



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES  
UNIDAD LEÓN**

**TEMA:**

**EFFECTO DE LA PUNCIÓN SECA EN LA MOVILIDAD Y  
FUERZA DEL TREN SUPERIOR EN EL NADADOR  
RECREATIVO-COMPETITIVO**

**FORMA DE TITULACIÓN:**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA**

**P R E S E N T A:**

**CLAUDIA ALEJANDRA FALCÓN ZÁRATE**

**TUTOR:**

**MTRA. LILIANA PERALTA PÉREZ**

**ASESOR:**

**DR. MAURICIO ALBERTO RAVELO IZQUIERDO**

**LEÓN, GUANAJUATO**

**2019**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores que brinda todas las herramientas para formar profesionistas calificados.

A la Mtra. Liliana Peralta Pérez y al Dr. Mauricio Ravelo Izquierdo por su apoyo para la elaboración de esta investigación.

Al Dr. Antonio Rivera Cisneros ex director de la comisión municipal de cultura física y deporte que hizo posible realizar investigación científica dentro de las instalaciones de la deportiva.

Al LFT. Marco Antonio Hernández Castillo jefe del área de Fisioterapia de COMUDE León, por su esfuerzo para hacer notar el papel de la Fisioterapia dentro del área deportiva.

## Dedicatoria

Este trabajo está dedicado principalmente a mis padres Alberto y Rosa, sin su apoyo no hubiera sido posible culminar mi licenciatura, pero sobre todo por brindarme sus sabios consejos para ser una buena persona y profesionista.

A mis hermanos Alberto y Monse, mi cuñada Reme y mis sobrinos Beto, Paty y Mérida siempre estaré muy agradecida por todo su cariño y que siempre estuvieron alentándome a salir adelante.

A mis profesores de la licenciatura porque fueron una parte importante en mi formación personal y profesional, destacando al Dr. Mauricio Ravelo y la Mtra. Liliana Peralta por ayudarme a hacer realidad este trabajo y por compartirme su experiencia para llevar a cabo esta tesis.

Al Dr. Antonio Eugenio Rivera y al IFT. Marco Antonio Hernández por permitirme realizar la investigación en las instalaciones de COMUDE y brindarme su apoyo en cualquier inquietud que tuve para llevar a cabo esta investigación.

A los padres, al entrenador y a los integrantes del equipo de natación de COMUDE León, que fueron pieza clave en esta tesis.

Y finalmente a todos mis amigos que siempre han estado presentes en diferentes etapas de mi vida.

## Resumen/ Palabras clave

**Introducción:** En el área de Fisioterapia de La Deportiva del estado COMUDE León, se reciben aproximadamente entre tres y cuatro atletas de natación al día, solicitando tratamiento por molestias comunes en el tren superior al nadar. Por esta razón surge la propuesta de la presente investigación, mediante el uso de punción seca como modalidad de tratamiento para padecimientos musculoesqueléticos del tren superior en los nadadores, cuyas ventajas son la reducción del costo y del tiempo de tratamiento requerido.

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la punción seca en la movilidad y fuerza para el tratamiento de la musculatura del tren superior del nadador recreativo-competitivo.

**Metodología:** La muestra fue conformada por seis participantes (tres hombres y tres mujeres). Se les aplicaron dos sesiones punción seca sobre las fibras superiores del trapecio y en romboides. Fueron valorados los arcos de movilidad mediante goniometría y la fuerza antes y después de la intervención utilizando la escala de Daniels.

**Resultados:** Hay diferencias estadísticamente significativas sobre los movimientos de la columna cervical de todos los participantes y en algunos movimientos de la cintura escapular. No hubo diferencias estadísticamente significativas sobre la fuerza.

**Conclusiones:** Los hallazgos encontrados sugieren que el uso de la punción seca en atletas adolescentes del nivel recreativo-competitivo de natación puede ser efectivo para mejorar de manera inmediata la movilidad activa de la columna cervical y de la articulación glenohumeral. Sin embargo, se necesitan más líneas de investigación que corroboren los resultados.

**Palabras clave:** Fisioterapia, Natación, Punción seca.

## Introducción

La Fisioterapia a través del tiempo se ha subdividido en diversas áreas de profundización. Una de las más importantes es el área deportiva, cuya función principal es la prevención y tratamiento de lesiones deportivas, así como la reinserción del atleta a su deporte. La Fisioterapia se distingue por usar como sus herramientas de tratamiento principalmente al ejercicio, los medios físicos y más recientemente diversas modalidades alternas como la punción seca.

En el área de Fisioterapia de La Deportiva del estado COMUDE León, se reciben aproximadamente entre tres y cuatro atletas de natación al día, solicitando tratamiento por molestias comunes en el tren superior al nadar. Por esta razón surge la propuesta de la presente investigación, mediante el uso de punción seca como modalidad de tratamiento para padecimientos musculoesqueléticos del tren superior en los nadadores, y cuyas ventajas son la reducción del costo y del tiempo de tratamiento requerido.

# Contenido

## Capítulo 1 Objetivos

---

I.	Planteamiento del problema .....	1
II.	Pregunta de investigación.....	2
III.	Justificación .....	2
IV.	Objetivo general del estudio.....	3

## Capítulo 2 Antecedentes

---

I.	Historia de la punción seca .....	4
II.	Variantes de la punción seca .....	5
III.	Efectos de la punción seca .....	6
IV.	Efectos adversos y contraindicaciones de la punción seca .....	7
V.	Puntos gatillo .....	8
VI.	Fisiología del dolor .....	8
VII.	Fisiología muscular y fisiopatología de los puntos gatillo .....	11
VIII.	Proceso de contracción muscular .....	13
IX.	Formación de un punto gatillo .....	13
X.	Clasificación de los puntos gatillo .....	15
XI.	Diagnóstico del síndrome miofascial y puntos gatillo .....	16
XII.	Anatomía del hombro .....	17
XIII.	Historia del estilo crawl .....	19
XIV.	Lesiones en el nadador .....	21

## Capítulo 3 Metodología

---

I.	Metodología de la investigación .....	24
II.	Enfoque de la investigación .....	24
III.	Alcance del estudio .....	24
IV.	Diseño del estudio .....	24
V.	Muestra .....	25
VI.	Herramientas de evaluación .....	26
VII.	Procedimiento de aplicación del protocolo .....	26
VIII.	Punción seca .....	27
IX.	Aplicación de la punción seca .....	27
X.	Punción de fibras superiores del trapecio .....	28
XI.	Punción de romboides .....	29

## Capítulo 4 Resultados

---

Resultados .....	30
------------------	----

## Capítulo 5 Discusión

---

Discusión .....	36
-----------------	----

## Capítulo 6 Conclusiones

---

Conclusiones .....	37
--------------------	----

<u>Bibliografía</u>	
Bibliografía .....	38
<u>Anexos</u>	
Anexo 1 .....	41
Anexo 2 .....	42
Anexo 3 .....	47
Anexo 4 .....	51

## Capítulo 1- Objetivos

### I. Planteamiento del problema

Como todo adolescente, los atletas también presentan cambios posturales, en este caso los nadadores adolescentes desarrollan principalmente antepulsión de hombros y de cuello, así como la disminución del espacio subacromial, las cuales si no se corrigen oportunamente pueden hacerlo más susceptible a lesiones o dolor al realizar su deporte (1).

Cuando se presenta una lesión en el atleta, es muy importante evitar el reposo absoluto debido a que adquirir nuevamente la capacidad aeróbica y la velocidad al nadar, resulta muy complicado. Por lo que el fisioterapeuta debe de colaborar en todo momento y tener comunicación con el entrenador y equipo interdisciplinario, con la finalidad de adecuar el entrenamiento del atleta afectado o, de ser el caso, indicar su retiro (2).

En la natación 55% de las lesiones se presentan en la articulación de la cintura escapular que provocan dolor, limitación del movimiento y pérdida de la fuerza. Estas lesiones son generadas por sobrecarga y desequilibrio muscular por las sesiones largas de entrenamiento dentro del agua (1) (3). Siendo así que, un nadador de elite nada una distancia de entre 60,000 y 80,000 metros por semana (2) (4).

Por las razones que se mencionaron anteriormente, es importante que la fisioterapia se encuentre dentro del grupo interdisciplinario de la medicina deportiva. Su función es prevenir y tratar lesiones deportivas mediante la aplicación de los distintos medios terapéuticos (5) como la punción seca; técnica que se caracteriza por tener resultados positivos en poco tiempo a diferencia de la terapia convencional (6). De acuerdo con este planteamiento, se ha realizado la siguiente pregunta de investigación.

## **II. Pregunta de investigación**

¿Cuál es el efecto de la punción seca en la movilidad y fuerza para el tratamiento de la musculatura del tren superior del nadador recreativo-competitivo?

## **III. Justificación**

En la natación se necesitan muchas horas de entrenamiento para mejorar la técnica y la velocidad en diferentes pruebas y estilos. Debido a esta exigencia, es común encontrar lesiones en la espalda, las rodillas y principalmente en los hombros debido a esta exigencia. Demanda realizada en muchos casos bajo condiciones de estrés, sobreentrenamiento, inadecuada periodización de este, mala técnica de ejecución del deporte y el uso inadecuado de auxiliares para la natación.

Por esta razón, la presente investigación tiene relevancia al abordar un problema común de salud en deportistas recreativo-competitivos, cuya consecuencia produce bajo desempeño, el retiro prematuro del deporte por acumulación de lesiones y el desarrollo de una alteración postural por sustitución durante la práctica. En este estudio se dará tratamiento mediante punción seca a lesiones musculares del tren superior de manera oportuna y temprana sin afectar por suspensión el entrenamiento de los atletas y sobre todo evitar que las lesiones progresen.

El fisioterapeuta tiene diversas funciones dentro del equipo multidisciplinario en el deporte como la prevención y el tratamiento de lesiones. En la natación es importante la intervención del fisioterapeuta en las diferentes etapas de temporada de entrenamiento del atleta, ya que por sesión de entrenamiento el nadador puede llegar a recorrer más de 4km, lo que lo hace susceptible a lesiones por sobreuso.

Este estudio es factible gracias a la colaboración de la Comisión Municipal de Cultura Física y Deporte (COMUDE), que permite la participación de integrantes del equipo selectivo de natación en la investigación. Además del apoyo de los padres de familia que autorizaron la asistencia de los atletas a cada una de las etapas.

#### IV. Objetivo general del estudio

Objetivo: Evaluar el efecto de la punción seca en la movilidad y fuerza para el tratamiento de la musculatura del tren superior del nadador recreativo-competitivo.

Hipótesis alternativa: El uso de la punción seca mejora la fuerza muscular y la movilidad del tren superior del nadador recreativo-competitivo.

Hipótesis nula: El uso de la punción seca no mejora la fuerza muscular y la movilidad del tren superior del nadador recreativo-competitivo.

