

El hombro es la articulación que más comúnmente presenta luxaciones, la cabeza humeral se puede desplazar tanto anterior como posteriormente, pero la luxación anterior del hombro representa el 98% de todas estas, esto según Firpo (2010, p. 214). Su alta frecuencia se debe a la escasa contención que brinda la glenoides a la cabeza humeral y a la gran movilidad que tiene el hombro. Según la posición de la cabeza humeral en relación con la apófisis coracoides, se clasifican en extracoracoideas, subcoracoideas e infracoracoideas (Firpo, 2010, p. 2014).

Según Leroux (2013, p. 442) la incidencia de la luxación de hombro (cualquier tipo de luxación) en Estados Unidos de América es de 23,9 a 26,9 por cada 100 000 personas al año. Dice, además, Malhotra (2012, p. 546) que, en general, el género masculino, la raza blanca y una edad menor de 30 años son factores de riesgo para la luxación del hombro. Tiene dos picos de incidencia, uno durante la segunda década de la vida y otro durante la sexta, esto según Dodson (2008, p. 507). Por lo general y según lo indicado por Matter (2011, p. 260), los hombres jóvenes tienen la mayor probabilidad de progresar hacia la inestabilidad articular recurrente. En paciente menores de 20 años, la luxación recurrente sucede en el 90% de los casos, este rango disminuye entre el 50% y el 75% en personas entre los 20 a 25 años de edad y en paciente mayores de 40 años, la frecuencia de luxación recurrente del hombro es muy baja. La incidencia de lesión del manguito rotador en mayores de 40 años durante una luxación anterior inicial del hombro es de un 15% y este porcentaje se incrementa hasta el 40% en mayores de 60 años, esto según Dodson (2008, p. 507).

Cabe destacar que, en general, los ligamentos capsulares proveen la estabilidad en reposo de la articulación glenohumeral, durante los movimientos estas estructuras están laxas por lo que la estabilidad queda a cargo de los elementos estabilizadores dinámicos. También, es importante señalar que la cabeza del húmero se traslada solamente 1 mm del

centro de la glenoides durante los movimientos, esto como lo indica Dodson (2008, pp. 507-508).

Explica Silberman (2003, p. 341) que clínicamente el paciente presenta dolor e impotencia funcional, presenta dos signos característicos: a) el codo separado de la parrilla costal, b) signo de la charretera, esto porque la cabeza humeral se desplaza hacia adelante y adentro, produce que el hombro se achate y el acromion sobresalga hacia arriba, simulando la charretera de una camisa militar. La lesión del nervio circunflejo es una complicación también de las maniobras de reducción, por lo que antes de realizarlas debe explorarse el territorio que inerva dicho nervio buscando la sensibilidad de la cara externa del hombro y observando la contracción del músculo deltoides.

b) Luxación posterior del hombro

Dice Rouleau (2014, p. 145) que la luxación posterior traumática del hombro se describió por primera vez en 1838 por Sir Astley Cooper e indica Benhamida (2015, p. 100) es una lesión rara y representa solamente el 1-4% de las luxaciones del hombro, otros como Rouleau (2014, p. 145) indican que puede alcanzar del 2 al 5% de todas las dislocaciones del hombro. Las convulsiones y la electrocución están asociados con un alto riesgo a presentar luxación posterior del hombro. Cuando se presentan estas condiciones, es importante realizar un examen físico y radiológico adecuado para hacer el diagnóstico preciso de la luxación posterior del hombro, y no pasarla por alto, motivo que conduce a un alto índice de retraso en el diagnóstico por lo que el tratamiento se pospone.

Frecuentemente, este tipo de lesiones se asocian a trauma de alta energía, como indica Paul (2011, pp. 1 562-1 563). Menciona el mismo autor que se distinguen entre la luxación posterior del hombro sin lesión ósea, luxación posterior con fractura de la cara articular de la cabeza del húmero y luxación posterior con fracturas asociadas adicionales. Se utilizan los términos “bloqueado” o “fijo” para referirse a la luxación posterior del hombro que no se reduce espontáneamente debido a un defecto de impresión de acoplamiento de la cabeza humeral, este defecto de impresión no debe de ser confundido

con una luxación posterior combinada con fractura del cuello quirúrgico del húmero o fractura de la tuberosidad.

Hay múltiples clasificaciones para esta luxación, una de estas es basada en el tipo: aguda, crónica (más de 3 semanas) y recurrente (traumática o no) tal y como indica Roulcau (2014, p. 146). También, señala que Heller y colaboradores desarrollaron una clasificación luego de una revisión exhaustiva de literatura e incluyó varios parámetros: traumática o no traumática, aguda o persistente, recurrente voluntariamente.

La luxación posterior del hombro aislada es rara. Históricamente, dice Rouleau (2014, p. 147) que las lesiones óseas y en tejidos blandos se presentan en el 49% de las luxaciones posteriores. Fracturas simples o múltiples se dan en el 34% de los casos, la más frecuente es la del cuello del húmero, luego la de las tuberosidades menor y mayor, también causan fracturas por impacto de la cabeza humeral.

Como indica Cicak (2008, p. 324-325), el examen físico demuestra hallazgos típicos de la luxación posterior del hombro como lo son la inhabilidad para la rotación externa del hombro y limitación para la flexión y abducción. Al observar el miembro superior este se encuentra en posición de rotación interna del hombro. En la cara anterior se ve una prominencia de la apófisis coracoides por medio de la piel y se palpa el hueco que deja la cabeza humeral.

En el tratamiento la reducción cerrada debe realizarse con el paciente bajo anestesia general, esta se indica solamente cuando no haya lesiones en las estructuras óseas del hombro, cuando estas se presenta en la luxación del hombro, el tratamiento debe de ser quirúrgico, dicho por Paul (2011, p. 1 565).

c) Lesión SLAP (Superior Labrum Anterior to Posterior).

La lesión SLAP (Superior Labrum Anterior to Posterior) es una causa común de la patología labral que causa dolor e inestabilidad en el hombro. Es una anomalía del

labrum, principalmente en la inserción del tendón de la cabeza larga del tendón del bíceps. Consiste en un desgarramiento o desprendimiento de la cara superior del labrum desde el borde glenoideo que puede extender anterior, posterior e inferiormente y, también, hacia estructuras anatómicas circundantes, este desprendimiento incluye también la inserción del tendón del bíceps en el labrum superior. Es causada por traumas agudos, actividades deportivas, laborales o de la vida diaria, realizadas por encima de la cabeza. (Chang, 2008, pp. 72-73; Kibler, 2016, p. 669; Rokito, 2014, p. 110; y Modarresi, 2014, p. 604).

El primer informe sobre lesiones del labrum superior asociadas con el origen del tendón de la cabeza larga del bíceps, fue dado de acuerdo con Maurer (2004, p. 186) y Rokito (2014, p. 110), por Andrews y colegas en 1985, esto en una población de atletas de lanzamiento. Varios años después, Snyder y cols. describieron una lesión glenoidal en el labrum superior que "...comienza posteriormente y termina anteriormente...", según señalado por Maurer (2004, p. 186), y acuñó el término lesión de SLAP.

El labrum superior es importante, ya que funciona como ancla para la inserción del tendón del bíceps en el borde glenoideo. Como señaló Chang (2008, p. 187) y Rokito (2014, p. 111), en ocasiones se ha descrito que el desprendimiento o deshilachamiento del labrum superior-anterior puede ir acompañado de desgarramiento parcial del tendón del bíceps, como en los atletas de lanzamiento de alto nivel.

Indica Modarresi (2011, p. 606) que Snyder en 1990 describió cuatro tipos de lesión SLAP, esta es la clasificación más usada mundialmente. Snyder, también, reconoció que un complejo de dos o más lesiones de SLAP pueden ocurrir simultáneamente. La combinación de la tipo II y la IV es la más común. La lesión SLAP II, además, puede subclasificarse en IIA, B y C.

Describe Modarresi (2011, p. 606) que la SLAP tipo I es un deshilachamiento sin desgarramiento franco de la porción superior del labrum glenoideo con el tendón largo del bíceps intacto. Es más comúnmente asociada a cambios degenerativos relacionados con la edad y

con el microtrauma repetitivo del movimiento del brazo por arriba de la cabeza. De acuerdo con Chang (2008, pág. 84), las lesiones SLAP I tienen una frecuencia de 9,5-21%.

Modarresi (2011, p. 606) indica que el SLAP tipo II es un desgarro con desprendimiento del labrum superior y de la unión del tendón del bíceps de la glenoides. Este es el tipo más frecuente de las lesiones SLAP, es reportada en un 41-55% de los casos. Su producción se asocia con microtraumas repetitivos. La SLAP II se dividió en tres subcategorías: 1) la SLAP de tipo IIA es una lesión labral anterosuperior; 2) la tipo IIB es una lesión posterosuperior; 3) el tipo IIC es una lesión superior que se extiende tanto anterior como posteriormente.

Menciona Modarresi (2011, p. 606) que, el SLAP tipo III se trata de un desgarro en el asa del labrum superior con la porción central de dicho desgarro desplazada hacia dentro de la articulación, similar a un desgarro meniscal en asa de la rodilla. No hay alteración del tendón del bíceps. Estas lesiones tienen una frecuencia de 3-15% de las lesiones SLAP.

La lesión SLAP tipo IV es una ruptura del asa del labrum superior que se extiende hasta el tendón del bíceps, se describe que tienen una frecuencia de 3-15% (Modarresi, 2011, p. 606).

Menciona Chang (2008, p. 85) que, posteriormente, en 1995, Maffet, describió tres tipos más lesiones SLAP. La lesión SLAP tipo V es una lesión de Bankart (lesión glenolabral inferior anterior) que se extiende superiormente hasta incluir el labrum superior y el tendón del bíceps. La lesión tipo VI es un desgarro del labrum, ya sea anterior o posterior, con separación superior del tendón del bíceps. La lesión tipo VII se describe como una separación superior del labrum y del tendón del bíceps, que se extiende anteriormente hasta involucrar al ligamento glenohumeral medio.

También, indica Chang (2008, p. 85) que, en el año 2004, Powel incluyó tres tipos más de lesiones. La lesión tipo VIII se trata de un desgarro labral superior con extensión posterior, similar a la lesión IIB, pero más extenso. La lesión SLAP IX es un desgarro

superior con extensión amplia anterior y posterior que causa un desprendimiento completo o casi completo del labrum. Por último, una lesión tipo X es una ruptura del labrum superior con extensión al intervalo del manguito rotador.

Como explica Chang (2008, p. 73), el diagnóstico clínico de una lesión SLAP es difícil, se presenta con dolor de hombro no específico, particularmente con el movimiento del mismo, es la presentación clínica más común. Dice Maurer (2004, p. 188) puede acompañarse de otros síntomas como chasquidos, clics, debilidad, rigidez e inestabilidad. También, indica Maurer (2004, p. 188), otros síntomas comunes incluyen dolor al acostarse en el hombro afectado, dolor con actividades de la vida diaria, pérdida de fuerza, pérdida de movimiento y sensación de que el brazo "se sale". Los atletas que lanzan pueden quejarse de un "brazo muerto". Las imágenes médicas son clave en la detección de esta lesión. Menciona Chang (2008, pág. 72), en un estudio que se realizó, se revisaron de forma artroscópica 140 lesiones de SLAP, se indicó que a lesión se asociaba con enfermedad intraarticular, el 29% con roturas parciales del manguito rotador, el 11% con roturas completas del manguito rotador, el 22% con lesiones de Bankart y el 10% con condromalacia glenohumeral.

Dice Chang (2008, p. 7.) que, al realizar la historia clínica, el paciente puede decir que presentó una tracción o un trauma directo en el hombro o tuvo una caída con el brazo extendido. También, indica que, al examen físico, puede encontrar una mayor laxitud de hombro y resultados positivos con muchas pruebas de hombro; sin embargo, ninguna prueba o signo físico es específico para las lesiones de SLAP.

El diagnóstico definitivo se realiza por medio de imágenes médicas. Como indica Arichakaran (2017, p. 155), la artrografía por resonancia magnética es uno de los métodos que se utilizan para el diagnóstico de lesiones SLAP y según estudios realizados este método tiene una mayor sensibilidad diagnóstica que las imágenes por resonancia magnética simples.

Indica Modarresi (2011, p. 607) que el tratamiento conservador en las lesiones SLAP generalmente fracasa. La artroscopia del hombro es el principal tratamiento y su

objetivo primordial es el de reanclar el tendón del bíceps al labrum superior. Las lesiones SLAP I se debridan, las tipo II se debridan y se reparan con suturas, los otros tipos se hace la reparación y el reanclaje.

d) Lesión de Bankart.

La lesión de Bankart es una lesión traumática que pueden afectar al labrum, periostio, cápsula articular, ligamentos glenohumerales y/o cartílago articular, en esta se produce un arrancamiento o avulsión del complejo labro-humeral y rotura capsuloperióstica, se puede acompañar con una fractura del borde anterior e inferior de la glenoides (Bankart óseo), indica Kim (2014, p. 86) que está asociada a inestabilidad glenohumeral. Menciona Wang (2015, p. 3029) que esta lesión es más frecuente en personas jóvenes de menos de 35 años de edad.

La lesión de Bankart puede clasificarse de distintas maneras. Como indica Spiegl (2014, p. 1939) una de estas clasificaciones es en aguda y crónica. La aguda se define como la que se presenta en los 3 a 6 meses posteriores a una luxación glenohumeral aguda con la fractura del reborde glenoidal, la crónica sería la que se presenta posterior a este tiempo y se relaciona a luxación recurrente del hombro. Según Kim (2014 p. 86 y 87) las lesiones de Bankart se dividen en tres tipos de acuerdo con el tamaño de esta: pequeña (<12,5%), mediana (12,5-25%) y grande (>25%).

Otra clasificación es la mencionada por Zamorano (2009, p. 134), el cual la indica de esta manera:

A. Lesión de Bankart clásica: Rotura o desinserción del labrum anteroinferior, con desgarro asociado del periostio.

B. Variantes de la lesión de Bankart: Dos variantes de lesión de Bankart:

- ALPSA (anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion): Desgarro del labrum y del ligamento glenohumeral inferior, asociados a desprendimiento del periostio con integridad del mismo, que se desplazan y rotan medial e

inferiormente, originando un tejido cicatricial que, finalmente, puede sinovializarse.

- Perthes: Labrum desgarrado puede aparecer normalmente situado, aunque funcionalmente comprometido. El periostio escapular anterior se observa despegado, pero íntegro.

Diagnóstico clínico, según Loh (2016, p. 419), se trata de una persona con historia de una primera luxación traumática del hombro que actualmente presenta dolor e inestabilidad anterior de dicho hombro. Además, indica Loh (2016, p. 420) que para el diagnóstico preciso las radiografías no son útiles, ya que en estas no puede observarse la lesión, el ultrasonido no ha demostrado tampoco utilidad, por lo que el método diagnóstico aceptado es la resonancia magnética. En el tratamiento, como lo menciona Spiegl (2013, p. 2) se ha reportado que la terapia conservadora en los casos de una primera luxación anterior, puede tener buenos resultados.

e) Lesión de Hill-Sachs

Es una lesión compresiva condral u osteocondral o depresión cortical en la porción posterolateral de la cabeza humeral que se da por impactación de la cabeza humeral contra la porción anteroinferior del glenoide, también puede decirse que es una fractura de impactación de la parte posterosuperior de la cabeza humeral (Jaramillo, 2014, p. 70; Provencer, 2012, p. 242; Widjaja, 2006, p. 436).

Según García-Germán-Vázquez (2014, p. 383) esta lesión se clasifica en función del porcentaje de cartílago articular de la cabeza humeral afectado:

- 1) Lesiones < 20%: clínicamente insignificantes.
- 2) Lesiones entre 20 y 40%: de significación variable.
- 3) Lesiones > 40%: clínicamente significativas.

Las radiografías simples pueden evidenciar la presencia de una lesión de Hill-Sachs, sobre todo en la proyección axilar y la proyección de Stryker (paciente en decúbito supino,

con el brazo flexionado al menos 90°, con la palma de la mano sobre la cabeza. El haz de rayos es dirigido 10° hacia cefálico, desde anterior hacia posterior del paciente), sin embargo, la prueba de imagen de elección para realizar un diagnóstico preciso es el TAC (Rivera, 2014, p. 89; Provencer, 2012, pp. 244-245).

2.3.3 Manguito de los rotadores

Anatomía

El hombro contiene varios grupos musculares, unos superficiales, otras más profundos, dentro de estos se tiene al manguito de los rotadores.

Se trata de un complejo muscular y tendinoso del hombro que juega un rol de mucha importancia en cuanto a la movilidad de este y a su estabilidad. Está conformado por los siguientes músculos:

Tabla 2
Músculos del manguito de los rotadores

Músculo	Descripción
Supraespinoso	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: fosa supraespinosa de la escápula. - Inserción: tubérculo mayor del húmero, su tendón pasa por debajo del acromion y va por encima de la articulación glenohumeral hasta inserción. - Inervación: nervio supraescapular (C5, C6). - Función: iniciar la abducción (primeros 15°) del hombro.
Infraespinoso	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: fosa infraespinosa de la escápula. - Inserción: tubérculo mayor del húmero, el tendón del mismo pasa posterior a la articulación glenohumeral. - Inervación: nervio supraescapular (C5, C6). - Función: se encarga de la rotación externa del hombro.
Redondo menor	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie de la cara posterior de la escápula, adyacente al borde lateral de esta. - Inserción: tubérculo mayor del húmero. - Inervación: nervio axilar (C5, C6). - Función: rotación externa del hombro.
Subescapular	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: fosa subescapular. - Inserción: tubérculo menor del húmero, su tendón va anterior a la cápsula articular de la articulación glenohumeral hasta la inserción. - Inervación: nervios subescapulares superior e inferior (C5, C6 y C7). - Función: rotación interna del hombro.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, p. 637) y Moore (2013, pp. 704-705).

En el hombro, para su correcto funcionamiento, también se cuenta con otros músculos como:

Tabla 3
Músculos del hombro

Músculo	Descripción
Trapezio	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: desde el cráneo hasta las vértebras de C1 a T12; de C1 a C7 se une a las vértebras por medio del ligamento nuchal, luego de las apófisis espinosas con sus respectivos ligamentos supraespinosos. - Inserción: borde superior de la espina escapular, el acromion y el borde posterior del tercio lateral de la clavícula, - Inervación: nervio espinal accesorio (XII par craneal). - Función: potente función de elevación escapular y del hombro, también algunas fibras retraen la escápula y otras la deprimen.
Deltoides	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: borde inferior de la cresta de la espina escapular, borde lateral del acromion y borde anterior de la clavícula. - Inserción: tuberosidad deltoidea del húmero. - Inervación: nervio axilar (C5, C6). - Función: abducción del brazo luego de los primeros 15° que dependen del músculo supraespinoso, tiene una forma triangular.
Elevador de la escápula	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: apófisis transversas de C1 a C4. - Inserción: borde medial de la escápula. - Inervación: nervios espinales C3, C4 y C5. - Función: elevar la escápula.
Romboides menor	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: parte inferior del ligamento nuchal y las apófisis espinosas de C7 y T1. - Inserción: borde medial de la escápula. - Inervación: nervio dorsal de la escápula (C4, C5). - Función: elevar y retraer la escápula.
Romboides mayor	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: apófisis espinosas de T2 a T5. - Inserción: borde medial de la escápula. - Inervación: nervio dorsal de la escápula (C4, C5). - Función: elevar y retraer la escápula.
Redondo mayor	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: ángulo inferior de la escápula. - Inserción: tubérculo menor. - Inerva el nervio subescapular inferior (C5 a C7). - Función: ayuda a la rotación media y a la extensión.
Pectoral mayor	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie anterior de mitad medial de clavícula, superficie anterior de esternón, primeros siete cartílagos costales, extremo esternal de sexta costilla y aponeurosis del oblicuo externo. - Inserción: tubérculo mayor del húmero. - Inervación: Nervios pectorales medial y lateral (C5, C6 y C6, C7, C8, T1). - Función: no es un músculo propiamente dicho del hombro, funciones de flexión, aducción y rotación interna del hombro.
Pectoral menor	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie anterior y borde superior de costillas 3 a 5, fascia profunda de espacios intercostales. - Inserción: Apófisis coracoides. - Inervación: nervio pectoral medial (C6, C7, C8). - Función: músculo extrínseco del hombro, tira el hombro hacia abajo y desplaza la escápula hacia adelante.
Subclavio	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: primera costilla. - Inserción: clavícula, tercio medio. - Inervación: nervio subclavio (C5, C6). - Función: tira el hombro hacia abajo y tira la clavícula medialmente para

	estabilizar la articulación esternoclavicular.
Serrato anterior	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie lateral de costillas 1 a 9 y fascia profunda que cubre espacios intercostales. - Inserción: superficie costal del borde medial de escápula. - Inervación: nervio torácico largo (C5, C6, C7). - Función: músculo extrínseco del hombro, ayuda llevando la escápula hacia adelante y la rota.
Dorsal ancho	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: apófisis espinosas y ligamentos infraespinoso relacionados, de la T6 a la T12, apófisis espinosas de todas las vértebras lumbares y la cresta iliaca. - Inserción: entre los tubérculos del húmero (surco intertubercular). - Inervación: nervio toracodorsal (C6, C7, C8). - Función: ayuda en movimientos de aducción, rotación medial y extensión de la articulación glenohumeral.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, p. 634, 643, 645 y 647) y Moore (2013, p. 698, 700, 701704 y 705).

Funcionamiento y biomecánica general

Las funciones del manguito rotador dentro de la biomecánica del hombro, se pueden ver reflejadas en la cinética de este. La articulación escapulo humeral carece de estabilidad propia por lo que se vale de la cápsula articular, el labrum, los ligamentos glenohumerales y los músculos para esta. Es difícil calcular la fuerza general e individual de cada uno de los músculos del hombro ya que durante sus movimientos pueden tener diferentes acciones. (Viladot, 2001, p. 128).

1) Estática: Explica Viladot (2001, p. 128) que para mantener el equilibrio en la articulación glenohumeral en cualquier posición que adopte el miembro superior debe haber un equilibrio entre fuerzas y momentos (capacidad que tiene una fuerza o sistema de fuerzas para cambiar el estado de rotación de un cuerpo alrededor de un eje). Las fuerzas que actúan en el hombro son el peso del brazo, fuerza del músculo deltoides, fuerza de fricción de la articulación, fuerza de reacción articular y fuerza por la combinación del músculo subescapular, infraespinoso y redondo menor, esto con el centro de rotación ubicado en la cabeza humeral. Por ejemplo, según Viladot (2001, p. 128) Inman y colaboradores dicen que durante la abducción hay dos fuerzas en el plano coronal de gran importancia, estas son el momento del deltoides y el momento de la porción inferior del manguito rotador que, gracias a su equilibrio mantienen en su posición la articulación glenohumeral. El mismo autor dice que también hay otras fuerzas en el plano axial que son el subescapular (anterior) y el infraespinoso y redondo menor (posterior). Si se lesione el

supraespinoso se alteran las fuerzas de compresión y aumentan las fuerzas de deslizamiento, provocando que la cabeza humeral se desplace en sentido proximal. La máxima fuerza de compresión en abducción a 90° es de 10 veces el peso de la extremidad y la máxima fuerza del manguito rotador en abducción de 60° es de 9 veces el peso de la extremidad. (Viladot, 2001, p. 130).

Cabe señalar que la eficacia muscular y la estabilidad articular es mayor con el brazo en rotación externa que en rotación interna. La dirección de la fuerza de reacción articular cambia con respecto a la posición del hombro, si este se encuentra a 0° de abducción, la cabeza humeral es empujada hacia abajo, tiene a subluxarse inferiormente; entre los 30° y 60° , la fuerza está cerca del reborde glenoideo superior y se subluxa proximalmente; más allá de los 60° la cabeza humeral está centrada en la cavidad glenoidea. (Viladot, 2001, p. 130).

2) Dinámica: El manguito rotador tiene el papel principal en la estabilidad dinámica, los músculos depresores primarios de la cabeza humeral durante el movimiento son el infraespinoso, redondo menor y subescapular. En el movimiento del hombro hay una actividad integral entre los distintos músculos, por ejemplo, el deltoides y el supraespinoso actúan ambos en la abducción y flexión, pero participan de forma distinta, sin el supraespinoso la abducción es casi normal hasta los 30° y a partir de ahí disminuye; si no hay deltoides hay una disminución uniforme de la abducción. (Viladot, 2001, p. 131).

Traumatología

a) Ruptura del manguito de los rotadores

Indica Macías-Fernández (2015, p. 75) que las afecciones del manguito de los rotadores es una de las principales causas de dolor en el hombro, además que aproximadamente el 4% de las personas entre los 40 a 60 años tiene un desgarro parcial o completo y hasta el 54% de los adultos mayores de 60 años lo tienen. Según Longo (2011, p. 227) la etiología o patogénesis es multifactorial, se relacionan con el desarrollo de estas

una combinación de factores intrínsecos (hipovascularidad, alteraciones metabólicas relacionadas al envejecimiento), extrínsecos (pinzamiento subacromial) y traumáticos (agudos o microtraumatismo repetitivo). El concepto de síndrome de pinzamiento subacromial se introdujo por parte de Neer en 1972, según lo dicho por Macías-Fernández (2015, p. 75), se define como una irritación mecánica del manguito rotador y la bursa al ser pinzadas en el espacio subacromial.

La patología del manguito rotador va de tendinosis a ruptura masiva. Indica Yablon (2015, p. 231) que el tipo más común de ruptura del manguito rotador es la degenerativa, que se da en pacientes mayores a 40 años. Este tipo de ruptura, generalmente, ocurre en el manguito posterior, a nivel de la inserción del supra e infraespinosos. Dice Yablon (2015, p. 231) que en un estudio realizado el 93% de las rupturas totales y el 89% de las parciales del manguito se originaban entre 13 y 15 mm posterior al tendón del bíceps. Este mismo autor indica que es más frecuente en profesionales que en su trabajo adoptan posturas mantenidas en abducción del hombro o levantan pesos por encima de la cabeza (peluqueras, mecánicos, jardineros, agricultores), además que es causa frecuente de dolor en el hombro, dicho dolor es por atrapamiento del manguito en el espacio subacromial, inflamación de la bursa subacromial, tendinosis o rotura del manguito. Dice, también, que el tendón que con más frecuencia se rompe es el músculo supraespinoso y que el dolor se localiza en la cara anterior y lateral del hombro, se agrava con las actividades por encima de la cabeza.

Tipos de patologías del manguito rotador

1) Tendinosis

La tendinosis del manguito rotador es causada por degeneración, la cual se encuentra en el contexto del uso excesivo o sobreuso de la articulación. Histopatológicamente, se observa degeneración mucoide, fibrilar y eosinofílica, además de metaplasia cartilaginosa, esto más que inflamación (Yablon, 2015, p. 234).

2) Ruptura parcial

En esta se implica solamente una porción del tendón. Incluye los subtipos de rupturas parciales del lado articular, del lado bursal e intrasustancia. La ruptura parcial se puede observar en cualquier edad y es más frecuente que afecte al tendón supraespinoso, esto según Yabon (2015, p. 234). También, es más frecuente que se produzca la ruptura parcial en la cara articular, estas representan el 60% de las rupturas parciales. En los pacientes jóvenes se relaciona más con trauma o deportes de lanzamiento por arriba de la cabeza. Las lesiones bursales anteriores parciales ocurren con mayor frecuencia en los pacientes más jóvenes en el momento del trauma, en el borde delantero anterior del supraespinoso. Los pacientes mayores de 40 años muestran una mayor incidencia de degeneración tendinosa, desgarros parciales y desgarros de grosor completo a medida que envejecen. Los desgarros bursales parciales del supraespinoso posterior tienden a ser de origen degenerativo y se producen en la población más vieja. El desgarró intrasustancia se producen dentro de la sustancia del tendón y puede entrar en contacto con la superficie articular del tendón (Yablon, 2015, p. 234).

3) Ruptura completa

Las rupturas completas se extienden entre la cara articular y la bursal del tendón. Estas son focales y perjudican solo una parte del tendón o toda la extensión de este. Indica Yablon (2015, p. 234) que las rupturas completas de manguito rotador que suceden en personas menores de 55 años son de origen traumático y las que son en mayores de 55 años son degenerativas.

2.3.4 Bursas

Anatomía

Como explica Drake (2005, pp. 628-629), hay partes de la membrana sinovial del hombro que sobresale a través de unas aberturas de la membrana fibrosa, estas forman las bolsas sinoviales las cuales ven entre los músculos circundante y la membrana fibrosa. La bursa que es más constante es la bursa subescapular, esta se encuentra entre el músculo

subescapular y la membrana fibrosa. Este autor también indique que la membrana sinovial también se dispone alrededor del tendón de la cabeza larga del bíceps y lo acompaña por todo lo largo del tendón a través de su paso por el surco intertubercular. Además dice que estas bolsas tienen comunicación con la cavidad articular por medio de las aberturas de la membrana fibrosa que se mencionaron, pero además de estas, hay otras bursas que no se comunican con la cavidad sinovial, entre ellas se tiene la bursa subacromial, la cual se encuentra entre los músculos deltoides y supraespinoso y la cápsula articular; también hay una entre el acromion y la piel, otra entre la apófisis coracoides y la cápsula articular y otras relacionadas con los tendones de los músculos que rodean el hombro.

Funcionamiento y biomecánica general

En sí, la función de las bursas sinoviales del hombro, es la de disminuir la fricción que se crea entre los tendones, la cápsula articular y el hueso adyacente, durante los movimientos del hombro, evitando así el daño o desgaste en los tendones secundario al efecto de las fuerzas de cizallamiento o de fricción sobre los mismos. (Viladot, 2001, p. 126; Salzman, 1997, p. 1797).

Traumatología

a) Bursitis del hombro

Como explica Salzman (1997, pp. 1 797-1 799), la bursitis es una inflamación de las bursas que se encuentran rodeando la articulación del hombro, se identifica por un cuadro clínico específico y caracterizado por dolor localizado a nivel del hombro, que aumenta con la abducción y la rotación interna del húmero. También, indica que el dolor es continuo en la inserción del deltoides y aumenta durante la abducción, es típica la ubicación de este en la cara lateral y anterior del hombro, se produce una limitación de la movilidad tanto activa como pasiva. Otros síntomas que acompaña este cuadro es la impotencia funcional, dada por la limitación del arco articular que impide los movimientos normales del hombro, así como el calor local y el edema. El arco de movimiento entre los 70 y 120° es el más

doloroso. Este autor dice que dentro de la exploración física de la patología de hombro existen una serie de maniobras específicas, con diferente sensibilidad y especificidad, que van ayudar a llegar al diagnóstico de la alteración existente a nivel del hombro. Se indica que es por sobrecarga brusca o repetitiva y está asociada, en ocasiones, a patología del manguito.

2.4 Codo

2.4.1 Generalidades

Para poder comprender la articulación del codo, debe hablarse sobre dos regiones del miembro superior que tiene íntima relación con esta articulación, el brazo y el antebrazo.

El brazo

Región que está entre el hombro y el codo, se divide en dos compartimentos, una anterior con los músculos que flexionan el codo, y un compartimento posterior con los músculos extensores del codo. Su parte ósea la forma el húmero, su extremo proximal ya se trató en el hombro, tiene también un cuerpo y un extremo distal, este último tiene varias estructuras de importancia: a) el cóndilo, este tiene un capítulo localizado lateralmente y que se articula con el radio, también una tróclea, la cual articula con la ulna; b) epicóndilos, con dos prominencias óseas, hay uno medial que es más grande, puede palpase externamente, en este se insertan los músculos anteriores del antebrazo y posterior a este pasa el nervio cubital por un surco, el epicóndilo lateral es de menor tamaño y acá se insertan los músculos posteriores del antebrazo. Saliendo un poco del brazo, debemos mencionar dos estructuras más que son importante para el codo: 1) el extremo proximal del radio que tiene una cabeza con forma de disco, un cuello y la tuberosidad radial y 2) el extremo proximal del cúbito el cual presenta el olecranon que es una gran prominencia ósea que sirve como cara articular para la tróclea del húmero. (Drake, 2005, pp. 666-671; Moore, 2013, pp. 676-677 y 731).

Músculos del brazo

Como ya se había mencionado, esta estructura anatómica tiene dos compartimentos, el anterior y el posterior, a continuación se hará una breve descripción de los músculos que componen cada uno de estos compartimentos.

Tabla 4.

Músculos del compartimento anterior del brazo.

Músculo	Descripción
Coracobraquial	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: apófisis coracoides. - Inserción: rugosidad de la cara medial del cuerpo del húmero. - Inervación: nervio musculocutáneo (C5, C6, C7). - Función: flexión del brazo en la articulación glenohumeral.
Bíceps braquial	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: la cabeza larga del tubérculo supraglenoideo de la escápula, la cabeza corta de la apófisis coracoides. - Inserción: tuberosidad del radio. - Inervación: nervio musculocutáneo (C5, C6). - Función: flexión del antebrazo en la articulación del codo, es un potente flexor.
Braquial	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: cara anterior del húmero y tabiques intermusculares. - Inserción: tuberosidad de la ulna. - Inervación: nervio musculocutáneo (C5, C6). - Función: potente flexor del antebrazo en el codo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, p. 672) y Moore (2013, p. 734).

Tabla 5.

Músculos del compartimento posterior del brazo.

Músculo	Descripción
Tríceps braquial	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: la cabeza larga del tubérculo infraglenoideo de la escápula, la cabeza medial y la cabeza lateral de la superficie posterior del húmero. - Inserción: olécranon. - Inervación: nervio radial (C6, C7, C8) y se encarga de la extensión del antebrazo en la articulación del codo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, p. 672) y Moore (2013, p. 735).

El antebrazo:

Esta región anatómica comprende entre el codo y la muñeca, en su parte proximal pasan las principales estructuras del brazo y antebrazo por medio de la fosa del codo (nervio mediano, arteria braquial, vena braquial), excepción a esto es el nervio cubital que pasa por la cara posterior, en el extremo distal las estructuras pasan a través del túnel carpal o anteriores a este, excepto la arteria radial que rodea la muñeca por la cara dorsal y llega a

la mano por la zona posterior. Su estructura ósea está conformada por dos huesos: *a) el radio*, del cual nos interesa su cuerpo y extremo distal (el extremo proximal ya fue abordado), el cuerpo tiene tres bordes (anterior, posterior e interóseo) y tres superficies (anterior, posterior y lateral), el extremo distal tiene caras articulare para articularse con los huesos del carpo; *b) la ulna*, el cuerpo de este hueso tiene tres bordes (anterior, posterior e interóseo) y tres superficies (anterior, posterior y medial), y el extremo distal, pequeño y formado por una cabeza redondeada y el apófisis estiloides. (Drake, 2005, pp. 687-690; Moore, 2013, p. 677-679 y 744).

Articulaciones del antebrazo

El antebrazo también presenta una serie de articulaciones dente de sí.

Tabla 6.

Articulaciones del antebrazo.

Articulación	Descripción
Articulación radiocubital distal	- Entre la superficie articular de la cabeza ulnar, la escotadura cubital del radio y un disco articular fibroso (separa esta articulación de la muñeca). - Permite que el extremo distal del radio se desplaza en sentido anteromedial sobre el cúbito.
Membrana interósea	- Lámina fibrosa y delgada que conecta el borde medial del radio y el lateral de la ulna.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, 690-691).

Músculos del antebrazo.

Los músculos del antebrazo se encuentran divididos en dos compartimentos, el anterior y el posterior, al igual que en el brazo, cada una de ellos está subdividido en plano, a continuación, se hará una descripción de estos músculos.

Tabla 7.

Músculos del compartimento anterior del antebrazo.

Músculo	Descripción
Plano superficial	
Flexor cubital del carpo	- Origen: cabeza humeral del epicóndilo medial del húmero; cabeza cubital del olécranon y borde posterior del cúbito.

	<ul style="list-style-type: none"> - Inserción: hueso pisiforme y en base del V metacarpiano. - Inervación: nervio cubital (C7, C8, T1). - Función: flexiona y aduce la muñeca.
Palmar largo	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: epicóndilo medial del húmero. - Inserción: aponeurosis palmar de la mano. - Inervación: nervio mediano (C7, C8). - Función: flexionar la muñeca.
Flexor radial del carpo	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: epicóndilo medial humeral. - Inserción: base del II y III metacarpianos. - Inervación: nervio mediano (C6, C7). - Función: flexiona y abduce la muñeca.
Pronador redondo	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: cabeza humeral se origina del epicóndilo medial y la cresta supracondílea; cabeza ulnar de la apófisis coronoides. - Inserción: rugosidad de la superficie lateral del cuerpo del radio. - Inervación: nervio mediano (C6, C7). - Función: pronación.
Plano intermedio	
Flexor superficial de los dedos	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: cabeza humerocubital del epicóndilo medial humeral y el borde de la apófisis coronoides; cabeza radial de la línea oblicua del radio. - Inserción: cuatro tendones que llegan a las superficies palmares de las falanges medias de los dedos del 2 al 5. - Inervación: nervio mediano (C8, T1). - Función: flexión de las articulaciones interfalángicas proximales del segundo al quinto dedos, también flexiones las metacarpofalángicas de dichos dedos y la muñeca.
Plano profundo	
Flexor profundo de los dedos	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie anterior y medial del cúbito y mitad medial de la membrana interósea. - Inserción: cuatro tendones en la cara palmar de las falanges distales del segundo al quinto dedo. - Inervación: nervio mediano (mitad lateral, nervio interóseo anterior) y el nervio cubital (mitad medial). - Función: flexión de las interfalángicas distales de los dedos indicados, también las metacarpofalángicas y la muñeca.
Flexor largo del pulgar	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie anterior del radio y mitad radial de la membrana interósea. - Inserción: cara palmar de la falange distal del pulgar. - Inervación: nervio mediano (nervio interóseo anterior). - Función: flexiona la articulación interfalángica del pulgar, además de la metacarpofalángica.
Pronador cuadrado	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: superficie anterior distal del cúbito. - Inserción: superficie anterior distal del radio. - Inervación: nervio mediano. - Función: pronación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, pp. 693 y 697) y Moore (2013, pp. 748-749).

Tabla 8.

Músculos del compartimento posterior del antebrazo.

Músculo	Descripción
Plano superficial	
Braquiorradial	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: cresta supracondílea lateral del húmero. - Inserción: superficie lateral del extremo distal del radio. - Inervación: nervio radial (C5, C6).

	- Función: flexor accesorio del codo con el antebrazo en pronación.
Extensor radial largo del carpo	- Origen: parte distal de la cresta supracondílea lateral del húmero. - Inserción: superficie dorsal de la base del II metacarpiano. - Inervación: nervio medio radial (C6, C7). - Función: extender y abducir la muñeca.
Extensor radial corto del carpo	- Origen: epicóndilo lateral del húmero. - Inserción: superficie dorsal de la base de los metacarpianos II y III. - Inervación: ramo profundo del nervio radial (C7, C8). - Función: extiende y abduce la muñeca.
Extensor de los dedos	- Origen: epicóndilo lateral del húmero y fascia profunda adyacente. - Inserción: cuatro tendones a través del capuchón extensor en la cara dorsal de las bases de las falanges media y distal de los dedos del 2 al 5. - Inervación: nervio interóseo posterior (C7, C8). - Función: extender los dedos indicados y la muñeca.
Extensor de dedo meñique	- Origen: epicóndilo lateral del húmero. - Inserción: capuchón extensor del quinto dedo. - Inervación: nervio interóseo posterior. - Función: extender quinto dedo.
Extensor cubital del carpo	- Origen: epicóndilo lateral humeral y borde posterior del cúbito. - Inserción: tubérculo de la base del V metacarpiano. - Inervación: nervio interóseo posterior. - Función: extiende y aduce la muñeca.
Ancóneo	- Origen: epicóndilo lateral del húmero. - Inserción: olécranon y superficie posterior y proximal de la ulna. - Inervación: nervio radial (C6 a C8). - Función: abduce la ulna en pronación y es un extensor accesorio del codo.
Plano profundo	
Supinador	- Origen: dos orígenes, la parte superficial en el epicóndilo lateral del húmero y los ligamentos colaterales radial y anular del radio; la parte profunda en la cresta del supinador en la ulna. - Inserción: superficie lateral de radio. - Inervación: nervio interóseo posterior (C6, C7). - Función: supinación.
Abductor largo del pulgar	- Origen: superficie posterior de la ulna y el radio y la membrana interósea. - Inserción: cara lateral de la base del primer metacarpiano. - Inervación: nervio interóseo posterior (C7, C8). - Función: abduce la articulación carpometacarpiana del pulgar y es extensor accesorio de este.
Extensor corto del pulgar	- Origen: superficie posterior del radio y membrana interósea. - Inserción: superficie dorsal de la base de la falange proximal del primer dedo. - Inervación: nervio interóseo posterior. - Función: extender la articulación metacarpofalángica del pulgar, también puede extender la carpometacarpiana de este dedo.
Extensor largo del pulgar	- Origen: superficie posterior de la ulna. - Inserción: superficie dorsal de la base de la falange distal del primer dedo. - Inervación: nervio interóseo posterior. - Función: extiende la articulación interfalángica del pulgar y también puede extender la metacarpofalángica y la carpometacarpiana.
Extensor del índice	- Origen: superficie posterior del cúbito distal. - Inserción: capuchón extensor del segundo dedo. - Inervación: nervio interóseo posterior. - Función: extiende el segundo dedo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, pp. 701 y 705) y Moore (2013, pp. 751-752).

2.4.2 Articulación del codo

Anatomía.

Según Drake (2005, pp. 680-681), la articulación del codo en sí está constituida por tres articulaciones distintas:

- a) Articulación entre la tróclea del húmero y el olécranon de la ulna, es de tipo bisagra y está implicada en movimientos de flexo-extensión.
- b) Articulación entre la cabeza del radio y el capítulo del húmero, actúa en movimientos de flexión y extensión.
- c) Articulación entre la cabeza del radio y la escotadura radial del cúbito (articulación radiocubital proximal), se involucra en los movimientos de pronación y supinación.

El codo está rodeado por una cápsula articular, más gruesa e su zona medial, esta cápsula se refuerza en su zona lateral, ahí rodea la cabeza del radio y forma el **ligamento anular del radio**, luego está el **ligamento colateral radial** que se fusiona con el anterior. (Drake, 2005, pp. 681-682; Moore, 2013, pp. 800 y 803).

Al igual que el hombro y otras articulaciones del organismo, el codo presenta bolsas sinoviales que son continuación de la membrana sinovial y que cumplen diversas funciones. Rodeando al codo hay tres bolsas olecraneas que son importantes: 1) la bolsa intratendinosa del olécranon, que puede encontrarse en el tendón del tríceps braquial; 2) la bolsa subtendinosa (del músculo tríceps braquial del olécranon), que está entre el olécranon y el tendón del bíceps, proximal a su inserción en el olécranon; y 3) la bolsa subcutánea del olécranon, está en el tejido conectivo subcutáneo inmediatamente por encima del olécranon. (Moore, 2013, p. 804).

Funcionamiento y biomecánica general

De acuerdo a Viladot (2001, p. 147) esta articulación permite la aproximación y separación del antebrazo al brazo mediante los movimientos de flexo-extensión, también orienta la palma de la mano con los movimientos de prono-supinación.

Cinemática.

Las articulaciones humerocubital y humerorradial permiten los movimientos del flexo-extensión, la articulación radiocubital proximal los de prono-supinación, Viladot (2001, p. 153-155) los describe de la siguiente manera:

a) Movimiento de flexoextensión

Se describe a la flexión como el movimiento que aproxima la cara anterior del antebrazo con la cara anterior del brazo; la extensión es el retorno del antebrazo a la posición anatómica. El rango de movilidad del codo es de 0° en extensión completa hasta los $140-146^{\circ}$ de flexión activa, siendo, en ocasiones, hasta los 160° de forma pasiva. Se sabe que entre los 30 y los 130° de movilidad del codo pueden hacerse todas las actividades cotidianas (arco funcional del codo). El eje donde discurre la flexoextensión va por el centro de la superficie articular y emerge del cóndilo humeral, como las superficies articulares de los huesos del codo no se encuentran formando ángulo recto con el eje diafisario, sino que está en valgo, el eje de la flexoextensión tiene una orientación oblicua. El eje longitudinal del húmero forma un ángulo obtuso abierto hacia afuera con respecto al eje longitudinal de la ulna, esto es lo denominado valgo fisiológico que en los adultos puede ser de 10 a 15° , es mayor en las mujeres. Biomecánicamente, durante los primeros y últimos grados de flexión (5°), puede haber un leve movimiento de rotación del cúbito.

La flexión se ve limitada por: 1. Contacto entre las masas musculares del brazo y antebrazo al contraerse; 2. Choque óseo entre la cabeza radial y la coronoides con

sus respectivas fosas de alojamiento; 3. La cápsula posterior y los ligamentos colaterales; 4. Tensión pasiva del tríceps braquial. Los elementos que limitan la extensión son: 1. Contacto del olécranon con la fosa olecraniana; 2. Tensión de la cápsula anterior y ligamentos colaterales; 3. Tensión pasiva de músculos flexores.

b) Movimiento de pronosupinación

Se puede decir que la pronación es el movimiento de rotación medial que posiciona el pulgar hacia adentro y la palma de la mano hacia abajo, la supinación se define como el movimiento que lleva el pulgar hacia afuera y la palma de la mano hacia arriba, esto con el codo en flexión de 90°. Al explorar este movimiento, es importante que el codo esté en posición de flexión, ya que si estuviera en extensión habría una influencia rotacional de la articulación escapulohumeral al momento de la valoración. El movimiento de pronosupinación tiene un rango aproximado de 160-170°, 80° para la pronación y 85° para la supinación. En este movimiento interviene dos articulaciones, la radiocubital proximal y la radiocubital distal.

Cinética

Los movimientos del codo son el resultado de la acción conjunta de varios músculos que rodean la articulación, estos músculos tienen una función motora y una estabilizadora, esto según Viladot (2001, pp. 155-157).

a) Músculos flexores

Son tres principalmente: 1. el músculo braquial anterior, que es un flexor primario del antebrazo; 2. el músculo bíceps braquial, tiene acción flexora solo si el antebrazo está en posición neutra, especialmente si está en supinación; 3. el músculo braquiorradial, actúa como estabilizador cuando el antebrazo está en movimiento y como flexor cuando el antebrazo está fijo.

b) Músculos extensores:

El músculo tríceps braquial es el extensor primario del codo. Se ha demostrado que la cabeza medial del músculo tríceps actúa como extensor primario, las otras cabezas quedan en fase de reserva. La efectividad muscular de este músculo va a depender de la posición del codo, su acción es máxima entre los 20-30°.

Traumatología**a) Bursitis olecraniana**

La bursitis olecraniana es una inflamación de dicha bursa y es la bursitis superficial más común. Típicamente el origen de la bursitis es no infeccioso, pero el 20% de las bursitis agudas pueden ser sépticas, esto según Aaron (2011, p. 361). Se presenta clínicamente con edema de la bursa, eritema y tensión a ese nivel. Hay dolor a la palpación y a los movimientos, pero generalmente los arcos de movilidad están conservados, pero sí pueden verse limitados a expensas del dolor como indica Reilly (2016, p. 160). Dice Reilly (2016, p. 158) que existen tres tipos de bursitis olecraniana: la aguda, la crónica y la séptica, estas se explicarán posteriormente

Según Reilly (2016, p. 159) en un estudio realizado por Smith y cols se encontró que la bursitis olecraniana se diagnostica en 3 de cada 1000 emergencias o pacientes ambulatorios y 1 de cada 3 o 4 de estas son bursitis sépticas. Tradicionalmente se indica que la bursitis es una condición más frecuente en los hombres jóvenes y de mediana edad que tienen trabajos manuales. Es más frecuente en hombro, la frecuencia en mujeres es de 0 a 13%.

b) Epicondilitis del codo

Como indica Gómez-Vélez (2012, p. 18) la epicondilitis lateral es el desorden músculo esquelético ocupacional más frecuente del codo. Fue inicialmente descrita por

Morris en 1882 como “codo de tenista de césped” y actualmente se le conoce como “codo de tenista”. Este autor explica que es un proceso degenerativo que se genera en el epicóndilo lateral del húmero, se origina por el uso excesivo y repetitivo del codo y la musculatura epicondílea en pacientes que realizan actividades que involucran movimientos repetitivos de pronosupinación del antebrazo con extensión del carpo, resultando en microtraumatismos de la inserción proximal de los extensores de la muñeca que provocan un fenómeno vascular de reparación anómala con micro desgarres y degeneración progresiva tendinosa debido a la respuesta reparativa inmadura. Existe un historial de actividades repetitivas para el paciente, que frecuentemente son de origen ocupacional.

Clínicamente se caracteriza por dolor que se localiza en el epicóndilo, suele irradiarse al tercio proximal del antebrazo, con sensación de debilidad en los agarres y debilidad para levantar objetos. Es típico el dolor a la presión y palpación en el epicóndilo o en la zona inmediatamente anterior, a la extensión resistida de muñeca y el estiramiento de los músculos epicondíleos. Se presenta sobre todo entre los 30 y 50 años de edad sin prevalencia de sexo (Chaustre, 2011, p. 76).

El diagnóstico se hace con una adecuada historia clínica y exploración física. Se realizan diferentes pruebas clínicas que ayudan al diagnóstico clínico, de estas la más utilizada es el test de Cozen en el cual se le ordena al paciente que realice flexión de codo y extensión de muñeca contra resistencia para de esta manera desencadenar el dolor. El diagnóstico diferencial se hace con el esguince o insuficiencia del ligamento colateral lateral, síndrome de túnel radial (atrapamiento del nervio interóseo posterior), fractura, patología intraarticular, tendinitis del tríceps, dolor referido de columna cervical, hombro o muñeca. También se realizan estudios de imagen como la resonancia magnética y la ecografía de tejidos blandos. (Chaustre, 2011, p. 75-76; Tosti, 2013, pp. 357.e2).

Como tratamiento se le indica al paciente que disminuya la actividad que produce la molestia, se usan antiinflamatorios, fisioterapia, ortesis, infiltración y por último cirugía, como indica Chaustre (2011, pp. 78-80).

2.5 Muñeca.

2.5.1 Generalidades

Es la articulación que se encuentra entre el antebrazo y la mano, su estructura ósea está conformada por los huesos del carpo tiene una fila proximal de huesos constituida por el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme, luego tiene una fila distal que tiene a los huesos trapecio, trapecoide, grande y ganchoso, ambas filas no se disponen coronalmente, si no que forman un arco en sentido anterior. (Drake, 2005, p. 708; Moore, 2013, p. 680).

2.5.2 Articulación de la muñeca.

Anatomía

Es una articulación de tipo sinovial que se da entre el extremo distal del radio, la carilla articular del extremo distal y la ulna y os huesos del carpo (escafoides, semilunar y piramidal). Esta articulación permite movimientos de la mano como abducción, aducción, flexión y extensión. La cápsula articular de la muñeca se refuerza los siguientes ligamentos: el radiocarpiano palmar, cubitocarpiano palmar, radiocarpiano dorsal y colaterales radial y cubital de la muñeca. (Drake, 2005, pp. 710-711; Moore, 2013, p. 809).

Las articulaciones del carpo son tipo sinoviales y se dan entre los diferentes huesos del carpo. Cada una de las cápsulas articulares está reforzada con múltiples ligamentos. (Drake, 2005, p. 711; Moore, 2013, p. 809-811).

El túnel del carpo se ubica en la región anterior de la muñeca, tiene un arco profundo (formado por los huesos del carpo) y un retináculo flexor, este último es un ligamento grueso que cubre el espacio entre el extremo medial y el lateral del arco carpiano, formando de esta manera un túnel, por este pasan los cuatro tendones flexores profundo de los dedos, los tendones del flexor superficial de los dedos, el tendón del flexor

largo del pulgar y el nervio mediano (va anteriormente a los tendones), la función del retináculo es evitar que los tendones se arqueen durante los movimientos. Todos los tendones están recubiertos por vainas sinoviales que facilitan su movimiento. (Drake, 2005, p. 712-714)

La tabaquera anatómica se trata de una depresión triangular que se encuentra en la región posterior de la muñeca y del I metacarpiano. La base del triángulo se dirige hacia la muñeca y el vértice hacia el pulgar. El borde medial lo forma los tendones abductor largo y extensor corto del pulgar, el borde lateral lo constituye el tendón extensor largo del pulgar y el suelo es por el escafoides, el trapecio y los tendones extensor radial largo y extensor radial corto del carpo. (Drake, 2005, p. 715).

Funcionamiento y biomecánica general.

La muñeca es una de las articulaciones biomecánicamente más completas del cuerpo ya que tiene una gran movilidad, soporta importantes fuerzas de compresión cizallamiento y torsión, esto sin desestabilizarse, esto según Viladot (2001, p. 159). Este autor dice que una característica esencial de la muñeca es que esta tiene la capacidad de transmitir cargas sin llegar a luxarse.

Cinemática articular de la muñeca

La muñeca es un complejo poliarticular y su movimiento es el resultado de la interacción y acumulación de movimientos que suceden en cada una de sus articulaciones, se explica por Viladot (2001, pp. 162-166) de la siguiente manera.

a) Movimiento de flexo-extensión

Es el movimiento que se produce en el eje transversal, permite que la palma de la mano se acerque o aleje de la cara anterior del antebrazo. La flexión activa de la muñeca con los dedos extendidos generalmente no supera los 90°, con el puño cerrado es de menor amplitud (65° en promedio). La extensión activa es de

aproximadamente 80° , sin importar la posición de los dedos. Si se realiza una extensión pasiva, esta puede llegar hasta los 95° , más si se realiza una leve inclinación radial. La contracción muscular en donde el tendón esté ubicado palmarmente al eje transversal de rotación de la muñeca (eje de flexo-extensión) va a producir un momento de fuerza flexora que va a ser proporcional a la distancia entre el tendón y el eje mencionado. Si el tendón se ubica dorsalmente, producirá la extensión. Los tendones de los músculos cubital anterior, palmar menor y palmar mayor son los más alejados y están en la mitad interna de la cara anterior de la muñeca, su contracción sinérgica producirá una potente flexión-inclinación ulnar de la muñeca. De la misma forma, los músculos extensor largo del pulgar, primer y segundo radial están en la mitad externa de dorso de la muñeca y provocarán al contraerse una extensión-inclinación radial. Los movimientos de rotación comienzan en la hilera distal de huesos del carpo, se da sobre un eje que no es fijo y cambia de lugar a medida que se horizontaliza la muñeca. La hilera distal permanece muy unida en estos movimientos, la proximal comienza a flexionarse cuando el escafoides es comprimido por el trapecio, luego se flexionan el semilunar y el piramidal al tensarse los ligamentos interóseos escafoulnares y piramidoulnares. EL escafoides se flexiona en promedio 55° y el semilunar 45° . La extensión inicia igual en la hilera distal y se transmite a la proximal, acá el escafoides se extiende 56° y el semilunar 31° .

b) Movimiento de inclinación radial-cubital (abducción-aducción)

Movimiento que hace la muñeca en un eje anteroposterior donde la mano se acerca o aleja del eje del cuerpo. La inclinación cubital o aducción acerca la mano al cuerpo, la inclinación radial o abducción aleja la mano del cuerpo. La amplitud de la inclinación ulnar varía de los 30 a 40° , esta se mide tomando en cuenta al tercer metacarpiano como referencia. La inclinación radial no supera los 15° . La desviación ulnar es por contracción sinérgica de los músculos cubital anterior y posterior, la inclinación radial se da por la acción de los extensores radiales, palmar mayor, abductor largo del pulgar, extensor corto y extensor largo del pulgar. En la inclinación ulnar, la hilera distal del carpo rota alrededor de un eje

anteroposterior, la base del quinto metacarpiano se acerca a la apófisis estiloides, el hueso ganchoso se aproxima al cúbito a expensas de una extensión del piramidal, esto es gracias a unos potentes ligamentos en la cara anterior de la articulación ganchoso-piramidal, estos ligamentos también evitan que el ganchoso se luxé. El movimiento antes explicado se transmite por medio de los ligamentos interóseos al hueso semilunar que se desplaza en el plano frontal, después el escafoides también sigue el movimiento. En la inclinación ulnar el semilunar se desplaza radialmente 15° y se extiende 5° , el escafoides se extiende 8° y se desplaza 17° en sentido radial.

La inclinación radial comienza en los huesos trapecio y trapecoide, estos se acercan al estiloides radial y la presión que ejerce sobre el escafoides lo obliga a separarnos.

Transmisión de cargas a través de la muñeca

Según Viladot (2001, p. 166) cualquier actividad donde se utilice la mano y se contraigan los músculos de esta, se producirán fuerzas axiales a compresión que se transmiten a los huesos del antebrazo a través de la muñeca y a medida que las fuerzas progresan proximalmente aumenta la acción de diversos músculos y ligamentos estabilizadores. El autor dice que un estudio realizado por An y cols. demostró que, por cada kilogramo de fuerza realizada con el puño de la mano, el carpo recibe fuerzas a compresión de 10 a 14 kilogramos.

Como se puede ver la magnitud de las fuerzas es tal que esta se debe distribuir entre todas las articulaciones intercarpianas y así no se produzcan concentraciones excesivas de fuerza y causan una artrosis prematura por sobrecarga. Viladot (2001, p. 166), también dice que en posición neutral, la muñeca transmite el 80% de las fuerzas que llegan a esta al radio y solo el 20% a la ulna a través del fibrocartilago triangular del cúbito. De las fuerzas que se transmiten al radio, el 60% pasan por la articulación radio-escafoides y el 40% por la fosa semilunar. Además recalca que estos porcentajes varían en dependencia de la

inclinación de la muñeca, como ejemplo podemos decir que el fibrocartilago triangular recibe más carga en posición de pronación que en supinación, más en inclinación radial que cubital y más si es un cúbito largo a si es corto.

El área de contacto entre los huesos proximales del carpo y el radio es menor que el 40% de la superficie glenoidal del radio (Viladot, 2001, p. 166), no hay congruencia articular por lo que se establecen dos zonas de contacto que son circulares y pequeñas, independientes para el semilunar y el escafoides, separadas de 3 a 6 mm de la zona sin carga. Las zonas de contacto cambian durante los movimientos de la muñeca. Las presiones de carga en las zonas de contacto pueden llegar a ser hasta de 7 MPa (700 g/mm²), esta hace que la muñeca absorba las cargas de compresión con desplazamientos óseos intercarpianos o alteración en la tensión de los ligamentos y cápsulas (Viladot, 2001, p. 167).

Mecanismos estabilizadores del carpo

Biomecánicamente, se puede decir que una articulación es estable si es capaz de soportar cargas fisiológicas sin que se altere la alineación normal de las superficies articulares. Por tanto, una muñeca es estable si puede mantener su congruencia articular a pesar de las fuerzas que la atraviesen a consecuencia de la función normal de la mano. Viladot (2001, pp. 167-169) menciona los siguientes mecanismos estabilizadores.

a) Mecanismo de estabilización radiocarpiana

El carpo se articula con la glenoides radial con una inclinación en sentido ulnar y palmar, los ligamentos extrínsecos radiocarpianos palmares y dorsales evitan que haya un deslizamiento cubital del carpo, esto por la disposición de forma oblicua en dirección de fuera hacia dentro y de proximal a distal que tiene dichos ligamentos. Si el carpo es comprimido contra la glenoides radial, los ligamentos se tensan y aumenta la estabilidad articular. La ruptura y la degeneración de los ligamentos provoca una grave inestabilidad carpiana que causa subluxación global del carpo en sentido cubital.

b) Mecanismo de estabilización de la hilera proximal

El escafoidees si tiene una carga axial tiende naturalmente a flexionarse si el trapecio intenta acercarse al radio, todo esto favorecido a la oblicuidad del escafoidees. El hueso piramidal tiene una inclinación dorsal de la articulación ganchoso-piramidal y también el potente ligamento piramidal-ganchoso palmar, esto hace que le escafoidees tienda a extenderse bajo cargas axiales.

c) Mecanismo de estabilización mediocarpiana

Ya se había indicado anteriormente que el escafoidees tiene la tendencia a flexionarse bajo una carga axial, por lo tanto, el trapecio se desplaza en sentido palmar. El hueso ganchoso es obligado a desplazarse dorsalmente por la articulación ganchoso-piramidal. La tendencia que tiene el hueso trapecio y el ganchoso de desplazarse en sentido opuesto, genera un movimiento de rotación axial de la hilera distal. Si se lesionan los ligamentos que limita la rotación axial, habrá una inestabilidad con pérdida coordinación de los movimientos de la hilera proximal del carpo que y la hilera distal.

d) Mecanismos de estabilización de la hilera dista

Hay muy poca movilidad entre los elementos de la hilera distal del carpo. Bajo carga axial, toda la fila se desplaza como si fuera un solo bloque. La estabilidad transversal se la otorga los ligamentos interóseos palmare y dorsales, si se rompen estos ligamentos provoca gran inestabilidad de los huesos de la hilera distal que se le llama disociativa distal de los huesos del carpo.

Traumatología

a) Tendinopatía de D'Quervaine

La Tendinitis o tenosinovitis de D'Quervaine es la tendinitis del primer compartimiento dorsal del carpo, es producida por la irritación o inflamación de los

tendones de la muñeca en la base del pulgar. La inflamación causa estenosis del canal osteofibrososinovial situado en la estiloides radial por el que discurren los tendones del abductor largo y extensor corto del pulgar. Hace que los movimientos del pulgar y la muñeca sean dolorosos. Aprender el puño, aferrar o sostener objetos se vuelve muy difícil. (Howell, 2012, p. 122; Choi, 2011, p. 481; Orlandi, 2015, pp. 1 512-1 513).

Según McAuliffe (2010, pág. 850) la incidencia de esta patología es más alta en las mujeres que en los hombres, en Estados Unidos se reporta que en las mujeres esta se reporta en un rango de 2,8 casos por 1000 personas al año y en el caso de los hombres es de 0,6 casos por 1000 personas al año. Dice además que hace unos años ha aumentado la incidencia en mujeres jóvenes con profesiones que exigen movimientos repetitivos de pinzas de fuerza.

Clínicamente esta patología se caracteriza por dolor agudo o subagudo en la cara externa de la muñeca, a nivel de la estiloides radial (primer compartimiento dorsal en la muñeca), irradiado hacia el pulgar y a la diáfisis del radio (antebrazo), que aumenta con los movimientos de flexión, extensión y abducción del pulgar (aferrar algo o al torcer energicamente la muñeca), con frecuencia se refiere pérdida de la fuerza, no puede coger o sostener objetos. Paciente lo localiza en la tabaquera anatómica. (Rodríguez, 2010, p. 3).

Para realizar el diagnóstico, frecuentemente se puede observar una inflamación local sobre la apófisis estiloides por el engrosamiento de la polea o una deformidad fusiforme sobre los tendones cuando es notoria la proliferación tenosinovial. La presión sobre esta zona causa dolor. La maniobra de Finkelstein, de inclinación cubital de la muñeca con el pulgar en flexión completa, da mucho dolor. La radiografía simple de muñeca no suele mostrar anomalía Ultrasonido (Rodríguez, 2010, p. 3; Serrano, 2004, p. 54).

El tratamiento inicial debe ser conservador, se usa férula y medicamentos anti-inflamatorios por vía oral, si no mejora puede intentar con infiltración de esteroides tipo cortisona en el compartimiento del tendón. En síntomas graves y sin mejoría, conveniente la cirugía. El procedimiento quirúrgico abre el compartimiento para dejar más espacio para los tendones inflamados, todo esto dicho por Serrano (2004, pp. 54-55).

b) Síndrome del túnel carpal.

Fue descrito por primera vez por Paget en 1854 (Ibrahim, 2012, p. 69). Es una neuropatía compresiva, definida como una mononeuropatía o radiculopatía causada por la distorsión mecánica producto de una fuerza compresiva. El mismo autor dice que la American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) Clinical Guidelines on the Diagnosis of CTS lo define como una neuropatía compresiva o por atrapamiento (una neuropatía por atrapamiento es una neuropatía por compresión local crónica causada por aumento en la presión dentro de estructuras anatómicas no flexibles), sintomática del nervio mediano a nivel de la muñeca, este nervio es comprimido en el lugar de su paso por medio del túnel carpal, estructura por donde pasan todos los tendones flexores y el nervio mediano. Debido a que este nervio no posee un túnel propio, es comprimido fácilmente por cualquier causa que provoque una alteración en la relación contenido-continente. Su etiología es poco clara, pero la causa idiopática es la más común como indica Uchiyama (2010, p. 1) y está estrechamente relacionado con anomalías del tejido sinovial dentro del túnel carpiano.

Según Uchiyama (2010, pág. 1), Ibrahim (2012, p. 69) y Alfonso (2010, p. 244), el síndrome del túnel carpiano es la forma más frecuente de neuropatía por atrapamiento, ocurre en el 3,8% de la población general. Ibrahim (2012, p. 69) indica que representa al 90% de todas las neuropatías por atrapamiento. Ibrahim (2012, p. 69) y Alfonso (2010, p. 244) dicen además que una tasa mayor de 276:100 000 se reportan por año y que la prevalencia es de más de 9,2% en las mujeres y 6% en hombres. En países occidentales, se ha registrado un aumento en el número de trastornos músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo causados por tensión y movimientos repetitivo (sobrecarga biomecánica). Menciona Ibrahim (2010, p. 69) que, en Europa, en 1998, más del 60% de los desórdenes musculoesqueléticos del miembro superior reconocidos como trastornos relacionados con el trabajo, fueron casos de síndrome de túnel carpal.

En cuanto a la presentación clínica los primeros signos son dolor en la mano, sensación de hormigueo, dolor y entumecimientos en distribución distal del nervio mediano (primer, segundo, tercer dedos y parte radial del cuarto dedo), disminución de la fuerza de

presión y función de la mano afectada. Los síntomas aumentan durante la noche y se ha reportado torpeza en la mano durante el día con actividades que requieran flexión de la muñeca. Algunos pacientes reportan sensación de sudor en la mano, pero no se observa una sudoración aparente (Silberman, 2004, p. 94; Uchiyama, 2010, p. 5; Ibrahim, 2012, p. 70).

Ibrahim (2012, p. 70) indica que el síndrome del túnel carpal se puede clasificar basado en sus síntomas y signos en tres estadios:

Estadio 1: paciente se despierta frecuentemente durante las noches con sensación de sudoración y de mano entumecida. Presenta dolor severo que irradia de la muñeca hacia el hombro con hormigueo en la mano y los dedos (parestesia braquiálgica nocturna). Sacudir la mano alivia los síntomas.

Estadio 2: los síntomas se presentan durante el día, generalmente cuando el paciente mantiene en una misma posición en por largo tiempo, o realiza movimientos repetitivos de la muñeca y la mano. Cuando los síntomas motores aparecen, el paciente indica que los objetos se le caen de las manos

Estadio 3: se evidencia la hipotrofia del tenar, en esta etapa los síntomas sensitivos disminuyen. Si la compresión del nervio es severa, puede haber atrofia de abductor corto y del oponente del pulgar.

Según Ibrahim (2012, p. 72) dos reportes de la Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology and American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation definieron la guía para el diagnóstico clínico y neurofisiológico del síndrome del túnel carpal, estos dan importancia a una buena historia clínica, la cual se enfoca en lo siguiente:

- Comienzo de los síntomas: en etapas tempranas son parestesias nocturnas.
- Factores provocativos: como posiciones de la mano u movimientos repetitivos.
- Actividad laboral: uso de instrumentos, herramientas vibratorias.
- Localización e irradiación del dolor: en el territorio de inervación del nervio mediano a nivel de la mano, a veces irradia hacia el hombro.
- Maniobras que alivian el dolor: sacudir las manos, cambios de posición.

- Presencia de factores predisponentes: diabetes, adiposidad, poliartritis crónica, mixedema, acromegalia, embarazo.
- Actividad deportiva: baseball, fisicoculturismo.

Se realizan además los test provocativos como el signo de Tinel, el de flexión forzada de la muñeca o Phalen y el de extensión forzada o Tanzer. Si no hay signos objetivos se utiliza la electromiografía como método diagnóstico. Otros métodos diagnósticos son estudios de conducción nerviosa, ultrasonido, resonancia magnética. La descompresión quirúrgica es el tratamiento de elección (Silberman, 2004, p. 94; Ibrahim, 2012, pp. 72-73).

c) Fractura del escafoides

Es la fractura más común de los huesos del carpo, es frecuente en el hombre joven y rara en los niños, dice Alshryda (2012, p 219) que son el 50 al 80% de todas las fracturas del carpo en personas jóvenes y activas y para Carpenter (2014, p. 103) representan el 70%. Como ya se indicó en el acápite de anatomía de la muñeca, debemos recordar que el escafoides está ubicado entre la primera y segunda línea del carpo, tiene seis superficies articulares, cinco cubiertas por cartílago articular y una, la dorsal, quien recibe la circulación (Drake, 2005, p. 708). Como explica Silberman (2003, pp. 378-379), el polo proximal del escafoides tiene poca vascularización si se compara con el tercio medio y distal por lo tanto una fractura que separe el tercio proximal del escafoides puede hacer que se comprometa la supervivencia del segmento óseo. Este mismo autor indica que la consolidación de estas fracturas es de tipo endostal, esto por las características específicas del hueso y variará de acuerdo a la ubicación de la lesión, entre más proximal y más desplazada esté, más lenta la consolidación, además indica Alshryda (2012, p. 219) que del 5 al 10% de las fracturas no consolidan.

Según Silberman (2003, p. 379) la clasificación de esta fractura está basada en diferentes criterios, esto son:

I. De acuerdo con la localización de la fractura.

- Del tercio medio (es la más frecuente).
- Del tercio proximal o polo proximal.
- Del tercio distal.

II. De acuerdo con la dirección de la línea de fractura con el eje longitudinal del escafoides.

- Trazo oblicuo horizontal (estable).
- Trazo transversal (estable).
- Trazo oblicuo vertical (inestable).