<b>Tabla no. 1 Cuadro de variables</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Medición</b>
<b>Punto gatillo</b>	Nódulos palpables dentro de una banda tensa de una fibra muscular que al ser estimulados mecánicamente provocan dolor referido (Hall 2018)	Punto gatillo miofascial activo	Independiente y nominal	Presencia o ausencia de punto gatillo medida mediante respuesta de espasmo local
<b>Dolor</b>	Sensación subjetiva desagradable asociada a daño tisular potencial o real o descrito en términos de dicho daño (IASP 1999)	Percepción del dolor por parte del paciente	Dependiente, politómica, nominal y cualitativa	Escala numérica análoga
<b>Arco de movimiento</b>	Grado de movilidad de las partes del cuerpo sobre sus articulaciones sin tensión excesiva en ellas, Bosco y Gustafson (1983).	Rango de movimiento alcanzado en columna cervical y hombros	Dependiente, ordinal y cuantitativa	Goniometría
<b>Fuerza muscular</b>	Es la máxima cantidad de tensión o fuerza que puede ejercer voluntariamente un músculo o un grupo muscular Clarkson (2003).	Fuerza máxima a contra resistencia manual	Cuantitativa, ordinal y dependiente	Escala de Daniels
<b>Elaboración propia</b>				

## Capítulo 2- Antecedentes

### I. Historia de la punción seca:

El primer dato encontrado sobre la descripción de un punto doloroso fue descubierto en China en una colección de libros llamado Nei King, esta colección contiene una recopilación que fue realizada en el año 2600 a.C. La obra le daba importancia a este tipo de puntos y se les ubicaba en los recorridos de los meridianos llamados tendino musculares, los cuales no tienen puntos propios de la acupuntura, solo que se manifiestan cuando hay una alteración. Posteriormente entre los años 581 y 682 d.C. el médico Sun Zsu Miao denominó a estos puntos como “Ashi” y documentó su tratamiento con agujas (7).

En el siglo XIX, los médicos utilizaron agujas y alfileres para tratar puntos sensibles en la región lumbar (8). Durante la década de 1940 en Estados Unidos, la Dra. Janet Travell realizó estudios sobre los puntos gatillo y su tratamiento con inyecciones sobre estos (9). Steinbrocker en 1944 y más tarde la Dra. Travell en 1968 hipotetizaron que el efecto de la inyección sobre los puntos gatillo miofasciales podía estar relacionado con la acción física de la aguja y la provocación de la respuesta de espasmo local (REL). Travell se refirió en 1968 a esto como punción seca (PS) o Dry needling –en inglés– (7).

Uno de los primeros estudios científicos de PS publicado en 1980, mostró su efectividad en el tratamiento de trabajadores con dolor lumbar (8). Actualmente, esta técnica forma parte de la fisioterapia invasiva –término acuñado por Orlando Mayoral (2001)-. Está compuesta por aquellas técnicas que conllevan la utilización de una aguja sólida para la aplicación percutánea de agentes físicos, o bien hueca para inyectar fármacos en el tejido musculoesquelético (10).

La fisioterapia invasiva incluye técnicas como la acupuntura, la punción seca y la técnica *percutaneous needle tenotomy* (PTN) y las técnicas más actuales que son combinadas con otro agente físico como el calor (moxibustión), la vibración o la electricidad como la electrólisis percutánea intratisular (Técnica EPI), Acu-TENS, *percutaneal electrical nerve stimulation technique* (PENS) y la electrolipólisis.

## II. Variantes de la punción seca

La punción seca como se mencionó anteriormente surgió como un método empírico, sin embargo, han surgido varios conceptos y técnicas; se destacan tres modelos: el modelo radicular, modelo de sensibilización segmentaria espinal y el modelo del punto gatillo, estos modelos tienen sus respectivas teorías y métodos de aplicación de la punción. El estudio que se desarrolla en este trabajo se enfocará en la punción de puntos gatillo (11).

El modelo radicular fue propuesto por el médico canadiense Chan Gunn. Su hipótesis menciona que el dolor miofascial es resultado de una neuropatía o radiculopatía. La justificación de su modelo se desarrolló con la ley de la denervación escrita por Cannon & Rosenbluth; esta ley propone que la salud e integridad de las estructuras inervadas dependen del flujo sin obstáculos de los impulsos nerviosos, lo que a su vez provee de un efecto trófico y regulador sobre el músculo. Cuando hay un problema en la conducción nerviosa, se liberan agentes químicos que generan irritabilidad en la zona, así que el tratamiento que propone Gunn es aplicar la punción en las uniones miotendinosas para que la distribución sea de naturaleza miotónica. En este modelo no se toman en cuenta los puntos gatillo y el tratamiento se lleva a cabo con agujas de acupuntura (11,13, 14).

El modelo de sensibilización segmentaria espinal fue desarrollado por Andrew Fischer; él propone que la formación de espasmos en la musculatura paravertebral es responsable de la disminución del espacio intervertebral y por lo tanto compresión de raíces nerviosas. Este autor propone varios tratamientos para el dolor musculoesquelético como la punción húmeda y seca sobre puntos gatillo, la técnica de Spray and Stretch y ejercicios de relajación. Cabe destacar que en este modelo propone que, el uso de una aguja para infiltrar medicamentos es óptimo para lograr un alivio y efecto a largo plazo sobre el dolor muscular y la sensibilidad (11, 12, 14).

El modelo del punto gatillo es el más utilizado, y fue desarrollado por la Dra. Janet Travell, la cual defiende que la punción seca sobre el punto gatillo desactiva más rápidamente y disminuye el dolor, si se compara con otras intervenciones **convencionales**. Al puncionar un PG se genera la respuesta de espasmo local (REL), que puede interrumpir el “ruido” sobre la placa motora induciendo un efecto analgésico (11).

Punción seca superficial, esta variante fue desarrollada por Peter Baldry, él clasifica el dolor como primario a consecuencia un PGM, problema que padecen el 90% de los pacientes con SDM, la etiología es principalmente por un traumatismo directo y mala postura. Al realizar una punción superficial, solo se inserta una aguja de acupuntura de 5–10mm de profundidad, se deja “in situ” aproximadamente 30 segundos y se retira, si no desaparecen los síntomas del PGM (REL y signo de huida) se vuelve a insertar la aguja, pero ahora se deja algunos minutos y si es necesario se gira la aguja en el mismo lugar y se retira. Baldry recomienda que la punción seca profunda se indique

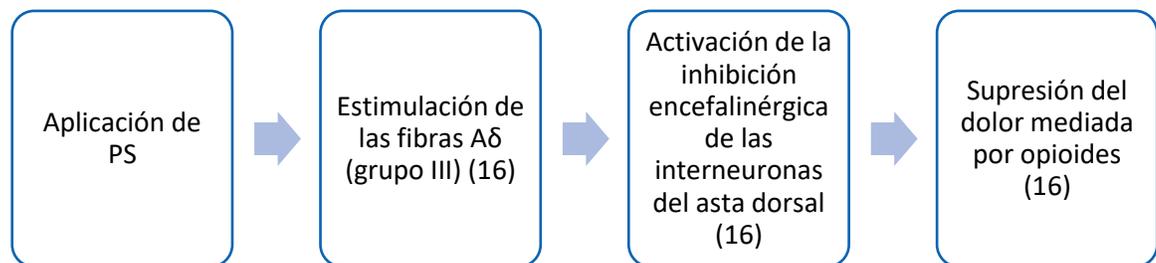
cuando se diagnostique una compresión nerviosa causada por una espondilosis, o síndrome de salida torácica. (15).

### III. Efectos de la punción seca

La principal ventaja del uso de la punción seca es el bajo costo del material utilizado y su efecto inmediato, este efecto es la destrucción de una placa neuromuscular disfuncional que genera el punto gatillo y elimina el estímulo nociceptivo hacia el SNC (6).

Los objetivos de la punción seca son la inactivación de los PGM, normalizar el ambiente químico de la fibra muscular, liberar el acortamiento muscular, normalizar la sensibilidad de la conducción nerviosa y por ende promover la curación del tejido dañado y disminuir la activación muscular espontánea. Al ingresar la aguja provoca un estiramiento local de la fibra y aumenta la microcirculación sanguínea (15,16).

La punción seca disminuye el dolor, reduce la tensión muscular, normaliza la disfunción bioquímica y eléctrica de las placas motoras y facilita un regreso acelerado a la rehabilitación activa (16).



#### **IV. Efectos adversos y contraindicaciones de la punción seca**

Efectos adversos significativos:

El neumotórax es una de las complicaciones más serias al realizar PS, este tipo de complicación es común cuando se realizan abordajes en músculos que rodean la caja torácica, como los iliocostales, fibras superiores y medias del trapecio y dorsales, para evitarlo se deben de hacer uso de un ultrasonido en caso de que sea musculatura muy profunda y utilizar una referencia de seguridad que sería tocar la costilla con la punta de la aguja todo el tiempo y evitar a los pulmones o realizar una toma en pinza para sujetar el músculo a puncionar (17). Y el hematoma subdural o epidural cervical agudo e infecciones profundas de la columna vertebral a consecuencia de abordajes cerca de esta zona.

Efectos adversos leves:

Estos efectos se han presentado en un 19.18% de casos, entre los cuales se incluyen; moretones (7.55%), sangrado (4.65%), dolor durante el tratamiento (3.01%) y dolor después de aplicar el tratamiento (2.19%). Para evitar estos efectos adversos se recomienda seguir las normas de seguridad como la aplicación correcta de la técnica, buenas medidas de higiene, conocimiento de la anatomía de órganos y paquetes neurovasculares (17).

Contraindicaciones absolutas (9):

1. Pacientes con fobia a las agujas
2. Pacientes que rechazan el procedimiento por temor o por sus creencias
3. Pacientes que no pueden otorgar su consentimiento debido a problemas de comunicación o cognitivos, o a factores relacionados con la edad
4. Existencia de una emergencia médica o de una enfermedad o problema médico agudo
5. La punción de una zona anatómica o de un miembro con linfedema debido a que ello puede incrementar el riesgo de infección o celulitis, además de que dificultaría el tratamiento de la infección en el caso de que se produjera
6. La PS se considera inadecuada debido a cualquier otra razón.

Contraindicaciones relativas:

7. Tendencia patológica a la hemorragia
8. Compromiso del sistema inmunitario
9. Enfermedad vascular
10. Diabetes
11. Embarazo
12. Niños
13. Estado psicológico (ansiedad o estrés).

## V. Puntos gatillo

Un punto gatillo es una zona hiperirritable que, por lo general se encuentra dentro de la banda tensa de un músculo esquelético o en la fascia muscular. Esta zona duele al ejercer presión sobre ella provocando dolor referido. (18). Otro concepto importante que definir es el síndrome de dolor miofascial, el cual es una alteración que cursa con dolor generalizado caracterizado por la presencia de PGM en uno o varios músculos, puede ser asociado con dolor, espasmos musculares, sensibilidad aumentada, rigidez, debilidad muscular, limitación de los arcos de movimiento y disfunción autonómica (18, 19).

Este síndrome se considera un problema de salud pública y uno de los motivos de consultas en atención primaria, por lo que es importante diagnosticarlo y darle atención oportuna y adecuada. Los estudios que se dedicaron al descubrimiento y descripción de estos puntos comenzaron en 1957, mediante el uso de un electromiograma, la Dra. Travell describe la capacidad de “generar y recibir” pequeñas corrientes eléctricas creadas por un punto gatillo. Esto se debe a que, a pesar del reposo, la actividad muscular es silente, ya que el punto gatillo provoca contracción en una parte del músculo (20). Además de producir esta contracción sostenida, el PG, genera dolor en la zona donde se localiza, cabe señalar que en los siguientes párrafos se dará a conocer el concepto, las causas y la clasificación del dolor y posteriormente se retomará la fisiopatología de los PG.

## VI. Fisiología del dolor

El dolor según la IASP (*International Association for Study of Pain 1999*) se define como una sensación subjetiva desagradable asociada a daño tisular potencial o real o descrito en términos de dicho daño, éste puede ser agudo o crónico (21). Para la descripción de la calidad y carácter del dolor se han creado diferentes conceptos para facilitar su diagnóstico estos son: difuso o localizado; palpitante o continuo; sordo o cólico; urente, con hormigueo, punzante o penetrante; lacerante o delicado; constante o intermitente y episódico o con exacerbaciones, en la tabla número dos y tres se describen cada uno de estos términos y las diferencias entre el dolor agudo y crónico.