Fowler (2015, p. 39) incluye otras clasificaciones. Menciona la clasificación de Herbert que es la más utilizada, esta divide las fracturas agudas en estable (tipo A) e inestable (tipo B). Las fracturas del tubérculo escafoidal y las fracturas incompletas de la cintura del escafoides son, mientras que las fracturas comminutas, luxofracturas, fracturas de polo distales oblicuas, fracturas polares proximales y fractura de cintura completa / desplazada se consideran inestables. Las uniones retardadas (tipo C) y las no-uniones establecidas (tipo D) completan el sistema de clasificación de Herbert. La clasificación de Russe describe las fracturas de escafoides basadas en la orientación de la línea de fractura (horizontal, oblicua, transversal u oblicua vertical) y determinó que las fracturas oblicuas verticales con las más inestable debido a las fuerzas de cizallamiento a través del sitio de la fractura. Las fracturas horizontales oblicuas son las más estables, ya que experimentan la fuerza más compresiva.

Según Silberman (2003, p. 379), el diagnóstico se confirma con radiografías las cuales se toman con la muñeca de frente, con el puño cerrado en desviación ulnar (esto para horizontalizar el escafoides) de perfil y en dos proyecciones oblicuas. Cuando a fractura está poco desplazada y es reciente, en ocasiones, se dificulta la visualización radiológica de la misma.

2.6 Mano.

2.6.1 Generalidades

Está conformada por el metacarpo y dedos, tiene una superficie anterior llamada palma y otra posterior que es el dorso de la mano. Cada una de las partes en que se divide cuenta con una estructura ósea específica; los metacarpos con cinco los cuales cada uno se relaciona con un dedo y tiene una base, un cuerpo y una cabeza; todos los dedos están compuesto por los huesos llamados falanges, estos también tienen una base, un cuerpo y una cabeza, el pulgar tiene dos (proximal y distal) y del segundo al quinto dedo presentan tres falanges (proximal, media y distal). (Drake, 2005, p. 707-710; Moore, 2013, pp. 679-680 y 711).

2.6.2 La mano.

Anatomía.

Se mencionarán características importantes de las articulaciones y los ligamentos que presenta la mano según los describe Drake (2005, pp. 711, 715-717) y Moore (2013, p.p. 811-813).

Articulaciones carpometacarpianas: Son cinco en total y se dan entre los metacarpos y la fila distal de los huesos carpianos. La que se da entre el primer metacarpiano y el trapecio es en silla de montar y permite mayor movilidad que las articulaciones que se dan del II al V y el carpo.

Articulaciones metacarpofalángicas: Es entre las cabezas distales de los metacarpianos y la falange proximal de los dedos, son de tipo condíleas, su cápsula está reforzada por el ligamento palmar y los ligamentos colaterales medial y lateral.

Ligamentos metacarpianos transversos profundos: Son tres y se tratan de bandas gruesas de tejido conectivo que conecta a los ligamentos palmares de las articulaciones metacarpofalángicas, estos mantienen juntas las cabezas metacarpianas y evita que estos huesos se muevan entre sí. Cabe destacar que entre el primer metacarpiano y el segundo no existe este ligamento.

Articulaciones interfalángicas de la mano: Son de tipo bisagra, están reforzadas por los ligamentos colaterales medial y lateral y os ligamentos palmares.

Vainas fibrosas de los dedos: Son vainas fibrosas por donde entran los tendones del flexor superficial y flexor profundo de los dedos luego de pasar por el túnel del carpo, las vainas comienzan anteriormente en las articulaciones metacarpofalángicas y llega hasta las falanges distales de los dedos, su función es mantener a los tendones en el plano óseo. En cada uno de estos túneles los tendones están rodeados por vainas sinoviales.

Capuchón extensor: Se forma cuando los tendones del extensor de los dedos y del extensor largo del pulgar pasan por la cara dorsal de los dedos, son de forma triangular, el vértice se inserta a la falange distal, la zona central se inserta en la falange media (falange proximal en el primer dedo) y la base envuelve la articulación metacarpofalángica de cada dedo. Sirve para mantener los tendones extensores en el plano óseo y como inserción para algunos músculos intrínsecos de la mano.

Músculos intrínsecos de la mano:

Se describen de la siguiente manera.

Tabla 9.

Músculos intrínsecos de la mano.

Músculo	Descripción
Palmar corto	- Origen: aponeurosis palmar y el retináculo flexor. - Inserción: dermis de la piel del borde medial de la mano.

	<ul style="list-style-type: none"> - Inervación: rama superficial del nervio cubital (C8, T1). - Función: función de agarre.
Interóseos dorsales (4 músculos)	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: cara adyacente de los metacarpianos. - Inserción: capuchón extensor y la base de las falanges proximales de los dedos del 2 al 5. - Inervación: ramo profundo del nervio ulnar (C8, T1). - Función: abducción de los dedos 1,2 y 3 en la articulación metacarpofalángica.
Interóseos palmares (4 músculos)	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: a los lados de los metacarpianos. - Inserción: capuchones extensores de los dedos 1, 2, 4 y 5 y en la falange proximal del pulgar. - Inervación: rama profunda del nervio ulnar (C8, T1). - Función: abducir los dedos 1, 2, 4 y 5 en sus articulaciones metacarpofalángicas.
Aductor del pulgar	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: dos cabezas; la transversa en el II metacarpiano; la oblicua en la cabeza y bases del II y III metacarpiano. - Inserción: base de la falange proximal y el capuchón extensor del pulgar. - Inervación: rama profunda del ulnar. - Función: aduce el primer dedo.
Lumbricales (4 músculos)	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: tendones del flexor profundo de los dedos. - Inserción: capuchones extensores de los dedos del 2 al 5. - Inervación: dos músculos mediales por la rama profunda del nervio ulnar y los dos laterales por ramos digitales del nervio mediano. - Función: flexionar las articulaciones metacarpofalángicas mientras se extienden las interfalángicas.
Músculos de la eminencia tenar	
Oponente del pulgar	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: tubérculo del trapecio y retináculo flexor. - Inserción: borde lateral del I metacarpiano. - Inervación: rama recurrente del nervio mediano (C8, T1). - Función: rotación medial del pulgar.
Abductor corto del pulgar	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: tubérculos del escafoides y trapecio y del retináculo flexor. - Inserción: falange proximal y el capuchón extensor del pulgar. - Inervación: rama recurrente del mediano. - Función: aduce el primer dedo en la articulación metacarpofalángica.
Flexor corto del pulgar	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: tubérculo del trapecio y el retináculo flexor. - Inserción: falange proximal del primer dedo. - Inervación: rama recurrente del mediano. - Función: flexiona el pulgar en la articulación metacarpofalángica.
Músculos de la eminencia hipotenar	
Oponente del meñique	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: gancho del ganchoso y retináculo flexor. - Inserción: es en la cara medial del V metacarpiano. - Inervación: rama profunda del nervio ulnar (C8, T1). - Función: rotar lateralmente el V metacarpiano.
Abductor del meñique	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: hueso pisiforme, el ligamento pisiganchoso y el tendón flexor cubital del carpo. - Inserción: falange proximal del quinto dedo. - Inervación: rama profunda del ulnar. - Función: abduce al dedo meñique en la metacarpofalángica.
Flexor corto del meñique	<ul style="list-style-type: none"> - Origen: gancho del ganchoso y retináculo flexor. - Inserción: falange proximal del meñique. - Inervación rama profunda del ulnar. - Función: flexionar el meñique.

Fuente: Elaboración propia a partir de Drake (2005, pág. 719) y Moore (2013, 776-777).

Funcionamiento y biomecánica general.

La mano es un órgano de recepción sensorial necesario para conocer los volúmenes y distancias, su función principal es la de prensión. (Viladot, 2001, p. 171).

Ejes de los dedos.

La mano en posición de reposo presenta una separación de los dedos entre sí, el eje de los dedos pasa por el dedo medio. En esta posición los ejes de los tres últimos dedos presentan un paralelismo y entre los tres últimos hay una divergencia. Cuando se separan los dedos, el eje de cada uno de estos hacen convergencia en un punto que se encuentra en el tubérculo del escafoides. Los movimientos de abducción y aducción de los dedos se observan con respecto al eje de la mano, el cual pasa por el tercer metacarpiano y el dedo medio que está inmóvil, se le puede llamar movimientos de separación o aproximación de los dedos. Cuando se aproximan los dedos, sus ejes no son paralelos, al final convergen en un punto más allá de su borde libre, esto porque son más gruesos en la base que en la punta. Si se cierra el puño, con las puntas de los dedos extendidas, sus ejes convergen en un punto que está en la base de la región tenar de la mano. (Viladot, 2001, pp. 171-172).

Articulaciones metacarpofalángicas:

Como explica Viladot (2001, pp. 172-173), son articulaciones del tipo condílea y permiten los movimientos de flexoextensión (palmar y dorsal), abducción, aducción y leves movimientos pasivos de rotación axial. La cabeza metacarpiana es convexa y tiene una superficie articular de mayor tamaño que la base de la falange proximal que es cóncava, tiene además un fibrocartílagos glenoideo que se inserta en la cara palmar de la base de la falange y le proporciona estabilidad a la articulación, en la extensión ese fibrocartílagos está en contacto con la cabeza metacarpiana aumentando así la superficie articular, luego durante la flexión se desliza sobre la cabeza metacarpiana. El autor comenta que para la estabilidad de la articulación, la cápsula articular y la sinovial tienen cierto grado de laxitud para garantizar los movimientos, luego también están los ligamentos laterales. Indica

Viladot (2001, pág. 173) que la flexión activa es de hasta 90° en el índice, la extensión activa alcanza los 30-40° y el dedo índice tiene una mayor amplitud de movimiento de abducción y aducción que puede ser de hasta 30°.

Articulaciones interfalángicas

Según Viladot (2001, pág 173), estas articulaciones de tipo troclear, solo permiten el movimiento de flexoextensión. La cabeza de la primer falange es de mayor tamaño que la base de la segunda falange por lo que por razones biomecánicas, existe un fibrocartilago glenoideo que se desliza en la cara palmar de la falange proximal cuando se hace la flexión. Esta articulación tiene ligamentos laterales los cuales se tensan durante la flexión, además debido al ensanchamiento de la polea falángica secundario al deslizamiento del fibrocartilago mencionado, se produce más tensión en los ligamentos y produce más estabilidad, debido a esto no hay movimientos de lateralización de estas articulaciones. Dice este autor que la flexión activa de la interfalángicas proximales es mayor de los 90°, esta va en aumentos del segundo al quinto dedo, llegando a ser hasta de 135° en el dedo meñique; en las interfalángicas distales es menor a los 90°, pero también va en aumento y llega a 90° en el quinto dedo. También menciona que la extensión activa es nula, a veces hay una mínima hiperextensión de 5° en las interfalángicas distales. Si se realiza una extensión pasiva, en las interfalángicas proximales es nula, pero en las distales puede ser de hasta 30°, más en individuos con laxitud ligamentosa, o en personas que trabajen con sobrecarga de extensión en estas articulaciones. La lateralización pasiva es nula en las proximales y puede llegar a 5° en las distales.

Tendones de los músculos flexores de los dedos

Los tendones del grupo flexor del antebrazo (excepto el pronador redondo, supinador corto y braquial anterior) atraviesan la muñeca y las articulaciones metacarpofalángicas, estos se originan en la epitroclea del húmero y van hacia la cara palmar de la mano. (Viladot, 2001, p. 174).

El flexor común profundo de los dedos tiene la inserción en la base de la falange distal, este entra y perfora al flexor común superficial dividiéndolo en dos partes que se insertan en las caras laterales de la falange media, esto, desde el punto de vista biomecánico, es importante ya que el ángulo de tracción o de acercamiento es mayor con esta disposición anatómica que si no se cruzaran en su trayecto, potenciando así la capacidad de flexión interfalángica. (Viladot, 2001, p. 174).

El flexor común superficial solo flexiona la segunda falange (por su inserción) y no ejerce acción en la tercera. Su máxima potencia se da cuando la falange proximal está en extensión por la acción del músculo extensor común de los dedos y puede llegar a soportar pesos mayores que el peso corporal, como en los alpinistas cuando se sujetan de la pared solo con sus dedos. (Viladot, 2001, p. 174).

El flexor profundo solo flexiona la tercera falange, pero en la movilidad normal de la mano, la flexión de la tercera falange obliga a la de la segunda, esto por ausencia de un extensor propio que la sostenga. (Viladot, 2001, p. 174).

Tendones de los músculos extensores de los dedos

Estos nacen en el epicóndilo humeral y van a la cara dorsal de la mano, son extrínsecos y pasan por correderas en la muñeca y por debajo del ligamento anular posterior del carpo. El extensor común solo extiende la primera falange sobre el metacarpiano. La acción que ejerce en la segunda falange con la lengüeta media y en la tercer falange con las lengüetas laterales van a depender de la posición de la muñeca y la flexión de la metacarpofalángica. El extensor propio del segundo y del quinto dedo están unidos al extensor común, pero sí permite la extensión aislada de estos dedos. (Viladot, 2001, p. 175).

Acción de los músculos interóseos y lumbricales

Importantes para los movimientos de lateralidad y flexoextensión de los dedos. Los interóseos dorsales se encargan de la separación de los dedos del eje de la mano, y los interóseos palmares de la aproximación de los dedos al eje ya indicado. Biomecánicamente la acción que ejercen estos músculos en la flexoextensión es la más importante, ya que de ellos depende la función principal de la mano que es la prensión. (Viladot, 2001, p. 175).

La extensión de los dedos se da por la acción en conjunto de la sinergia-antagonismo entre el extensor común de los dedos, los interóseos, lumbricales y flexor común superficial. Viladot (2001, Págs. 175-176) describe su función de la siguiente manera.

a) Acción del extensor común: Extiende la primer falange y solo actúa en las otras dos si la muñeca y las articulaciones metacarpofalángicas se encuentran flexionadas.

b) Acción de los músculos interóseos: Estos flexionan la falange proximal y extienden la media y la distal, dependiente del grado de flexión de la metacarpofalángica y la tensión que ejerza el extensor común. Si la metacarpofalángica está en extensión gracias al extensor común, los interóseos pueden extender la segunda y tercer falange; si se encuentra en flexión por relajación del extensor común, los interóseos realizan una flexión con fuerza de la primer falange.

c) Acción de los músculos lumbricales: Su acción en la flexoextensión es importante, ya que al encontrarse más en sentido palmar que el ligamento transversal intermetacarpiano, incide con un ángulo de 35° en la primera falange, permitiéndole flexionarla, aunque esta se encuentre en hiperextensión, además la inserción distal está en un plano más distal que la de los interóseos, permitiéndole

realizar la extensión de la segunda y tercera falanges sin importar la flexión de la metacarpofalángica.

Ligamento reticular

Está a cada lado de la interfalángica proximal y no tiene conexión muscular, se inserta en la cara palmar de la falange proximal y va hacia las cintillas laterales del extensor común en la falange media, pasando por la cara palmar de la interfalángica proximal. Cuando se extiende la interfalángica proximal, tensa este ligamento y provoca de forma automática la extensión de la interfalángica distal. Si se lesiona este ligamento, se produce una deformidad en boutonniere. (Viladot, 2001, pp. 176-177).

Músculos de la eminencia hipotenar

Hay tres músculos que actúan sobre el quinto dedo: 1) el oponente del meñique, que actúa en el quinto metacarpiano dándole un movimiento de flexión y rotación alrededor del eje longitudinal y su porción anterior se dirige en dirección al pulgar; 2) el flexor corto del meñique que flexiona la falange proximal sobre el metacarpiano, también separa al quinto dedo del eje de la mano; 3) el aductor del meñique, funciona igual que el flexor corto, son abductores del quinto dedo con respecto al eje de la mano. (Viladot, 2001, p. 177).

Articulación trapeciometacarpiana

Es importante dentro de la biomecánica del dedo pulgar e integra la columna osteoarticular del primer dedo, conformada por el escafoides, trapecio, primer metacarpiano y primera y segunda falanges. Se conforma por la carilla articular inferior del trapecio, que se describe como en “silla de montar”, y la extremidad proximal del primer metacarpiano. En el trapecio se insertan los músculos oponente, flexor corto y abductor corto del pulgar, a veces también el abductor largo. En el primer metacarpiano lo hacen el abductor largo y extensor corto del pulgar y el primer interóseo dorsal. Esta articulación le permite al pulgar orientarse en todos los planos del espacio, con respecto el resto de la mano, esto porque el

trapecio queda fijo y el metacarpiano es el único que se moviliza. El primer dedo realiza, gracias a esta articulación, los movimientos de antepulsión y retropulsión, donde el primer metacarpiano va hacia adelante y atrás, el pulgar se puede colocar encima de la palma de la mano (antepulsión) o a nivel de esta (retropulsión), con una amplitud de 50 a 90°; y los de aducción y abducción, donde el metacarpiano va hacia abajo (acerca pulgar a la mano) o hacia arriba (aleja pulgar de la mano) con una amplitud de 40 a 50°. (Viladot, 2001, p. 177).

Articulación metacarpofalángica del primer dedo

Es de tipo condílea y en teoría permite dos movimientos, sin embargo, también es capaz de producir movimientos de rotación axial activos y pasivos. También posee un fibrocartilago glenoideo por la diferencia de sus superficies articulares (mayor en la cabeza del metacarpiano), el cual funciona al igual que en el resto de los dedos. Se diferencia con las otras porque esta tiene dos huesos sesamoideos donde se insertan los ligamentos metacarpoglenoideos. Los ligamentos laterales tienen cierto grado de laxitud en la extensión y se tensan fuertemente en la flexión. La amplitud de los movimientos es de 75-80° de flexión y la extensión es nula, incluso la pasiva. No hay movimientos de lateralidad, pero esto se compensa gracias a la articulación trapeciometacarpiana. (Viladot, 2001, p. 178).

Articulación interfalángica del pulgar.

Es tipo troclear y solo permite la flexo-extensión. La flexión es de solo 75-80° y la extensión activa es de 5 a 10°, sin embargo, la extensión pasiva puede llegar hasta los 30°, como en escultores o alfareros que usan el pulgar para modelar. (Viladot, 2001, p. 179).

Acción de los músculos extrínsecos del pulgar.

El abductor largo (el más anterior), lleva al primer metacarpiano hacia adelante y atrás, es un abductor del pulgar y un flexor del metacarpiano. El extensor corto del pulgar

extiende la primera falange y lleva también el pulgar hacia afuera siendo un abductor. El extensor largo del pulgar extiende a la segunda falange sobre la primera y la primera sobre el metacarpo, pero también lleva el pulgar hacia adentro y atrás por lo que es aductor y extensor del primer metacarpo. EL flexor largo propio del pulgar flexiona la falange distal sobre la proximal. (Viladot, 2001, p. 179).

Acción de los músculos intrínsecos del pulgar

El aductor del pulgar actúa sobre los tres huesos: 1) en el primer metacarpiano en dependencia de su posición, si el metacarpiano está en abducción máxima, actúa como aductor, si está en retropulsión máxima, es antepulsor y si está en antepulsión, es retropulsor; 2) en la primera falange, realiza la flexión, inclinación ulnar y rotación axial externa; 3) en la segunda falange, hace la extensión. Viladot (2001, p. 179) lo explica indica lo siguiente:

El primer interóseo palmar hace la aducción, la flexión de la falange proximal y la extensión de la distal.

El músculo oponente del pulgar flexiona el primer metacarpiano, aduce de primer al segundo metacarpiano y lo rota axialmente en sentido de la pronación, se considera un músculo estabilizador, ya que realiza las funciones de forma simétrica al oponente del quinto dedo.

El abductor corto realiza aducción y antepulsión del primer metacarpiano sobre el carpo, flexión, inclinación externa y rotación axial de la primera falange, extensor de la segunda falange sobre la primera.

El flexor corto flexiona la falange proximal sobre el metacarpo, también hace aducción y rotación axial.

Movimientos de oposición del pulgar

La presión es la función primordial de la mano y el ser humano es capaz de realizarla gracias a la facultad que tiene el dedo pulgar de oponerse a los demás dedos como una pinza potente y con igual intensidad en cada uno de ellos, también a los movimientos coordinados de los músculos del tenar y a la desviación cubital de los dedos en flexión. La oposición del pulgar es resultante de varios movimientos coordinados, la antepulsión y aducción del primer metacarpiano y la rotación axial del primer metacarpiano y la falange proximal, esta rotación parte con el dedo en extensión máxima y la palma de la mano muy abierta, llega a ser hasta de 90 a 120°. (Viladot, 2001, p. 180).

Funciones de la mano

Tiene múltiples funciones, las más importantes es la del tacto (función sensitiva) y la de la presión (función motora). Hay varias formas de presión.

Tabla 10
Funciones de la mano.

Función	Descripción
Presión terminal de los dedos	<ul style="list-style-type: none"> - Oposición del pulpejo del pulgar con la punta del resto de los dedos, principalmente el índice o el medio. - Pinza de precisión. - Para tomar objetos pequeños (alfileres, cabello). - Requiere de una funcionalidad adecuada de todos los elementos de la mano (óseos, tendinoso, musculares), - Actúan el flexor largo del índice y el flexor propio del pulgar.
Presión subterminal de los dedos	<ul style="list-style-type: none"> - Oposición del pulgar con los demás dedos a través de la cara palmar del pulpejo. - Pinza de precisión. - Para el manejo de objetos de mediano tamaño (lápiz, pincel, monedas, etc.). - Sensibilidad del pulpejo de los dedos debe estar intacta para su adecuado funcionamiento, también el correcto accionar de los músculos flexor superficial del índice, flexor corto, abductor corto, primer interóseo palmar y el aductor.
Presión subtérmino lateral de los dedos	<ul style="list-style-type: none"> - Entre la cara palmar del pulpejo del primer dedo y la cara lateral radial del índice. - Fuerte y eficaz. - Se usa, por ejemplo, para sostener una llave al intentar abrir una puerta. - Es relevante su importancia cuando hay amputación de una o dos falanges del segundo dedo.

	- Actúan los músculos primer interóseo dorsal del índice y el flexor corto, primer interóseo palmar y aductor del pulgar.
Prensión digitopalmar completa	- Participan todos los dedos, incluido el pulgar, en oposición a la palma de la mano. - Es muy fuerte y es capaz de asir o levantar objetos pesados. - La eficacia en esta prensión está dada por el peso del objeto y por el tamaño o volumen del mismo, ya que esta es más eficiente en cuanto más esté cerca el pulgar de los otros dedos. - Participan los músculos flexores superficiales y profundos de los dedos, interóseos y músculos de la eminencia tenar (principalmente aductor y flexor largo propio del pulgar).
Prensión digitopalmar incompleta	- Participan todos los dedos en oposición a la palma de la mano, excepto el pulgar. - Es fuerte, pero no tan sólida como la anterior. - Se utiliza para manejar objetos como palancas, el volante de un vehículo, sujetar un remo y otros. Se utilizan los flexores superficiales y profundos de los dedos y los interóseos.
Prensión laterolateral de los dedos	- Entre el dedo índice y el medio del 2 al 5 (biomecánica). - Para sostener objetos pequeños y livianos como un cigarro. - No es fuerte ni precisa, pero en persona sin primer dedo, puede llegar a perfeccionarse.

Fuente: Elaboración propia a partir de Viladot (2001, pp. 181-183).

Posición funcional de la mano.

Es aquella donde la muñeca está en extensión ligera e inclinación ulnar leve, dedos ligeramente flexionados y pulgar en 40° de antepulsión y 20° de abducción. (Viladot, 2001, p. 183).

Traumatología.

a) Lesión de Mallet

McMurtry (2015, p. 168) el dedo de Mallet se ha descrito clásicamente como una discontinuidad terminal del tendón extensor resultando en una retracción de dicho tendón en la articulación interfalángica distal, es generalmente indoloro. Según McMurtry (2015, p. 168) esta lesión es frecuentemente conocida como “dedo caído” o "dedo de béisbol" y tiene una incidencia de aproximadamente 10 casos por cada 100 000 lesiones que ocurren más comúnmente en los dedos medios, anulares y meñiques y de estos el más comúnmente afectado es el dedo anular, esto según Lin (2014, p. 1 006). Menciona Cheubg (2010, p.

440) que esta lesión es más frecuente en los hombres jóvenes con una edad promedio de 29 años y principalmente se lesionan los dos últimos dedos ulnares.

La lesión de Mallet es típicamente obvia cuando el paciente presenta una inhabilidad para extender la articulación interfalángica distal. Cuando el hueso no está involucrado, estos pueden presentarse sin dolor. Sin embargo, dolor en la cara dorsal de la articulación interfalángica distal, hinchazón, con la movilidad pasiva intacta son hallazgos comunes en esta lesión (McMurtry, 2015, p. 168).

b) Deformidad de Boutonniere

La deformidad de Boutonniere ocurre debido a la ruptura de la bandeleta o banda central del tendón extensor del dedo y puede ser vista después de una flexión forzada o dislocación anterior de la articulación interfalángica proximal (MacMurtry, 2015, p. 171). Se describe clásicamente como una flexión en la articulación interfalángica proximal e hiperextensión en la interfalángica distal como resultado del desplazamiento anterior y progresivo de las bandas laterales del tendón extensor. Es frecuente que se observe en jugadores de baloncesto y voleibol (McMurtry, 2015, p. 171).

Según McMurtry (2015, p. 171), al igual que las lesiones de Mallet, el tendón extensor puede traccionar y arrancar un trozo de hueso y el grado de participación ósea es un factor crítico en la determinación del tratamiento. También, dice que la estadificación de la lesión está relacionada con el nivel de contractura en la articulación interfalángica proximal y la pérdida de movimiento en la articulación interfalángica distal. Según McMurtry (2015, p. 171) y McKeon (2015, p. 627) los estadios de la patología se dividen de la siguiente manera:

En la etapa inicial, el dedo muestra un rango de movimiento completo e indoloro en la articulación interfalángica distal con una leve inflamación y dolor en la articulación interfalángica proximal. La segunda etapa progresa a la deformidad en flexión de la interfalángica proximal, la cual es pasivamente corregible, con

hiperextensión en la interfalángica distal. Ya en la etapa tres, la contractura interfalángica proximal sólo se corrige parcialmente de forma pasiva y la interfalángica distal tiene mínima o ninguna flexión. Ambas articulaciones desarrollan posteriormente contracturas fijas y cambios articulares artríticos, lo que representa la cuarta y última etapa.

McMurtry (2015, p. 171) dice que la ruptura de la banda central del extensor debe considerarse con cualquier lesión que suceda en la interfalángica proximal y es patognomónica de una luxación anterior de esta. Además menciona que la posición de reposo del dedo puede verse afectada y un retraso de extensión o incluso debilidad en esta son importantes hallazgos físicos, aunque inicialmente la extensión puede ser posible a través de las bandas laterales intactas. Menciona McMurtry (2015, p. 171) que la prueba de Elson, aunque no es perfecta, es el método más fiable de evaluación física de las lesiones de la banda central y se realiza evaluando la extensión interfalángica distal activa con la articulación interfalángica proximal en flexión, si hay una extensión activa de la interfalángica distal con la proximal flexionada a 90° indica una ruptura completa de la banda central de tendón extensor.

2.7 Causalidad en las lesiones laborales

Para la valoración del daño corporal el estudio de la relación de causalidad es de suma importancia ya que es la base de esta actividad médico legal. La valoración médico legal del daño a la persona se puede decir que es la evaluación de todos los daños resultado de algún hecho lesivo, este daño se describe como el detrimento o alteración en el bienestar de la persona. (Criado del Río, 1999, p. 246).

El establecimiento del nexo de causalidad es importante para los peritos ya que nos permite determinar la causalidad médico-legal que es el reconocimiento que una condición de salud en un sujeto es la consecuencia fisiopatológica de un hecho determinado. El médico es el que determina el mecanismo fisiopatológico por el cual un trauma ocasiona el daño en el paciente. (Criado del Río, 1999, pp. 247-248)

2.7.1 Concepto de causa y relación de causalidad

La causa se puede definir como aquel hecho que, por sí mismo, es suficiente para producir un daño, cabe indicar que es también necesaria para que haya un daño. (Criado del Río, 1999, p. 249).

El proceder del médico legal en la valoración del daño corporal se puede dividir en dos apartados: a) determinar la relación de causa-efecto y el estado anterior; b) la valoración de daño a la persona propiamente dicho. (Criado del Río, 1999, p. 252).

Cuando se estudia la causalidad médico-legal, el médico forense basa sus conclusiones en los datos médicos obtenidos del estudio clínico de la persona lesionada. En esto acto se determina si existe relación ente el accidente reportado, las lesiones provocadas y las secuelas que presenta la persona evaluada. (Criado del Río, 1999, p. 252). Con esto, se puede decir que el peritaje médico se centra en establecer si el trauma es causa o puede ser la causa de las lesiones y secuelas que presenta la persona lesionada, esto siempre con el mayor grado de certeza posible. (Criado del Río, 1999, p. 253). Este acto médico-legal, puede volverse muchas veces difícil y problemático, principalmente porque puede ser que en determinado momento se dificulte conocer el diagnóstico de una lesión o demostrar su mecanismo fisiopatológico, o también que se dificulte establecer la relación de causalidad ya que el conocimiento del diagnóstico es insuficiente o no se tiene porque el médico perito no es el médico que asistió al lesionado, por lo que no posee la información del problema de salud inicial y debe obtener estos datos de forma posterior y no directa y personalmente, o también puede ser que el lesionado no de su consentimiento para ser examinado o aportar la documentación médica, esto último puede ser porque el hospital, clínica o ente asegurador no coopere y ponga trabas para entregar los documentos, los atrase o retrase su suministro. También se puede dar que los documentos no estén completos o que el paciente no acudió de forma inmediata al médico cuando sufrió la lesión. (Criado del Río, 1999, p. 253)

Existen varios criterios que permiten al médico legista establecer el nexo de causalidad entre el suceso inicial y el estado actual del evaluado, estos son los siguientes.

Tabla 11
Criterios para establecer relación de causalidad.

Criterio	Descripción
Criterio etiológico	- Finalidad, demostrar si hecho lesivo puede causar la lesión del evaluado. - Sin trauma no hay lesión de tipo traumático.
Criterio cuantitativo	- Pretende relacionar la intensidad del trauma con la gravedad del daño. - Dependerá del tipo de trauma, naturaleza del daño y duración del período de latencia. - No solo debe existir un trauma, sino que su intensidad debe ser suficiente para producir el efecto constatado.
Criterio topográfico o de concordancia de localización	- Establecer relación entre la zona afectada por el trauma y en la que apareció el daño. - Es simple si coincide topográficamente el lugar donde apareció la lesión y en donde recayó el trauma. - No siempre se produce la lesión donde fue el trauma, en estos casos se debe explicar patogénicamente cómo apareció la lesión en otro lugar. Ejemplo, lesión de golpe-contragolpe.
Criterio cronológico	- Plazo de tiempo transcurrido entre el trauma o suceso inicial y la aparición de los problemas o síntomas y signos. - Hay procesos patológicos que son inmediatos y otros que pasan por un período de latencia o incubación antes de manifestarse.
Criterio de continuidad sintomática	- Demostrar presencia de síntomas puente o manifestaciones sintomáticas desde que se produjeron las primeras manifestaciones clínicas del trauma hasta que aparecen las secuelas postraumáticas. - La continuidad de los síntomas puede ser: 1) continuada desde que aparece primer síntoma; 2) con período de latencia entre aparición de primeros síntomas y los siguientes.
Criterio de integridad anterior	- Ausencia de estado anterior patológico previo al evento traumático.
Criterio de exclusión	- Excluir el hecho lesivo denunciado como causa de forma total, se necesita que haya otra circunstancia exclusiva y plenamente causa del daño.
Criterio de verosimilitud del diagnóstico etiológico o certeza del diagnóstico actual	- Las secuelas alegadas pueden ser relacionadas con un determinado mecanismo anatómico o fisiológico posible en base a un buen razonamiento fisiopatológico.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Criado del Río, 1999, pp. 254-256)

Como se puede observar, es de suma importancia saber y poder establecer un nexo de causalidad entre la historia narrada por la persona evaluada sobre el cómo sucedió el accidente y cómo fue la mecánica al momento de lesionarse, con las lesiones que se encuentran en el momento de realizar la valoración médico legal, de ahí la importancia de conocer adecuadamente la biomecánica del trauma, para así poder establecer, sin dar lugar a dudas, la relación de causalidad en las lesiones de origen laboral.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de Investigación

El presente Trabajo Final de Graduación se realizó desde el enfoque cualitativo de la investigación. Como indica Hernández (2010, pág. 364) "...la investigación cualitativa se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto". Según este autor es importante tomar en cuenta lo siguiente al realizar un estudio cualitativo:

Lo que se busca en un estudio cualitativo es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, contextos o situaciones en profundidad; en las propias "formas de expresión" de cada uno de ellos. Al tratarse de seres humanos los datos que interesan son conceptos, percepciones, imágenes mentales, creencias, emociones, interacciones, pensamientos, experiencias, procesos y vivencias manifestadas en el lenguaje de los participantes, ya sea de manera individual, grupal o colectiva. Se recolectan con la finalidad de analizarlos y comprenderlos, y así responder a las preguntas de investigación y generar conocimiento. (Hernández, 2010, págs. 408-409).

Dice también Hernández (2010, pág. 9) que "la recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos)"

3.2 Fuentes de investigación

Para llevar a cabo la siguiente investigación, con el fin de realizar la triangulación de los datos, se utilizaron como fuentes de información:

- Revisión Bibliográfica: Consistió en la búsqueda de artículos de investigación en el tema, publicados en idioma inglés y en español a partir del 2010, a través de buscadores

de Hinari, Scielo, Elsevier, Google Académico, CME CE, Pubmed y Redalyc, utilizando como palabras clave: “medicina legal”, “biomecánica”, “lesiones laborales”, “causalidad” y lesiones particulares encontradas. La información se complementó en menor medida con libros de anatomía, biomecánica, ortopedia y traumatología y medicina legal.

- Encuesta: a los médicos forenses del Departamento de Medicina Legal que trabajan realizando peritación dentro de la Medicina Legal Laboral, para obtener información de acuerdo con su experiencia sobre la biomecánica de producción de las lesiones del miembro superior en el ámbito laboral.

- Entrevista no estructurada a Ingeniería Forense: se hizo una entrevista al Lic. Jose Luis Peraza Álvarez, ingeniero mecánico perito de la Sección de Ingeniería Forense del Departamento de Ciencias Forenses perteneciente al Organismo de Investigación Judicial, donde da sus puntos de vista, desde la perspectiva de la mecánica, del cómo se comporta el cuerpo humano en comparación a un objeto rígido e inanimado que tiene una postura para análisis determinada, y de las influencias de las fuerzas aplicadas sobre este.

3.3 Categorías.

Tabla 12.

Concepto de las categorías de los objetivos específicos.

Objetivo Específico	Categoría	Definición de categoría
Objetivo 1. Describir la biomecánica del trauma relacionada con el mecanismo de producción de las lesiones del miembro superior en el ámbito	Biomecánica	<p>“La ciencia que estudia los movimientos del hombro y del animal desde las leyes mecánicas se denomina Biomecánica” (Guillén, 2002, p. 57).</p> <p>“La mecánica es el estudio de las fuerzas y sus efectos. La aplicación de estos principios mecánicos a los cuerpos humano y animal en movimiento y en reposo es la biomecánica, un intento de combinar la ingeniería con la anatomía y la fisiología” (Le Veau, 2008, p. 11).</p>

laboral.	Trauma	<p>“Desde el punto de vista médico, definimos como trauma a la violencia exterior y como traumatismo al daño resultante en el organismo” (Vargas, 2012, p. 149).</p> <p>“Desde el punto de vista medicolegal, los traumatismos se clasifican de acuerdo con la “fuerza exterior” o energía que los produce (trauma)” (Vargas, 2012, p. 152).</p>
	Miembro superior	<p>“La extremidad superior se relaciona con la cara de la porción inferior del cuello. Se una al tronco mediante músculos y una pequeña articulación esquelética situada entre la clavícula y el esternón: la articulación esternoclavicular. Atendiendo a la localización de las principales articulaciones y huesos que la componen, la extremidad superior se divide en hombro, brazo, antebrazo y mano” (Drake, 2005, p. 608).</p> <p>“La cintura del miembro superior une el miembro superior al tórax”. (Rouvière, 2005, p. 2, tomo III).</p>
	Ámbito Laboral	<p>“La peritación médica en materia laboral se refiere esencialmente a la valoración de las incapacidades e invalideces resultantes de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales” (Calabuig, 2004, p. 149)</p>
Objetivo Específico	Categoría	Definición de categoría
Objetivo 2. Establecer la importancia de la biomecánica desde el punto de vista médico legal para la resolución de los casos en el ámbito laboral.	Punto de vista médico legal	<p>“El criterio médico legal se fundamenta en la interpretación y el razonamiento de los elementos circunstanciales... Esta expresión de los hechos que hace el perito debe ser objetiva” (Vargas, 2012, pp. 151-152).</p> <p>“La actuación pericial médica dirigida a conocer con la máxima exactitud y objetividad las consecuencias de un suceso traumático determinado ha tenido sobre la integridad psicofísica y la salud de una persona” (Calabuig, 2004, p. 505).</p>

	Resolución de casos	<p>“La víctima de lesiones tiene derecho a ser indemnizada, de manera que el daño es el factor constitutivo y determinante del deber jurídico de reparación” (Vargas, 2012, p. 154).</p> <p>“La pericia debe considerar el diagnóstico del daño corporal (daño a la integridad física) y la evacuación del daño. Diagnóstico del daño corporal. Requiere verificar: a) existencia de daño físico; b) existencia de trauma o violencia exterior que lo causó, y c) relación de causalidad entre trauma y daño físico...” (Vargas, 2012, p.155).</p>
--	---------------------	--

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión bibliográfica.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Se realizó una revisión bibliográfica en profundidad de las lesiones del miembro superior y la biomecánica del trauma en la producción de estas como fuente de investigación para el presente trabajo final de graduación. Además, se confeccionó una encuesta de respuesta abierta la cual se envió a veintidós médicos especialistas en medicina legal que trabajan en el peritaje de casos dentro del ámbito laboral; sin embargo, solo se recibieron diez respuestas a dichas encuestas. A continuación, se presentan los resultados del análisis de las fuentes bibliográficas estudiadas contrastados con los resultados de las encuestas aplicadas.

4.1 Biomecánica del trauma en la luxación anterior del hombro:

A continuación, se hará un análisis de la información obtenida sobre la biomecánica en la producción de la luxación anterior del hombro.

Tabla 13

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la luxación anterior del hombro.

Autor	Biomecánica del trauma
Silberman	“Producida por un traumatismo con el brazo en abducción y rotación externa” (Silberman, 2003, p. 341).
Dodson	“Cuando una fuerza indirecta aplicada con el brazo en abducción, produce rotación externa del hombro...el ligamento glenohumeral cede y se produce la luxación” (Dodson, 2008, p. 509).
Cutts	“una rotación externa violenta en abducción ejerce acción de palanca sobre la cabeza humeral” (Cutts, 2009, p. 3).
Kawasaki	“El mecanismo de lesión más frecuente es el trauma directo por el tacleo” (Kawasaki, 2014, p. 1 628).

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

En cuanto a su mecanismo de producción, como indica Dodson (2008, p. 507) la lesión traumática es la causa más común de inestabilidad del hombro, esto se da en el 95% de las luxaciones anteriores del hombro. Se produce por un trauma con el brazo en abducción y rotación externa según Silberman (2003, p. 341), sin explicar el tipo de trauma. Como explica Dodson (2008, p. 509) la luxación anterior del hombro puede ocurrir cuando con una fuerza indirecta aplicada con el brazo en abducción, produce rotación externa del hombro, generalmente cuando se está en esta posición, la banda anterior del ligamento glenohumeral inferior evita el desplazamiento de la cabeza humeral, esto en conjunto con el labrum, sin embargo, con una suficiente fuerza, el ligamento cede y se produce la luxación anterior. Dodson (2008, p. 509) también dice que la luxación anterior traumática del hombro típicamente resulta en una compresión posterolateral de la cabeza humeral contra el cuerpo de la glenoides y lesiona al rodete glenoideo. Cutts (2009, p. 3) explica que una rotación externa violenta en abducción ejerce acción de palanca sobre la cabeza del húmero y lo lleva fuera de la cavidad glenoidea esto produce avulsión de las estructuras óseas anteriores y los tejidos blandos (lesión de Bankart), además indica Dodson (2008, p. 509) que cuando la última parte posterior de la cabeza humeral sale de la articulación, a menudo choca contra el borde anterior de la glenoides, creando una hendidura ósea en la parte posterior de la cabeza humeral (la lesión de Hill Sachs). Como indica Firpo (2010, p. 214) además del daño ya descrito que se produce en la cápsula articular y el rodete glenoideo (labrum), se puede asociar también a la luxación anterior del hombro una ruptura del manguito rotador, fractura de troquíter, lesión de la arteria axilar, plexo braquial o nervio circunflejo o axilar. Se ha determinado que, en una luxación anterior traumática del hombro, la lesión más común es la avulsión de la porción anteroinferior del labrum y los anexos capsulares del borde glenoideo, esto según Owens (2010, p. 1606). A modo de ejemplo, como indica Kawasaki (2014, p. 1628) podemos indicar que, en los jugadores de rugby, el mecanismo de lesión más frecuente es el trauma directo por el tackleo, corresponde al 67,6% de las lesiones en el hombro que sufren los jugadores de este deporte.

Como puede verse con anterioridad, los autores revisados hablan acerca de una fuerza externa que actúa por un mecanismo contuso sobre la extremidad superior, en este caso el hombro, que produce un movimiento de abducción y de rotación externa, el

ligamento glenohumeral inferior cede dando lugar a la luxación anterior. También una rotación externa violenta provoca el mismo resultado a nivel ligamentario.

De las encuestas obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 14.

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la luxación anterior del hombro.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Caídas sobre las manos, hiperextensión de hombro, hiperlaxitud ligamentaria.
Médico 2	Movimiento de giro forzado del hombro.
Médico 3	Trauma distorsivo: ya sea por hiperextensión del hombro o apoyo de la mano ipsilateral durante caídas, por ejemplo.
Médico 4	Por mecanismo de traumas directos por una fuerza que impacta directamente sobre la parte posterior del hombro. Por mecanismo de traumas indirectos, por fuerzas que actúan sobre la extremidad superior como caídas. Se ha descrito luxaciones anteriores en traumas mínimos cuando existe inestabilidad de la articulación.
Médico 5	Movimiento forzado y brusco del brazo hacia delante por una fuerza externa.
Médico 6	Hiperabducción, hiperflexión.
Médico 7	Giro. Extensión brusca. Trauma directo – Caída. Movimientos forzados. La literatura indica también caídas sobre brazos en abducción, rotación interna e hiperextensión
Médico 8	Por un golpe en la región posterior del hombro, es decir un golpe directo en la parte de atrás del hombro que desplace el húmero hacia adelante o por una caída con el brazo en extensión y apoyándose sobre el mismo.
Médico 9	Movimiento con el brazo en abducción con rotación externa, cabeza humeral en íntimo contacto con la cara anterior inferior de la capsula articular.

Médico 10	Trauma indirecto o trauma indirecto con caída del hombro hacia atrás.
-----------	---

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De la tabla anterior se obtiene que la mayoría de los médicos forenses encuestados coinciden con los autores que el trauma contuso con abducción y rotación externa del hombro provoca la luxación anterior del hombro, sin embargo también se observa que algunos de los mecanismos mencionados como traumas directos en la cara posterior del hombro o trauma indirecto en rotación interna, no se ajustan a los encontrados en la bibliografía, por lo que se descarta ya que dichos mecanismos no son capaces de provocar el cese del ligamento glenohumeral inferior y el desplazamiento de la cabeza humeral hacia adelante.

4.2 Biomecánica del trauma en la luxación posterior del hombro:

Ahora se confeccionará un cuadro comparativo de la biomecánica en la producción de la luxación posterior del hombro.

Tabla 15.

Relación entre autor y biomecánica del trauma de luxación posterior del hombro.

Autor	Biomecánica del trauma
Paul	“Estas lesiones están asociadas a traumas de alta energía y convulsiones” (Paul, 2011, p. 1 562).
Rouleau	<p>“El trauma directo de alta energía con el hombro en aducción, flexión y rotación interna es la causa más frecuente” (Rouleau, 2014, p. 146).</p> <p>“Durante las convulsiones la luxación se produce como resultado de un desbalance en las contracciones de los músculos del hombro” (Rouleau, 2014, p. 146).</p> <p>“Cuando el hombro está en posición de aducción, rotación interna y flexión, los músculos pectoral y dorsal ancho tienen dominancia sobre los músculos rotadores débiles externos (infraespinoso, redondo menor)</p>

	<p>y provocan la rotación interna del hombro, desplazando así la cabeza humeral superior y posteriormente contra el acromion y medialmente contra la fosa glenoidea provocando de esta manera la dislocación posterior” (Rouleau, 2014, p. 146).</p> <p>“Este mecanismo de lesión es el mismo que causa la luxación posterior del hombro en las electrocuciones ya que se producen importantes contracturas musculares” (Rouleau, 2014, p. 146).</p>
Silberman	<p>“Se produce por caídas con la mano extendida y en rotación interna” (Silberman, 2008, p. 341).</p>
Alkaduhimi	<p>“Luxación posterior es causada por impacto en la parte anterior del hombro, fuerza axial en un brazo aducido y rotado internamente, o por una contracción muscular intensa durante una convulsión o en electrocución” (Alkaduhimi, 2016, p. 155).</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Según Rouleau (2014, p. 146) se han propuesto diversos mecanismos de lesión para la producción de una luxación posterior del hombro. Indica además Rouleau (2014, p. 146) que el trauma directo de alta energía con el hombro en aducción, flexión y rotación interna es la causa más frecuente. Dice Silberman (2003, p. 341) que también se produce por caídas con la mano extendida y en rotación interna, desplazándose a cabeza humeral hacia atrás, se puede palpar la cabeza del húmero en la cara posterior de hombro. Durante las convulsiones la luxación se produce como resultado de un desbalance en las contracciones de los músculos del hombro, según indica Rouleau (2014, p. 146), explica también que cuando el hombro está en posición de aducción, rotación interna y flexión, los músculos pectoral y dorsal ancho tienen dominancia sobre los músculos rotadores débiles externos (infraespinoso, redondo menor) y provocan la rotación interna del hombro, desplazando así la cabeza humeral superior y posteriormente contra el acromion y medialmente contra la fosa glenoidea provocando de esta manera la dislocación posterior. Rouleau (2014, p. 146) también indica que el mecanismo de lesión antes comentado es el mismo que causa la luxación posterior del hombro en las electrocuciones ya que se producen importantes contracturas musculares como las antes descritas. Una contracción muscular fuerte del

infraespinoso y de los redondos menor y mayor pueden causar la fractura del cuello humeral. Según lo dicho por Rouleau (2014, p. 146), recientemente se ha indicado que las luxaciones posteriores ocurren después del trauma en el 67% de los casos, de una convulsión en el 31% y de electrocución en el 2%.

Según lo que podemos ver sobre lo que indican los distintos autores, la luxación posterior del hombro se produce por un trauma contuso o trauma de alta energía que provocan un movimiento de aducción, flexión y rotación interna del hombro, con el consecuente deslizamiento de la cabeza humeral en sentido superior y posterior, región donde los ligamentos son más laxos. En esta luxación si se ha descrito que un trauma directo en la cara anterior del hombro con desplazamiento de la cabeza hacia atrás provoque la luxación posterior del hombro. Cabe destacar que durante las convulsiones o la electrocución, las contracturas musculares intensas y desbalanceadas pueden causar una rotación interna, aducción y flexión del hombro luxándolo en sentido posterior.

A continuación, se mostrarán los resultados de las encuestas realizadas a los médicos forenses:

Tabla 16.

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la luxación posterior del hombro.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Caídas, contractura muscular repentina y fuerte (epilepsia).
Médico 2	Movimiento de giro forzado del hombro.
Médico 3	Trauma distorsivo: ya sea por hiperflexión del hombro o fuerza ejercida a nivel de la mano ipsilateral en posición flexión del hombro y extensión de muñeca.
Médico 4	Por mecanismo de trauma directo por una fuerza que actúa sobre la cara anterior del hombro. Por mecanismo de trauma indirecto sobre la extremidad superior con el hombro en posición de aducción, flexión y rotación interna que favorece este tipo de luxación.

Médico 5	Movimiento forzado y brusco del brazo hacia atrás por una fuerza externa.
Médico 6	Hiperextensión.
Médico 7	Traumatismos – caída sobre brazos en abducción y antero flexión.
Médico 8	Sería igual al anterior que en posición opuestas, en este caso podría producirse por un golpe directo en la región anterior del hombro o una caída con el hombro en flexión y apoyándose sobre el mismo.
Médico 9	Movimientos del brazo en aducción y ligera rotación interna y deformidad mínima sobresaliendo el labrum superior.
Médico 10	Trauma indirecto, o trauma indirecto con caída del hombro hacia atrás.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses

De lo anterior se obtiene que solamente tres de los médicos forenses entrevistados coincidieron en que la biomecánica de la luxación posterior del hombro es por una fuerza externa, contusa, que provoca la aducción, flexión y rotación interna del hombro, dos hablaron sobre el trauma directo en la cara anterior del hombro y solamente uno lo relacionó con la epilepsia, ninguno con la electrocución. Se observó que se mencionaron mecanismos como movimientos de giro forzado sin indicar dirección, hiperflexión solamente del hombro, hiperextensión, caídas con el brazo en abducción y flexión anterior, trauma indirecto con el hombro hacia atrás y otros los cuales no se pueden concatenar con la bibliografía revisada.

4.3 Biomecánica del trauma en la lesión tipo SLAP:

En la producción de la lesión tipo SLAP, algunos autores dijeron lo siguiente sobre la biomecánica de la misma lo siguiente.

Tabla 17.

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la lesión tipo SLAP.

Autor	Biomecánica del trauma
Chang	<p>“La teoría del peel-back o despegamiento de las lesiones de SLAP. Esta teoría indica que cuando el hombro está abducido y girado externamente (posición de lanzamiento), el tendón del bíceps adopta una orientación más vertical y posterior, esto transmite una fuerza al labrum superior, haciendo que el mismo se despegue de la glenoides” (Chang, 2008, p. 73).</p> <p>“Otros mecanismos comunes de lesión son los microtraumas secundarios a un movimiento repetitivo del brazo por arriba de la cabeza y el trauma directo debido al caer en la mano y el miembro superior extendidos” (Chang, 2008, p. 73).</p>
Maurer	<p>“Hay una sobrecarga de tensión del tendón del bíceps durante la fase de seguimiento del lanzamiento, esto se explica debido a que como el codo se extiende rápidamente durante esta fase, el bíceps se activa para desacelerar el codo, causando una súbita carga de tensión en el tendón con el potencial capaz de avulsar el bíceps o el complejo labral” (Maurer, 2004, pp. 187-188).</p> <p>“La lesión de SLAP se puede producir por un trauma directo, cuando se cae sobre el miembro superior extendido se provocan lesiones debido a la fuerza de compresión aplicada al hombro que fuerza la cabeza humeral hacia arriba, generalmente con el hombro en posición de abducido y flexionado ligeramente hacia delante” (Maurer 2004, p. 188).</p> <p>“Se han descrito lesiones de SLAP por tracción, estas ocurren cuando se produce un tirón repentino en el brazo o en conjunto con una luxación del hombro. La lesión por tracción puede suceder en una dirección inferior cuando se pierde la sujeción de un objeto pesado, o en una dirección anterior cuando, por ejemplo, se toman las riendas de un esquí acuático y se tira de la persona, o puede ser en una dirección</p>

	<p>ascendente, como cuando se agarra sobre la cabeza al caer en la gimnasia” (Maurer 2004, p. 188).</p> <p>“La teoría del pinzamiento interno, también puede contribuir a la fisiopatología, cuando el hombro está abducido a 90° y girado al máximo externamente (fase tardía de la aceleración del lanzamiento), la tuberosidad mayor puede provocar el deshilachamiento del labrum posterosuperior, así como el choque del manguito rotador contra el glenoides” (Maurer 2004, p. 188).</p>
Modarresi	<p>“Las lesiones SLAP son comunes en atletas de lanzamiento, como los jugadores de béisbol y tenis, y en los nadadores, donde el mecanismo de lesión es la tracción que se produce en el brazo como resultado de un repentino de tirón por arriba de la cabeza. El movimiento del brazo sobre la cabeza en la posición de abducido y rotado externamente asociado con la tracción repentina del mismo y la contracción forzada del músculo del bíceps, conduce que el labrum sea arrancado hacia atrás de la glenoides” (Modarresi, 2011, p. 604)</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Algunos mecanismos de lesión descritos incluyen el movimiento repetitivo del brazo por arriba de la cabeza, encontrándose en lanzadores y nadadores, así como una caída en el brazo extendido.

De acuerdo con lo indicado por Chang (2008, p. 73), en un estudio realizado en cadáveres, se pudo confirmar la teoría del peel-back o despegamiento de las lesiones de SLAP. Esta teoría indica que cuando el hombro está abducido y girado externamente (posición de lanzamiento), el tendón del bíceps adopta una orientación más vertical y posterior, esto transmite una fuerza al labrum superior, haciendo que el mismo se despegue de la glenoides. También Maurer (2004, pp. 187-188) postula que hay una sobrecarga de tensión del tendón del bíceps durante la fase de seguimiento del lanzamiento, esto se explica debido a que como el codo se extiende rápidamente durante esta fase, el bíceps se

activa para desacelerar el codo, causando una súbita carga de tensión en el tendón con el potencial capaz de avulsar el bíceps o el complejo labral.

Otros mecanismos comunes de lesión son los microtraumas secundarios a un movimiento repetitivo del brazo por arriba de la cabeza y el trauma directo debido al caer en la mano y el miembro superior extendidos como explica Chang (2008, p. 73). En cuanto a los movimientos repetitivos del brazo arriba de la cabeza, como los que se usan en el lanzamiento y la natación, causan lesiones secundarias por la tracción en el brazo que se da por los tirones repentinos, lanzamientos u otros movimientos por arriba de la cabeza, además, según Modarresi (2011, p. 604) hay una contracción forzada del músculo del bíceps, esto conlleva a que el labrum sea despegado de la glenoides, esto con el brazo en posición de abducción y rotación externa. Otros hallazgos que se pueden observar en la lesión por los movimientos repetitivos ya descritos son: desgarros del manguito rotador de la superficie inferior, cambios quísticos en la cabeza del húmero relacionados con el impacto postero-superior y la laxitud capsular, esto según Modarresi (2011, p. 604).

La teoría del pinzamiento interno, también puede contribuir a la fisiopatología. Dice Maurer (2004, p. 188). cuando el hombro está abducido a 90 ° y girado al máximo externamente (fase tardía de la aceleración del lanzamiento), la tuberosidad mayor puede provocar el deshilachamiento del labrum posterosuperior, así como el choque del manguito rotador contra el glenoides. Esto pueden ocurrir con una cabeza humeral perfectamente reducida, pero son más probables en pacientes con inestabilidad anterior.

Explica Maurer (2004, p. 188) que la lesión de SLAP puede producirse por un trauma directo, cuando se cae sobre el miembro superior extendido se provocan lesiones debido a la fuerza de compresión aplicada al hombro que fuerza la cabeza humeral hacia arriba, generalmente con el hombro en posición de abducido y flexionado ligeramente hacia delante, es la causa el 17% de los pacientes con una lesión SLAP aislada. Este mecanismo provoca edema de la médula por la impactación de la cabeza humeral contra la glenoides. Si hay luxación anterior asociada, puede verse además una lesión de Hill-Sachs o de Bankart.

Las lesiones de SLAP también pueden ver después de rupturas del manguito rotador ya que hay una migración en sentido superior de la cabeza del húmero, lo que provoca elevación del labrum superior y el tendón del bíceps de la glenoides, esto, así como lo describe Morradesi (2011, p. 606). Estas lesiones también pueden ocurrir después de una caída en una mano extendida o un golpe directo en el hombro.

Por último, Maurer (2004, p. 188) indica que también se han descrito lesiones de SLAP por tracción, estas ocurren cuando se produce un tirón repentino en el brazo o en conjunto con una luxación del hombro. La lesión por tracción puede suceder en una dirección inferior cuando se pierde la sujeción de un objeto pesado, o en una dirección anterior cuando, por ejemplo, se toman las riendas de un esquí acuático y se tira de la persona, o puede ser en una dirección ascendente, como cuando se agarra sobre la cabeza al caer en la gimnasia.

Según Chang (2008, p. 85), se ha postulado que los distintos mecanismos de lesión se pueden ver más frecuentemente asociados con ciertos tipos de lesiones de SLAP, por ejemplo las lesiones que se producen por movimientos repetitivos por arriba de la cabeza causan lesiones SLAP tipo I o II; las lesiones SLAP III, IV y V son más probables que se observen en caídas con el brazo extendido; las lesiones SLAP V y VII se asocian con inestabilidad glenohumeral secundaria a una lesión aguda; además las alteraciones labrales degenerativas se producen con el aumento de la edad y se asocian con lesiones SLAP tipo I.

Como se puede ver en lo antes anotado, la lesión de SLAP presenta varios mecanismos de producción, entre estos se encuentran los microtraumas provocados por movimientos repetitivo del hombro con el brazo por arriba de la cabeza, también se habla del movimiento repentino, brusco y de alta energía con el hombro en posición de abducción y rotación externa, como el realizado por los lanzadores de béisbol, esto hace que el tendón del bíceps despegue al labrum superior cuando el codo se extiende de forma súbita y se hace una contracción súbita y potente del músculo bíceps braquial. Se habla también de un trauma directo cuando se cae con el miembro superior extendido, abducido y rotado externamente, en este hay una compresión del labrum con la cabeza humeral que se mueve

en sentido superior. Por último, tenemos que los autores hablan sobre un mecanismo por tracción repentina del miembro superior la cual puede ser en sentido inferior (si se pierde la sujeción de un objeto pesado) o en sentido anterior (cuando se toman las riendas de un esquí acuático o cuando una gimnasta trata de sujetarse de una barra horizontal).

Ahora se expondrá lo respondido por los médicos forenses en las encuestas que se aplicaron como herramienta metodológica:

Tabla 18

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la lesión tipo SLAP.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Hipertensión de hombro, giros de hombro, movimientos repetitivos por años.
Médico 2	Caída con el brazo extendido, o por la excesiva extensión del brazo.
Médico 3	Los mismos mecanismos de la luxación anterior.
Médico 4	La lesión de SLAP o lesión del labrum superior, ocurre con mayor frecuencia por caídas con el brazo extendido y con el hombro en ligera abducción y flexión, además se ha descrito por el uso repetitivo de movimientos de lanzamientos en jugadores como balonmano o beisbol. Y tienden a asociarse con lesiones de Bankart y/o Hill-Sachs o ruptura del tendón de la cabeza larga del bíceps.
Médico 5	Movimiento brusco de la articulación del hombro con el brazo en extensión por una fuerza externa, en que hay rotación externa del mismo con el brazo fuertemente abducido.
Médico 6	Movimientos repetitivos por encima de 90 grados, o hiperflexión
Médico 7	Traumatismo – Caída: Brazo en extensión. Hiperextensión del brazo. Movimientos repetitivos
Médico 8	La lesión de SLAP corresponde a la lesión del labrum glenoideo y

	puede producirse cuando se luxa el hombro, por lo que considero que se podría producir por los mismos mecanismos mediante los cuales se luxa el hombro.
Médico 9	Movimientos del hombro a 90ª en máxima abducción con rotación externa. Combinado con fuerzas rotacionales del mecanismo de despegamiento o peel-back.
Médico 10	Se da por inestabilidad glenohumeral y generalmente después de una caída con el brazo extendido o por excesiva extensión del brazo.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

Se obtiene de las encuestas que la mayoría de los médicos forenses coinciden en que la lesión tipo SLAP se da con el hombro en posición de abducción, rotación externa y extensión, algunos indican que es por trauma directo por caídas (tres) y otros por un movimiento brusco y de alta energía (tres), solo tres conocían del mecanismo por movimientos repetitivos y ninguno el mecanismo por tracción repentina. Cabe mencionar que los médicos encuestados mencionaron mecanismos como giros del hombro sin indicar dirección, solamente extensión del hombro y por inestabilidad glenohumeral que no se encontraron en la bibliografía revisada.

4.4 Biomecánica del trauma en la lesión de Bankart:

El cuadro que se expondrá a continuación expone algunos puntos de vista sobre la biomecánica del trauma en la lesión de Bankart de diferentes autores.

Tabla 19

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la lesión de Bankart.

Autor	Biomecánica del trauma
Kim	“Su incidencia luego de una luxación de hombro ronda el 4% a 70% de acuerdo a la literatura. Esta fractura es una consecuencia de una luxación traumática glenohumeral en la cual la fuerza se ejerce contra

	la fosa glenoidea por medio de la cabeza del húmero” (Kim, 2014, p. 86).
Path	<p>“Es una fractura con avulsión del reborde glenoideo que ocurre durante una luxación traumática de la articulación glenohumeral” (Path, 2015, p. 1473).</p> <p>“El mecanismo de dislocación fue una caída en el brazo extendido en el 80% de los pacientes, un golpe con la mano por arriba de la cabeza o en un servicio en el 9%, y el contacto físico con un oponente durante los deportes o un asalto en el 11%” (Path, 2015, p. 175).</p>
Spiegl	<p>“Puede resultar tanto de una luxación traumática glenohumeral o de un trauma directo con el brazo abducido. Las incidencias de fracturas del reborde anterior de la glenoide se han reportado en el 22% de los casos de una primera luxación anterior del hombro y en más del 73% luego de las luxaciones recurrentes” (Spiegl, 2013, p. 1).</p>
Loh	<p>“Se dice que el reporte de esta lesión es tan alto como el 90% luego de una luxación traumática del hombro” (Loh, 2016, p. 419).</p> <p>“El mecanismo de lesión propuesto que resulta en una lesión de Bankart es una fuerza de impacto en una posición de hiperabducción y rotación externa” (Loh, 2016, p. 419).</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

En la biomecánica del trauma, esta lesión puede resultar secundaria a una luxación anterior glenohumeral traumática, esto en el 4% al 70% de los casos de acuerdo con Kim (2013, p. 86) y a Path (2015, p. 1 473) o puede ser por un traumatismo directo con el brazo abducto. Según Spiegl (2013, p. 1) puede aparecer en el 22% de los casos de una primera luxación anterior del hombro y en el 73% de las luxaciones recurrentes. Para Loh (2016, p. 419) la frecuencia de aparición de esta lesión es de más del 90% luego de luxación anterior del hombro.

Indica Path (2015, p. 1475) que el mecanismo de la luxación del hombro fue, como se indicó anteriormente, una caída con el brazo extendido en el 80% de los pacientes y el contacto con un adversario durante los deportes de contacto en el 11%.

Durante la luxación del hombro, en posición de abducción y rotación externa, se ejerce fuerza excesiva impactación contra el labrum y la fosa glenoidea a través de la cabeza del húmero (Loh, 2016, p. 419 y Kim, 2014, p. 86).

Dice Loh (2016, p. 419) que la locación más frecuente de la lesión de Bankart es entre las 3 y las 6 horas siguiendo las manecillas del reloj.

Luego de observar la revisión bibliográfica realizada, se puede decir que la lesión de Bankart es secundaria a una luxación traumática del hombro donde la cabeza humeral choca contra la fosa glenoidea provocando la fractura ya descrita. Los autores describen que esta lesión se provoca por la fuerza externa ejercida con el hombro en posición de abducción y rotación externa, al igual que la luxación anterior del hombro, por lo que se relaciona con esta, el trauma puede ser por una caída, contacto físico u otros que lleven al hombro en la posición antes comentada.

En cuanto a las respuestas brindadas por los médicos forenses en la encuesta tenemos lo siguiente:

Tabla 20

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la lesión de Bankart.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Trauma directo, igual a luxación anterior (se asocia mucho).
Médico 2	Elongación y rotación del hombro.
Médico 3	Luxación a repetición por inestabilidad articular.
Médico 4	Esta lesión de la parte anteroinferior del reborde glenoideo se observa asociado a luxaciones anteriores del hombro en la mayoría

	de los casos.
Médico 5	Por luxación anterior del hombro.
Médico 6	Por hiperabducción en luxación anterior del hombro.
Médico 7	Luxación anterior del hombro post trauma.
Médico 8	La misma también corresponde a lesión del labrum en su porción anteroinferior y también se asocia a luxación del hombro.
Médico 9	Movimientos combinados que produce cualquier tipo de luxación glenohumeral, ya sea abducción con rotación externa. Que produce en la porción anterointerno del rodete o labrum.
Médico 10	Se da tras la luxación anterior del hombro, generalmente tras un traumatismo, generando un hombro inestable. También está relacionada con inestabilidad glenohumeral.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De lo dicho por los médicos forenses encuestados, podemos encontrar que la mayoría llegó a la conclusión que la lesión de Bankart es de origen traumático y se relacionada con la luxación glenohumeral, en general la luxación anterior del hombro, solo uno dijo que se podía ver con otros tipos de luxación glenohumeral. Dos médicos indicaron que se puede ver en las luxaciones recurrentes del hombro, lo cual es cierto ya que es frecuente encontrar esta lesión cuando hay inestabilidad de la articulación glenohumeral y la luxación anterior del hombro, pero no es un mecanismo biomecánico de producción. La elongación y rotación del hombro es un mecanismo que fue mencionado, pero se descarta ya que no se describió en la bibliografía.

4.5 Biomecánica del trauma en la lesión de Hill-Sachs

El cuadro a continuación expone lo mencionada por diversos autores:

Tabla 21

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la lesión de Hill-Sachs.

Autor	Biomecánica del trauma
Provencher	<p>“Las lesiones de Hill-Sachs ocurren comúnmente durante una lesión por inestabilidad glenohumeral anterior, típicamente con el hombro en abducción y rotación externa. Como la cabeza del húmero es forzada anteriormente, las estructuras capsulolabiales del hombro a menudo se estiran y se desgarran. A medida que la cabeza humeral se traslada más hacia delante, se produce una fractura de compresión a lo largo de la cara posterosuperolateral de la cabeza humeral cuando entra en contacto con la glenoide anterior” (Provencher, 2012, p. 243).</p> <p>“La lesión tradicional de Hill-Sachs es un defecto óseo de la porción posterosuperolateral de la cabeza humeral, típicamente asociada con luxación glenohumeral anteroinferior” (Provencher, 2012, p. 243).</p> <p>“La lesión de Hill-Sachs reversa es un defecto óseo de la porción anterosuperomedial de la cabeza humeral. Este tipo generalmente es causado por una luxación posterior del hombro” (Provencher, 2012, p. 243).</p>
García.	<p>“La lesión de Hill-Sachs ha ido identificada como una patología frecuente en el 67-93% de los casos de luxación anterior recurrente del hombro” (García, 2015, p. 98)</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Biomecánicamente se produce cuando hay una luxación anterior de la cabeza humeral y el 95% de los casos ocurre cuando dicha luxación se realiza en hiperabducción, extensión y rotación externa, según lo indicado por Provencher (2012, p. 243). Ocurre cuando la cara posterolateral de la cabeza humeral la cual está formada de hueso esponjoso, impacta contra el reborde anterior glenoideo el cual tiene una cortical relativamente más dura, esto durante la luxación anterior del hombro. La localización y orientación de esta lesión va a depender de la posición del húmero (magnitud de la abducción y rotación externa) durante el episodio de luxación.

Es común ver una lesión de Hill-Sachs en el 67-93% de los casos de luxación anterior recurrente del hombro, esto según García (2015, p. 98) ya que actúa como palanca que ayuda al desplazamiento de la cabeza humeral durante la rotación externa del brazo provocando una nueva luxación.

En de luxación posterior del hombro, puede aparecer una lesión de Hill-Sachs invertida localizada en la parte anterior de la cabeza humeral y suele ser más extensa que la lesión posterior clásica, es rara. Esta se presenta se presenta en el 80% de los casos luego de una primera luxación posterior del hombro, como lo explica Provencher (2012, p. 243).

Como se puede ver de lo expuesto por los autores, la biomecánica de la lesión de Hill-Sach se relaciona también con la luxación anterior del hombro, pero principalmente cuando esta es recurrente, por lo tanto se da por un trauma contuso que ejerza una fuerza externa y provoque la abducción y rotación externa del hombro causando la luxación anterior del mismo, cuando esta se produce la cabeza humeral se desplaza hacia adelante, su parte posterosuperior choca contra el reborde anterior del glenoides y se da la fractura deprimida por compresión. Se describe también que hay una lesión de Hill-Sachs inversa que se da durante la luxación posterior del hombro, donde el defecto óseo ya descrito se da en la porción anterosuperior de la cabeza humeral por la traslación hacia atrás de esta.

A continuación, se expone en un cuadro las respuestas a la encuesta realizada a médicos forenses:

Tabla 22

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la lesión de Hill-Sachs.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Trauma directo, caídas sobre hombro, giros bruscos del hombro.
Médico 2	Elongación y rotación del hombro.
Médico 3	Luxación anterior.
Médico 4	Esta lesión de la cabeza humeral se debe la impactación de la

	cabeza humeral contra el reborde glenoideo antero-inferior, por lo que su mecanismo de producción es la luxación anterior del hombro, única o recidivante.
Médico 5	Golpe directo con el hombro sobre superficie o asociado a una compresión intrínseca debido a la rotación con abducción forzada del hombro.
Médico 6	Por hiperabducción y flexión externa, en luxación anterior del hombro.
Médico 7	Abducción mayor a 90 ° y rotación externa (traumas deportivos).
Médico 8	Corresponde a fractura de la cabeza humeral, no preciso mecanismo de trauma en este momento, supongo que por trauma directo en el hombro.
Médico 9	Movimientos de rotación externa con abducción e impactación de parte posterior cabeza humeral.
Médico 10	También relacionada con inestabilidad glenohumeral y se da debido a la impactación de la cabeza humeral contra el reborde glenoideo, lo que produce una fractura de la parte posterolateral de la cabeza humeral.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De lo expuesto por los médicos forenses en las respuestas de la encuesta, la mayoría coincidió en que la lesión de Hill-Sachs se da posterior a una luxación anterior del hombro con su mecanismo de abducción y rotación externa secundaria a un trauma externo, como una caída como exponen algunos de ellos. Otros describen que se da por un trauma directo en el hombro, una fuerza compresiva intrínseca, una elongación y rotación del hombro (sin indicar dirección), pero estos mecanismos se descartan ya que no son capaces de movilizar la cabeza humeral de tal forma que pueda impactar con el reborde glenoideo, como lo describen los autores consultados, además no se mencionó la posibilidad de existencia de la lesión de Hill-Sachs inversa que se da en la luxación posterior del hombro.