Tabla no. 2 Diferencias del dolor agudo y crónico	
Dolor agudo	Dolor crónico
Desencadenado por una lesión tisular inmediata	Se perpetúa tras la resolución o curación de la lesión tisular
Actúa como <<advertencia>> de daño o lesión tisular: protege frente a lesiones más intensas	No tiene ninguna función útil
Activa nociceptores	Conlleva la sensibilización central y anomalías estructurales permanentes del sistema nervioso central (SNC)
Activa al sistema nervioso simpático	Adaptación fisiológica

Duración ilimitada	Duración prolongada
Remite con la resolución y curación de la lesión	Persiste mucho después de la resolución y curación
Directamente asociado con lesiones, trastornos posoperatorios y procesos patológicos	Asociado remotamente con lesiones, problemas quirúrgicos y procesos patológicos
Responde al tratamiento	Resiste al tratamiento
<b>Tomado de diagnóstico y tratamiento en el dolor (22)</b>	

<b>Tabla no.3 Descripción del dolor de acuerdo con la calidad y carácter</b>	
<b>Difuso</b>	Hace referencia a un proceso central o a un trastorno inflamatorio
<b>Localizado</b>	Alteración específica, lesión de un nervio periférico o un estado posoperatorio
<b>Palpitante</b>	Sugiere una enfermedad ósea como metástasis, lesión en tejidos blandos y tensión muscular
<b>Sordo y cólico</b>	Se asocia con dolores viscerales, como la irritación o inflamación
<b>Urente, con hormigueo o punzante</b>	Suelen asociarse con lesiones nerviosas o alteraciones que afectan a los nervios y a la transmisión del estímulo doloroso
<b>Lacerante</b>	Puede indicar algo agudo y repentino
<b>Delicado</b>	Se puede reflejar como un dolor menor que el dolor sordo
<b>Constante o intermitente</b>	Se refiere al ritmo del dolor. El dolor constante siempre está presente y el dolor intermitente es impredecible
<b>Episódico</b>	Se presenta durante una actividad específica como caminar, sentarse, toser
<b>Exacerbación</b>	Se describe como una reagudización del dolor de manera repentina y ya no es controlado con la misma dosis de una medicación anteriormente prescrita
<b>Tomado de diagnóstico y tratamiento en el dolor (22)</b>	

También es importante destacar que existen tres tipos de dolor. Para su descripción han sido clasificados tomando en cuenta la fisiopatología de cada uno. Esta clasificación lo divide en dolor nociceptivo, inflamatorio y neuropático. Los detalles se muestran a continuación en la tabla número 4.

<b>Tabla no. 4 Clasificación del dolor de acuerdo con su fisiopatología</b>		
<b>Dolor nociceptivo</b>	<b>Origen</b>	Somático (fácil de localizar en estructuras superficiales) y visceral (Es más complicado de localizar, referido de estructuras más profundas)
	<b>Causas</b>	Heridas, lesiones musculares, estreñimiento, apendicitis
	<b>Transmisión</b>	A través de nervios intactos, con las neuronas sensoriales y por las vías espinotalámicas hasta la médula espinal
<b>Dolor inflamatorio</b>	<b>Origen</b>	Daño tisular que desencadena la activación de mediadores inflamatorios agudos y crónicos
	<b>Causas</b>	Trastornos inflamatorios crónicos como las artropatías y artritis, vasculopatías isquémicas, heridas posoperatorias evolucionadas y las quemaduras
	<b>Transmisión</b>	Se transmite por nervios normales y vías como las del dolor nociceptivo, pero hay cambios en las propiedades y la función de las neuronas periférica y centralmente por la interacción de los mediadores inflamatorios que potencian el dolor
<b>Dolor neuropático</b>	<b>Origen</b>	Surge en una zona que es neurológicamente anómala y se debe a una lesión del sistema nervioso central o periférico
	<b>Causas</b>	La mayoría de los mecanismos de lesión no se conocen bien, pero los más comunes son por incisión o aplastamiento del tejido nervioso y las alteraciones nutricionales, químicas, isquémicas, metabólicas, neoplásicas o paraneoplásicas del SNC y del SNP  Los ejemplos más comunes son el dolor de miembro fantasma y la neuropatía diabética
	<b>Transmisión</b>	Anómala ya que los propios nervios están dañados, los estímulos no nocivos producen hiperalgesia o entumecimiento. Hay cambios persistentes en las propiedades y la función de las neuronas que transmiten el dolor
Tomado del libro diagnóstico y tratamiento en el dolor (22)		

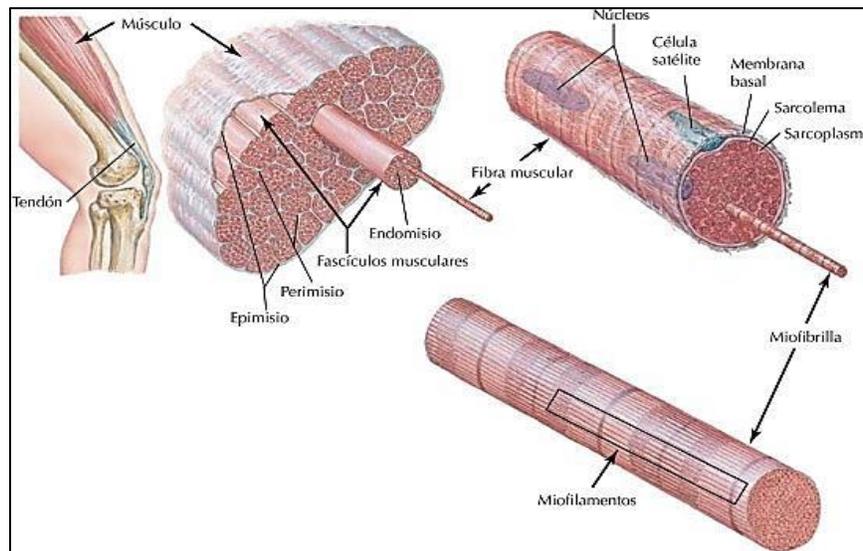
El dolor desde el punto de vista del diagnóstico y pronóstico depende de varios factores (23):

- De la apreciación y expresión del dolor por parte de la persona, cada una tiene una sensibilidad distinta y una manera de expresarla, tanto en lo físico como en lo psíquico
- Del ritmo del dolor: Paroxístico o constante; se deben de valorar las modificaciones que se producen por algún movimiento, cambio de postura, factores agravantes como la palpación
- La localización del dolor si es local, focal y generalizado
- La calidad del dolor, si es punzante, ardor y quemante.

## VII. Fisiología muscular y fisiopatología de los puntos gatillo

La formación de un punto gatillo implica un desequilibrio químico en las fibras musculares, por lo que es importante mencionar la estructura y el proceso de la contracción muscular normal, para poder entender la fisiopatología del PG. Así, se conoce que el músculo está formado por varias fibras musculares cuyo diámetro varía entre 10 y 80 $\mu$ m, las cuales están rodeadas de una capa llamada endomisio. Las fibras se agrupan en fascículos cubiertos por el perimisio, estos se unen formando el músculo y están envueltos por el epimisio (figura no.1).

Figura no. 1 Organización muscular (24)



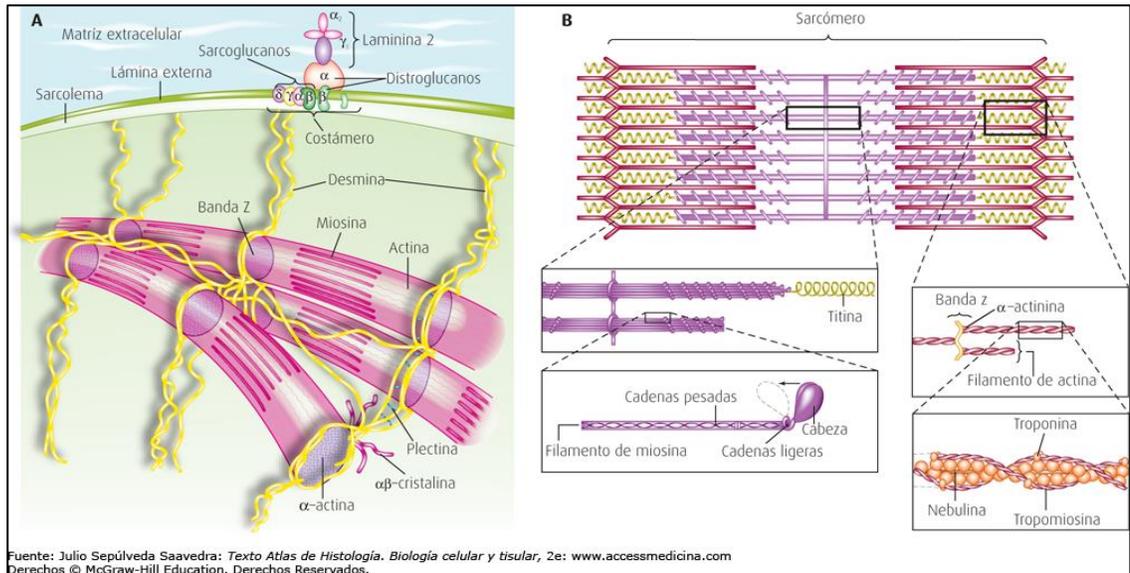
Cada fibra muscular con cientos a miles de miofibrillas contiene aproximadamente 1500 filamentos de miosina y 3000 de actina -moléculas proteicas polimerizadas responsables de la

contracción muscular-. Cada miofibrilla consta de una unidad llamada sarcómero, que alineado a las miofibrillas da lugar a las estriaciones características del músculo esquelético.

Al observar con luz polarizada una fibra muscular, los sarcómeros se ven como zonas alternadas de bandas A oscuras y gruesas (filamentos de actina), y claras y finas (filamentos de miosina), o bandas I. Las últimas son isótropas al no refractar la luz polarizada y los extremos oscuros que se superponen a los filamentos de miosina son anisótropas al refractar la luz polarizada, cada banda I está dividida por la línea Z.

Las bandas se entrelazan y las zonas donde no hay un solapamiento se denominan zona H, en cuyo centro se encuentra la zona M, donde se establecen enlaces entre los filamentos gruesos adyacentes. A continuación, se presenta una imagen (figura no.2) donde se muestra el orden estructural de un nivel macroscópico a un nivel microscópico (20,25, 26)

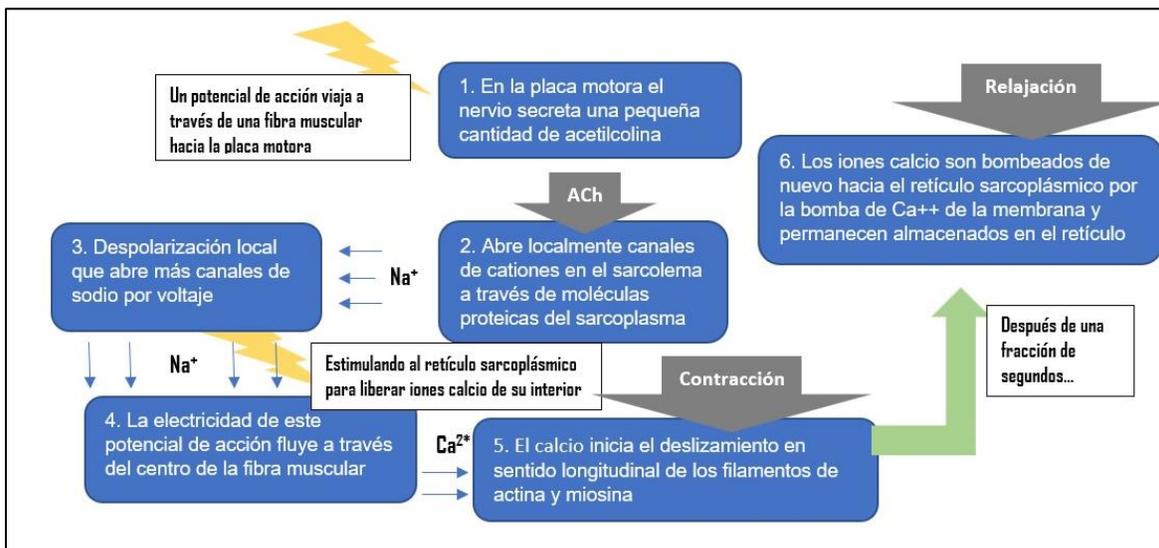
**Figura no.2 Organización muscular (28)**



## VIII. Proceso de contracción muscular

Cada fibra muscular está rodeada por una membrana celular llamada sarcolema, las miofibrillas que existen dentro de la fibra muscular están yuxtapuestas y suspendidas y, llenas de un líquido intracelular llamado sarcoplasma que contiene grandes cantidades de potasio, magnesio, fosfato, múltiples enzimas proteicas y mitocondrias. Las mitocondrias son las encargadas de producir energía en forma de trifosfato de adenosina (ATP). Dentro del sarcoplasma también se encuentra el retículo sarcoplásmico, el cual tiene una organización y un papel fundamental para realizar la contracción. Citando la descripción del mecanismo de contracción de Guyton & Hall, el proceso se lleva a cabo mediante las siguientes etapas, mostradas en la siguiente figura (25).