4.6 Biomecánica de la ruptura del manguito rotador

De acuerdo a algunos autores, la biomecánica en la producción de la ruptura del manguito rotador es la siguiente.

Tabla 23

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la ruptura de manguito rotador.

Autor	Biomecánica del trauma
Longo	<p>“La patogénesis de la ruptura del manguito rotador es multifactorial. Esta comprende una combinación de pinzamiento extrínseco de las estructuras que rodean el manguito rotador y degeneración intrínseca por lo cambios dentro del mismo tendón” (Longo, 2011, p. 227).</p>
Macías-Hernández	<p>“Su etiología es multifactorial; los factores relacionados con el desarrollo se clasifican en intrínsecos (hipovascularidad, alteraciones metabólicas relacionadas al envejecimiento), extrínsecos (pinzamiento subacromial) y traumáticos (agudos o microtraumatismo repetitivo)” (Macías-Hernández, 2015, p. 75).</p>
Seitz	<p>“Los mecanismos de la tendinopatía del manguito rotador han sido clásicamente descritos como extrínsecos, intrínsecos o una combinación de ambos. Los factores extrínsecos se definen como aquello que provocan compresión de los tendones del manguito rotador, mientras que los mecanismos intrínsecos son aquellos relacionados con la degeneración del manguito rotador” (Seitz, 2011, p. 2).</p> <p>“El diagnóstico de pinzamiento subacromial inherentemente implica un mecanismo de compresión extrínseca durante el estrechamiento del espacio subacromial” (Seitz, 2011, p. 2).</p> <p>“Un único mecanismo extrínseco con pinzamiento interno, ha sido descrito particularmente en atletas que llevan el brazo por arriba de la cabeza. Ocurre un pinzamiento interno debido a la compresión más bien en la cara articular que en la cara bursal del tendón del maguito</p>

	<p>rotador, esto entre el borde posterosuperior de la glenoides y la cabeza humeral cuando el brazo está en completa rotación externa, abducción y extensión” (Seitz, 2011, p. 2).</p> <p>“En el mecanismo intrínseco de la tendinopatía del manguito rotador las exigencias impuestas a las células tendinosas debido al ciclo de lesión/reparación que se observa en los microtraumas, produce que en algún momento se exceda la capacidad de reparar eficazmente los déficits estructurales, lo que resulta en un colapso y finalmente en el dolor y ruptura del tendón” (Seitz, 2011, p. 7).</p> <p>“La degeneración intrasustancia en el supraespinoso inicia el medio del espesor del tendón y se propaga con la carga continua hasta llegar a un desgarro del tendón del lado articular antes de un fallo completo del tendón. Las consecuencias biomecánicas de las propiedades complejas longitudinales y transversales no homogéneas de los tendones se podrían exacerbar en combinación con factores extrínsecos, tales como cargas de tracción repetitivas inducida con actividades diarias tales como elevación de los brazo o tracción” (Seitz, 2011, p. 8).</p>
Macía	<p>“Parece que está relacionada una mayor frecuencia de rotura del manguito en aquellos colectivos de trabajadores que adoptan posturas mantenidas en abducción de hombro o levantan pesos por encima de la horizontal. También se cree que la aparición de patología en el manguito rotador viene determinada por la producción del impingement” (Macía, 2014, p. 112).</p>
Borobia	<p>“La rotura del manguito rotador en pacientes mayores o de edad avanzada es frecuente y su causa está relacionada con un proceso degenerativo, mientras que en sujetos jóvenes (20 a 40 años) hay que pensar en traumatismos violentos” (Borobia, 2006, p. 91)</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

1) Mecanismos extrínsecos de la lesión tendinosa del manguito rotador

Los mecanismos externos que pueden producir una lesión del manguito rotador debido a una compresión del espacio subacromial, el cual puede ejercer una presión directa sobre el tendón, como lo explica Longo (2011, p. 227), incluyen factores anatómicos, biomecánicos o una combinación de estos. Explica Seitz (2011, p. 2) que el espacio subacromial es el espacio que se encuentra entre el arco coracoacromial, el acromion anterior y la cabeza humeral, este tiene un techo (superficie inferior del acromion, la clavícula y el ligamento coraco-acromial) y un suelo (cabeza humeral y glenoides). También menciona que las estructuras localizadas en el espacio subacromial son: cabeza del húmero, porción larga del tendón del bíceps braquial, cara superior de la cápsula articular, músculo supraespinoso, porción superior del subescapular e infraespinoso, bolsa sudeltoidea-subacromial, cara inferior del arco coraco-acromial.

La distancia acromiohumeral es una medida lineal entre el acromion y la cabeza del húmero y se utiliza para cuantificar el espacio subacromial, es de 7 y 14 mm en hombros sanos, pero se reduce en rupturas del manguito rotador, esto según Seitz (2011, p. 2). También dice que la medida del espacio subacromial es útil solo durante la actividad muscular donde hay factores biomecánicos que estrechan este espacio.

1.1) Factores anatómicos

Los explica Seitz (2011, p. 2-3) de la siguiente manera.

Los factores anatómicos que pueden estrechar el espacio subacromial y la salida a los tendones del manguito rotador son las variaciones en la forma del acromion, orientación de la pendiente/ángulo del acromion o cambios óseos prominentes a la cara inferior de la articulación acromio-clavicular o del ligamento coracoacromial. La forma del acromion es un mecanismo extrínseco para la formación de tendinopatía de los rotadores, se clasifica en Tipo I (plano), Tipo II (curvado), Tipo III (enganchado) o Tipo IV (convexo). La aparición de la tendinopatía de los rotadores se asocia más al acromion tipo III. En cuando a la pendiente o ángulo

acromial, entre más horizontal se encuentre el acrómico hay mayor tendencia al pinzamiento. Hay otros factores anatómicos como los grandes osteofitos subacromiales, el engrosamiento o la osificación de la unión del ligamento córacoacromial. La formación de osteofitos acromiales se da principalmente en la inserción del fascículo anterolateral del ligamento coraco-acromial, frecuentemente producen síndrome de pinzamiento. El pinzamiento coracoideo del manguito rotador ocurre entre el coracoides y la cabeza humeral, cambios en el tamaño y longitud del coracoides o en angulación pueden predisponer a pinzamiento y afectar a músculos supraespinoso o subescapular.

1.2) Factores biomecánicos.

Estos según Seitz (2011, p. 4-6), son los siguientes:

Factores biomecánicos que conducen a una compresión del manguito rotador con cinemática anormal de la escápula y el húmero, anomalías posturales, déficit muscular del manguito rotador y escapular, disminución en la extensibilidad del pectoral menor o tejidos posteriores del hombro. Cinemática anormal de la escápula y el húmero produce estrechamiento subacromial provocando compresión del manguito rotador secundario a una traslación superior de la cabeza humeral o alteraciones en la movilidad escapular que hace que el acromion se mueva en sentido inferior. Las malas posturas, el déficit muscular y la tensión en los tejidos blandos son elementos que afectan a la cinemática humeral y escapular.

Personas con pinzamiento subacromial tiene una disminución de la inclinación posterior de la escápula, disminuye la flexión y aumenta la rotación interna, lo que hace que el tercio anterior del acromion descienda hacia la cabeza humeral durante la elevación del brazo y disminuye el espacio subacromial. El porqué hay una alteración de la cinemática escapular no está muy claro, sin embargo, se indica que esto puede suceder por acortamiento del pectoral menor, tirantez del hombro posterior, alteración en la musculatura escapular y otros.

La excesiva migración de la cabeza humeral proximalmente al glenoides disminuye el espacio subacromial y contribuye a la compresión del manguito rotador. Los mecanismos biomecánicos que condicionan la migración de la cabeza humeral son acortamiento de la capsula articular glenohumeral y disminución de la función del manguito rotador. La cabeza del húmero se traslada menos de 3 mm hacia arriba durante los grados medios de movimiento de elevación, en rangos de movimientos finales se producen traslaciones antero-posterior y supero-inferior de 4 a 10 mm. Estudios biomecánicos indican que la disminución de la fuerza en el músculo infraespinoso principalmente, resulta en un aumento de la traslación superior de la cabeza humeral. Si los estabilizadores del hombro están lesionados, aumenta la traslación entre la cabeza humeral y el labrum glenoideo. La contracción del músculo deltoides provoca que la cabeza humeral sea capturada bajo el arco coraco-acromial. Un aumento en la traslación comprime las estructuras suprahumerales contra el acromion. Compresiones repetidas producen un pinzamiento subacromial. Las consecuencias biomecánicas de la alteración en la actividad muscular pueden ser mecanismos extrínsecos de tendinopatía del manguito.

2) Mecanismos intrínsecos para la lesión tendinosa del manguito rotador.

De una manera muy acertada, Seitz (2011, p. 6-8), realiza una descripción de los mecanismos intrínsecos los cuales se explican de la siguiente manera:

Estos mecanismos internos alteran la morfología del manguito. Estos factores resultan de la degradación natural de los tendones por la edad, pobre vascularización, biología alterada, otros. La edad impacta de forma negativa a las propiedades del tendón, estudios biomecánicos han evidenciado que se produce una disminución en la curva de estrés-tensión, disminuye la elasticidad y disminuye la resistencia a la tracción global de los tendones, también se describe calcificaciones debidas a la edad.

Un déficit en el suministro de sangre a los tendones rotadores está implicado en la patogénesis y mecanismo de la tendinopatía de los rotadores. Hay una zona crítica en el tendón supraespinoso aproximadamente a 1 cm de la inserción en el tubérculo mayor con disminución de la vascularidad y es el sitio más común de lesión en el manguito rotador. Además, esta hipovascularidad y su deficiente capacidad para la curación predispone a la tendinopatía de los rotadores y además empeora esto con la edad. Hay estudios que sugieren un aumento en la respuesta vascular o neovascularización en regiones con cambios degenerativos y rupturas pequeñas del tendón como en la tendinopatía crónica, esto se debe a una respuesta reparadora del tejido que se observa en los microtraumas.

En el mecanismo intrínseco de las lesiones de los tendones del manguito rotador las exigencias impuestas a las células tendinosas debido al ciclo de lesión/reparación que se observa en los microtraumas, produce que en algún momento se exceda la capacidad de reparar eficazmente los déficits estructurales, lo que resulta en un colapso y finalmente en el dolor y ruptura del tendón.

Otro mecanismo intrínseco propuesto está relacionado con la respuesta de los tendones a la carga de tracción, o propiedades mecánicas del tendón del supraespinoso. En la cara articular del tendón del supraespinoso, cerca de la inserción, se han encontrado valores de deformación final más bajos y mayor rigidez tisular a la carga longitudinal, en comparación con el lado de la bursal de este. La degeneración intrasustancia en el supraespinoso inicia el medio del espesor del tendón y se propaga con la carga continua hasta llegar a un desgarro del tendón del lado articular antes de un fallo completo del tendón. Las consecuencias biomecánicas de las propiedades complejas longitudinales y transversales no homogéneas de los tendones se podrían exacerbar en combinación con factores extrínsecos, tales como cargas de tracción repetitivas inducida con actividades diarias tales como elevación de los brazo o tracción.

En un estudio de cadáveres, la degeneración tendinosa de la cara bursal con rupturas parciales estuvieron asociada con lesiones por atrición en el ligamento coracoacromial y en el tercio anterior del acromion; sin embargo, esto no pasaba en la cara articular del tendón en la que la superficie inferior del acromion era casi siempre normal. En otro estudio en pacientes, se observaron cambios patológicos más leves de la superficie inferior del acromion y cambios degenerativos del manguito menos severos en pacientes con patología de la cara articular de los rotadores en comparación con las bursales. Parece que existe un vínculo entre la patoanatomía y el mecanismo de la ruptura del manguito rotador; cambios degenerativos en la cara articular de los tendones se asocian principalmente con un mecanismo intrínseco, y patologías en la cara bursal de los tendones están más asociados con un mecanismo extrínseco. A medida que cada uno de estos mecanismos distintos progresa, pueden superponerse cada vez más. Un paciente con un mecanismo de compresión extrínseca primaria del tendón del manguito rotador puede progresar con cambios degenerativos de los tendones a lo largo del tiempo. Alternativamente, un paciente con un mecanismo degenerativo intrínseco primario de la puede perder progresivamente la función estabilizadora del manguito rotador, lo que resulta en migración humeral superior excesiva y compresión extrínseca.

Puede verse que, según lo expuesto por los autores, la ruptura del manguito rotador es de origen multifactorial, se da por una combinación de factores intrínsecos del tendón, como lo son la hipovascularidad y las alteraciones metabólicas por envejecimiento, de factores extrínsecos, como lo es el pinzamiento subacromial, y de factores traumático, en este caso por trauma agudo o por microtrauma repetitivo. Biomecánicamente el movimiento descrito que provoca la ruptura del manguito rotador, es el de llevar los brazos por arriba de la cabeza, esto provoca que el espacio subacromial disminuya, se dé un pinzamiento del tendón y lo comprima, esto, asociado a la hipovascularidad fisiológica del mismo, crea un ciclo de isquemia y reparación por el microtrauma que llegado el momento deja de ser eficiente y se produce la lesión del tendón, su degeneración y la posterior ruptura del mismo. Se describe además que factores traumáticos como cargas de tracción o

la elevación de los brazos de forma repetitiva exacerban lo antes descrito y provocan la ruptura. Una tracción del miembro superior con la suficiente fuerza (como levantar objeto pesados) puede causar la ruptura del mismo, esto un ejemplo de trauma agudo.

De las encuestas realizadas a los médicos forenses se obtienen los siguientes datos:

Tabla 24

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la ruptura del manguito rotador.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Movimientos repetitivos, hiperextensión de hombro.
Médico 2	Caída sobre el brazo generando una tensión brusca sobre el tendón o incluso una luxación de hombro que provoca un estiramiento brusco de los tendones del manguito de los rotadores.
Médico 3	Trauma distorsivo principalmente, existen múltiples mecanismos debido a la complejidad del "Manguito rotador". Pueden existir tendinosis que propicien la lesión de esta estructura.
Médico 4	Traumas por caídas con el brazo extendido o al levantar bruscamente objetos pesados. Se puede observar asociado luxaciones del hombro. Por movimientos repetitivos y uso excesivo de la articulación generando una inflamación crónica (tendinosis) debido al desgaste entre el tendón y el acromión, y que además se ve favorecido por el tipo de acromión de la persona.
Médico 5	Movimiento repetitivo del hombro por arriba de la altura del hombro de forma constante que produce isquemia, o bien un trauma directo en el hombro.
Médico 6	Movimientos repetitivos.
Médico 7	Traumas – Caídas con hombro en flexión. Levantamiento de objetos pesados de forma súbita (Elevación del hombro). Movimientos repetitivos.
Médico 8	Algunas son de origen degenerativo y también se relacionan al tipo

	de acromion que presenta la persona el cual puede producir roce en el manguito rotador produciendo finalmente la ruptura, también se puede producir por sobre uso, con movimientos repetitivos por encima de la altura de los hombros, traumas que produzcan “distensión” del hombro, caer son apoya sobre una mano con el brazo en extensión.
Médico 9	Movimientos de flexión anterior por arriba del hombro de forma repetitiva, o bien, movimientos de abducción de forma repetitiva.
Médico 10	Por traumatismos agudos directos o por tensión del manguito por microtraumatismos a repetición.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De los respondido por los médicos forenses en la encuesta realizada, podemos encontrar que seis de los médicos dijeron que se da por movimientos repetitivos llevando los brazos por arriba de la cabeza, algunos mencionaron el origen multifactorial de la ruptura del manguito rotador y otros la tracción por levantamiento de objetos pesados. También mencionaron mecanismos de producción como luxación del hombro, trauma distorsivo, trauma directo del hombro, los cuales se descartan, ya que, según lo dicho por los autores, no provocan el efecto multifactorial que dan los movimientos repetitivos por arriba de la cabeza ya descritos. Algunos de los especialistas dijeron que puede darse por caída con el brazo en extensión y abducción, que si bien provocan una disminución del espacio subacromial, no se describe en la bibliografía consultada.

4.7 Biomecánica del trauma en la bursitis del hombro

En el siguiente cuadro se recopilará lo que indican varios autores sobre la biomecánica en la patogénesis de la bursitis del hombro.

Tabla 25

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la bursitis del hombro.

Autor	Biomecánica del trauma
Salzman	<p>“Bursas pueden ser lesionadas por diversos procesos, incluidos enfermedades autoinmunes, depósitos de cristales, infecciones, hemorragias o, más comúnmente, por el sobre uso o microtraumas repetitivos” (Salzman, 1997, p. 1 797).</p> <p>“La bursitis por lo general es resultante de lesiones en las estructuras adyacentes a la bursa. La mayoría de las veces es el manguito rotador, específicamente el tendón supraespinoso, el que es dañado por macrotrauma agudo o por movimientos repetitivo (microtrauma) llevando el miembro superior por arriba de la cabeza. La condición posterior de daño en el manguito rotador y bursitis se conoce comúnmente como síndrome de pinzamiento” (Salzman, 1997, p. 1 797).</p> <p>“Inflamación primaria de la bursa subacromial es mucho menos común, pero puede surgir en traumatismos, como una caída con el brazo en flexión y abducción, en condiciones inflamatorias autoinmunes, deposición de cristales y, rara vez, infección” (Salzman, 1997 pp. 1 797-1 798).</p>
Khan	<p>“La patología del pinzamiento subacromial generalmente se trata de un proceso mecánico repetitivo crónico donde el tendón del manguito rotador asociado sufre compresión repetitiva y microtrauma tras ir pasando por debajo del arco coracoacromial”. (Khan, 2013, p. 348).</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Según indica Salzman (1997, págs. 1 797-1 798) la bursa se puede lesionar por diversos procesos incluidas las enfermedades autoinmunes, depósitos de cristales, infecciones, hemorragia o, el más común, por medio del uso excesivo o microtraumas repetitivos. La bursitis más frecuente es la de la bursa subacromio-subdeltoidea, esta bursa separa la superficie superior del tendón supraespinoso del arco coracoacromial y de la

superficie profunda del deltoides. Su principal función es la de permitir el movimiento del tendón supraespinoso bajo esas estructuras superiores.

Como indica Salzman (1997, p. 1 797), la bursitis por lo general es resultante de lesiones en las estructuras adyacentes a la bursa. La mayoría de las veces es el manguito rotador, específicamente el tendón supraespinoso, el que es dañado por macrotrauma agudo o por movimientos repetitivos (microtrauma) en actividades donde es llevado el miembro superior por arriba de la cabeza. Explica este autor además que la condición posterior de daño en el manguito rotador y bursitis se conoce comúnmente como síndrome de pinzamiento. La inflamación primaria de la bursa subacromial es mucho menos común, pero puede surgir en traumatismos, como una caída con el brazo en flexión y abducción, en condiciones inflamatorias autoinmunes, deposición de cristales y, rara vez, infección. Los pacientes con dolor subacromial debido a un síndrome de pinzamiento, a menudo es difícil diferenciar en estos cuáles son los síntomas de la bursitis subacromial y cuáles de la lesión del manguito rotador subyacente.

Salzman (1997, págs. 1 797-1 798) y Harrison (2011, pág. 702) indican que el síndrome de pinzamiento presenta una serie de etapas:

Etapa 1: comienzan con la tendinitis aguda del supraespinoso como la lesión inicial con bursitis aguda, edema subacromial y hemorragia.

Etapa 2: seguido de la etapa anterior hay un engrosamiento bursal, la bursa deja de lubricar, hay fibrosis y el deshilachado del manguito rotador.

Etapa 3: hay ruptura parcial o total del tendón del manguito rotador.

Explica Salzman (1997, p. 1 798) que casualmente, el síndrome de pinzamiento se describió como compresión ósea del tendón supraespinoso entre el acromion por encima y el húmero lateral por debajo. Se sabe que este proceso puede implicar una combinación de factores, incluyendo la sobrecarga repetitiva del tendón mal vascularizado, el tejido blando o el choque óseo y la inestabilidad de la articulación glenohumeral con choque secundario.

Como podemos ver, de la revisión bibliográfica realizada, los autores indican que la bursitis del hombro también es de origen multifactorial, se puede dar por enfermedades autoinmunes, depósitos de cristales o, más comúnmente, por sobre uso o movimientos repetitivos. Estos movimientos repetitivos que se describen, son los mismos que producen el síndrome de pinzamiento en la ruptura del manguito rotador, que son los movimientos repetitivos llevando el miembro superior por arriba de la cabeza, se disminuye el espacio subacromial y se da un choque del acromion con la bursa y el tendón del manguito rotador, dicho mecanismo inflama la bursa. Se describe también a inflamación primaria de la bursa por un macrotrauma agudo como lo es cuando se da una caída con el brazo en flexión y abducción.

Las respuestas que los médicos encuestados indicaron sobre el mecanismo de producción de la bursitis son las siguientes:

Tabla 26

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la bursitis del hombro.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Trauma. Movimientos repetitivos. Pinzamientos.
Médico 2	Movimientos repetitivos.
Médico 3	Movimientos repetitivos principalmente flexión y abducción de hombro. Trauma crónico.
Médico 4	Caídas. Traumas directos sobre el hombro. Movimientos repetitivos (principal causa).
Médico 5	Movimiento repetitivo del hombro por arriba de altura del hombro de forma constante, trauma directo.
Médico 6	Movimientos repetitivos.
Médico 7	Traumas – Caídas con hombro en flexión. Movimientos forzados. Movimientos repetitivos
Médico 8	La misma puede generarse por sobre uso o movimientos repetitivos del hombro, por trauma directo.

Médico 9	Movimientos de elevación repetida en flexión y abducción del brazo.
Médico 10	Traumatismos, procesos degenerativos, tendinitis del manguito rotador.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De las encuestas a los médicos forenses podemos encontrar que como biomecánica del trauma en la bursitis del hombro todos indican que se debe a movimientos repetitivos del hombro, la mayoría indica que es llevando el brazo por arriba de la cabeza, otros no indican el tipo de movimiento, además solamente dos relacionan a la bursitis del hombro con caídas, de estos solo uno indicó que era con el brazo en abducción y flexión. Algunos mencionaron el trauma directo en el hombro, pero este mecanismo queda descartado, ya que no provoca el pinzamiento de la bursa como ya se explicó.

4.8 Biomecánica del trauma en la bursitis olecraniana

En el cuadro a continuación se expondrán lo indicado por varios autores sobre la biomecánica de la bursitis olecraniana.

Tabla 27

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la bursitis olecraniana.

Autor	Biomecánica del trauma
Reilly	<p>“Bursitis aguda usualmente resulta de un trauma directo o presión prolongada de la bursa” (Reilly, 2016, p. 158).</p> <p>“El trauma en el olécranon puede provocar una bursitis séptica o aséptica. Pacientes con bursitis séptica o aséptica reporta antecedente de trauma del codo afectado en el 33% y el 77% de las veces. Sin embargo a bursitis séptica siempre está precedida por algún tipo de trauma. Trauma menor o a veces microtrauma repetitivo es suficiente para permitir la invasión de la bursa por bacterias” (Reilly, 2016, p. 159).</p>

Baumbach	“Bursitis aséptica es una inflamación estéril que se desarrolla secundario a trauma agudo, ocupacional o recreacional, depósitos de cristales o enfermedades sistémicas...La mayoría de los casos de bursitis aséptica son postraumáticos o se debe al sobreuso, tanto en atletas (hockey sobre hielo, voleibol o lucha) como grupos de riesgo ocupacional (carpinteros, jardineros, otros” (Baumbach, 2014, p. 359-360).
Salzman	“La localización superficial de esta bursa la predispone tanto al macrotrauma directo como microtrauma acumulativo por movimientos repetitivos de flexión y extensión del codo. La mayoría de los casos de bursitis aséptica son resultado de un microtrauma acumulativo y es más común en ocupaciones que requieren frecuentemente utilizar el codo (“codo del minero”) y en deportes como natación, esquíes, gimnasia y levantamiento de peso” (Salzman, 1997, p. 1 803).

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Antes de explicar el mecanismo como se produce la bursitis olecraniana, se debe conocer que hay tres tipos los cuales explica Reilly (2016, p. 158) de la siguiente manera:

- 1) La aguda es el resultado de un trauma directo en el codo o por una presión prolongada en la bursa.
- 2) La bursitis crónica se desarrolla si hay múltiples episodios de bursitis aguda o si el paciente realiza en actividades laborales o recreacionales que requieren de una presión continua en la bursa. La crónica también puede ser debido a enfermedades sistémicas como depósitos de cristales en la gota o pseudogota y por artritis reumatoidea.
- 3) La bursitis séptica es secundaria a una inoculación directa de bacterias a la bursa por medio de una herida en la piel o de una celulitis cercana.

Indica Reilly (2016, p. 159), que hay dos causas principales de bursitis olecraniana, la presencia de enfermedades sistémicas preexistentes donde pueda desarrollarse la bursitis y la traumática, de estas la más común es el trauma directo en nivel de la cara posterior del

culo. El trauma olecraniano puede provocar una bursitis séptica o aséptica. Dice Reilly (2016, p. 159) que entre el 33% y el 77% de los pacientes con bursitis reportaron un trauma. Traumas menores o microtraumas repetitivos de flexoextensión del codo (llamado codo del minero), como lo indica Salzman (1997, p. 1 803), o de presión repetida o continua son suficientes para provocar la inflamación de la bursa, es frecuente verlo en trabajadores como plomeros, mineros, jardineros, mecánicos y atletas.

Según lo expuesto por los autores consultados, la bursitis olecraniana se debe a enfermedades sistémicas, depósitos de cristales y trauma. El trauma directo sobre la bursa del olécranon provoca la inflamación de la misma, también puede ser por presión prolongada de la bursa o por microtrauma repetitivo o sobreuso en actividades que se debe de realizar la flexión-extensión del codo de forma constante y mantenida.

Sobre la biomecánica de la bursitis olecraniana que reportan os médicos forenses encuestados se obtiene lo siguiente:

Tabla 28

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la bursitis olecraniana.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Se puede producir por trauma directo.
Médico 2	Movimientos repetitivos.
Médico 3	Flexión-extensión repetitiva de codo, nuevamente trauma crónico. No descarto la posibilidad de bursitis por trauma directo.
Médico 4	Traumatismos directos sobre la cara posterior del codo. Microtraumatismos repetitivos o por fricciones repetitivas, común en dibujantes.
Médico 5	Trauma directo en olécranon, o bien, de origen inflamatoria o infecciosa.
Médico 6	Trauma directo.
Médico 7	Codo de estudiante: Posición de los estudiantes al colocar codos

	sobre el pupitre = Trauma directo o microtraumas repetitivos.
Médico 8	Se puede producir por trauma directo.
Médico 9	Movimientos de extensión del codo de forma reiterativa.
Médico 10	Trauma directo o microtraumas repetitivos.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De las encuestas realizadas a los médicos especialistas en medicina legal, obtenemos que la mayoría de ellos coinciden en que la bursitis olecraniana se debe a trauma directo sobre esta bursa, y muchos también mencionaron como biomecánica a los movimientos repetitivos de flexión-extensión del codo, solamente uno hizo referencia a la presión mantenida sobre la bursa olecraniana. Ninguno de los médicos mencionó otros mecanismos de producción.

4.9 Biomecánica de la epicondilitis del codo

Algunos autores describen la biomecánica de la epicondilitis del codo de la siguiente manera:

Tabla 29

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la epicondilitis del codo.

Autor	Biomecánica del trauma
Gómez-Vélez	<p>“Se origina por el uso excesivo y repetitivo del codo, resultando en un micro desgarre y degeneración progresiva tendinosa debido a una respuesta reparativa inmadura” (Gómez-Vélez, 2012, p. 18).</p> <p>“Como factores de riesgo para epicondilitis lateral se han encontrado principalmente los factores de carga física (postura, movimientos repetitivos y fuerza)” (Gómez-Vélez, 2012, p. 18).</p> <p>“La epicondilitis lateral se asoció con posturas no neutras de las manos y los brazos, el uso de herramientas pesadas de mano y la carga física alta (determinada como una combinación de trabajo intenso, posturas no neutras de manos y brazos y la repetición)” (Gómez-Vélez, 2012, p. 19).</p>

Chaustre	“La epicondilitis lateral es con frecuencia el resultado de lesiones de tipo repetitivo o trauma directo, generalmente por contracciones repetidas de los músculos extensores del antebrazo principalmente del extensor carpo radial corto lo que produce una degeneración subsecuente con microdesgarros, procesos de reparación inadecuada y tendinosis” (Chaustre, 2011, p. 76).
Kotnis	“Contracciones repetidas del tendón del extensor carpo radial corto puede provocar microdesgarros, degeneración y tendinosis subsecuente. Tendinosis o ruptura del extensor carpo radial corto es una lesión esencial y consistente que se ve en la epicondilitis lateral” (Kotnis, 2012, p. 370).

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

La epicondilitis lateral es el resultado de lesiones de tipo repetitivo, generalmente por contracciones repetidas de los músculos extensores del antebrazo principalmente del ECRB lo que produce una degeneración con microdesgarros, procesos de reparación inadecuada y tendinosis. Chaustre (2011, pág. 76) indica que se ha descrito epicondilitis secundaria a un trauma directo. El tejido normal del tendón es invadido por fibroblastos inmaduros y brotes vasculares no funcionales con tejido adyacente desorganizado e hiper celular. Chaustre (2011, pág. 76) también indica que algunos estudios han encontrado que la superficie interna del tendón del extensor carpo-radial corto es microscópicamente avascular, además existen dos zonas hipovasculares: una en el epicóndilo lateral y otra, dos a tres cm distales a la inserción de los extensores, esta hipovascularidad las hace mucho más vulnerables a los microdesgarros secundarios al trauma repetitivo.

Con el paso del tiempo se forma tejido cicatricial que es más vulnerable a los traumas repetitivos y produce más desgarros. El ciclo de lesión y reparación inmadura ocasionan desgarros sustanciales con la consecuente alteración biomecánica y el empeoramiento de los síntomas (Chaustre, 2011, p. 76).

Dice Gómez-Vélez (2012, pág. 19) que existen diversos factores de riesgo de presentar epicondilitis tales como:

a) Factores de riesgo de carga física. Los factores de carga física comúnmente involucrados en las tendinopatías del codo son la repetición, la fuerza y la postura. La repetición incluye las actividades de trabajo en que participan la flexión y extensión, la pronación y supinación cíclica del codo y la extensión y flexión de la muñeca que genera las cargas a la región del codo y del antebrazo. La fuerza es la exposición a trabajo extenuante, con participación de los músculos extensores o flexores del antebrazo, lo que genera cargas al codo y al antebrazo. La postura del codo está dada por las actividades o profesiones que requieren adopción flexión y extensión, pronación y supinación del antebrazo ya sea individualmente o en combinación con la extensión y flexión de la muñeca. No se encontraron estudios que mostraran asociación entre el trabajo con pantallas de vídeo, el uso del ratón de la computadora y la epicondilitis. El manejo de herramientas con peso mayor de 1 kg, la manipulación de peso superior a 20 kg por lo menos 10 veces al día y los movimientos repetitivos por más de 2 horas al día se asociaron con epicondilitis lateral.

b) Factores de riesgo ocupacionales. Posturas en flexión y extensión de codo, pronación, supinación, extensión y flexión de muñeca combinada con el movimiento repetitivo en ciclos de trabajo y fuerza ejercida en trabajo dinámico en extensión y flexión del antebrazo.

De la revisión bibliográfica se obtiene que la biomecánica del trauma en la epicondilitis lateral del codo se debe al uso excesivo y repetitivo. Las contracciones repetidas de los músculos extensores del antebrazo, en especial del extensor carpo radial corto, el uso de herramientas pesadas de la mano y factores de carga física alta, como los son el trabajo intenso o las posiciones no neutras de la muñeca, provocan un microdesgarre en la inserción de los tendones en el epicóndilo lateral con la consecuente degeneración progresiva tendinosa y un proceso reparativo inadecuado. También se ha descrito por trauma directo sobre el epicóndilo lateral.

Sobre esta lesión del codo, se obtiene los siguientes resultados de la encuesta aplicada sobre la biomecánica de la epicondilitis.

Tabla 30

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la epicondilitis del codo.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Movimientos repetitivos del codo.
Médico 2	Movimientos repetitivos.
Médico 3	Extensión repetitiva de muñeca, trauma crónico. También me atrevo a decir que por trauma directo.
Médico 4	El mecanismo de producción son los movimientos repetitivos con extensión de la muñeca y supinación del antebrazo generando microrupturas de los músculos que se originan en el epicóndilo
Médico 5	Trauma directo del codo en cara lateral. Movimiento repetitivo de pronosupinación contra fuerza.
Médico 6	Movimiento repetitivo y trauma directo.
Médico 7	Codo de tenista: Movimientos repetitivos e hiperextensión del codo (Movimiento de revés). Trauma directo
Médico 8	Se produce por el uso excesivo, por ejemplo codo de tenista.
Médico 9	Movimiento del codo de una posición hacia adelante en flexión con pronación del antebrazo a una posición hacia atrás en extensión y supinación casi máximas con la mano a un nivel más bajo. Flexión dorsal brazo posición neutra de la muñeca, con flexión palmar máxima. Desviación cubital antebrazo en marcada supinación.
Médico 10	Movimientos repetitivos de los músculos del antebrazo o su uso inadecuado.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De lo respondido en la encuesta por los médicos forenses, la minoría (solamente cuatro) mencionaron como biomecánica del trauma para la epicondilitis lateral del codo los movimientos de la muñeca y de los músculos extensores del antebrazo, además solo cuatro mencionaron el trauma directo como posible causa. Muchos respondieron que se debe a movimientos repetitivos, pero no explicaron qué tipo de movimientos. Ninguno lo relacionó con el uso de herramientas de mano o con posiciones no neutras mantenidas de la muñeca. Varios mencionaron como posibles mecanismos los movimientos de flexión-extensión del codo, desviación cubital del antebrazo, hiperextensión del codo o muñeca en posición neutra con flexión del brazo, estos mecanismos quedan descartados ya que no se describen en la bibliografía consultada y no provocan la contracción de los músculos extensores del antebrazo con sus respectivos movimientos.

4.10 Biomecánica del trauma en la tenosinovitis de D'Quervain:

La información del cuadro a continuación es lo que exponen algunos autores sobre la biomecánica de la tenosinovitis de D'Quervaine.

Tabla 31

Relación entre autor y biomecánica del trauma de la tenosinovitis de D'Quervain.

Autor	Biomecánica del trauma
Serrano	<p>“Los movimientos repetitivos y de gran potencia del dedo pulgar pueden causar o agravar la tenosinovitis de Quervaine” (Serrano, 2004, p. 53).</p> <p>“Igualmente aumenta el riesgo de tenosinovitis estenosante los movimientos repetitivos de inclinación cubital y radial de muñeca, principalmente en aquellos trabajos que precisan asir un mango o mover reiteradamente el pulgar contra resistencia” (Serrano, 2004, p. 53).</p>
Rodríguez	<p>“Se produce al combinar agarres fuertes con giros o desviaciones cubitales y radiales <i>repetidas o forzadas</i> de la mano” (Rodríguez, 2010, p. 2).</p>
Solares	<p>“La causa más común son los movimientos repetitivos y por esta razón es</p>

más frecuente en trabajadoras que realizan tareas manuales repetitivas como pescar, jugar golf, tocar piano, cargar niños durante mucho tiempo, etc.” (Solares 2014, p. 12).

“La tendinopatía de D’Quervain es de origen mecánico por la irritación de las vainas tendinosas debido a su fricción dentro del canal osteofibroso. Suele ser por la ejecución de pinzas de fuerza entre el pulgar y el índice (como ocurre en las etiquetadoras de la industria textil), por la flexo-extensión de la articulación trapecio-metacarpiana (propio de las planchadoras industriales, en cuyas planchas el botón de vapor sólo puede ser accionado con el pulgar) o de la articulación radio-carpiana por maniobras repetitivas de la muñeca por desviación radialcubital, como ocurre con los carniceros o pintores”. (Solares, 2014, p. 12).

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Como explica Solares (2014, p. 12-13), la causa más común son los movimientos repetitivos. Se produce al combinar agarres fuertes con giros o desviaciones cubitales y radiales repetidas o forzadas de la mano. Dice además que es más frecuente en trabajadoras que realizan tareas manuales repetitivas como pescar, jugar golf, tocar piano, cargar niños durante mucho tiempo, etc. Menciona la misma autora que una fractura de la muñeca puede predisponer a un paciente a sufrir este tipo de tendinitis, debido al aumento de tensión a través de los tendones. El origen mecánico de la lesión es por la irritación de las vainas tendinosas debido a su fricción dentro del canal osteofibroso. También indica Solares (2014, pp. 12-13) que suele ser por la ejecución de pinzas de fuerza entre el pulgar y el índice (como ocurre en las etiquetadoras de la industria textil), por la flexo-extensión de la articulación trapecio-metacarpiana (propio de las planchadoras industriales, en cuyas planchas el botón de vapor sólo puede ser accionado con el pulgar) o de la articulación radio-carpiana por maniobras repetitivas de la muñeca por desviación radialcubital, como ocurre con los carniceros o pintores.

Menciona Solares (2014, p. 12) que existen dos mecanismos de producción, uno estático, por el empleo continuo de pinzas de fuerza entre el índice y el pulgar, aún con

poca o ninguna movilidad, como la maniobra de introducir bandejas en hornos eléctricos en las panaderías y otro dinámico por la repetida movilidad de la articulación trapecio-metacarpiana, con el uso de tijeras de podar, por ejemplo, o de la articulación radio-carpiana, como en la acción de martillar. Dice la autora (Solares, 2014, p. 13) que se contemplada en la legislación española como una enfermedad profesional en aquellas ocupaciones de fuerza o de movimientos repetitivos de la mano, conocidas como “enfermedades por fatiga de las vainas tendinosas, tejidos peritendinosos o inserciones musculares”.

Explica Rodríguez (2010, p. 5), hay condiciones laborales que son consideradas como riesgo ya que en estas se ejecutan tareas que requieren movimientos repetitivos de la muñeca asociados a fuerza y en desviación de la mano, como, por ejemplo: uso de alicates o tareas de aserrado. Tareas que requieren un agarre fuerte con giro repetido de muñeca. Tareas manuales repetitivas como hacer punto, trabajos como envasadores, lavanderas, tareas de montaje.

Como se puede observar luego de la revisión bibliográfica realizada, la tenosinovitis de D’Quervain, desde el punto de vista de la biomecánica, se produce secundariamente a movimientos repetitivos y de gran potencia del dedo pulgar (como mover repetidamente el pulgar contrarresistencia), movimientos repetitivos de inclinación cubital y radial de muñeca (como en carniceros y pintores), combinación de agarres fuertes con desviaciones cubitales y radiales de la muñeca de forma repetida y forzada, pinzas de fuerza entre el pulgar y el índice (como colocar etiquetas en la industria textil) y flexo-extensión repetida de la articulación trapecio-metacarpiana (como accionar el botón de vapor con el pulgar en las planchas industriales), todos estos movimientos producen irritación de las vainas tendinosas en el primer compartimento extensor de la muñeca debido a la fricción que se produce dentro del dicho canal.

En cuanto a las respuestas de los médicos forenses encuestados, se refleja o siguiente:

Tabla 32

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la tenosinovitis de D'Quervain.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Movimientos repetitivos de muñeca.
Médico 2	Movimientos repetitivos.
Médico 3	Movimientos crónicos a repetición de abducción + extensión del primer dedo de la mano. Otras cosas como vibración constante por periodo prolongados.
Médico 4	Movimientos repetitivos con el dedo pulgar. Movimientos que requieran presión forzada del dedo pulgar.
Médico 5	Movimientos de extensión y abducción del primer dedo debido a movimientos repetitivos aplicando la fuerza.
Médico 6	Movimientos repetitivos de mano.
Médico 7	Movimientos repetitivos de la mano o la muñeca. Lesión de muñeca con tejido fibrótico.
Médico 8	Producida por movimientos repetitivos del pulgar o la muñeca, también puede ser degenerativa.
Médico 9	Movimientos frecuentes y repetidos del pulgar o la muñeca de flexo extensión.
Médico 10	Movimientos repetitivos que incluyan al pulgar o microtraumatismos del pulgar o de la zona externa de la muñeca. Puede estar relacionado con enfermedades reumatológicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

Según lo encontrado en la encuesta aplicada, la mayoría de los médicos forenses indicaron que la biomecánica del trauma en la tenosinovitis de D'Quervain se debe a movimientos repetitivos del pulgar o de la muñeca. Solamente uno indicó que debía de existir también la aplicación de una fuerza en el primer dedo y algunos dijeron que era por movimientos repetitivos, sin explicar el tipo de movimiento. Ninguno de mencionó como posibilidad biomecánica los movimientos repetitivos de inclinación cubital y radial de

muñeca, los agarres fuertes o las pinzas de fuerza entre el pulgar y el índice. Se mencionó como posible mecanismo de producción la vibración constante por periodo prolongados, sin embargo este queda descartado ya que dicho mecanismo no produce la irritación de las vainas de los tendones que pasa por el primer compartimento extensor de la muñeca, característica indispensable para la producción de la lesión mencionada.

4.11 Biomecánica del trauma en el síndrome del túnel carpal:

Algunos autores explican la biomecánica del síndrome de túnel carpal de la siguiente manera:

Tabla 33

Relación entre autor y biomecánica del trauma del síndrome del túnel carpal.

Autor	Biomecánica del trauma
Uchiyama	<p>“Tradicionalmente, se ha creído que el síndrome de túnel carpal idiopático, es causado por una incompatibilidad entre el tamaño del nervio mediano y el contenido del túnel carpal” (Uchiyama, 2010, p. 2).</p> <p>“La cinemática de los tendones flexores y del nervio mediano dentro del túnel carpal es importante para comprender la patología del túnel carpal idiopático, esto porque el tendón flexor y el nervio mediano están muy próximas y uno puede afectar la cinemática y las propiedades mecánicas del otro” (Uchiyama, 2010, p. 2).</p> <p>“Durante el movimiento de los tendones flexores, estos rozan contra el ligamento transversal del carpo y además se mueven de arriba hacia abajo dentro del túnel carpal, por lo que apoya la posibilidad de que el desgaste y la degeneración del tendón y su vaina sinovial que lo rodea que aparece por las actividades diarias” (Uchiyama, 2010, p. 2).</p> <p>“La agresión a la sinovial y los tendones flexores debido al envejecimiento o el movimiento repetitivo y fuerte de la muñeca y los dedos podría conducir a la degeneración de la sinovial y los tendones, dando lugar a la ampliación del túnel carpiano desde el lado interno.</p>

	Así, el volumen de los contenidos del túnel carpiano aumenta, lo que lleva a la compresión del nervio mediano y, finalmente, el síndrome del túnel carpiano idiopático”. (Uchiyama, 2010, p. 3).
Ibrahim	<p>“Posturas prolongadas en los extremos de la flexión o extensión de la muñeca, uso repetido de los músculos flexores y exposición a vibración son los factores primarios que han sido reportados” (Ibrahim, 2012, 70-71).</p> <p>“Es una combinación de trauma mecánico, aumento de presión e isquemia del nervio mediano” (Ibrahim, 2012, 71).</p> <p>“Cambios dramáticos en la presión de fluido en el túnel carpal con las posiciones de la muñeca, por lo que los movimientos repetitivos han sido implicados como uno de los muchos factores de riesgo para síndrome de túnel carpal” (Ibrahim, 2012, 71).</p>
Silverstein	“El síndrome de túnel carpal relacionado con el trabajo ha sido asociado a esfuerzos importantes de la mano (pinza de fuerza o agarre de potencia) a menudo combinado con muchos movimientos repetitivos u vibración de mano y brazo” (Silverstein, 2010, p. 385).
Barcenilla	“Un meta-análisis de estudios de síndrome de túnel carpal relacionados con factores laborales, encontró que hay una fuerte relación el aumento de riesgo de presentar un síndrome de túnel carpal con el uso de herramientas vibratorias, esfuerzos en la mano, movimientos repetitivos y una combinación de esfuerzo y repeticiones en la mano, en cuando a las posiciones de la muñeca, sí hubo un aumento en el riesgo, pero no fue significativo. Sin embargo, todos estos hallazgos son consistentes con la hipótesis biomecánica que subyace a tal asociación potencial” (Barcenilla, 2012, pp. 256-257).

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Antes de hablar sobre la biomecánica del trauma en este síndrome, cabe destacar que indica Ibrahim (2012, p. 70-71) que el síndrome del túnel carpal es un síndrome idiopático. Indica Chen (2011, p. 14) que existen algunos factores de riesgo que han sido

asociados a esta patología. Los más significativos son los factores de riesgo ambientales, las posturas prolongadas en los extremos de la flexión o extensión de la muñeca, uso repetido de los músculos flexores y exposición a vibración, estos se reportan como factores primarios.

Según explica Uchiyama (2010, p. 2), se cree que la causa idiopática de síndrome de túnel carpal se debe a una incompatibilidad entre el tamaño del nervio mediano y el contenido del túnel carpiano lo que provoca un aumento de la presión dentro del túnel carpiano y alteraciones en el flujo sanguíneo al nervio mediano. Este autor dice que la compresión del nervio dentro del túnel carpiano puede inducir a congestión venosa y edema posterior; el edema epineural prolongado causa invasión de fibroblastos al tejido afectado con formación de tejido cicatrizante constrictivo alrededor del nervio mediano esta hace que la zona del nervio proximal al sitio de compresión se agranda debido al aumento de tejido conectivo endoneural.

Menciona Uchiyama (2010, p. 2) que existen factores biomecánicos en la génesis del síndrome de túnel carpal, el autor indica:

Factores biomecánicos:

En algunos estudios biomecánicos, se ha demostrado que la cinemática de los tendones flexores y del nervio mediano dentro del túnel carpal es importante para comprender la patología del túnel carpal idiopático, esto porque el tendón flexor y el nervio mediano están muy próximas y uno puede afectar la cinemática y las propiedades mecánicas del otro. Los tendones flexores que pasan por el túnel carpal están envueltos en una vaina sinovial que sirve para disminuir la fricción de los tendones y facilitar sus movimientos. Durante la movilidad de la muñeca tanto los tendones como el nervio mediano se mueven de forma independiente y simultánea en todas las direcciones anatómicas. Los distintos grados de disgregación de los tendones y el nervio mediano pueden resultar en deformidad y micro-daño del tejido sinovial y de nervio mediano es sí. El grado de cizallamiento del tejido conectivo subsinovial es mayor en pacientes con síndrome

de túnel carpal. Cuando se mueven los tendones flexores, rozan contra el ligamento transversal del carpo y además se mueven de arriba hacia abajo dentro del túnel carpal, esto apoya la posibilidad de que el desgaste, la degeneración del tendón y de su vaina sinovial aparezcan debido a las actividades diarias, desempeñando un papel importante en la génesis de la patología, sin embargo, no se sabe cuanta fuerza o fricción se necesita para provocar a degeneración tendinosa y sinovial.

En cuanto a los cambios morfológicos del tejido sinovial, Uchiyama (2010, pág. 2) menciona que solo el 10% de los tejidos sinoviales en síndrome del túnel carpal idiopático presentan cambios inflamatorios, pero sí presentan edema o fibrosis. Hay aumento en la densidad de fibroblastos, en el tamaño de las fibras colágenas y la proliferación vascular, además hay disminución del contenido elástico alrededor de la vaina sinovial, estos hallazgos son indicativos de degeneración crónica. Dice este autor que además de esto el edema y la fibrosis provocan isquemia del nervio, esencial para la génesis del síndrome del túnel del carpo. Aparte de esto también se produce una desmielinización del nervio mediano la cual es secundaria a las fuerzas mecánicas a las que es sometido el nervio, este comienza en el sitio de compresión y luego se extiende a todo el segmento nodal, causando un bloqueo en la transmisión nerviosa o neuropraxia.

Explica Uchiyama (2010, pág 3) que, sobre la base de estos hallazgos biomecánicos e histológicos, se ha especulado que la agresión a la sinovial y los tendones flexores debido al envejecimiento o el movimiento repetitivo y fuerte de la muñeca y de los dedos podrían conducir a la degeneración de la sinovial y los tendones, dando lugar a la ampliación del túnel carpiano desde el lado interno. Así, el volumen de los contenidos del túnel carpiano aumenta, lo que lleva a la compresión del nervio mediano y, finalmente, el síndrome del túnel carpiano idiopático.

Síndrome del túnel carpiano secundario

Hay otras causas que puede provocar aumento de la presión dentro del túnel carpal y provocar compresión del nervio mediano, estas pueden ser anomalías en los tendones flexores, en la sinovia o estructuras dentro del nervio mediano y por lesiones espacio-ocupantes, Uchiyama (2010, pp. 3-4) los explica de esta manera:

Diabetes: se atribuye la aparición del síndrome del túnel del carpo en la diabetes por la pérdida de las habilidades regenerativas en los nervios periféricos secundaria a la microangiopatía diabética, disfunción macrófaga, defunción en células de Schwann y otros.

Depósitos amiloides: la amiloidosis provoca síndrome de túnel del carpo por los depósitos amiloides en los nervios periféricos y dentro de la vaina sinovial de los tendones flexores en el túnel carpal.

Embarazo: el embarazo y el parto pueden provocar el desarrollo de desórdenes nerviosos periféricos como síndrome de túnel carpal, parálisis del nervio facial, radiculopatía lumbosacra, neuropatía femoral y otras. La patología del túnel del carpo es causado por edema asociado a retención de fluido sinovial en la vainas sinoviales de los tendones flexores con la consecuente compresión del nervio mediano.

Lesiones espacio-ocupantes y otras: estas aumentan la presión dentro del túnel carpal y provoca compresión del nervio mediano, estas pueden ser fracturas o luxaciones de la muñeca, lunatomalacia, gangliones, lipomas, quiste sinovial y otras.

Factores de riesgo asociados al síndrome de túnel carpal:

Dice Ibrahim (2012, p. 71) que los factores de riesgo mecánicos pueden ser divididos en cuatro categorías: 1) factores extrínsecos que aumenten el volumen dentro del túnel carpal; 2) factores intrínsecos en el nervio que aumente el volumen dentro del túnel; 3) factores extrínsecos que alteren el contorno del túnel; 4) factores neuropáticos.

Ibrahim (2012, p. 71) indica que los factores extrínsecos que pueden aumentar el volumen dentro del túnel carpal incluye condiciones que alteren el balance del fluido en el cuerpo, estos pueden ser el embarazo, menopausia, obesidad, fallo renal, hipotiroidismo, anticonceptivos orales e insuficiencia cardíaca congestiva. Los factores intrínsecos en el nervio que aumentan el volumen de ocupancia en el túnel incluye tumores y lesiones psuedo-tumorales. Factores extrínsecos que alteran el contorno del túnel pueden ser secuelas de fracturas de radio distal, directamente o por medio de artritis postraumática. Los factos neuropáticos con diabetes, alcoholismo, hipervitaminosis y déficit de vitaminas.

Silverstein (2010, pág. 385), dice que el síndrome de túnel carpal relacionado con el trabajo ha sido asociado a esfuerzos importantes de la mano (pinza de fuerza o agarre de potencia) a menudo combinado con muchos movimientos repetitivos u vibración de mano y brazo. También Barcenilla (2012, pág. 250), indica que algunas actividades laborales han sido asociadas al aumento de riesgo a presentar síndrome de túnel carpal en algunos estudios, pero no en todos estos y la asociación entre este síndrome y el trabajo se mantiene controversial.

Barcenilla (2012, 256-257), realizó un meta-análisis de estudios sobre el síndrome de túnel carpal relacionados con factores laborales, encontró que hay una fuerte relación el aumento de riesgo de presentar este trastorno con el uso de herramientas vibratorias, esfuerzos en la mano, movimientos repetitivos y una combinación de esfuerzo y repeticiones en la mano, en cuando a las posiciones de la muñeca, sí hubo un aumento en el riesgo, pero no fue significativo. Sin embargo, todos estos hallazgos coinciden con la hipótesis biomecánica de la génesis idiopática del síndrome del túnel del carpo antes

expuesta. Cuando se realizó este estudio, se exploraron una gran variedad de ambientes de trabajo y heterogeneidad en las funciones laborales, de estos estudios no se pudo identificar ninguna actividad ocupacional ni duración o cantidad de repeticiones que fueran concluyentes y directamente relacionable con el síndrome del túnel del carpo, por lo tanto, actualmente no es posible determinar qué actividad laboral, qué acción mecánica o combinación de estas se vinculan con este síndrome. No se abordó específicamente la relación entre el síndrome del túnel del carpo y el uso de computadora o teclado, que sigue siendo un tema polémico. Burt y cols. (2014, págs. 928-933), realizó otro estudio donde llegó a conclusiones similares a las expuestas por Barcenilla.

Como se puede observar al final de lo expuesto por los autores consultados, el síndrome de túnel carpal tiene un origen multifactorial. Como se expuso anteriormente, este síndrome es de origen idiopático y es causado por una incompatibilidad entre el tamaño del nervio mediano y el contenido del túnel carpal. Sin embargo hay factores del tipo mecánico que se relacionan con la génesis de dicha patología, entre estos se pueden mencionar los movimientos de los tendones flexores que, al ser accionados, rozan contra el ligamento transversal del carpo y además suben y bajan dentro del túnel, esto provoca un desgaste y la degeneración del tendón y de la vaina sinovial que lo rodea, esto puede aparecer en el curso de las actividades diarias de una persona, también se relaciona el envejecimiento o el movimiento repetitivo y/o fuerte de la muñeca y los dedos que pueden conducir a degeneración de la sinovial y de los tendones, todo esto conlleva a un aumento en el volumen del contenido del túnel carpal el cual provoca una compresión del nervio mediano con la consecuente isquemia y lesión del mismo. Se ha relacionado también en la producción de este síndrome las posturas prolongadas en los extremos de la flexión o extensión de la muñeca, el uso repetido de los músculos flexores, la exposición a vibración y las pinzas de fuerza o agarre de potencia. De forma secundaria este síndrome también puede suceder por diabetes, depósitos amiloideos, embarazo o cualquier lesión que altere la presión dentro del túnel carpal, como una fractura o luxación en la muñeca, lipomas y otros.

El cuadro que viene a continuación trae las respuestas de los médicos y la encuesta realizada:

Tabla 34

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en el síndrome del túnel carpal.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Trauma. Movimiento repetitivo de muñeca. Degenerativo.
Médico 2	Movimientos repetitivos.
Médico 3	Flexo-extensión repetitiva de la muñeca o trauma vibratorio.
Médico 4	Movimientos repetitivos de las muñecas, principalmente de flexo-extensión. Asociado a fracturas de los huesos del carpo que estrechan el túnel carpal.
Médico 5	Trauma directo de la mano asociado a cambio en el límite óseo del túnel del carpo, por ejemplo por fractura o luxación, además hay un factor de riesgo asociado por compresión o movimientos repetitivos de muñeca.
Médico 6	Movimientos repetitivos de muñeca.
Médico 7	Traumatismos o lesiones en la muñeca (esguinces – fracturas). Uso repetitivo de instrumentos que producen vibración en la mano. Movimientos repetitivos en la muñeca
Médico 8	Puede asociarse a varias causas como fracturas, inflamación de los tejidos que produzcan estrechez, mantener la muñeca flexionada durante períodos largos, movimientos repetitivos, se ha dicho que también se puede relacionar con la artritis.
Médico 9	Movimientos repetitivos de flexión y extensión y de vibración de la muñeca.
Médico 10	Multifactorial, puede estar relacionado con actividades repetitivas de la muñeca, pero valorar otras enfermedades de fondo y estados predisponentes como el sexo, menopausia, etc.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

Luego de la observación de las respuestas brindadas por los médicos forenses en la encuesta que se le aplicó, todos coinciden en que la biomecánica del síndrome del túnel carpal se debe a movimientos repetitivos de la muñeca, solamente uno mencionó la exposición a la vibración como posible mecanismo de trauma y otro sobre las posiciones mantenidas de la muñeca, además cinco mencionaron la relación del síndrome secundariamente producido por una fractura o luxación de la muñeca. No mencionaron el uso repetido de los músculos flexores y las pinzas de fuerza o agarre de potencia como posibles mecanismos ni aportaron otros que no se relacionaran con el síndrome estudiado.

4.12 Biomecánica del trauma en la fractura de escafoides

La biomecánica de la fractura de escafoides está descrita por algunos autores, los cuales se exponen en el cuadro a continuación.

Tabla 35

Relación entre autor y biomecánica del trauma en la fractura de escafoides.

Autor	Biomecánica del trauma
Fowler	<p>“El mecanismo más común es la caída con la mano extendida, pronada y en desviación radial, típicamente con la muñeca en más de 90° de dorsiflexión” (Fowler, 2015, p. 37).</p> <p>“Otro mecanismo incluye golpe directo o carga axial con la muñeca en flexo-extensión neutral” (Fowler, 2015, p. 37).</p>
Carpenter	<p>“Fracturas del escafoides a menudo ocurren durante una extensión forzosa de la muñeca más allá de los 95°, típicamente durante una caída con la mano en extensión” (Carpenter, 2014, p. 103).</p>
Adams	<p>“Fractura del escafoides a menudo ocurren como resultado de una caída con el brazo en extensión o una lesión por dorsiflexión forzada de la muñeca” (Adams, 2010, p. 97).</p>
Hoppenfeld	<p>“Las fracturas de escafoides ocurren durante una caída con la mano en hiperextensión con dorsiflexión y desviación radial de la muñeca. En extensión de la muñeca de 95° a 100°, el polo proximal del escafoides se mantiene fijo, mientras que el polo distal se mueve dorsalmente, provocando una fractura” (Hoppenfeld, 2004, p. 208).</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

El mecanismo de lesión típico en la fractura de escafoides es una caída con la muñeca en dorsiflexión de 95° a 100° y desviación radial, y la carga que se produce es fundamentalmente en la mitad radial de la palma de la mano, según Fowler (2015, pág 37), también indica que debe tener cierto grado de pronación, además de esto Fowler (2015, pág. 37) incluye como otros mecanismos de lesión un golpe directo o carga axial con la

muñeca en flexion-extensión neutra. Se piensa en esta lesión en personas con antecedentes de traumatismo con edema y dolor en la tabaquera anatómica, al hacer presión con el puño cerrado, en la pronación contrarresistencia y a la percusión sobre la cabeza del segundo y tercer metacarpianos a nivel del escafoides (Silberman, 2003, p. 379).

La complicación más frecuente es la pseudoartrosis y su causa principal es el diagnóstico incorrecto que conlleva a falta de tratamiento o a uno inadecuado. Esta pseudoartrosis puede evolucionar con el tiempo a alteraciones degenerativas en la muñeca y a colapso del carpo. Cuando se diagnostica esta complicación, es necesario realiza un tratamiento inmediato para evitar el progreso de la misma a una artrosis, este tratamiento siempre es quirúrgico. Otras complicaciones son la necrosis avascular del polo proximal y la fractura mal consolidada, esto puede llevar en dependencia del uso de la mano a desplazamientos, acortamiento óseo o alteraciones degenerativas (Silberman, 2003, p. 380; Firpo, 2010, p. 230).

Como puede verse en la revisión bibliográfica realizada, los autores indican que la biomecánica del trauma en la fractura del escafoides se debe a un trauma directo el cual se describe como una caída con la mano pronada y la muñeca en extensión, hiperextensión o dorsiflexión forzada y desviación radial de la misma, la extensión de la muñeca debe de ser más allá de os 90° para que se produzca la fractura del escafoides. También se menciona como otro mecanismo de trauma al golpe directo o carga en sentido axial con la muñeca en posición de flexo-extensión neutra.

Las respuestas dadas por los médicos forenses encuestados son las siguientes:

Tabla 36

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la fractura de escafoides.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Trauma directo.
Médico 2	Caída sobre una mano abierta, con el peso que recae sobre la palma

	de la mano.
Médico 3	Trauma directo en región palmar, muy común en caídas con apoyo en suelo con la mano.
Médico 4	El mecanismo más común en la caída con la mano en hiperextensión. Traumas directos de alto impacto sobre la mano.
Médico 5	Brazo de palanca entre huesos del antebrazo con los del carpo, provocando aumento de la fuerza de compresión del hueso escafoides, muy frecuentemente asociado a caída con la mano en extensión.
Médico 6	Trauma directo.
Médico 7	Traumas – Caída, apoyando mano contra el suelo en hiperextensión (todo el peso sobre la mano).
Médico 8	Se produce mediante una caída apoyándose con la mano en hiperextensión.
Médico 9	Movimientos de extensión, lateralización radial de la muñeca.
Médico 10	Caída apoyando la mano en el suelo en hiperextensión, es la causa más común.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

Según lo respondido por los médicos especialistas en medicina legal a la encuesta aplicada, la mayoría respondió que la biomecánica del trauma en la fractura del escafoides se debía a un trauma directo por caída con apoyo en la palma de la mano e hiperextensión de la muñeca, algunos dijeron que solamente era por trauma directo, si explicar el tipo de trauma y solamente uno mencionó la desviación radial de la muñeca como parte del mecanismo traumático. Ninguno mencionó como posibilidad de biomecánica el trauma directo o carga axial con la muñeca en posición neutra y uno dijo que se debía a movimientos de extensión y lateralización radial, sin decir si eran de forma repetida o por trauma agudo. No aportaron otros mecanismos de los ya mencionados.

4.13 Biomecánica de la lesión de Mallet

Dentro de la biomecánica de la lesión de Mallet, algunos autores indican:

Tabla 37

Relación entre autor y biomecánica del trauma en la lesión de Mallet.

Autor	Biomecánica del trauma
Smit	<p>“El dedo de Mallet es una lesión común y es frecuentemente el resultado de un trauma directo en la punta del dedo extendido (flexión forzada) o secundaria a una laceración la cara dorsal de la articulación interfalángica distal del dedo, resultando en una retracción del tendón extensor interfalángico distal” (Smit, 2010, p. 1624).</p>
Cheung	<p>“La causa de una deformidad en dedo de Mallet suele ser un golpe contundente en la punta del dedo causando una flexión súbita que resulta en una ruptura del tendón o una fractura de la falange distal. Este mecanismo se observa comúnmente en los atletas y a menudo se describe como “atascar el dedo”” (Cheung, 2012, p. 440).</p> <p>“Otra causa menos común de lesión del dedo de Mallet sería una lesión de hiperextensión con fractura del reborde dorsal de la falange distal” (Cheung, 2012, p. 440).</p>
McMurtry	<p>“El mecanismo de lesión es la flexión forzada de un dedo extendido que provoca la avulsión del tendón extensor terminal con o sin un trozo de hueso de la falange distal” (McMurtry, 2015, p. 168).</p>
Bloom	<p>“Típicamente, esta lesión es causada por la flexión forzada de la punta de un dedo extendido. El defecto resultante es una punta de dedo flexionada con una retracción del extensor. La fuerza necesaria para causar esta lesión oscila entre un trauma relativamente menor y otros más fuertes. Esto puede resultar en una lesión aislada de tejido blando o una avulsión ósea” (Bloom, 2013, p. 560e)</p>
Alla	<p>“Lesiones de Mallet abiertas son causadas por una laceración, aplastamiento o abrasión profunda. La hiperextensión de la articulación</p>

interfalángica distal puede causar que el dedo de Mallet sea secundario a una fractura del reborde dorsal, ya que la falange distal hiperextendida afecta la cabeza de la falange media” (Alla, 2014, p. 139).
--

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Dice Lin (2014, p. 1006) que el mecanismo de la lesión, por general se trata de un trauma trivial, como que se quede la yema del dedo capturada en la ropa o lesión por impacto de bola, se da por la flexión forzada y súbita de la articulación interfalángica distal de un dedo que se encuentre extendido lo que provoca la avulsión del tendón extensor terminal con o sin un trozo de hueso de la falange distal. Dice Smit (2010, p. 1624) que la lesión de Mallet también puede suceder secundaria a una herida en la cara dorsal de la articulación interfalángica distal que lacere el tendón extensor. Cheung (2012, p. 440) menciona un tercer mecanismo de lesión el cual es menos común y se debe a una hiperextensión con fractura del reborde dorsal de la falange distal del dedo.

La presencia de un edema dorsal a nivel de la articulación interfalángica distal típicamente significa una fractura concomitante en la inserción del tendón terminal, conocida como una fractura de Mallet (Lin, 2014, p. 1006).

Como podemos ver, luego de analizar lo expuesto por los autores, la lesión de Mallet, biomecánicamente, se puede producir por un trauma directo o contundente en la punta del dedo en extensión lo cual provoca una flexión forzada y súbita de la falange distal lo cual provoca una avulsión del tendón extensor en dicha falange, esta ruptura puede ser con o sin la fractura de un fragmento óseo del reborde dorsal de la base de la falange distal. Esta lesión también puede ser provocada por una laceración, herida, o aplastamiento en la cara dorsal de la falange distal del dedo que provoque la ruptura del tendón extensor. Otro mecanismo de lesión mencionado es la hiperextensión de la falange distal del dedo por un trauma contuso, esto causa que el borde dorsal de la base de la falange distal choque contra la cabeza de la falange media, se fractura el borde y se avulsiona junto con el tendón extensor.

Las respuestas otorgadas por los médicos forenses en la encuesta aplicada son las siguientes:

Tabla 38

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la lesión de Mallet.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Trauma directo.
Médico 2	Trauma en sobre la punta del dedo que cause un movimiento forzado de flexión y extensión del mismo.
Médico 3	Trauma distorsivo agudo o algún mecanismo inciso o contuso cortante que provoque solución de continuidad del tendón.
Médico 4	Traumas que producen heridas incisas, punzocortantes, contuso-cortantes sobre el tendón extensor del dedo sobre la falange distal. Aplastamiento del dedo. Traumas directos como golpes en la punta del dedo. Asociadas a fracturas de las falanges.
Médico 5	Proceso inflamatorio que se produce en alguna de las correderas del dedo debido a movimientos repetitivos, generalmente por compresión forzada y frecuente de la mano en posición de puño o secundario a trauma directo.
Médico 6	Trauma directo con hiperflexión.
Médico 7	Traumas – Caída, apoyando mano contra el suelo en hiperextensión (todo el peso sobre la mano).
Médico 8	Se produce por trauma directo sobre la punta dedo de la mano doblándolo.
Médico 9	Movimientos de flexión articular interfalángica distal.
Médico 10	No lo he escuchado.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De las encuestas aplicadas a los médicos forenses, podemos obtener que solamente cuatro médicos dicen que la lesión de Mallet se debe a un trauma directo en la punta del

dedo con flexión forzada consecuente, dos mencionaron que era posible debido a lesiones incisivas, aplastamiento u otros que provoquen la solución de continuidad del tendón y ninguno mencionó la posibilidad de hiperextensión como mecanismo lesivo. Algunos dijeron que se debía a trauma directo sin explicar qué tipo de trauma, otros que se debía a un trauma distorsivo, también mencionaron inflamación de las correderas debido a movimientos repetitivos o por compresión forzada con la mano en forma de puño y también una caída con apoyo de la mano en hiperextensión, estos mecanismos descritos se descartan ya que ninguno es capaz de provocar la ruptura y avulsión del tendón extensor en el dedo con o sin fractura de la falange distal asociada.

4.14 Biomecánica del trauma en la lesión de Boutonniere:

Según lo publicado por algunos autores, la biomecánica de la lesión de Boutonniere es la siguiente:

Tabla 39

Relación entre autor y biomecánica del trauma en la lesión de Boutonniere.

Autor	Biomecánica del trauma
Chauhan	“Los atletas suelen lesionarse con una hiperflexión forzada en la articulación interfalángica proximal: llamado un dedo "atascado". La ruptura de la banda central del tendón extensor también puede ocurrir con una laceración, lesión por aplastamiento, dislocación volar o fractura-luxación en la articulación interfalángica proximal” (Chauhan, 2014, p. 49)
Marino	“La lesión esencial que conduce a esta deformidad es la ruptura de la banda de deslizamiento central. El mecanismo de lesión es variable, pero implica un momento de flexión a la articulación interfalángica proximal. Esta lesión es mucho más rara que la lesión por hiperextensión de la articulación mencionada, que daña la placa volar, pero puede ocurrir, y el clínico necesita un alto índice de sospecha para esta lesión en particular. Puede ocurrir por hiperflexión en el atleta al

	golpear el suelo en una caída, atrapar un dedo en una máscara facial o jersey, y así sucesivamente. Una laceración en a banda central, causada por un espina u otro objeto afilado, también puede configurar la cascada de eventos en el Boutonniere” (Marino, 2012, p. 438).
McKeon	“Es el resultado de una ruptura de la banda central y del ligamento triangular en el dorso del dedo. Mecanismos comunes de lesión incluyen trauma romo, una laceración abierta, o una dislocación volar de la articulación interfalángica proximal” (McKeon, 2015, p. 326)

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica.