Figura no. 3 Esquema de contracción muscular realizado por el autor (25)



## IX. Formación de un punto gatillo:

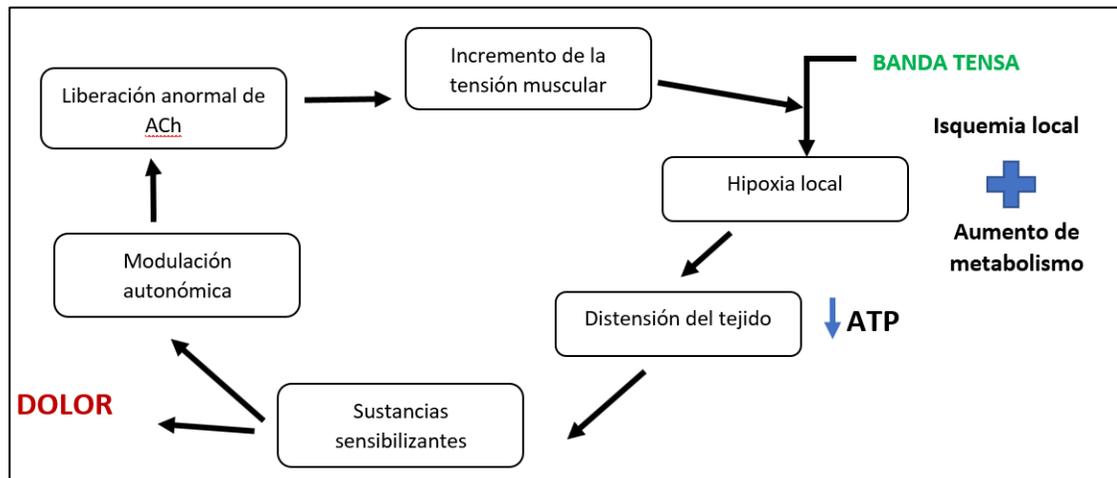
La formación de un punto gatillo aún sigue en controversia y existen diferentes hipótesis que explican su desarrollo. En la electromiografía se observa como un "ruido" en la placa neuromuscular, que está ausente en un músculo sano. Y aunque no existen características histológicas definidas para el síndrome miofascial, al realizar cortes en tejidos musculares de animales se pueden observar nudos de contracción.

Este efecto fue estudiado por David Simmons, que postuló la "Teoría integradora de Simmons". En su estudio encuentra que la disfunción de la placa motora por liberación excesiva de

Ach y Ca<sup>2+</sup> (con fallo en su recaptación), provoca pequeñas ráfagas de potenciales de acción, despolarizando constantemente la fibra muscular con ausencia de deslizamiento de los filamentos de actina y miosina, y, por ende, el acortamiento de la fibra denominado “nudo de contracción”. La entrada constante de Ca<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> que activa permanentemente al sarcómero, consume ATP de manera ininterrumpida, produciendo esta crisis energética con disminución del PO<sub>2</sub> (hipoxia, isquemia, anaerobiosis).

Lo anterior, genera un daño en la fibra muscular –particularmente en la membrana celular-, liberando productos nociceptivos y sustancias sensibilizantes que producen dolor local y referido (sensibilización central), que reduce el umbral del dolor a la presión. Neurológicamente este proceso es percibido por las vías nociceptivas que convergen con redes neuronales sanas de la raíz dorsal; el hecho de que estas vías dolorosas sean compartidas con vías sanas hace que el paciente presente el dolor referido, denominado por Hong como “activación de circuitos de puntos gatillo miofasciales”. La respuesta de espasmo local se presenta al realizar estímulos mecánicos sobre el PG, este efecto solo se manifiesta en músculos donde su inervación sensitiva y motora está intacta desde su origen medular (27, 29).

Figura no. 4 Diagrama de la hipótesis integradora de David Simmons (29)



Hipótesis que explican la formación de un PG (20):

- Producción creciente de acetilcolina
- Alteraciones del metabolismo de calcio, exceso de liberación de calcio
- Hipertensión
- Estrés
- Hiperestimulación neurológica localizada.

Como consecuencia de los eventos que se suceden en los puntos gatillo de las hipótesis antes mencionadas, se generan cambios químicos intracelulares como los que se mencionan a continuación (20):

- Isquemia localizada
- Incremento de las necesidades metabólicas
- Fracaso de la recaptación de los iones de calcio por el retículo sarcoplásmico
- Inflamación localizada
- Efecto de compresión de los vasos locales
- Crisis de energía
- Producción creciente de agentes inflamatorios que sensibilizan las fibras autonómicas y nociceptivas locales.

## **X. Clasificación de los puntos gatillo**

Según las características que presentan, se pueden clasificar por su localización y por su actividad. Por su localización podemos encontrar los puntos primarios y secundarios; los primarios se desarrollan en la miofascia, principalmente en el centro del cuerpo muscular por donde entra la placa terminal motora, y los secundarios o satélite se desarrollan en respuesta a un PG primario. Por su actividad encontramos los PG activos y latentes, los activos se caracterizan por causar dolor espontáneo, el dolor es fácil de identificar por el paciente y los latentes son puntos que solo generan dolor al ser presionados y este no es fácil de reconocer por el paciente, se considera que están en la fase preclínica de los PG activos, es importante identificarlos para dar un tratamiento oportuno y evitar que se activen, cada uno tiene ciertas características del comportamiento del dolor, León Chaitow y Sandy Fritz mencionan las características del dolor de los PG activos, que son (20):

- La zona en la que se localiza un punto gatillo activo ya puede ser sensible antes de tocarla
- Al aplicar presión los puntos gatillo activos son dolorosos y ocasionan dolor referido (p. ej; los síntomas se producen a cierta distancia del punto de presión) o lo irradian (p. ej; los síntomas se extienden desde el punto de presión)
- Entre los síntomas que se refieren o se irradian se incluyen dolor, hormigueo, entumecimiento, quemazón, picor y otras sensaciones. Lo que es más importante, la persona reconoce estos síntomas (está familiarizada con ellos)
- Existen otros signos de los puntos gatillo activos (“signo del salto”, signos palpables como una banda tensa y fasciculación).

En cuanto a las características del dolor de un punto gatillo latente según este mismo autor (León Chaitow y Sandy Fritz) encontramos (20):

- Por lo general, la persona no es consciente de que exista un punto latente hasta que se ejerce presión sobre éste (es decir, a diferencia del punto activo, el latente produce dolor espontáneo en escasas ocasiones)
- Cuando se ejerce presión sobre un punto latente, por lo general se produce dolor, que puede ser referido (p. ej; los síntomas se producen a cierta distancia del punto de presión) o irradiado (p. ej; los síntomas se extienden desde el punto de presión)
- Si los síntomas no se reconocen o fueron sensaciones que la persona solía tener en el pasado, pero que no ha experimentado recientemente.

## XI. Diagnóstico del síndrome miofascial y Puntos gatillo

Simons propuso ocho criterios para el diagnóstico de los puntos gatillo: dolor espontáneo localizado, alteraciones de la sensibilidad en la zona adyacente al punto que se manifiesta como alodinia o hiperestesia, bandas tensas palpables, dolor intenso al palpar la banda tensa, disminución del arco de movimiento de la estructura afectada, percepción y familiarización del dolor por parte del paciente al presionar el PG, producción de la respuesta de espasmo local (REL) con la estimulación mecánica del PG y finalmente la mejora de los síntomas al aplicar PS o estiramientos sobre el PG (27). Existen más criterios diagnósticos para el síndrome miofascial, en la tabla número cinco se mencionan los hallazgos y las características clínicas que podemos encontrar al valorar un PG.

Hallazgo	Características
Palpación del punto gatillo	Zona redondeada palpable, hiperirritable, que produce dolor
Patrón de dolor referido	Se presenta al estimular el punto gatillo, refiriendo un dolor específico para cada músculo
Banda tensa muscular palpable	El PG está inmerso en una banda de fibras musculares más contraída
Respuesta local de sacudida o respuesta de espasmo local	Al estimular el punto (sobre todo con punción), se produce un espasmo súbito de la banda palpable, reconocible clínica y electromiográficamente
Signo de salto	Al estimular puntos muy activos el paciente realiza una reacción de huida involuntaria
Restricción de la movilidad	La articulación anexa al músculo afectado mostrará una restricción sutil en la dirección de estiramiento del músculo

<b>Dolor al movimiento resistido</b>	La contracción contra resistencia del músculo afectado aumenta el dolor
<b>Debilidad sin atrofia</b>	El balance de la fuerza muscular es ligeramente menor
Tabla tomada y modificada del artículo interpretación topográfica de los dolores referidos en la patología de la columna vertebral (32)	

## **XII. Anatomía del hombro**

La articulación del hombro está formada por la escápula, la clavícula y el húmero. La clavícula se encuentra en la zona anterior y se articula medialmente con el manubrio del esternón –articulación esternoclavicular-, lateralmente se articula con el acromion de la escápula –articulación acromioclavicular- y también forma parte del arco en la parte superior de la cavidad glenoidea escapular, que junto a la cabeza del húmero forman la articulación glenohumeral. El brazo incluye al húmero que se articula con el cúbito y el radio en el codo, una articulación de bisagra que permite la flexo-extensión del antebrazo (30).

Los principales músculos que se encuentran en el hombro son el trapecio, el elevador de la escápula, y los romboides, los cuales conectan la escápula con el tronco. Los músculos que unen la escápula con el extremo proximal del húmero son el pectoral mayor y menor, el dorsal ancho, el redondo mayor y el deltoides. Lo que unen la escápula con el húmero pero que proporcionan estabilidad son los que conforman el manguito rotador –supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular-. Sobre el húmero se insertan los músculos que ayudan a flexionar y extender el codo principalmente estos son el bíceps y el tríceps braquial (30).

La inervación de la extremidad superior está a cargo del plexo braquial, formado por los ramos anteriores de los nervios espinales cervicales de C5 a C8 y T1, el plexo comienza por el cuello en los troncos que luego dan lugar a tres ramas principales, las cuales se subdividen y finalmente dan lugar al nervio musculocutáneo (C5 a C7), nervio mediano (C6 a C8, T1), nervio radial (C5 a C8, T1) y el nervio cubital (C7, C8, T1) (30).