Los mecanismos de producción comunes para la lesión de Boutonniere son la flexión forzada de la articulación interfalángica proximal, un trauma directo en la cara dorsal de la articulación ya indicada, una herida abierta en esta articulación o una luxación anterior de la articulación interfalángica proximal. Cuando ocurre la ruptura de la banda central del tendón extensor y también del ligamento triangular va a permitir que las bandas laterales se subluxen en sentido anterior provocando la flexión de la interfalángica proximal que se observa. Posteriormente se va a desarrollan un prolongamiento de la extensión en la interfalángica proximal que sin tratamiento se vuelve fija, por lo que las bandas laterales permanecen en subluxación anterior de forma permanente. La ruptura de la banda central y del ligamento triangular también permiten que las bandas laterales migren proximalmente, esto porque pierde efecto de amarre que ejerce la banda central, esta migración proximal de las bandas laterales se debe también a la tracción de los músculos lumbricales e interóseo. Esto conduce a un aumento de la tensión en el tendón terminal y la hiperextensión en la articulación interfalángica distal. Se debe de hacer una diferenciación entre la deformidad de Boutonniere verdadera y el pseudoboutonniere, esta última se debe a una hiperextensión de la interfalángica proximal que conduce a una contractura en flexión de la interfalángica distal, la diferencia está en el la banda central y el ligamento triangular está intactos manteniendo la movilidad total de la interfalángica distal. La contractura en flexión es causada en este caso por la cicatrización de la placa volar y la cápsula articular en lugar de por un desarreglo del mecanismo extensor (McKeon, 2015, pp. 625-626; Marino, 2012, pp. 437-438; El-Sallakh, 2012, pp. 359-360).

De acuerdo a lo visto en la revisión bibliográfica, los autores indican que la lesión de Boutonniere se produce por un trauma directo y contuso que provoque la hiperflexión forzada de la articulación interfalángica proximal, como una caída con el dedo en esta posición, este movimiento provoca la ruptura de la banda de deslizamiento central del tendón extensor, se indica además que la ruptura de esta banda también puede suceder por una laceración, herida, aplastamiento, luxación volar o fractura luxación de la articulación interfalángica proximal.

Para concluir, en el cuadro a continuación se expondrá lo respondido por los médicos forenses en la encuesta realizada a los mismo:

Tabla 40

Tabla que muestra el criterio del médico especialista en medicina legal con respecto a la biomecánica del trauma en la lesión de Boutonniere.

Médico Forense	Biomecánica del trauma
Médico 1	Artritis.
Médico 2	Cortes profundos, luxaciones o fracturas.
Médico 3	Daño crónico por debilidad y atrofia tendinosa, normalmente asociado a patologías de tipo reumatoideas. No media trauma
Médico 4	Traumas que producen heridas incisivas, punzocortantes, contuso-cortantes sobre el tendón extensor del dedo sobre la falange media. Aplastamiento del dedo. Asociadas a fracturas o a luxación de la articulación interfalángica proximal.
Médico 5	Trauma directo que puede producir fractura y con esto asociarse la lesión tendinosa que produce la extensión de la articulación interfalángica distal y flexión de la proximal, en ocasiones se asocia a enfermedades inflamatorias.
Médico 6	Trauma directo o enfermedad crónica degenerativa.
Médico 7	Fractura de la falange media de los dedos o articulación interfalángica proximal. Afección tendinosa (cortes profundos).

Médico 8	Trauma con el dedo doblado y trauma cortante.
Médico 9	Movimientos de flexión de la articulación interfalángica proximal con extensión de la articulación interfalángica distal.
Médico 10	Se da porque el tendón en la parte superior del dedo se desgarró o se separa de los otros tendones. Esto provoca un desgarro que se asemeja a un ojal.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a Médicos Forenses.

De lo mencionado por los médicos especialistas en medicina legal en la encuesta que se les practicó, se obtiene que sobre la biomecánica del trauma en la lesión de Boutonniere, tres dijeron que se debía a lesiones tipo incisivas, contusocortantes, aplastamiento, luxaciones o fracturas en dedo, solo uno dijo que es en la falange media y otro que involucraba la articulación interfalángica proximal, si mencionaron que había afección del tendón extensor, pero no que esta se debía a una ruptura de la banda central de deslizamiento del dedo. También indicaron el trauma directo sin explicar el tipo de trauma y ninguno mencionó la flexión forzada de la interfalángica proximal secundaria a un trauma contuso. Luego de esto mencionaron esta lesión se debía a artritis, daño crónico por debilidad o por atrofia tendinosa, enfermedades reumatoideas, enfermedad crónica degenerativa y que no había un trauma de por medio, pero esto se descarta ya que ninguno causa la ruptura de la banda de deslizamiento central necesaria para que se produzca la lesión de Boutonniere.

Se realizó una entrevista al Licenciado Jose Luis Peraza Álvarez, ingeniero mecánico y perito de la Sección de Ingeniería Forense del Departamento de Ciencias Forenses del Organismo de Investigación Judicial, él aclara que, por lo general, las pericias que realizan en este departamento son respecto a accidentes de tránsito, no obstante, existe el antecedente que se realizó un peritaje sobre un accidente laboral del que les consultaron. En esta entrevista nos explica que, desde el punto de vista de la mecánica, el cuerpo humano al presentar tantas articulaciones y tener gran movilidad, no se comporta como un proyectil puro, por lo que no es tan fácil predecir qué parábola dibujará, ni tampoco cómo se proyectará vectorialmente, caso contrario a un cuerpo rígido como una bola de billar,

donde al golpearla estos aspectos son fáciles de predecir. Utiliza como ejemplo un atropello, donde un vehículo impacta con fuerza un cuerpo y este sale lanzado hacia el frente, suponiendo que se tratara de un campo abierto, la misma movilidad del organismo hace que se cree una resistencia con el aire distinta a la que hace un objeto rígido, por lo que no se puede calcular dónde caerá de igual manera, además se debe de tomar en cuenta el área donde impactó el vehículo, ya que si lo hace en el tronco se comporta de forma distinta si el impacto se dio en una miembro inferior, donde la mayor movilidad de este también alteraría la predicción de la distancia que pudiera recorrer. Explica que el cuerpo humano es capaz de soportar ciertas fuerzas que se apliquen sobre él por la elasticidad que tienen los tejidos, sin embargo, esta elasticidad tiene un punto de inflexión, donde ya no puede deformarse más y se rompe, como en el caso del hueso, donde el mismo, luego de pasar el punto de resistencia elástica, se fractura al aplicársele una fuerza. Menciona también que, aplicando la biomecánica en el miembro superior, sobre este siempre se aplican dos fuerzas y que para que se produzca una lesión, debe haber un desbalance entre dichas fuerzas, ejemplifica el caso del hombro, dice que esta articulación se moviliza por los ejes X-Y y X-Z y que una desbalance en las fuerzas que se aplican en él, pueden provocar un momentum donde el miembro superior sea levado más allá del límite de movilidad del hombro y provoque que este se luxa. Se concluye de esta entrevista que es importante tomar en cuenta de que el cuerpo humano es elástico y que las fuerzas que se ejercen sobre él actúan de forma distinta a un elemento rígido, incluso entre dos humanos con diferentes características corporales, una misma fuerza o energía, puede actuar de manera distinta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

1. Una vez analizada la bibliografía y los criterios obtenidos de los médicos especialistas en medicina legal consultados se obtuvieron fórmulas que describen la biomecánica del trauma para las lesiones estudiadas, es necesario aclarar que el cuerpo humano se comporta como un elemento elástico, no rígido, por lo que no existe una forma de medir la fuerza exacta necesaria para producir una lesión; por otro lado, esta fuerza tiene que ser de una magnitud necesaria para provocar el daño, toda vez que dicha fuerza va a actuar sobre un organismo vivo que tiene características de fortaleza física, equilibrio, capacidad en los arcos de movilidad y estado de salud de los tejidos determinada y que además es única por lo que debe ser analizada en el contexto del sujeto. Estas fórmulas son:

a) Luxación anterior del hombro: energía mecánica por medio de una fuerza externa que actúa por mecanismo contusivo directo en algún sitio de la extremidad superior y que produce en el hombro un movimiento de abducción y de rotación externa, esto provoca que el ligamento glenohumeral inferior ceda y el hombro se luxa. Una rotación externa violenta también da el mismo resultado.

b) Luxación posterior del hombro: energía mecánica por trauma contusivo o trauma de alta energía que provocan un movimiento de aducción, flexión y rotación interna del hombro, esto causa el deslizamiento de la cabeza humeral en sentido superior y posterior en el sitio en que los ligamentos son más laxos. El trauma directo en la cara anterior del hombro también puede desplazar la cabeza humeral en sentido posterior y luxar el hombro. En las convulsiones o la electrocución se dan contracturas musculares que pueden provocar los movimientos descritos anteriormente.

c) Lesión tipo SLAP (Superior Labrum Anterior to Posterior): esta tiene varios mecanismos de producción, todos por energía mecánica, por un lado los microtraumas por movimientos repetitivos del hombro con el brazo por arriba de la cabeza; movimiento repentino, brusco y de alta energía con el hombro en posición de abducción y rotación externa (lanzadores de béisbol) con contracción súbita y potente del bíceps braquial; trauma

directo cuando el sujeto se cae con el miembro superior extendido, abducido y rotado externamente; tracción repentina o súbita del miembro superior en sentido inferior (deslizamiento de un objeto pesado que vence la capacidad de sugestión de la persona) o en sentido anterior (al tomar riendas de un esquí acuático), todos estos provocan que el tendón del bíceps se desprege del labrum superior.

d) Lesión de Bankart: energía mecánica ejercida por una fuerza externa ejercida con el hombro en posición de abducción y rotación externa, es secundaria a una luxación anterior traumática del hombro, este movimiento provoca que la cabeza humeral choque contra la fosa glenoidea provocando la fractura de esta.

e) Lesión de Hill-Sachs: energía mecánica de tipo contusivo que provoca la abducción y rotación externa del hombro causando la luxación anterior del hombro, esto provoca que la cabeza humeral se desplace hacia adelante y su parte posterosuperior choca contra el reborde anterior del glenoides dando como resultado una fractura deprimida por compresión de la cabeza humeral. En la luxación posterior del hombro puede aparecer una lesión de Hill-Sachs invertida que es el mismo defecto óseo, pero en la parte anterosuperior de la cabeza humeral.

f) Ruptura del manguito rotador: de origen multifactorial, combinación de factores intrínsecos del tendón (hipovascularidad, envejecimiento) factores extrínsecos (pinzamiento subacromial) y factores traumáticos (energía mecánica con trauma agudo violento o por microtrauma repetitivo). Se relaciona con movimientos repetitivos del hombro cuando el brazo se lleva por arriba de la cabeza, esto da el pinzamiento del tendón, microtrauma y un ciclo de lesión/reparación que se vuelve ineficiente con la posterior ruptura de alguno o varios de los tendones del manguito rotador. Como trauma agudo violento está la tracción del miembro superior (levantar objetos pesados), esto se relaciona con pacientes jóvenes y puede ser único sin mediar desgaste crónico.

g) Bursitis del hombro: es multifactorial, se relaciona con la energía mecánica por sobre uso o a movimientos repetitivos del hombro al llevar el brazo por arriba de la cabeza,

esto disminuye el espacio subacromial y el acromion choca contra la bursa y el tendón del manguito rotador, esto inflama la bursa. También puede ser por enfermedades autoinmunes o depósitos de cristales. Se describe también un trauma agudo indirecto con una caída con el brazo en posición de flexión y abducción

h) Bursitis olecraneana: se relaciona a enfermedades sistémicas, depósitos de cristales y energía mecánica que actúa por medio de un trauma. En cuanto a su origen traumático se da por trauma directo sobre la bursa del olécranon, por presión prolongada de la bursa, microtrauma repetitivo o sobreuso al realizar la flexión-extensión del codo de forma constante y mantenida, todo esto da inflamación de la bursa.

i) Epicondilitis del codo: actúa la energía mecánica, esto por medio del uso excesivo y repetitivo al realizar contracciones repetidas de los músculos extensores del antebrazo (movimientos de flexoextensión de la muñeca y de pronosupinación), especialmente del extensor carpo radial corto, por el uso de herramientas pesadas de la mano y por posiciones mantenidas no neutras de la muñeca, todo esto provoca microdesgarros de los tendones en el epicóndilo, proceso reparativo inadecuado y degeneración. También se ha descrito por trauma directo sobre el epicóndilo lateral.

j) Tenosinovitis de D'Quervain: su biomecánica está relacionada a la energía mecánica a través de movimientos repetitivos y potentes del dedo pulgar (flexión-extensión, abducción-aducción), movimientos repetitivos de desviación cubital y radial de la muñeca, combinación de agarres fuertes con desviaciones cubitales y radiales de la muñeca de forma repetida y forzada, pinzas de fuerza entre el pulgar y el índice y flexo-extensión repetida de la articulación trapecio-metacarpiana (accionar un botón).

k) Síndrome de túnel carpal: es de origen multifactorial, actúa la energía mecánica relacionada con movimientos repetitivos y fuertes de la muñeca (flexión-extensión) y los dedos (flexión-extensión) los cuales producen el roce de los tendones flexores con el túnel del carpo, posturas prolongadas en los extremos de flexión o extensión de la muñeca, uso repetitivo de músculos flexores, exposición a vibración y pinzas de fuerza o agarre, todo

esto causa desgaste y degeneración de tendones y vainas sinoviales, con aumento del volumen dentro del túnel con sus consecuencias descritas. Se relaciona también con fracturas o luxaciones de muñeca y otras que aumenten el volumen del túnel carpal.

l) Fractura del escafoides: energía mecánica que actúa por trauma directo por caída con la mano pronada y la muñeca en extensión, hiperextensión o dorsiflexión forzada y desviación radial de la misma, la extensión de la muñeca debe de ser más allá de los 90°, cuando la muñeca se flexión de 95° a 100° el polo superior se mantiene fijo y el polo distal se mueve dorsalmente por lo que se produce la fractura en este movimiento. Se menciona también el golpe directo o carga en sentido axial con la muñeca en posición de flexo-extensión neutra, en este caso la fractura se da por un efecto compresivo.

m) Lesión de Mallet: energía mecánica a través de trauma directo o contundente en el borde distal del dedo en extensión que provoca una flexión forzada y súbita de la falange distal con la consecuente avulsión del tendón extensor en dicha falange, con o sin la fractura de la falange distal. También puede ser por laceración, herida, o aplastamiento en la cara dorsal de la falange distal del dedo que rompa el tendón extensor. Además, se menciona la hiperextensión de la falange distal por trauma contuso, pero en este se da el choque entre las falanges distal y proximal, fracturándose la distal.

n) Lesión de Boutonniere: energía mecánica de tipo trauma directo y contusivo que provoque hiperflexión forzada de la articulación interfalángica proximal, esto provoca ruptura de banda de deslizamiento central del tendón extensor. También, puede suceder por laceración, herida, aplastamiento, luxación volar (en sentido palmar) o fractura luxación de la articulación interfalángica proximal que rompa la banda ya descrita.

2. El médico especialista en medicina legal, al momento de realizar una peritación médico legal de un accidente donde se produjo una lesión del miembro superior, debe analizar de forma detallada cuál fue el mecanismo por el cuál dicha lesión se produjo, esto lo puede hacer a través de un análisis de la biomecánica del trauma que pudo provocar dicho daño al organismo, por esto el médico forense no puede obviar preguntar a la persona

evaluados aspectos importantes de la biomecánica como lo son la posición en la que estaba al momento de presentar el accidente, si fue por una caída o una precipitación de qué forma y cómo estaba el miembro superior cuando recibió el impacto, desde qué altura precipitó, qué tipos de movimientos realiza durante su trabajo, cuántas veces al día realiza estos movimientos, si levanta cargas saber cuánto peso levanta, con cuánta frecuencia lo hace y así, entre otros aspectos, poder demostrar de forma objetiva cómo actúan las fuerzas y los movimientos en el miembro superior para poder decir si la lesión que tiene el evaluado se corresponde o puede ser causada por el trauma que recibió. Por tanto, la labor pericial médico legal exige como punto primordial del cual derive el resto de las apreciaciones médico legales, la determinación de la relación de causalidad utilizando, por ejemplo, los criterios de causalidad de Simonin.

Para poder concatenar el trauma con el daño se hace imprescindible la determinación del mecanismo de trauma y dentro de este la biomecánica del trauma. La biomecánica del trauma es básica para poder entender cómo actúan todas estas energías para modificar las estructuras del cuerpo lesionándolas, siempre tomando en cuenta que el organismo humano, desde el punto de vista de la mecánica, se comporta como un cuerpo elástico y sus estructuras interactúan de forma distintas ante un mismo tipo de energía, tanto dentro de un mismo individuo, como en diferentes sujetos tomando en cuenta siempre, al momento de realizar la valoración, su edad, género, raza, índice de masa corporal, masa muscular, trabajo que realiza y profesión u ocupación, antecedentes patológicos personales, factores de riesgo ambientales a los que está expuesto y estado clínico actual, además es importante saber y tomar en cuenta que incluso entre personas de un mismo grupo etario, racial o genérico, las fuerzas externas tienen su efecto de manera distinta.

Se encuestó a varios médicos forenses para determinar si existía un consenso en la biomecánica del trauma, muchos coincidieron en las respuestas otorgadas, pero también se observó que de los diferentes médicos forenses encuestados, en cuanto a la biomecánica del trauma por medio de la cual se produce una lesión, se encontraron algunas diferencias o discrepancias entre los mecanismos estudiados en las diferentes bibliografías consultadas y

lo respondido por los especialistas en la encuesta aplicada. Como ejemplo a lo antes descrito, tenemos que en la luxación anterior del hombro, indicaron mecanismos como trauma directo en la cara posterior del hombro o el trauma indirecto en rotación interna; en la lesión tipo SLAP mencionaron los giros del hombro, la extensión del hombro y la inestabilidad glenohumeral; en la lesión de Bankart la elongación y rotación del hombro; en la ruptura del manguito rotador dijeron como mecanismos la luxación del hombro, el trauma distorsivo, el trauma directo del hombro o la caída con el brazo en extensión y abducción; en la epicondilitis lateral movimientos de flexión-extensión del codo, desviación cubital del antebrazo, hiperextensión del codo o muñeca en posición neutra con flexión del brazo; en la tenosinovitis de D'Quervain la vibración constante, estos mecanismos se descartan debido a que no se describieron en los escritos revisados en el presente trabajo final de graduación.

De esta forma se hace patente la importancia que tiene para la valoración médico legal tener un conocimiento unificado y correcto de la biomecánica del trauma en las lesiones del miembro superior para así poder establecer la relación de causalidad de forma adecuada, sin dejar la menor duda, labor primordial y básica del médico especialista en medicina legal.

3. El estudio de la biomecánica puede aplicarse en el campo de la medicina legal y dentro de esta en la medicina legal laboral, en todos aquellos casos que se necesite realizar un estudio sobre, por ejemplo, un accidente laboral, donde un trauma o golpe pudo o no producir cierto tipo de lesión en el área donde lo recibió o si este trauma provocó un movimiento que haya dañado el organismo, o bien un estudio sobre una enfermedad laboral, donde los movimientos que realiza el individuo en su puesto laboral o actividades que debe efectuar como parte de sus funciones laborales sean capaces de provocar la aparición de una lesión y que esta sea concordante con el tipo de movimiento o actividad que realiza, todo esto con el fin de cumplir adecuadamente, una de las principales funciones del médico forense que es el establecer una relación de causalidad.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

1. Poner en conocimiento la biomecánica del trauma y que se hagan revisiones periódicas a cerca de nuevas bibliografías que den luz y orienten al médico forense a nuevas perspectivas de la biomecánica del trauma sobre las diferentes lesiones del miembro superior, así como de otras regiones anatómicas como la columna vertebral y el miembro inferior, esto para que el médico forense se encuentre actualizado sobre las diferentes formas en que se produce alguna lesión de las que se mencionaron en el miembro superior y así, poder establecer el nexo de causalidad, acto primordial en la valoración médico-legal, adecuadamente sin que quede la menor duda

2. Estimular a los médicos para que mejoren la redacción, el entendimiento y conducción del interrogatorio a la persona que se valora, para determinar de manera adecuada la biomecánica del trauma sobre la lesión que presenta al momento de ser valorado, conocer bien la dinámica como trabaja la persona lesionada, cuál es su entorno laboral, cuál es su función laboral, qué tipos de actividades realiza con el miembro superior, utiliza alguna herramienta, levanta algún peso y si lo hace cuál es el promedio de este, cuantas veces al día realiza una actividad y un sinnúmero de factores laborales y ambientales que puedan orientar al médico forense al correcto diagnóstico de las lesiones del miembro superior de origen laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- Aaron, D. (2011). Four common types of bursitis: Diagnosis and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 19 (6), 356-367.
- Abdelhady, M. (2010). Neglected anterior shoulder dislocation: open remplissage of the Hill-Sachs lesion with the infraespinatus tendon. *Acta Orthopaedica Belgica*, 76 (2), 162-165.
- Abouali, J. (2013). Revision arthroscopic Bankart repair. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 29 (9), 1572-1578.
- Adams, J. (2010). Acute scaphoid fractures. *Hand Clinics Journal of The Department of Orthopaedic Surgery, Mayo Clinic*, 26 (1), 97-103.
- Albacete, C. (2011). Terapia manual en la epicondilitis: una revisión sistemática de ensayos clínicos. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 14 (1), 20-24.
- Aldebeyan, S. (2016). Traumatic posterior shoulder dislocation with a large engaging Hill-Sachs lesión: splinting technique. *American Journal of Emergency Medicina*, 34 (1), 682.e1-682.e3.
- Alfonso, C. (2010). Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 31 (3), 243-252.
- Alkaduhimi, H. (2016). A systematic and technical guide on how to reduce a shoulder dislocation. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 16 (1), 155-168.
- Alla, S. (2014). Current concept: Mallet finger. *Hand (New York) Publication of the American Association for Hand Surgery*, 9 (2), 138-144.

- Alshryda, S. (2012). Acute fractures of the scaphoid bone: Systematic review and meta-analysis. *The Surgeon, Journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*, 10 (4), 218-229.
- Ambrosio, J. (2011). Multibody biomechanical models of the upper limb. *Procedia IUTAM (International Union of Theoretical and Applied Mechanics) Journal*, 2 (1), 4-17.
- Archetti, N. (2012). Treatment of Bankart lesions in traumatic anterior instability of the shoulder: A randomized controlled trial comparing arthroscopy and open techniques. *Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 28 (7), 900-908.
- Arciero, R. (2015). The effect of a combined glenoid and Hill-Sachs defect on glenohumeral stability. *The American Journal of Sports Medicine*, 43 (6), 1422-1429.
- Argintar, E. (2014). The biomechanical effect of shoulder remplissage combined with Bankart repair for the treatment of engaging Hill-Sachs lesions. *Journal of Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24 (2), 585-592.
- Arichakaran, A. (2017). A systematic review and meta-analysis of diagnostic test of MRA versus MRI for detection superior labrum anterior to posterior lesions type II-VII. *Skeletal Radiology Journal of the International Skeletal Society A Journal of Radiology, Pathology and Orthopedics*, 46 (1), 149-160.
- Awerbuch, M. (2008). The clinical utility of ultrasonography for rotator cuff disease, shoulder impingement syndrome and subacromial bursitis. *The Medical Journal of Australia*, 188 (1), 50-53.
- Aydin, N. (2014). Superior labrum anterior to posterior lesions of the shoulder: Diagnosis and arthroscopic management. *World Journal of Orthopedics*, 5 (3), 344-350.

- Baumbach, S. (2014). Prepatellar and olecranon bursitis: literatura review and development of a treatment algorithm. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 134 (3), 359-370.
- Barcenilla, A. (2012). Carpal tunnel syndrome and its relationship to occupation: a meta-analysis. *Rheumatology (Oxford, England)*, 51 (2), 250-561.
- Beltrán, J. (2007). Resonancia magnética de la inestabilidad glenohumeral: nuevos conceptos. *Revista Radiología*, 49 (2), 63-81.
- Benhamida, M. (2015). Locked posterior dislocation of the shoulder: A report of three cases. *Chirurgie de la Main Elsevier Masson France*, 34 (1), 98-101.
- Bloom, J (2013). Current Concepts in the Evaluation and Treatment of Mallet Finger Injury. *Plastic an Reconstructive Surgery Journal*, 132 (4), 560e-566e.
- Brydie, A. (2003). Early MRI in the management of clinical scaphoid fracture. *The British Journal of Radiology*, 76 (905), 296-300.
- Brookham, R. (2010). Upper limb posture and submaximal hand tasks influence shoulder muscle activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40 (3), 337-344.
- Burt, S. (2011). Workplace and individual risk factors for carpal tunnel síndrome. *Occupational and Environmental Medicine*, 68 (12), 928-933.
- Burt, S. (2013). A prospective study of carpal tunnel syndrome: workplace and individual risk factors. *Occupational and Environmental Medicine*, 70 (8), 568-574.
- Carpenter, C. (2014). Adult scaphoid fracture. *Academic Emergency Medicine Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 21 (2), 102-121.

- Carreño, F. (2016). Diagnóstico de la rotura del manguito de los rotadores (pruebas clínicas e imagenología). Revisión de conceptos actuales. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 30 (S1), 13-25.
- Cicak, N. (2004). Aspects of concurrent management. Posterior dislocation of the shoulder. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 86-B (3), 324-332.
- Cooper, A. (2013). Rotator cuff tears. Surgery. *Oxford International Edition*, 31 (4), 168-114.
- Costa Rica. Leyes y Decretos. (2004). *Código de Trabajo*. San José, C.R.: Publicaciones Jurídicas.
- Clavert, P. (2015). Glenoid labrum pathology. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research Elsevier*, 101 (1), 519-524.
- Cutts, S. (2009). Anterior shoulder dislocation. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 91 (1), 2-7.
- Chang, D. (2008). SLAP lesiones: Anatomy, clinical presentation, MR imaging diagnosis and characterization. *European Journal of Radiology*, 68 (1), 72-87.
- Chauhan, A. (2014). Extensor Tendon Injuries in Athletes. *Sports Medicine and Arthroscopy review*, 22 (1), 45-55.
- Chaustre, D. (2011). Epicondilitis lateral: conceptos de actualidad. Revisión de tema. *Revista Médica Universidad Militar Nueva Granada*, 19 (1), 74-81.
- Chen, C. (2012). Unusual causes of carpal tunnel syndrome: space occupying lesions. *The Journal of Hand Surgery, European Volume*, 37 (1), 14-19.

- Cheung, J. (2012). Review on Mallet finger treatment. *Hand Surgery: an International Journal to Han an Upper Lim SURgery an Related Reserach: Journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*, 17 (3), 439-447.
- Choi, S. (2011). D'Quervain disease: US identification od anatomic variations in the first extensor compartment with an emphasis on subcompartmentalization. *Radiology, Journal of The Radiological Society of North America*, 260 (2), 480-486.
- Del Buono, A. (2012). Diagnosis and management of olecranon bursitis. *The Surgeon Journal*, 10 (5), 297-300.
- Delgado, S. (2011). *Biomecánica en Medicina Laboral*. España: ADEMÁS.
- Delgado, S. (2011). *Biomecánica en la Valoración Médico Legal de las Lesiones*. España: ADEMÁS.
- Delgado, S. (2011). La valoración médico legal de las lesiones. Aportación de la biomecánica. *Revista de la Asociación Española de Abogados Especializados en Responsabilidad Civil y Seguro*, 37 (1), 41-52.
- Devan, D. (2014). A novel way of treating mallet finger injuries. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 27 (4), 325-328.
- Dodson, C. (2008). Anterior Glenohumeral Joint Dislocation. *Orthopedics Clinics of North América, Elsevier Saunders*, 39 (1), 507-518.
- Drake, R. (2005). *Gray: Anatomía para estudiantes*. Madrid, España: Elsevier.
- Dufour, M. (2006). *Biomecánica funcional*. España: Masson-Elsevier.
- Duzgun, S. (2017). Chronic Boutonniere Deformity: Cross-Lateral Band Technique Using Palmaris Longus Autograft. *The Journal of Hand Surgery*, on line, 1.e1-1.e5.

- El-Sallakh, S. (2012). Surgical management of chronic Boutonniere deformity. *Hand Surgery: an International Journal Devoted to Hand an Upper Limb Surgery and Related Research: Journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*, 17 (3), 359-364.
- Erickson, B. (2016). SLAP lesions: Trends in Treatment. *Aethroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 32 (6), 976-981.
- Erickson, J. (2015). Surgical treatment os symptomatic superior labrum anterior-posterior tears in patient older tan 40 years. *The American Journal of Sports Medicine*, 43 (5), 1274-1282.
- Espinosa, M. (2005, May). *Biomecánica deportiva*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 01/07/2015 de: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/mayo/biomecanica.htm>
- Firpo, C. (2010). *Manual de Ortopedia y Traumatología*. Buenos Aires, Argentina: Dunken.
- Flint, P. (2013). Inestabilidad anterior del hombro. Resultados con la técnica de Bristow. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 78 (4), 166-170.
- Fonseca, M. (2010). Desórdenes del sistema musculoesquelético por truma acumulativo en estudiantes universitario de computación e informática. *Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Costa Rica*, 26 (1), 1-18.
- Fowler, J. (2015). Scaphoid fractures. *Clinics in Sport Medicine Journal*, 34 (1), 37-50.

- García, G. (2015). Large Hill-Sachs lesion: a comparative study of patients treated with arthroscopic Bankart repair with or without remplissage. *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*, 11 (1), 98-103.
- García, I. (2014). Importancia de la medicina legal en la práctica médica. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 57 (5), 20-31.
- García, G. y Vázquez, D. (2014). Tratamiento artroscópico de las lesiones de Hill-Sachs en la inestabilidad glenohumeral. Técnica de «remplissage». *Acta Ortopédica Mexicana*, 28 (6), 382-388.
- García, L. (2014). Reparación artroscópica de la luxación anterior recidivante de hombro. ¿Existe la curva de aprendizaje? *Acta Ortopédica Mexicana*, 28 (4), 218-223.
- Giersiepen, K. (2011). Carpal Tunnel Syndrome as an Occupational Disease. *Deutsches Ärzteblatt International*, 108 (14), 238-242.
- Gimberg, J. (2014). Bankart repair versus Bankert repair plus remplissage: an in vitro biomechanical comparative study. *Journal of Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 24 (2), 374-380.
- Gisbert, J. A. (2004). *Medicina Legal y Toxicología*. España: Masson.
- Gomero, R. (2006). Medicina del Trabajo, Medicina Ocupacional y del Medio Ambiente y Salud Ocupacional. *Revista Médica Herediana*, 17 (2), 106-108.
- Gómez, D. (2012). Epicondilitis y Factores de Riesgo: Una Revisión de la Literatura. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 2 (4) , 18-23.
- Goubau, J. (2014). The wrist hyperflexion and abduction of the thumb (WHAT) test: a more specific and sensitive test to diagnose de Quervain tenosynovitis than the Eichhoff's Test. *The Journal of Hand Surgery, European Volume*, 39 (3), 286-292.

- Grabiner, M. (2003). Revisiting the work-relatedness of carpal tunnel syndrome. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31 (3), 123-126.
- Guillén, M. (2002). *Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Harris, C. (2013). Personal and workplace psychosocial risk factors for carpal tunnel syndrome: a pooled study cohort. *Occupational and Environmental Medicine*, 70 (8), 529-537.
- Harrison, A. (2011). Subacromial impingement syndrome. *Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 19 (11), 701-708.
- Hermans, J. (2013). Does this patient with shoulder pain have rotator cuff disease? The rational clinical examination systematic review. *Journal of the American Medical Association*, 310 (8), 837-847.
- Hernández, M. (2014). *Fundamentos de Medicina Legal*. México: Mc Graw Hill Education.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hoppenfeld, S. (2004). *Fracturas, tratamiento y rehabilitación*. Madrid, España: Marbán.
- Horst, K (2014). Assessment of coincidence and defect sizes in Bankart and Hill-Sachs lesions after anterior shoulder dislocation: a radiological study. *The British Journal of Radiology*, 87 (1034), 1-5.
- Houvet, P. (2013). Upper limb cumulative trauma disorders for the orthopaedic surgeon. Orthopaedics and Traumatology. *Surgery and Reserach, Journal*, 99 (1), S104-S114.

- Howell, E. (2012). Conservative care of De Quervain's tenosynovitis/ tendinopathy in a warehouse worker and recreational cyclist: a case report. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56 (2), 121-127.
- Huri, G. (2014). Treatment of superior labrum anterior posterior lesions: a literature review. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 48 (3), 290-297.
- Ibrahim, I. (2012). Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Recent Literature. *The Open Orthopaedic Journal*, 6 (1), 69-76.
- Jaramillo, J. (2014). Tratamiento artroscópico de lesión tipo Hill-Sachs inversa sin uso de material de osteosíntesis para su fijación: reporte de caso. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 28 (2), 69-75.
- Kane, S. (2014). Evaluation of Elbow Pain in Adults. *American Family Physician*, 89 (8), 649-657.
- Karapov, A. (2011). De Quervain's síndrome associated with osteopoikilosis: a case report and review of the literatura. Turkey: *Rheumatol Int*, 31 (1), 809-813.
- Kawasaki, T. (2014). Incidence of and risk factors for traumatic anterior shoulder dislocation: an epidemiologic study in high-school rugby players. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery Board of Trustees*, 23 (1), 1624-1630.
- Kesikburun, S. (2013). Platelet-Rich Plasma Injections in the Treatment of Chronic Rotator Cuff Tendinopathy. *The American Journal of Sports Medicine*, 41 (11), 2609-2616.
- Kibler, W. (2015). Current practice for the diagnosis of a SLAP lesion: Systematic review and physician survey. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 31 (12), 2456-2469.

- Kibler, W. (2016). Current practice for the surgical treatment of SLAP lesions: A systematic Review. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 32 (4), 669-683.
- Kim, D. (2016). Effect of glenohumeral position on contact pressure between the capsulolabral complex and the glenoid in free ALPSA and Bankart lesions. *Journal of Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 24 (2), 350-356.
- Kim, Y. (2014). Arthroscopic repair of small an médium-sized bony Bankart lesion. *The American Journal of Sports Medicine*, 42 (1), 86-94.
- Khan, Y. (2013). The painful shoulder: Shoulder impingement syndrome. *The Open Orthopaedics Journal*, 7 (3), 347-351.
- Kleopa, K. (2015). In the Clinic. Carpal Tunnel Syndrome. *Annals of Internal Medicine*, 163 (5), ITC1-ITC16.
- Ko, J. (2011). Rotator Cuff Lesions with Shoulder Stiffness: Updated Pathomechanisms and Management. *Chang Gung Medical Journal*, 34 (4), 331-340.
- Kotnis, N. (2012). Lateral epicondylitis and beyond: imaging of lateral elbow pain with clinical-radiologic correlation. *Skeletal Radiology Journal*, 41 (4), 369-386.
- Lanlonde, D. (2015). Managing Boutonniere and swan-neck deformities. *BioMed Central Journal*, 9 (3), A50.
- Lasbleiz, S. (2014). Diagnostic value of clinical tests for degenerative rotator cuff disease in medical practice. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 57 (4), 228-243.
- Le Veau, B. (2008). *Biomecánica del movimiento humano*. México: Trillas.

- Lee, K. (2014). Ultrasonographic evaluation of the first extensor compartment of the wrist in de Quervain's disease. *Journal of Orthopaedic science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 19 (1), 49-54.
- Leroux, T. (2013). Epidemiology of primary anterior shoulder dislocation requiring closed reduction in Ontario, Canada. *The American Journal of Sports Medicine*, 42 (2), 442-449.
- Lewis, J. (2010). Rotator cuff tendinopathy: a model for the continuum of pathology and related management. *British Journal of Sports Medicine*, 44 (13), 918-923.
- Liavaag, S. (2011). Immobilization in External Rotation After Primary Shoulder Dislocation Did Not Reduce the Risk of Recurrence. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 93(1), 897-904.
- Lin, J. (2014). Closed soft tissue extensor mechanism injuries (mallet, boutonniere, and sagittal band). *The Journal of Hand Surgery*, 39 (5), 1005-1011.
- Locher, J. (2016). Hill-Sachs off-track lesions as risk factor for recurrence of instability after arthroscopic Bankart repair. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 32 (10), 1993-1999.
- Loh, B. (2016). Is clinical evaluation alone sufficient for the diagnosis of a Bankart lesion without the use of magnetic resonance imaging? *Annals of Translational Medicine*, 4 (21), 419-424.
- Longo, U. (2011). Histopathology of Rotator Cuff Tears. *Sports Medicine and Arthroscopy review*, 19 (3), 227-236.
- Macía, M. (2014). La patología de hombro como enfermedad profesional. Revista Ciencia forense: *Revista Aragonesa de Medicina Legal*, 11 (1), 105-126.

- Macías, S. (2015). Fortalecimiento excéntrico en tendinopatías del manguito de los rotadores asociadas a pinzamiento subacromial. Evidencia actual. *Cirugía y Cirujanos. Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía*, 83 (1), 74-80.
- Madrigal, E. (2017). Generalidades de trauma craneoencefálico en medicina legal. *Revista Medicina Legal de Costa Rica*, 34 (1), 1-10.
- Makhlouf, V. (2011). Surgical Treatment of Chronic Mallet Finger. *Annals of Plastic Surgery*, 66 (6), 670-672.
- Malhotra, A. (2012). Management of traumatic anterior shoulder dislocation in the 17- to 25-year age group: a dramatic evolution of practice. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 21 (1), 545-553.
- Mallee, W. (2014). Clinical diagnosis evaluation for scaphoid fractures: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Hand Surgery*, 39 (9), 1683-1691.
- Marino, J. (2012). Boutonniere and Pulley Rupture in Elite Athletes. *Hand Clinic Journal*. 28 (3), 437-445.
- Matter, R. (2011). A predictive model of shoulder instability after a first-time anterior shoulder dislocation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery Board of Trustees*, 20 (1), 259-266.
- Maurer, S. (2004). SLAP lesions of the shoulder. *Bulletin of the New York University-Hospital for Joint Diseases*, 61 (4), 186-192.
- McAuliffe, J. (2010). Tendon disorders of the Hand and Wrist. *The Journal of Hand Surgery*, 35 (5), 846-853.

- McDermott, J. (2012). Ultrasound-guided injections for de Quervain's Tenosynovitis. *Journal of Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470 (7), 1925-1931.
- McKeon, K. (2015). Posttraumatic Boutonnière and Swan Neck Deformities. *The Journal of the American Academy of Orthopaedics Surgeons*, 23 (10), 623-632.
- McMutry, J. (2015). Extensor tendons injuries. *Clinics in Sport Medicine Journal*, 34 (1), 167-180.
- Meleán, P. (2015). Correlación entre la anatomía acromial y roturas del manguito rotador: estudio caso-control. *Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología*, 56 (3), 32-37.
- Miyamoto, H. (2014). Carpal Tunnel Syndrome: Diagnosis by Means of Median Nerve Elasticity--Improved Diagnostic Accuracy of US with Sonoelastography. *Radiology*, 270 (2), 481-486.
- Moore, K. (2013). *Moore: Anatomía con orientación clínica*. Barcelona, España: Wolters Kluwer, Lippincott Williams and Wilkins.
- Morradesi, S. (2011). Superior labral anteroposterior lesions of the shoulder: Part 2, Mechanisms and Classification. *American Journal of Roentgenology*, 197 (1), 604-611.
- Nakagawa, S. (2013). Absorption of the bone fragment in shoulder with bony Bankart lesions caused by recurrent anterior dislocation or subluxation. *The American Journal of Sports Medicine*, 41 (6), 1380-1386.
- Orlandi, D. (2015). Ultrasound-guided percutaneous injection to treat de Quervain's disease using three different techniques: a randomized controlled trial. *European Radiology*, 25 (5), 1512-1519.

Organización Internacional del Trabajo (2017). *Tesaurus de la Organización Internacional del Trabajo*. Recuperado el 01/07/2015 de: <http://ilo.multites.net/defaultes.asp>

Organización Mundial de la Salud. (1957). *Serie de Informes Técnicos. Comité Mixto OIT/OMS sobre Higiene Laboral*. Tercer informe. Ginebra: OMS. [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO TRS 135 spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_135_spa.pdf)

Owens, B. (2010). Pathoanatomy of First-Time, Traumatic, Anterior Glenohumeral Subluxation Events. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 92 (7), 1605-1611.

Owens, B. (2012). Management of mid-season traumatic anterior shpulder instability in athletes. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 20 (8), 518-526.

Paul, J. (2011). Posterior Shoulder Dislocation: Systematic Review and Treatment Algorithm. *The Journal of Arthroscopic and Related Suergery*, 27 (11), 1562-1572.

Path, L. (2015). Arthroscopic suture anchor fication of bony Bankart lesions: Clinicl outcomne, magnetic resonance imaging results, and return to sports. *Arthroscopy: The journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 13 (8), 1472-1481.

Pourcho, A. (2016). Ultrasound-guided interventional procedures about the shoulder. Anatomy, indications and techniques. *Journal of Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 27 (3), 555-572.

Provencher, M. (2012). The HillSachs lesion: Diagnosis, classification and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 20 (4), 242-252.

Ramírez, J. (2013). Accidentes de tránsito terrestres. *Revista Medicina Legal de Costa Rica*, 30 (2), 1-8.

- Reeser, J. (2013). Biomechanical insights into the aetiology of infraspinatus syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 47 (4), 239-244.
- Reilly, D. (2016). Olecranon bursitis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 25 (1), 158-167.
- Rivera, D. (2014). Cirugía de Latarjet abierta con técnica mini-open: revisión de conceptos actuales. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 28 (3), 85-100.
- Rodríguez, D. (2010). *Directrices para a Decisión Clínica en Enfermedades Profesionales: Enfermedades Profesionales relacionadas con los trastornos musculoesqueléticos. Tendinitis y Tenosinovitis del pulgar*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Rokito, S. (2014). SLAP lesions in the overhead athlete. *Journal of Sports, Medicine and Arthroscopy Review*, 22 (2), 110-116.
- Rouleau, D. (2014). Acute Traumatic Posterior Shoulder Dislocation. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 22 (3), 145-152.
- Rouvière, H. (2005). *Anatomía Humana descriptiva, topográfica y funcional*. Barcelona, España: Masson S.A.
- Rowbotham, E. (2015). Superior labrum anterior to posterior lesions and superior labrum. *Seminars in Musculoskeletal Radiology Journal*, 19 (3), 269-276.
- Ruiz, M. (2014). Reparación artroscópica de las roturas del manguito rotador. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*, 21 (2), 109-119.
- Salzman, K. (1997). Upper Extremity Bursitis. *American Family Physician*, 56 (7), 1797-1805.

- Sayegh, E. (2014). Treatment of olecranon bursitis: a systematic review. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 134 (11), 1517-1536.
- Saupe, N. (2008). Acute Traumatic Posterior Shoulder Dislocation: MR findings. *Radiology of the Radiological Society of North America*, 248 (1), 185-193.
- Seitz, A. (2011). Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: Intrinsic, extrinsic, or both? *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 26 (1), 1-12.
- Sekijima, Y. (2011). High prevalence of wild-type transthyretin deposition in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome: a common cause of carpal tunnel syndrome in the elderly. *Human Pathology Journal*, 42 (11), 1785-1791.
- Serrano, M. (2004). Alteraciones de la mano por traumas acumulativos en el trabajo. *Revista Iberoamericana de Fisiatría y Kinesiología*, 7 (1), 41-61.
- Shores, J. (2010). An Evidence-Based Approach to Carpal Tunnel Syndrome. *Plastic and Reconstructive Surgery Journal*, 126 (6), 2196-2204.
- Silberman, F (2003). *Ortopedia y Traumatología*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Silverstein, B. (2010). The natural course of carpal tunnel syndrome in a working population. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 36 (5), 384-393.
- Smit, J. (2010). Treatment Options for Mallet Finger: A Review. *Plastic and Reconstructive Surgery Journal*, 216 (5), 1624-1629.

- Spiegl, U. (2013). Evaluation of a treatment algorithm for acute traumatic osseous Bankart lesions resulting from first time dislocation of the shoulder with a two year follow-up. *Journal of BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 14 (305), 1-8.
- Spiegl, (2014). Biomechanical comparison of arthroscopic single- and double-row repair techniques for acute bony Bankart lesions. *The American Journal of Sports Medicina*, 42 (8), 1939-1946.
- Stahl, S. (2013). Systematic review and meta-analysis on the work-related cause of de Quervain tenosynovitis: a critical appraisal of its recognition as an occupational disease. *Plastic and Reconstructive Surgery Journal*, 132 (6), 1479-1491.
- Steinbacher, P. (2010). Effects of rotator cuff ruptures on the cellular and intracellular composition of the human supraspinatus muscle. *Tissue and Cell Journal*, 42 (1), 37-41.
- Suárez, N. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológica de los ejercicios de Codman. *Revista Científica CES Medicina*, 27 (2), 205-217.
- Sugimoto, K. (2004). Ultrasonographic evaluation of the Bankart lesión. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 13 (3), 286-290.
- Talaka, E. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 36 (1), 3-24.
- Tanaka, Y. (2010). Effectiveness of external rotation immobilization in highly active Young men with traumatic primary anterior shoulder dislocation or subluxation. *Journal of Orthopedics*, 33 (9), 1-19.
- Tashjian, R. (2012). Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears. *Clinics in Sport Medicine*, 31 (4), 589-604.

- Tie-Cheng, Y. (2016). Reduction of acute posterior shoulder dislocation with the FARES method: A case report and a review of the literatura. *Journal of Technology and Health Care*, 24 (1), 81-85.
- Titchener, A. (2014). Comorbidities in rotator cuff disease: a case-control study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23 (9), 1282-1288.
- Titchener, A. (2013). Risk factors in lateral epicondylitis (tennis elbow): a case-control study. *Journal of Hand Surgery, European Volume*, 38 (2), 159-164.
- Torres, S. (2009). Manejo fisioterapéutico del dolor por medio de modalidades terapéuticas en Tenosinovitis de Quervain. *Revista Umbral Científico*, 14 (1), 66-79.
- Tosti, R. (2013). Lateral epicondylitis of the elbow. *The American Journal of Medicina*, 126 (4), 357.e1-357.e6.
- Tysver, T. (2010). In brief Fractures in Brief Scaphoid fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research Journal*, 468 (9), 2553-2555.
- Uchiyama, S. (2010). Current concepts of carpal tunnel syndrome: pathophysiology, treatment, and evaluation. *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 15 (1), 1-13.
- Van den Bekerom, M. (2014). Posterior elbow problems in the overhead athlete. *Journal of Sports Medicina and Arthroscopic Review*, 22 (3), 183-187.
- Van Hofwegen, C. (2010). Epicondylitis in the athlete's elbow. *Journal of Clinics in Sports Medicine*, 29 (4), 577-597.

- Van Tassel, D. (2010). Incidence estimates and demographics of scaphoid fracture in the U.S. population. *The Journal of Hand Surgery*, 35 (8), 1242-1245.
- Vargas, A. (2012). Clinical anatomy of the hand. *Reumatología Clínica*, 8 (2), 25-32.
- Vargas, E. (2012). *Medicina Legal*. México: Trillas.
- Vergara, E. (2011). Fundamentos anatómicos de la epicondilitis lateral. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 25 (2), 149-158.
- Vicente, M. (2010). La búsqueda jurídica y jurisprudencial de apoyo en Medicina del Trabajo. *Archivos de prevención de Riesgos Laborales*, 13 (2), 94-97.
- Vidalot, A. (2001). *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. España: Springer.
- Walton, D. (2008). Identifying SLAP lesions: A meta-analysis of clinical test and exercise in clinical reasoning. *Journal of Physical Therapy in Sports*, 9 (1), 167-176.
- Wang, Y. (2014). Altered Median Nerve Deformation and Transverse Displacement during Wrist Movement in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Academy of Radiology. Author Manuscript*, 21 (4), 472-480.
- Wang, L. (2015). A meta-analysis of arthroscopic versus open repair for treatment of Bankart lesions in the shoulder. *Journal of Medical Science Monitor*, 21 (1), 3028-3035.
- Warren, M. (2010). The Treatment of Carpal Tunnel Syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 92 (1), 218-219.

- Widjaja, A. (2006). Correlation between Bankart and Hill-Sachs lesions in anterior shoulder dislocation. *ANZ Journal of Surgery*, 76 (6), 436-438.
- Williams, K. (2011). Treatment of Boutonniere Finger Deformity in Rheumatoid Arthritis. *The Journal of Hand Surgery*, 36 (8), 1388-1393.
- Xiu, K. (2010). Biomechanics of the Transverse Carpal Arch under Carpal Bone Loading. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 25 (8), 776-780.
- Yablon, C. (2015). Rotator cuff and subacromial pathology. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 19 (3), 231-242.
- Yamamoto, A. (2010). Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19 (1), 116-120.
- Yeh, P (2012). Tendon ruptures: Mallet, flexor digitorum profundus. *Hand Clinic Journal*, 28 (3), 425-430.
- Yin, Z. (2010). Diagnosis suspected scaphoid fractures. A systematic review and meta-analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research Journal*, 468 (3), 723-734.
- Yin, Z. (2012). Diagnosis accuracy of imaging modalities for suspected scaphoid fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 94-B (8), 1077-1085.
- Zacchilli, M. (2010). Epidemiology of shoulder dislocations presenting to emergency departments in the United States. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 92 (1), 542-549.
- Zamorano, C. (2009). Inestabilidad glenohumeral: lo que el radiólogo debe saber. *Revista Chilena de Radiología*, 15 (3), 128-140.

ANEXOS

ANEXO I**Encuesta aplicada los Médicos Forenses que realizan peritaje en Medicina Forense del Trabajo**

Universidad de Costa Rica
Sistema de Estudio de Posgrados
Programa de Especialidades Médico-Forenses

Encuesta**Biomecánica del trauma en las lesiones laborales del miembro superior.**

Objetivo: La presente es una encuesta elaborada con el fin de recolectar información acerca del conocimiento que tienen los Médicos Forenses que laboran realizando pericias en el campo de la medicina legal laboral, sobre los mecanismos traumáticos de las diferentes lesiones que se presentan en el miembro superior.

Descripción: Este instrumento se ha diseñado como herramienta metodológica en el Trabajo Final de Graduación titulado "*Descripción de la biomecánica traumática de lesiones laborales del miembro superior en el establecimiento de la relación de causalidad médico legal*". La información que se obtenga será tratada confidencialmente y se utilizará únicamente con fines educativos para responder a los objetivos plantados en este trabajo. Se agradece de antemano su colaboración.

Fecha: ___/___/2017.

Investigador a cargo: Jorge Calderón Elizondo.

Preguntas.

1. Título académico que posee. (marca con una equis, pueden ser varias respuestas).
 Medicina legal.
 Medicina del Trabajo.
 Valoración de daño corporal.

2. Lugar en el que trabaja.

() Unidad Médico Legal.

() Sección Medicina del Trabajo.

() Consejo Médico Forense.

3. Cuantos años tiene de trabajar en la medicina legal laboral.

_____ .

4. Con respecto a las siguientes entidades médicas, favor indicar cuales considera usted son los factores que describen la biomecánica del trauma en cada una de ellas, es decir, cuál es el mecanismo biomecánico de producción en estas patologías del miembro superior.

a). Luxación anterior del hombro.

b) Luxación posterior del hombro.

c) Lesión de SLAP.



d) Lesión de Bankart.



e) Fractura de Hill-Sachs.



f) Ruptura del manguito rotador.



g) Bursitis subacromio-subdeltoidea.



h) Epicondilitis.



i) Bursitis olecraniana.



j) Tendinitis de D'Quervaine.



k) Síndrome del túnel carpal.



l) Fracturas del escafoides.



m) Lesión de Mallet.



n) Deformidad de Boutonniere.



ANEXO II

Entrevista al licenciado Jose Luis Peraza Álvarez, Ingeniero Mecánico, Perito de la Sección Ingeniería Forense del Departamento de Ciencias Forenses del Organismo de Investigación Judicial

1. ¿Qué tipo de peritaje realizan los ingenieros en mecánica de la sección?

“A nosotros nos corresponde ver los accidentes de tránsito. Generalmente siempre tenemos problemas con los atropellos precisamente porque el cuerpo, por su constitución física, demasiadas articulaciones, al momento que es impactado por un vehículo no sufre un efecto digamos que absoluto o puro de un proyectil, este impacta contra cualquier objeto, lo proyecta y vectorialmente decir sale en un ángulo y lo va a proyectar tanto, o como en el caso de las bolas de billar, entonces como tenemos iguales masas e iguales condiciones plásticas y elásticas, entonces si impacto en tal ángulo yo sé que la bola me va a ir para allá, eso no sucede con el cuerpo precisamente porque la biomecánica de él lo que hace es que cuando uno lo impacta un brazo coge para allá, una pierna coge para allá o el tronco abate sobre su eje a nivel precisamente del tronco, entonces el cuerpo no se me comporta como un proyectil. A menudo nos cuesta, o nos dicen determine a qué velocidad tenía que viajar ese vehículo, como el último caso este en la Lima de Cartago, donde usted ve que la muchacha hace, mejor decir, la proyección de ese cuerpo, si se va como un proyectil, tenemos que se puede ir en este sentido (dibuja una parábola en el aire), baja y cae, pero donde empieza a hacer movimientos, él mismo en el aire genera resistencia que evita digamos tres o cuatro metros avanzar más si se hubiera comportado como un cuerpo rígido, aparte de que esa particularidad de los brazos, a veces nos pegan en estructuras y eso a veces también nos incide, ahora su usted me dice, bueno pero es un campo abierto como el de esa muchacha, no pegó en nada, pero igual la diferencia es que al ser más, digo si lo golpeáramos como un todo quizás si o proyectamos, pero este lo que hace es que lo paga acá (señala una parte del cuerpo), no está recibiendo toda la fuerza de impacto en todo el cuerpo, sino que es un miembro inferior, un miembro superior o a nivel del tronco,

entonces eso desde el punto de vista de la accidentología nos cuesta poder determinar esas velocidades de vehículos respecto a la proyección del cuerpo humano.

En cuanto a la biomecánica como tal, de lo que conozco, el hueso humano tiene una alta resistencia a lo que es la compresión, digamos mecánica siempre lo vamos a ver, cuando vamos a determinar esfuerzo en materiales, siempre lo vamos a ver a tensión, juntar extremos y estirarlos, a compresión caso contrario o torsión, eso es lo que prácticamente se basa mecánica en esos tres puntos. En el caso del cuerpo humano el hueso como tal es altamente resistente a la compresión, sea longitudinalmente o transversalmente, pero el cuerpo humano tiene la particularidad de que es flexible también pues hasta cierto grado presenta deformaciones plásticas, que son aquellas que usted, como esto (coloca el dedo en el descansabrazos del sillón) que empujo y luego vuelve a su posición, esa es una deformación plástica, si yo sigo empujando, lo quiebro, de ahí para allá pasamos a la parte plástica donde él ya se rompe, en el caso del hueso humano, lo que no nos soporta es la torsión, entonces la persona puede estar parada le podemos hacer presión y él aguanta, pero si lo hacemos es girar, el hueso esa torsión no la soporta, no soporta ni lo mínimo, por eso en el caso de jugadores, cuando trabonean una bola, pues uno dice que debe de ser alineado con su eje de la tibia porque si ya a usted lo trabonean en esta parte (señala tercio distal y punta del pie) el pie le va a hacer esto (hace un giro externo del pie), gira, ese es el momentum que vive mecánicamente o decimos lo torsiona, decimos qué es una torsión, es una palanca y giramos sobre un eje, entonces cuando él le hace este movimiento torsinante, se quiebra tibia o incluso a veces se puede ir el fémur y este qué más usted me dice”.

2. Tomando en cuenta el miembro superior, cómo podemos ver la mecánica en cuanto a la flexibilidad de las articulaciones, sobre una fuerza externa que provoque un movimiento y produzca una lesión. ¿Cómo podemos ver esa mecánica, desde el punto de vista de la ingeniería y cómo podemos objetivarla o explicar?

“Así como me lo pone usted, lo que uno podría decir es que, mecánicamente son dos fuerzas las que tiene que haber, siempre en todo hay dos fuerzas que están en equilibrio, entonces en ese caso ya no vamos a estar ante un equilibrio, entonces va a ser una fuerza mayor la que está recibiendo a la que yo con el brazo le pueda imprimir y eso me, pasa que se yo, de mi eje longitudinal o de mi eje rotatorio el brazo a tal punto que, si yo lo tengo acá (coloca el brazo en abducción 90° y flexión 90°) lo puedo hacer hasta atrás, pero si yo lo fijo acá (coloca el brazo en abducción 90°, flexión 90° y rotación externa con codo en flexión de 90°) y lo tuerzo, ya el hombro no me da, ahí precisamente, yo lo tengo aquí (sin rotación del hombro) y usted me lo quiere hacer (rotación externa del hombro) pero si me lo hace para acá, entonces qué es, que sin no se mueve, no rota sobre su plano, vamos a decir que en este caso el hombro rota hacia, si lo vemos en X, Y y Z lo podemos rotar en el plano X-Y, lo puedo rotar en el plano X-Z, que siempre va a ser hacia arriba, pero si yo ya hago esta combinación debido a la articulación precisamente en ese miembro superior que tuerce este aquí y este para atrás (hace movimientos de rotación interna y externa del hombro), ahí ya se me, podríamos decir, no sé si estará bien aplicado el término, pero nos van a converger dos planos de acción de las articulaciones que efectivamente no voy a poderlo rotar, de ahí entonces con el mínimo esfuerzo, se me va, que pasaría como en el caso de los back-hoe, los *back-hoe* simplemente hace este movimiento de aquí (rotación interna del hombro con codo en 90° imitando la pala de un *back-hoe*) y gira en esos planos nada más, pero si lo tiene acá y trata de girar el brazo a veces nos va a dar el comportamiento como en el caso de los cabezales, que uno dice cuál es la parte más fuerte de un cabezal es el eje de la tornamesa, porque usted dice, se vuelca todo el contenedor y ese eje, que es una pieza de este tamaño, de prácticamente cinco centímetros de diámetro, pues vuelca incluso todo el cabezal, entonces porqué, porque él puede girar en este plano, pero en este lo que me hace es una fuerza superior que, diay la tornamesa no se me va a quebrar porque está diseñada para eso, que me vuelca todo el cabeza, entonces a veces dependiendo de su punto de apoyo, te luxan el brazo o usted puede girar, pero si estas en una posición que no puedes girar, sea que el caso por ejemplo, no se si va encaminado, cuáles son, por ejemplo un custodio, le hace un, con la mínima fuerza que le haga dependiendo del plano de acción que tenga ese brazo se lo luxa, entonces uno podría decir en un caso médico legal, es que no fue un abuso de fuerza del custodio, si no que fue por la

posición en la que se encontraba el cuerpo, con la mínima esfuerzo que se hiciera podríamos hablar entre comillas, que biomecánicamente, el brazo no está diseñado para eso, pero ya ahí es desconocimiento tanto del custodio como del movimiento que haya hecho la persona que está en su acción evasiva digamos para que no sea reducido a la impotencia, pero eso es lo que nos afectaría en el tren superior, las articulaciones, principalmente y generalmente no se me mueven en el mismo plano, este me rota (el hombro), este no me rota (el codo), este lo puedo rotar acá por estos dos huesos (el antebrazo), pero no es como este, que este incluso, estaríamos hablando en este plano 90° casi 100° grados, de acción, pero en este sí yo lo puedo llevar más adelante, más atrás, los planos de rotación de los miembros es lo que nos limita el eje de acción o radio de acción del tren superior.”

3- ¿Sabe algo o se puede conocer algo sobre el efecto que tiene los movimientos repetitivos en las estructuras de alguna articulación a nivel mecánico, se puede saber, por ejemplo, si los movimientos de la muñeca de flexo-extensión de forma repetitiva puede provocar alguna lesión, en este caso, un síndrome del túnel carpal, si hay alguna mecánica que pueda explicar el efecto de esos movimientos repetitivos?

“Si lo llevamos a un brazo robótico, que sería lo más biomecánico que uno podría aproximar la anatomía humana, un brazo robótico esta rotula, que la vamos a llamar, o en el caso de, creo que es manguito rotatorio, similar a manguito rotatorio, es de lo que va a depender ahí , porque lo que vamos a hablar ahí meramente si nos vamos a la parte mecánica, materiales, , vamos a hablar de un desgaste o fatiga, o por cargas cíclicas, tanto en este rotativo como que a esto usted le esté poniendo peso, en algún momento estos puntos ejercen una palanca, entonces si yo lo estoy haciendo hacia abajo, este punto me sirve de palanca y voy a tener un desgaste superior, si es al revés va para allá entonces me apoyo y desgaste esta parte, entonces cuál es mecánicamente como minimizamos eso, con lubricación, sean aceites especiales, porque hay presiones altísimas en esa articulación o grasas especiales sobre todo, bueno ahora hay otras calidades que sacaron, pero generalmente siempre se había utilizado las grasas grafitadas, son grasa medas que vienen

con grafito y precisamente evitan un desgaste excesivo de esas articulaciones, entonces a nivel , ahí si me declaro incompetente verdad, a nivel humano, asumo, que lo que más he visto yo pue es a nivel de las rodilla, ahí siempre se le riega el famoso líquido a uno , hay que infiltrarlo y todo lo demás, entonces asumo que igual en cada una de esas articulaciones hay una especie de lubricante , entonces, que es lo que pasa que sí he visto más comúnmente, a nivel de Guanacaste, es las famosas abuelas que tiene un desgaste a nivel de hombros, las abuelas pero de hace rato, que hacían sus cajetas entonces meneaban con la cuchara de madera grande o están moliendo, entonces este movimiento (rotación del hombro), siempre les produjo daños a nivel precisamente del hombro, no tanto del codo, era más de hombro, porque usted dice, aunque yo esté con la manigueta acá, uno dice, bueno pareciera que el codo se me mueve más, pero en realidad el que está soportando toda la fuerza, es este (señala el hombro) y a veces hace eso, que nos movemos en planos que nos dan, a pesar de que el cuerpo nos permita hacer esos movimientos, no está diseñado para esos movimientos, como siempre hemos dicho, biomecánicamente el cuerpo humano no está diseñado para correr o para trotar, a diferencia de la anatomía de los animales, entonces uno dice, por qué un perro corre más rápido que yo si yo tengo más masa, tengo las patas más largas, tengo todo, pero es por la biomecánica que él tiene, el ser humano, el solo hecho de correr, usted recibe directamente el impacto sobre el talón y ese impacto va directo al cerebro, entonces, a pesar de que como somos erguidos, pues todos los movimientos de nosotros repercuten precisamente articulaciones de rodillas o a nivel de tallo cerebral, creo que es que se llama, está las tenis y todo lo demás, pero en general, si lo vemos desde la concepción divino, no estamos diseñados para correr, entonces hay movimientos en esos miembros superiores que, a pesar de que nos permite mecánicamente hacerlo, no están al cien por ciento diseñados para esos movimientos, entonces, cómo se nos dan esos traumas ahí sería por pérdida de líquido que me está lubricando esa parte porque ya hay un desgaste excesivo como todas las piezas en contacto, sean de cerámica, que es lo que se usa actualmente como que tiene menos fricción, sean metales, sea plástico, sea ese cartílago que es fácilmente deformable, de hecho si usted lo ve son juntas flexibles, está el hueso, pero el hueso está recubierto por ese cartílago, entonces podríamos decir que ese cartílago tiene esa función es moldeable, es suave que nos evita esas fricciones, entonces sea que algún golpe me tienda a fisurar ese hueso probablemente me va a dar una

fisura sobre ese cartílago, pérdida del líquido que está ahí o que en algún momento ya se luxó, entonces cuando lo volvemos a montar, ya el sello original se perdió, entonces vamos a tener ese tipo de dilatación, y entonces ya viene lo demás, ya sea problemas de reumatismo o cosas de esas que me va a repercutir en la articulación y eso aparte que me limita el movimiento ya sea por la inflamación o ahí desconozco qué sería, que haya pérdida precisamente de ese, digámoslo en términos mecánicos, del lubricante de esas juntas. Los golpes, que se extendió un poco más la articulación, tipo esguince, cuando se le inflama todo alrededor me limita el movimiento y si yo, eso se curaría ya con medicamentos, la persona disminuye el dolor, sigue moviendo, pero el brazo estaría lesionado. Si lo vemos mecánicamente, todas las articulaciones les tenemos un tipo de polea, porqué, porque siempre vamos a tener un punto de apoyo y sobre ese punto de apoyo, en los casos más típicos, que usted lo puede ver, son los brazos de los back-hoe, o las grúas, tenemos unos cables que nos levantan cierto peso y al haber un punto de apoyo donde se me hace la concentración de esfuerzo, pero tenemos esas poleas o tenemos esos cilindros hidráulicos o pistones hidráulicos que me van a levantar entonces siempre vamos a tener un punto de apoyo. En el caso del ser humano, eso lo que viene a ser tendones y músculo, entonces puede ser que tengamos huesos fuertes, pero no tenemos masa muscular, que me puede producir lesiones en esas articulaciones, que el peso que estoy levantado es superior a la fuerza que yo pueda tener y entonces me produce lesiones precisamente en los puntos de apoyo o me va a dar un desgarro a nivel del músculo o una tendinitis y en lo que entiendo, para poder calcificar hueso necesitamos músculo, casi siempre si tenemos buena masa muscular el hueso va a ser más denso”

4- Hay algún ejemplo o pericia que se haya realizado donde se necesite saber, por medio de la mecánica, si se produjo alguna lesión.

“Hay una donde preguntan que, si era factible, el daño que presentaba esa persona, que se lo hubiera ocasionado el dispositivo ese. El dispositivo, por sí solo, si usted lo ve, es un dispositivo sencillo, lo único que él lo que hace es que tiene un sistema de anclaje por fuerza, lo que tiene es a grosso modo, un gancho con su ojo, otro ancho con su ojo, venían

las cadenas y en el centro lo que tiene es lo que uno conoce como una mangueta y en este punto de apoyo, está la otra pieza y acá se tiene la palanca (en este momento está dibujando el esquema de un mainor, herramienta que se utiliza para anclar a presión cargas a la carreta de un tráiler y que está conformado por cadenas), usted ancla a un sistema ahí este otro (en el esquema señala la uña que se ancla con la cadena a la carreta), esta pieza qué hace, la jala (señala en el esquema la palanca que cierra las cadenas), sufre un momentum, y esta pieza ya armada es la que encaja con la otra pieza (señala en el esquema los dos extremos del cierre del mainor), esto a quedar a tensión, una pieza queda alineada sobre la otra, tengo una pieza que me hace presión para allá y esta para acá (explica que es hacia los extremos unidos a la carreta de cada lado), la única forma que se desencaje eso es mecánicamente, que usted lo empuje y él se salga del clic y se vuelve a abrir esa pieza, imagínese que sí, usted tiene que hacerle fuerza de tal forma que vas a, si decimos que de aquí a aquí (señala dos puntos sobre el diagrama que dibujó) es de sesenta centímetros, usted cuando gire esta palanca para allá y lo llega a armar, de sesenta te pasó a cuarenta y cinco centímetros, son quince centímetros que estas cadenas jalaban y comprimieron, entonces ya esas cadenas, si por desgracia esta carga a usted se le desacomodó, siguen manteniendo una energía potencial ahí, esas cadenas en el momento que alguien desencajó ese seguro, esa palanca sale con fuerza, por lo que esto es muy compatible, con el hecho de que, tras de eso ese mecanismo estaba en esta posición (indica que de forma vertical), todo esto tiene su norma y su protocolo, para cargas móviles que usted simplemente lo monta en un tráiler, se lo lleva, cada cierto kilómetros usted tiene que ir y resocar, entonces soltamos, volvemos poner el gancho un poquito más arriba y halamos, pero lo que siempre se dice es a la fuerza del operario, si usted ve o ha tenido la oportunidad de ver, algunos trailereros andan un tubo, lo meten y extienden la palanca, esa palanca qué significa, que usted le puede aplicar más fuerza, la idea es que usted con su propio brazo jale, pero la gente pone los dos brazos y le pone el pie y se le guinda, ahí le está metiendo más fuerza que la que él está diseñado, ya va sufriendo desgaste y todo lo demás, pero él siempre va a estar en esa posición y usted lo baja como una cuchilla de un breaker, nunca acostado ni en otras posiciones de esas, sino que este te va a funcionar en esta posición (verticalmente), entonces si lo colocaron como es, entonces si es factible que cuando se libera la energía potencial aquí porque estaba demasiado a presión, levantó, levantó con mucho cuidado y cuando él se desencajó, cuando

usted se dio cuenta esto se le fue (en forma de mímica, coloca el codo en 90° de flexión y el hombro en 90° de flexión y realiza una flexión súbita del hombro hasta los 120°), se él no está preparado, ese movimiento, donde le hace la mano para arriba, también va a haber una fuerza que me empuja el hombro para atrás, no es que simplemente le subió aquí, si no que me hizo como así (hace la mímica del codo en 90° de flexión, hombro en 90° de flexión y eleva el brazo realizando extensión del codo con retropulsión súbita del hombro), pudo dislocarle el brazo, y si él lo que hizo fue sostener, donde él lo agarró se lo llevó y le puede jalar el brazo con una fuerza que uno ni cuenta se da, sintió el dolor y cuando se dio cuenta, el mango le había prensado los dedos contra la madera, creo que eran una contrapesas de una grúa que él estaba llevando, unos bloques de cemento, entonces donde se le fue, le prensó contra, bueno no lo prensó, solo lo golpeó porque cuando vio solo sintió el golpe y ya tenía dañada la mano y eso también le repercutió en el hombro, a veces uno dice porqué o el codo, porque generalmente el punto último de apoyo es este (señala el hombro), ahí es donde usted tiene a mayor masa, a veces así como a los beisbolistas, eso que, como le explicaba antes, como esto giro en un plano y este en otro, pues la mayoría de las lesiones en los beisbolistas es a nivel del codo, aparte de que como pasa, el boxeador tiene la facilidad cuando está frente a un saco, o contra el rival, él siempre está golpeando algo, pero si usted se pone a tirarle golpe al vacío termina lesionándose el codo, porque este movimiento, donde el brazo se quiere ir repercute a nivel del codo. En este caso en particular de la doctora, habían mandado esa consulta y se le respondió que sí, que de acuerdo al protocolo y sistema de anclaje del mainor, de este dispositivo, entonces sí es factible la versión del ofendido, desde cualquier punto de vista, sí era factible la versión”.