El complejo del hombro requiere del movimiento adecuado y coordinado de las articulaciones esternoclavicular (EC), acromioclavicular (AC), glenohumeral (GH) y la articulación escapulotorácica. Los cambios patológicos en cualquier porción de este complejo pueden alterar la biomecánica normal del hombro (33)

Los elementos mencionados anteriormente participan en la estabilidad y la coaptación del hombro, la que depende principalmente de ligamentos y músculos, que se clasifican como estabilizadores estáticos y dinámicos. Los estabilizadores estáticos son los ligamentos que ayudan

a limitar la traslación y rotación de la cabeza humeral sobre la cavidad glenoidea, en la tabla número seis se mencionan los ligamentos y el movimiento en el que participan.

**Tabla no.6 Ligamentos estabilizadores de la articulación glenohumeral**

<b>Ligamento GH superior</b>	<b>Ligamento GH medio</b>	<b>Ligamento GH inferior</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estabilizador inferior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estabilidad durante la traslación anterior con el brazo en RE y ABD menor de 90°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estabilizador anterior con el hombro en ABD de 90° y RE</li> </ul>

Elaborado a partir de Fisiología articular (34)

Por otro lado, los estabilizadores dinámicos son músculos importantes para controlar la posición de la cabeza humeral y la escápula durante el movimiento, y así evitar una luxación o subluxación de la articulación. Se dividen en dos grupos:

- Coaptadores transversales: su dirección introduce la cabeza humeral en la cavidad glenoidea.
- Coaptadores longitudinales: sujetan el miembro superior e impiden que la cabeza humeral se luxe por debajo de la glenoide en respuesta a una tracción de una carga sostenida con la mano.

**Tabla no.7 Músculos Coaptadores transversales y longitudinales**

<b>Coaptadores transversales</b>	<b>Coaptadores longitudinales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Supraespinoso</li> <li>•Infraespinoso</li> <li>•Redondo menor</li> <li>•Subescapular</li> <li>•Tendón de la porción larga del bíceps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Deltoides (Lateral y anterior)</li> <li>•Porción larga del tríceps</li> <li>•Pectoral mayor (porción clavicular)</li> <li>•Tendón de la cabeza larga y corta del bíceps</li> <li>•Subescapular</li> </ul>

Elaborado a partir de Fisiología articular (34)

### **XIII. Historia del estilo crawl**

La natación ha ido evolucionando a través del tiempo para mejorar el movimiento dentro del agua con un menor desgaste físico y mayor eficacia; estas mejoras incluyen su técnica de ejecución, el material para su entrenamiento, la indumentaria para entrar a la alberca -goggles, traje de baño y gorro- y el lugar de entrenamiento ya que el ser humano no está adaptado evolutivamente para moverse dentro del agua, por lo tanto, esta actividad se trata de un movimiento ontogénico y no filogenético como la marcha o la carrera. (35)

El hecho de que este deporte incluya un movimiento ontogénico requiere de un aprendizaje y una ejecución muy precisa y coordinada para mantener el cuerpo a flote y disminuir la resistencia del agua al moverse, a diferencia de los deportes de tierra, en la natación se ejecuta en una postura horizontal, ya sea prono -crawl, pecho y mariposa- o en supino -dorso- y la principal fuerza de propulsión es generada por los brazos.

Este estilo fue nadado en la antigüedad por los indios americanos, acompañado con una patada similar a la de pecho. A finales del siglo XIX fue incorporado el batido de tijera por John Arthur Trudgen y fue llamado estilo "trudgen". Posteriormente el profesor australiano de natación Richard Cavill realizó el análisis del batido de tijera y descubrió la gran velocidad que se lograba en el agua y lo llamó crawl australiano, crawl o estilo libre (36).

A pesar de que este estilo se ha convertido en el más rápido de los cuatro estilos que existen, genera en los nadadores un alto riesgo de lesión ya que es utilizado con gran frecuencia para las actividades de calentamiento, entrenamiento, relajación y resistencia. A continuación (Tabla no.7), se muestra la descripción de la técnica del estilo crawl.

Este estilo presenta un ciclo de brazada que consta de cinco fases: 1. La entrada y el estiramiento, 2. El movimiento hacia abajo, 3. El agarre, 4. El movimiento hacia dentro y 5. El movimiento hacia arriba y el recobro.

**Tabla no. 7 Descripción del ciclo de brazada de crawl (4).**

**1.La entrada y el estiramiento**

- Pronador redondo
- Flexores de los dedos



**2.El movimiento hacia abajo**

- Pectoral mayor y menor
- Serratos
- Dorsal ancho
- Romboides mayor
- Bíceps
- Deltoides Subescapular



**3.El agarre**

- Fibras posteriores del deltoides
- Tríceps braquial
- Fibras medias del deltoides Supraespinoso.



**4.Movimiento hacia dentro**

- Deltoides, fibras medias
- Pectoral mayor
- Subescapular



**5.Movimiento hacia arriba y recobro**

- Fibras anteriores del deltoides y porción externa del pectoral mayor.



Músculos para mantener la cabeza:

- Esternocleidomastoideo
- Músculos escalenos

Músculos para mantener la posición del cuerpo

- Músculos abdominales y dorsales. (37)

El entrenamiento antes mencionado, al igual que el uso de las otras técnicas, favorece el desarrollo de la musculatura, postura y cualidades en general más adecuadas para el desempeño de la natación. En el periodo de la pubertad se puede conseguir el desarrollo máximo de las cualidades físicas, que podemos encontrar en cada deportista, pero al ser un periodo de desarrollo físico es importante la práctica supervisada y adecuada para la prevención de lesiones deportivas que son características de estos atletas (37).

#### **XIV. Lesiones en el nadador**

La natación es un deporte acuático muy popular alrededor del mundo, y puede ser practicado por personas de todas las edades. Su técnica de ejecución ha ido evolucionando a través del tiempo para mejorar la eficacia y velocidad dentro del agua. Este deporte se caracteriza porque se debe de mantener una posición horizontal o prona del cuerpo y no una postura bípeda, además de que su ejecución debe ser muy precisa para poder avanzar dentro del agua.

El estilo más utilizado durante los entrenamientos es el estilo libre o crawl, la fuerza de propulsión de esta modalidad es generada por la aducción y la rotación interna del hombro, en donde los principales músculos involucrados son el dorsal ancho y el pectoral mayor; mencionados anteriormente.

Si tomamos en cuenta que en este deporte se utiliza principalmente el tren superior para la propulsión dentro del agua, y que un nadador de elite nada una distancia entre 60,000 a 80,000 metros a la semana, lo que equivale a 30,000 brazadas por brazo, podremos comprender que es muy común sufrir lesiones musculares por sobrecarga, sobre todo si la práctica no es realizada de manera adecuada (4).

La lesión por práctica deportiva es el daño tisular que se produce como resultado de la participación en deportes o ejercicios físicos. Aparecen cuando no se respeta el proceso de adaptación muscular específica que genera la demanda de un deporte, como la hipertrofia en la halterofilia, la resistencia en atletismo y la flexibilidad y equilibrio muscular en la natación (38).

Las lesiones deportivas se clasifican en agudas y crónicas. Las lesiones agudas son de inicio súbito y tienen una causa definida, éstas ocurren cuando la carga tisular es lo suficientemente importante para ocasionar una deformación irreversible del tejido. Estas lesiones son comunes en deportes que conllevan un alto riesgo al ser ejecutados y en deportes en equipo donde puede haber contacto directo (38).

Las lesiones crónicas o por uso excesivo se desarrollan de forma gradual y son consecuencia de una sobrecarga repetida, en la cual la carga sometida no es suficiente para generar una deformación irreversible, pero su acumulación logra exceder el umbral de daño tisular. Estas lesiones son comunes en deportes donde se requieren sesiones largas de entrenamiento o donde se debe de realizar un gesto técnico específico (38).

### **Lesiones agudas en natación**

Este tipo de lesiones son menos frecuentes en la natación, sin embargo, existen. Las más comunes son (3):

- Traumatismos directos sobre las manos, pies y cabeza sobre el carril, la pared y otro nadador. Puede generar fractura de metatarsianos o metacarpianos, contusiones en manos y dedos y laceraciones en pies, manos y hombros;
- Subluxación de hombro como una de las más recurrentes. Como secuela de la falta de coaptación y adecuada movilidad del hombro por la hiperlaxitud generada por sobreentrenamiento y poco fortalecimiento;
- Subluxación de rótula en la patada de pecho (menos frecuente), en nadadores con hiperlaxitud ligamentaria generalizada;
- La natación no genera lesiones meniscales, sin embargo, puede exacerbar los síntomas de una lesión preexistente al realizar la patada de pecho debido a la fuerza de rotación y valgo forzado que se realiza.

### **Lesiones crónicas en natación**

Estas lesiones presentes frecuentemente en la natación se deben a los factores de riesgo principales como una técnica deficiente, mal balance muscular, hiperlaxitud ligamentaria y antecedentes de otras lesiones no generadas por la natación. En dichas afecciones, el dolor de hombro es una de las principales quejas de los atletas, cuyo origen se debe principalmente a una mala ejecución por fatiga y el desarrollo de un pinzamiento e inestabilidad dinámica.

Los nadadores de pecho son más propensos a desarrollar lesiones en la cadera y las rodillas, debido al movimiento que se realiza en esta modalidad, las lesiones que se encuentran en esta zona son distensiones de músculos aductores e iliopsoas. En las rodillas el 75% de los nadadores de pecho presentan dolor en la zona medial, la etiología es por la laxitud del ligamento colateral medial, irritación de la plica medial y con menos frecuencia por la lesión del menisco medial e inestabilidad rotuliana, las dos últimas presentes en personas que se lesionaron en otro deporte y la práctica de natación exacerba los síntomas.

La patada de delfín y el estilo de mariposa son parte importante en el entrenamiento, pero si no se realizan adecuadamente el nadador presenta dolor en la zona lumbar. En caso de que no se haga una corrección y un fortalecimiento de la musculatura estabilizadora, el problema puede evolucionar a una patología interarticular como la espondilosis. También en deportistas que realizan *cross-training* la natación puede exacerbar los síntomas en la zona lumbar (2, 3, 4).

## Capítulo 3 – Metodología

### I. Metodología de la investigación

La presente investigación fue fundamentada de acuerdo con el autor Hernández Sampieri (39)

### II. Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo según la definición de Sampieri (2014), quien indica el uso de la recolección de datos medibles y representados por números mediante la aplicación de procedimientos estándar para probar o no una hipótesis (39). En este estudio los datos medibles consisten en números obtenidos por la medición por medio de la goniometría y por la escala de Daniels ya analizados con métodos estadísticos (t-student de dos variables que se relacionan o pareada)

### III. Alcance del estudio

Exploratorio ya que el uso de la punción seca se ha convertido en una técnica muy utilizada dentro de la fisioterapia, pero no se han realizado estudios en su aplicación en atletas adolescentes de natación.

Descriptivo, ya que este estudio busca especificar en qué grado mejora la fuerza y la movilidad sobre los integrantes del equipo preseleccionado de natación.

### IV. Diseño del estudio

Se realizará un estudio preexperimental de preprueba/posprueba donde a un grupo se le aplica una evaluación previa al tratamiento experimental, después se aplica la punción seca y finalmente se realiza una prueba posterior al estímulo.

Longitudinal panel, ya que a los mismos participantes (nadadores del equipo preseleccionado de natación de la COMUDE León) son medidos en todos los tiempos en un periodo de cinco semanas, se estableció este tiempo porque se pretenden estudiar los efectos inmediatos de la punción seca sobre la movilidad y fuerza.

## **V. Muestra**

Muestra no probabilística o dirigida, cada participante que cumpla con los criterios de inclusión será invitado a formar parte de este estudio y participará de manera voluntaria (39).

Criterios de inclusión:

- Nadadores de 13 a 16 años
- Atletas que tengan un entrenamiento con una duración mínima de dos horas al día
- Nadadores con antigüedad mínima de un año en el equipo
- Atletas de selectivo de natación
- Nadadores que realicen pruebas de velocidad
- Consentimiento informado firmado por sus padres o tutores

Criterios de exclusión:

- Entrenamiento de otro deporte
- Que se encuentren dentro de otro estudio
- Personas en fases de aprendizaje

Criterios de eliminación:

- Falta de apego al tratamiento
- Falta de apego al entrenamiento
- Por alguna razón personal
- Fobia a las agujas

## **VI. Herramientas de evaluación**

Las mediciones para cuantificar la amplitud articular máxima como indica Taboadela (2007) se tomaron antes de realizar la punción y después de una semana de haber realizado la punción se les hizo la medición final. En cuanto al examen manual muscular, este se utilizó para determinar el nivel de fuerza muscular y conocer de qué manera se encontraba afectada (40, 41, 48)

Se valoraron todas las estructuras con la finalidad de elegir el (los) PG presente(s) en todos los participantes, para este procedimiento se realizó palpación plana y en pinza sobre la musculatura del cuello, cintura escapular y brazo para la ubicación de los PGM según lo indicado. La palpación en pinza incrementa la seguridad y es preferible siempre que sea apropiada Calvo Lobo C. (2017) (42)

## **VII. Procedimiento de aplicación del protocolo**

Los procedimientos, riesgos y beneficios, fueron explicados ampliamente a los participantes del estudio y hubo comprensión de estos siguiendo los lineamientos de la norma oficial mexicana de investigación en humanos y ley general de salud. El trabajo fue avalado por el comité de bioética de la comisión municipal de la cultura física y deporte COMUDE. (anexo 1)

Los atletas del equipo pre-selectivo de natación COMUDE que aceptaron participar el estudio fueron menores de edad, así que junto con sus padres y/o tutores se les otorgó el consentimiento informado (Anexo 2) el cual fue leído y firmado por los tutores, los participantes y el investigador.

Se realizó una valoración fisioterapéutica y recolección de datos (anexo 3) de cada uno de los participantes que incluyó valoración de fuerza de cuello, hombro y codos, arcos de movimiento del cuello, hombros y codos, postura y presencia de puntos gatillo en tren superior.

Se aplicó el tratamiento de punción seca en dos sesiones con un descanso de una semana entre cada sesión, la primera fue sobre las fibras superiores del trapecio y la segunda sesión fue sobre el romboides mayor, que fueron las zonas con mayor presencia de puntos gatillo en el grupo de estudio.

Finalmente se volvió a realizar una valoración fisioterapéutica que incluyó fuerza, arcos de movimiento, postura y el estado de los puntos gatillo seleccionados.

## **VIII. Punción seca**

Al ser considerada la PS un proceso invasivo, se deben de seguir las normas de seguridad de la región o país donde se aplica la técnica. Antes de comenzar se debe de realizar el lavado de manos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-045-SSA2-2005 (Lavado de las manos con jabón según para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales). Se deben de mojar las manos con agua, aplicar jabón según lo recomendado por el fabricante del producto, frotar durante al menos 15 segundos las palmas, el dorso, entre los dedos, los nudillos, el dedo pulgar y las uñas, enjuagar con agua y secar con una toalla de papel desechable, se debe de cerrar el grifo con la toalla de papel y desechar.

De acuerdo con la norma antes mencionada, se deben de utilizar guantes sin excepción, al menos en la mano que lleva a cabo la palpación o bien, si así lo prefiriera el profesional de la asistencia sanitaria o lo exigiera la normativa, en ambas manos, es importante su uso para evitar el contacto directo con sangre y otro material infeccioso, al retirar los guantes se debe realizar nuevamente el lavado de manos.

Antes de iniciar con la PS se debe de realizar la limpieza de la piel, el Código de Práctica Segura (Code of Safe Practice) del British Acupuncture Council recomienda el uso de alcohol isopropílico al 70% o de productos que contengan clorhexidina al 0,5%, esta limpieza se debe de realizar sobre todo cuando la piel está visiblemente sucia.

Una vez finalizada la punción se debe de desechar la aguja de acuerdo con la normal oficial mexicana (NOM-087-ecol-ssa1-2002, protección ambiental, salud ambiental, residuos peligrosos biológico-infeccioso, clasificación y especificaciones de manejo). Las agujas de PS se encuentran dentro de la clasificación de residuos biológico-infecciosos, su almacenamiento temporal debe ser en un recipiente de polipropileno de color rojo resistente a fracturas y pérdidas de contenido al caerse, destructibles por métodos físicos, tener separador de agujas y abertura para depósito, con tapa(s) de ensamble seguro y cierre permanente, este envase tiene una línea interna de límite máximo de capacidad, al llenarse debe ser recolectado para su tratamiento y disposición final.

## **IX. Aplicación de la punción seca:**

Posición del paciente (9):

El paciente debe ser colocado en posición reclinada para evitar las dificultades si se produjera un desmayo y colocado de manera idónea para facilitar la palpación y el acceso al músculo o los músculos que se van a tratar, el clínico se debe colocar de manera ergonómica y cómoda con el objetivo de que la mecánica adecuada de su cuerpo permita reducir el riesgo de problemas

asociados a la aplicación del tratamiento, al tiempo que controla todo el proceso de PS, antes de comenzar el procedimiento es necesario que el paciente y el músculo que se va a tratar estén relajados y durante el procedimiento se debe mantener una comunicación verbal fluida para determinar la respuesta del paciente en el transcurso del tratamiento.

## X. Punción de fibras superiores del trapecio



Se colocó al paciente en decúbito supino



2. Se realizó palpación plana y en pinza para la localización del PGM



3. Al ubicar el PGM se realizó la colocación de guantes y la asepsia de la piel con alcohol etílico



4. Se puncionó el PGM con toma en pinza insertando 1cm de la aguja de manera antero-posterior, haciendo un barrido antero-posterior y medial.

5. Se retiró la aguja hasta que no se observara REL y se colocó una torunda presionando durante 20 segundos.

## XI. Punción de Romboides



Se colocó al paciente en decúbito prono  
Se realizó palpación plana para la localización del PGM  
y asegurar la punción con la ubicación de una costilla



3. Al ubicar el PGM se realizó la colocación de guantes y la asepsia de la piel con alcohol etílico



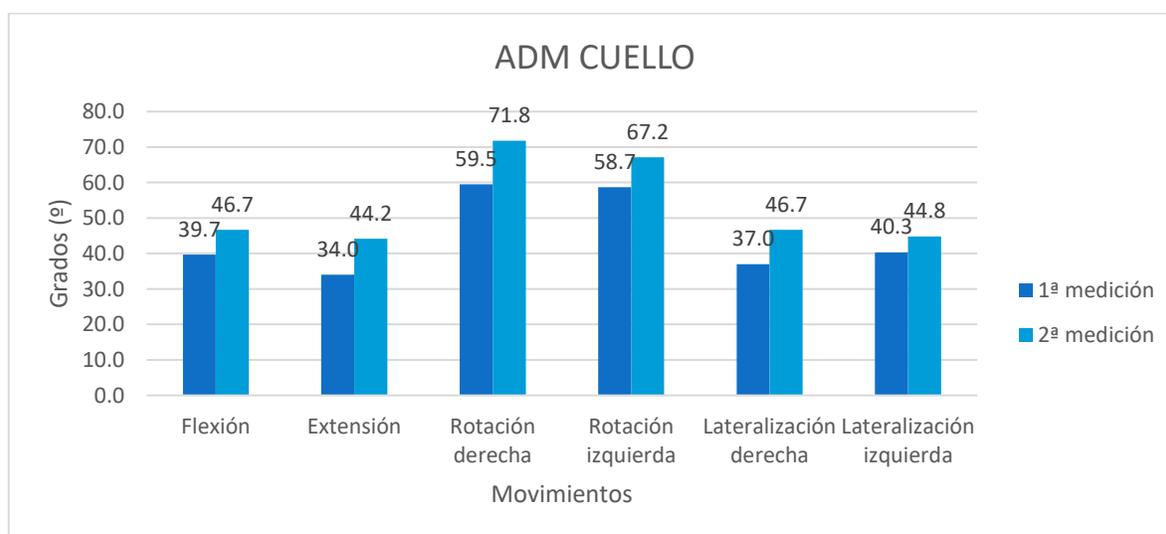
4. Se puncionó el PGM de manera postero-anterior insertando la aguja hasta tocar una costilla, haciendo un barrido latero-medial tocando la costilla como referencia de seguridad  
5. Se retiró la aguja hasta que no se observara REL y se colocó una torunda presionando durante 20 segundos.

## Capítulo 4- Resultados

En este apartado se muestran los resultados de cinco semanas de seguimiento. La muestra fue de seis personas (tres hombres y tres mujeres) con un promedio de edad de quince años.

Una vez terminada la aplicación de punción seca se continuó con la recolección de datos final para realizar la comparación con los datos obtenidos en la primera valoración. Se realizó un análisis de *t-student pareada* para obtener el valor de *p* de cada una de las variables estudiadas.

### 4.1 Arcos de movimiento de cuello y miembros superiores

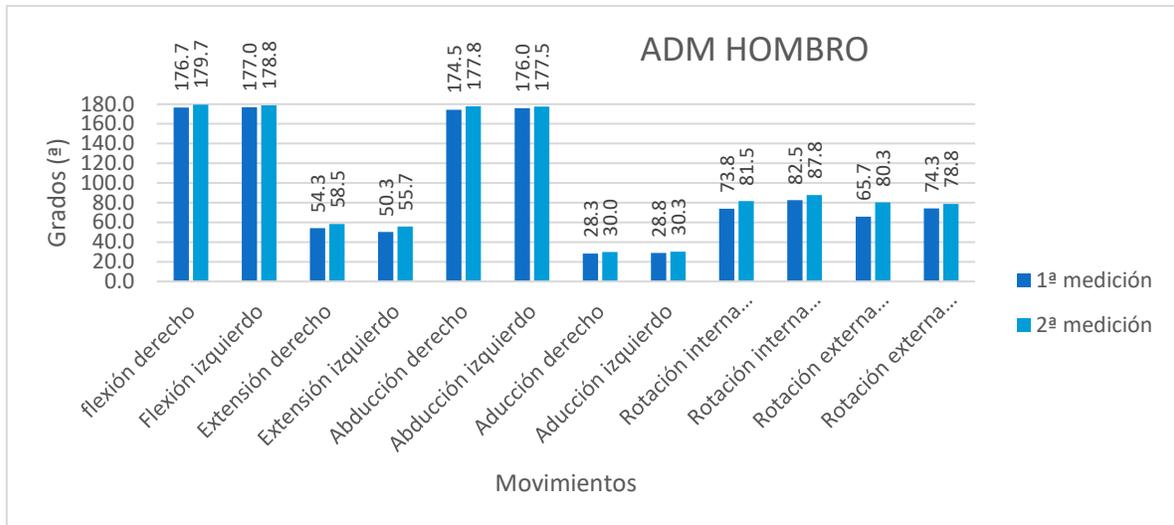


Movimiento	Valor de <i>p</i>	<i>p</i> <0.05
Flexión	0.026	*
Extensión	0.021	*
Rotación derecha	0.005	*
Rotación izquierda	0.003	*
Lateralización derecha	0.017	*
Lateralización izquierda	0.005	*

\*Valores estadísticamente significativos y que rechazan la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

NS- Valores no significativos y que afirman la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Los resultados anteriores muestran que hay diferencias estadísticamente significativas sobre los movimientos de la columna cervical de todos los participantes.

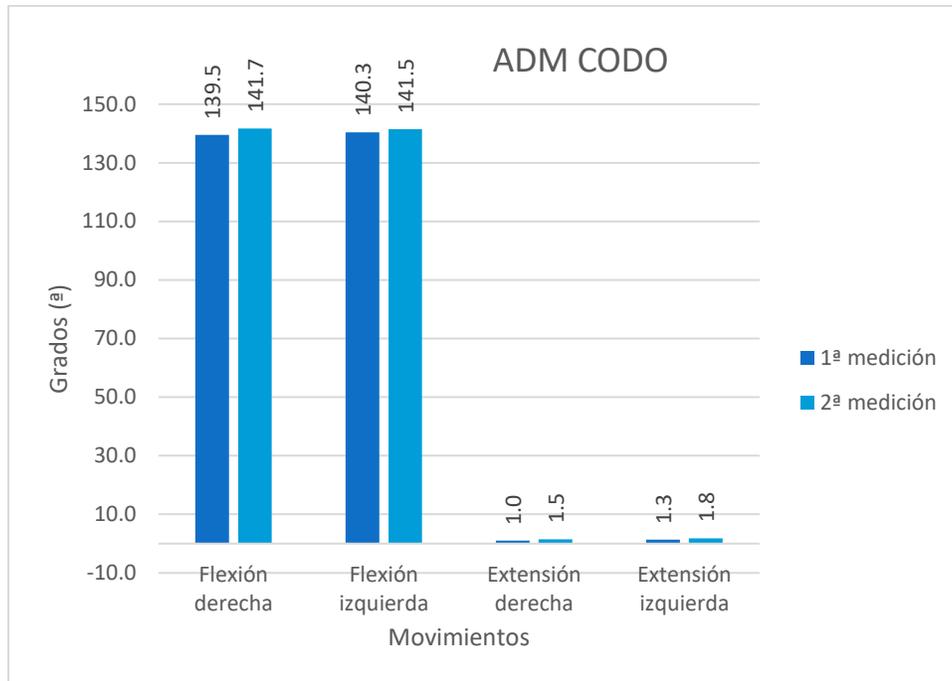


Movimiento	Valor de $p$	$p < 0.05$
Flexión derecho	0.089	NS
Flexión izquierdo	0.134	NS
Extensión derecho	0.021	*
Extensión izquierdo	0.085	NS
Abducción derecho	0.060	NS
Abducción izquierdo	0.102	NS
Aducción derecho	0.027	*
Aducción izquierdo	0.061	NS
RI derecho	0.020	*
RI izquierdo	0.019	*
RE derecho	0.066	NS
RE izquierdo	0.023	*

\*Valores estadísticamente significativos y que rechazan la hipótesis nula ( $H_0$ )

NS- Valores no significativos y que afirman la hipótesis nula ( $H_0$ )

Los resultados anteriores muestran que hay diferencias estadísticamente significativas sobre algunos movimientos de todos los participantes.



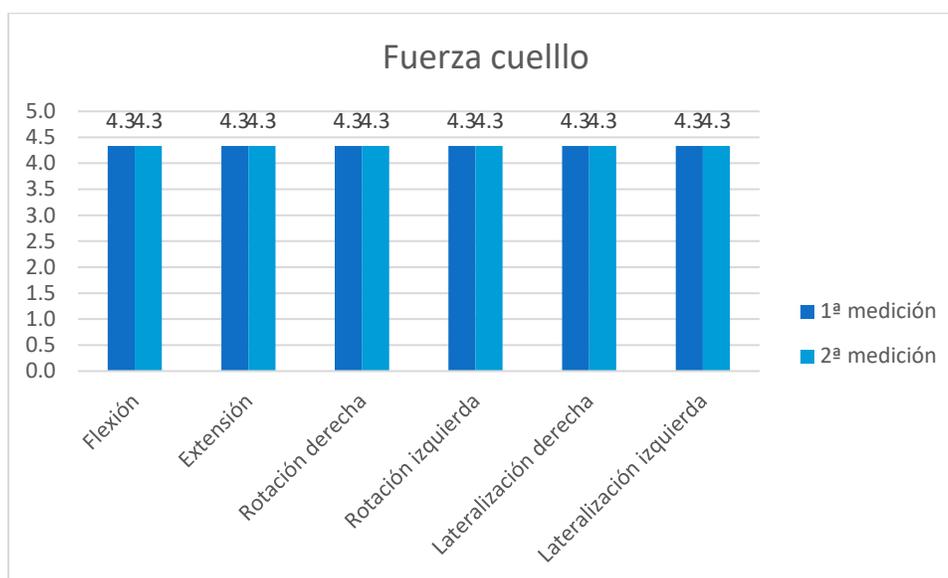
Movimiento	Valor de <i>p</i>	<i>p</i> <0.05
Flexión derecho	0.011	*
Flexión izquierdo	0.110	NS
Extensión derecho	0.182	NS
Extensión izquierdo	0.182	NS

\*Valores estadísticamente significativos y que rechazan la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

NS- Valores no significativos y que afirman la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Los resultados anteriores muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas sobre los movimientos de la articulación húmero cubital de todos los participantes.

## 4.2 Examen clínico muscular de cuello y miembros superiores

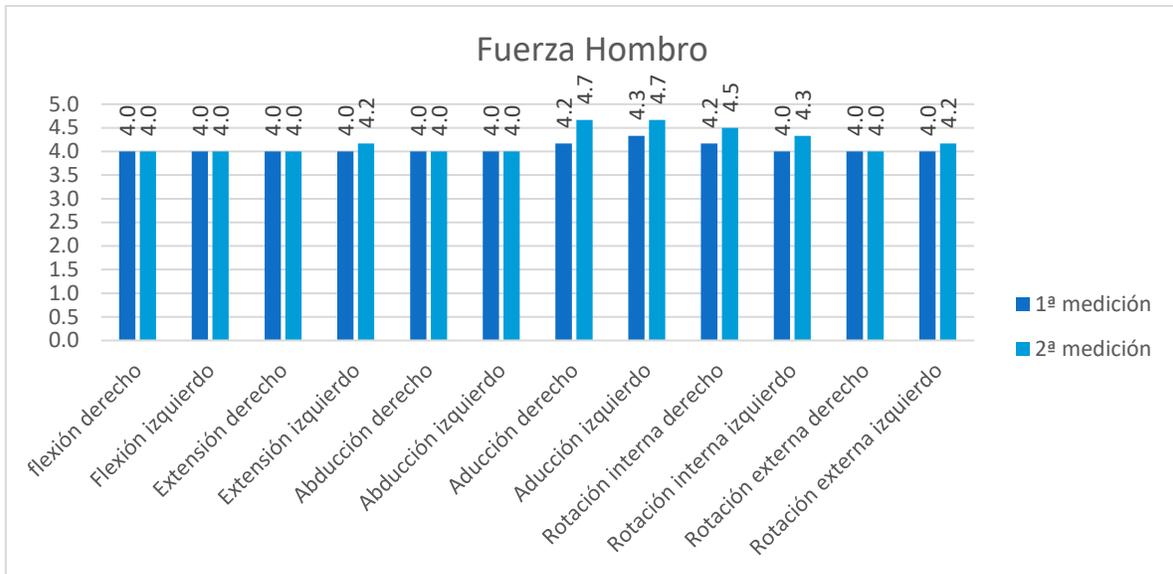


Movimiento	Valor de p
Flexión	NS
Extensión	NS
Rotación derecha	NS
Rotación izquierda	NS
Lateralización derecha	NS
Lateralización izquierda	NS

\*Valores estadísticamente significativos y que rechazan la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

NS- Valores no significativos y que afirman la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Los resultados anteriores muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas sobre los grados de fuerza de la articulación de la columna cervical de todos los participantes.

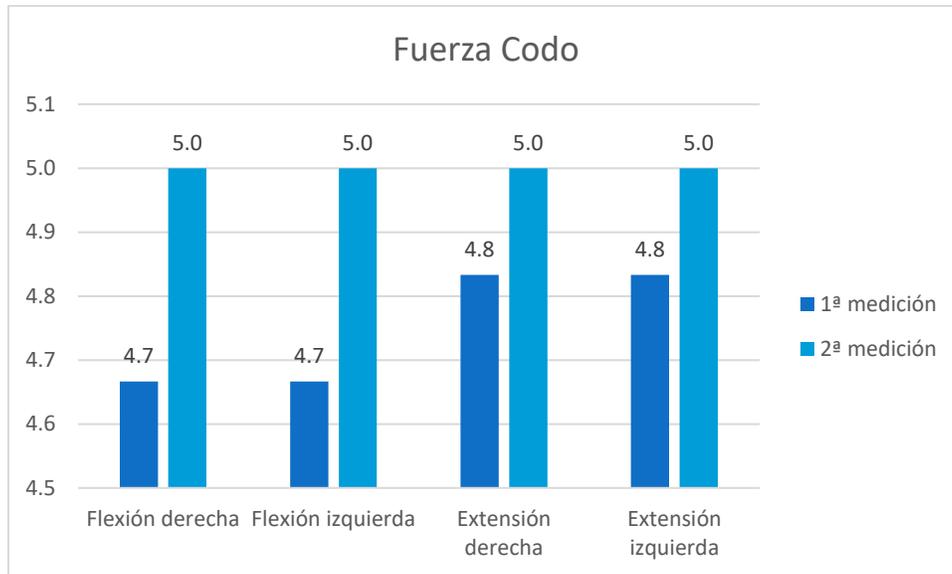


Movimiento	Valor de <i>p</i>
Flexión derecho	NS
Flexión izquierdo	NS
Extensión derecho	NS
Extensión izquierdo	NS
Abducción derecho	NS
Abducción izquierdo	NS
Aducción derecho	NS
Aducción izquierdo	NS
RI derecho	NS
RI izquierdo	NS
RE derecho	NS
RE izquierdo	NS

\*Valores estadísticamente significativos y que rechazan la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

NS- Valores no significativos y que afirman la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Los resultados anteriores muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas sobre los grados de fuerza de la articulación escapulo humeral de todos los participantes.



Movimiento	Valor de p
Flexión derecho	NS
Flexión izquierdo	NS
Extensión derecho	NS
Extensión izquierdo	NS

\*Valores estadísticamente significativos y que rechazan la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

NS- Valores no significativos y que afirman la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Los resultados anteriores muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas sobre los grados de fuerza de la articulación húmero cubital de todos los participantes.

## Capítulo 5 – Discusión

Uno de los factores etiológicos para el síndrome miofascial es la postura mantenida o el movimiento repetitivo de un segmento corporal, formando los puntos gatillo miofasciales. En la natación se requieren muchas horas de entrenamiento dentro y fuera del agua y por consiguiente el atleta se fatiga y realiza compensaciones de movimiento y postura al nadar, haciéndolo propenso a lesiones crónicas en todo el cuerpo, pero principalmente en los hombros. Este estudio es importante ya que en las investigaciones o programas de tratamiento revisados en la literatura no incluyen a los deportistas que inician una carrera deportiva. Por lo que se considera importante la intervención oportuna para prevenir lesiones a futuro.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de la punción seca sobre la movilidad y fuerza del nadador recreativo-competitivo, se eligió la punción seca con base a la experiencia clínica en COMUDE León. El tratamiento es más preciso, provoca la respuesta de espasmo local fácilmente a diferencia de la compresión manual y tiene efectos inmediatos.

Al igual que el estudio realizado por Meulemeester (2016), encontramos que el uso de la punción seca mejora el arco de movilidad en los pacientes con síndrome miofascial. Esto se debe a que elimina el dolor y los PGM primarios (43).

De igual manera, nuestra investigación obtiene efectos favorables sobre el dolor y el movimiento con la PS que permanecen hasta por 4 semanas. Esto, también en concordancia con los resultados de Meulemeester (2016) y Gerber (2017), cuyos efectos se mantuvieron por 6 semanas después de la aplicación del tratamiento (45, 46)

En la variable de fuerza, no se observaron cambios significativos en el grupo de estudio, sin embargo, los nadadores refirieron sentir menos fatiga con la carga de entrenamiento en agua, sobre todo con el estilo mariposa. Lo que contrasta con la investigación de Meulemeester (2016), quien obtuvo aumento de fuerza –tomando en cuenta que los grupos de su estudio fueron personas sedentarias-. (43). Por lo que se sugiere realizar más investigaciones en deportistas de otras disciplinas, con una población mayor, y utilizar un método de medición más exacto como la dinamometría.

## Capítulo 6 – Conclusiones

Hasta el momento, los estudios en pacientes con dolor y disfunción de hombro tratados con punción seca muestran beneficios para los PGM activos y latentes que perduran hasta por una semana. No obstante, existen sesgos en la metodología relacionados con la aplicación detallada de la técnica, la diversidad de patologías incluidas y el tiempo de aplicación de tratamiento Hall (2018) (48).

En cuanto a nuestra investigación, los hallazgos encontrados sugieren que el uso de la punción seca en atletas adolescentes del nivel recreativo-competitivo de natación puede ser efectivo para mejorar de manera inmediata la movilidad activa de la columna cervical y de la articulación glenohumeral. Sin embargo, se necesitan más líneas de investigación que corroboren los resultados, y con un grupo de mayor número de integrantes con características similares.

En este estudio no se encontraron cambios significativos en el grado de fuerza, por lo que se sugiere un estudio con valoración más objetiva de la fuerza como la dinamometría.

## Bibliografía

1. Elizabeth E. Hibberd, Kevin G. Laudner, Kristen L. Kucera, David J. Berkoff, Bing Yu, et al. Effect of swim training on the physical characteristics of competitive adolescent swimmers. *The American journal of sports medicine*. 2016; Vol. 44 (11):2813-2818.
2. Florian Wanivenhaus, Alice J. S. Fox, Salma Chaudhury, Scott A. Rodeo. Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports health*. 2012; Vol. 4 (3):246-251.
3. Morteza Khodaei, George T. Edelman, Jack Spittler, Randall Willber, Brian J. Krabak, et al. Medical care for swimmers. *Sports medicine*. 2016; Vol. 2(27): 3-7.
4. Elizabeth Matzkin, Kaytelin Suslavich, David Wes. Swimmer's shoulder: Painful shoulder in the competitive swimmer. *The American academy of orthopaedic surgeons*. 2016; Vol. 24(8): 527-535.
5. JA. Martín Urralde. Fisioterapia deportiva en España y Europa. Revisión de un proceso histórico: 1988-2004. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiólogía*. 2005; Vol. 8(2): 96-97.
6. Seyed Mansoor R, Masume Bayat, Mohammad Bahrami, Seyed Ahmad R, Elham Kargozar. Comparison of dry needling and physiotherapy in treatment of myofascial pain syndrome. *Clinical Rheumatology*. 2014: Vol. 33: 859-864.
7. Orlando Vai, Lourdes Martínez. Punción seca y acupuntura de los puntos gatillo miofasciales. 1 ed. Buenos Aires: Dunken; 2013.
8. César Fernández de las Peñas, Joshua Cleland, Peter Huijbregts. Neck and arm pain syndromes: Evidence-informed screening, diagnosis and management. 1 ed. Churchill Livingstone: Elsevier; 2011.
9. Jan Dommerholt, César Fernández de las Peñas. Punción seca de los puntos gatillo: una estrategia clínica basada en la evidencia. 1 ed. España: Elsevier; 2013.
10. Fermín Valera Garrido, Francisco Minaya Muñoz. Fisioterapia invasiva. 2ed. España: Elsevier; 2016.
11. Casey Unverzagt, Kathy Berglund, J.J Thomas. Dry needling for myofascial trigger point pain: a clinical commentary. *The international journal of sports physical therapy*. 2015: Vol.10: 402-411.
12. Woolf CJ. Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*. 2011: S2-1.
13. Jan Dommerholt. Dry needling: peripheral and central considerations. *Journal of manual and manipulative therapy*. 2011: Vol. 19(4): 223-230.
14. Jan Dommerholt, Orlando Mayoral del Moral, Christian Gröbli. Trigger point dry needling. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2006: Vol. 14(4): 70- 87.
15. Peter Baldry. Superficial versus Deep dry needling. *Acupuncture in medicine*. 2002: 20(2-3): 78-81.
16. Maryam Ziaefar, Amir Massoud A, Mohammad Reza N. Clinical effectiveness of dry needling immediately after application on myofascial trigger point in upper trapezius muscle. *Journal of chiropractic medicine*. 2016: vol. 15(4): 252-257.
17. Aitor Martín-Pintado-Zugasti, Orlando Mayoral del Moral, Robert D. Gerwin, Josue Fernández-Carnero. Post-needling soreness after myofascial trigger point dry needling: Current status and future research. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2018: 30: 1-6.
18. Leon Chaitow. *Terapia manual: Valoración y diagnóstico*. 1ed. España: McGraw-Hill; 2001.
19. Luis Espejo-Antúnez, Jaime Fernández-Huertas Tejada, Manuel Albornoz-Cabello, et al. Dry needling in the management of myofascial trigger points: A systematic review of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*. 2017. Vol. 33: 46-57.
20. Simeon Niel-Asher. *El libro conciso de los puntos gatillo*. 1ed. España: Paidotribo; 2008.
21. Carlos Luis Ayán Pérez. *Fibromialgia: Diagnóstico y estrategias para su rehabilitación*. 1ed. España: Médica panamericana; 2011.
22. Jamie H. Von Roenn, Michael E. Preodor, Judith A. Paice. *Diagnóstico y tratamiento en el dolor*. 1ed. España: McGraw-Hill: 2007.

23. Tomás Gallego Izquierdo. Bases teóricas y fundamentos de la fisioterapia. 1ed. España: Médica panamericana; 2007.
24. Frank H. Netter. Atlas de anatomía humana. 5ed. España: Elsevier; 2011.
25. Arthur C. Guyton, John E. Hall. Tratado de fisiología médica. 12ª ed. España: Elsevier; 2011.
26. José López Chicharro, Almudena Fernández Vaquero. Fisiología del ejercicio. 3ª ed. Médica panamericana; 2006.
27. Julio César Villaseñor M, Victor Hugo Escobar R, Laura patricia de la Lanza A, et al. Síndrome de dolor miofascial: Epidemiología, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. Revista española médico quirúrgica. 2013: vol. 18: 148-157.
28. Julio Sepúlveda Saavedra. Texto atlas de histología: biología celular y tisular. 1ed. México: McGraw-Hill; 2012.
29. David G. Simons. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004: Vol. 14: 95–107.
30. Richard L. Drake, Adam M.W. Mitchell, A. Wayne Vogl. Gray. Anatomía para estudiantes. 2ed. España: Elsevier; 2010.
31. J.M. Martínez Cuenca, D. Pecos Martín. Criterios diagnósticos y características clínicas de los puntos gatillo miofasciales. Fisioterapia. 2005: vol 27(2): 65- 68.
32. J.M. Climent. Interpretación topográfica de los dolores referidos en la patología de la columna vertebral. Formación Médica Continuada en Atención Primaria. 2001: vol. 8(10): 672-681.
33. S. Brent Brotzman, Robert C. Manske, Kay Daugherty. Rehabilitación ortopédica clínica: un enfoque basado en la evidencia. 3ra ed. España: Elsevier; 2012.
34. A.I Kapandji. Fisiología articular. Vol. 1. 6 ed. España: Médica Panamericana; 2007.
35. Mikel Izquierdo, Mikel Izquierdo Redín. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. 1 ed. España: Médica Panamericana; 2008.
36. José Manuel Gómez Cadenas. La enseñanza de los estilos de natación: crol, espalda, mariposa y braza: Manual para monitores, profesores y practicantes. 1 ed. España: Wanceulen; 2014.
37. José Ma Cancela Carral, Sonia Pariente Baglietto, Francisco Camiña Fernández, Ricardo Lorenzo Blanco. Tratado de natación: De la iniciación al perfeccionamiento. 1ed. España: Paidotribo; 2008.
38. Brad Walker. La anatomía de las lesiones deportivas. 1 ed. España: Paidotribo; 2010.
39. Héctor Hernández Sampieri. Metodología de la investigación. 6a edición. México: McGraw-Hill; 2014.
40. Lynn M., Epler E. Fundamentos de las técnicas de evaluación musculoesquelética. 1ed. España: Paidotribo; 2002.
41. Hazel M. Clarkson. Proceso evaluativo musculoesquelético: amplitud del movimiento articular y test manual de fuerza muscular. 2 ed. España: Paidotribo; 2003.
42. César Calvo-Lobo, Ignacio Díez-Vega, Beatriz Martínez-Pascual, Silvia Fernández-Martínez, et al. Tensiomyography, sonoelastography, and mechanosensitivity differences between active, latent, and control low back myofascial trigger points: A cross-sectional study. Medicine. 2017: vol. 96(10): 1-7.
43. Kayleigh E. De Meulemeester, Birgit Castelein, Iris Coppieters, Tom Barbe, Ann Cools, et al. Comparing trigger point dry needling and manual pressure technique for the management of myofascial neck/shoulder pain: A randomized clinical trial. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2017: vol. 40(1): 11-18.
44. Emma Tejera Falcón, Nuria del Carmen Toledo Martel, Francisco Manuel Sosa Medina, Fátima Santana González, et al. Dry needling in a manual physiotherapy and therapeutic exercise protocol for patients with chronic mechanical shoulder pain of unspecific origin: a protocol for a randomized control trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2017: vol. 18 (400): 1-11.
45. Lynn H. Gerber, Siddhartha Sikdar, Jacqueline V. Aredo, Katee Armstrong, et al. Beneficial effects of dry needling for treatment of chronic myofascial pain persist for 6 weeks after treatment completion. the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. 2017: vol 9: 105-112.

46. Asefeh Sedighi\*, Nouredin Nakhostin Ansari, Soofia Naghdi. Comparison of acute effects of superficial and deep dry needling into trigger points of suboccipital and upper trapezius muscles in patients with cervicogenic headache. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2017: vol. 21: 810- 814.
47. Michelle Louise Hall, Angela Claire Mackie, Daniel Cury Ribeiro. Effects of dry needling trigger point therapy in the shoulderregion on patients with upper extremity pain and dysfunction:a systematic review with meta-analysis. *Physiotherapy*. 2018: vol. 104: 167.177.
48. Taboadela, Claudio H. *Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. 1ed. Buenos Aires: ASOCIART ART; 2007.



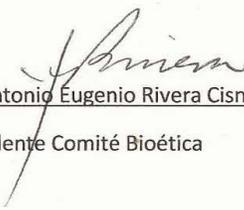
**C. CLAUDIA ALEJANDRA FALCÓN ZÁRATE**

**PRESENTE:**

Comunicamos a usted que el trabajo de investigación titulado: **“Efecto de la punción seca en la movilidad y fuerza del tren superior en el nadador recreativo-competitivo”** ha sido revisado y aprobado por los integrantes formalmente constituidos por el comité de bioética de la comisión municipal del deporte de León.

Lo anterior, con fundamento publicado en el periódico oficial del gobierno del estado el 13 de octubre del 2015 en los artículos 46 y 56; las disposiciones normativas que rigen al municipio de León en su código de ética; la ley general de salud federal; ley de salud estatal y las normas oficiales mexicanas en materia de salud e investigación en humanos, las cuales sustentan la aprobación ética del citado trabajo, se extiende la presente para los fines que a la interesada convengan con motivo para el documento de titulación y obtención de grado.

León, Guanajuato a 9 de julio de 2018.

  
Dr. Antonio Eugenio Rivera Cisneros  
Presidente Comité Bioética



  
Lic. Fernando Ávila González  
Secretario Comité Bioética

Bld Adolfo López Mateos 3301 Ote,  
Fracc. Ind. Julián de Obregón, 37290 León, Gto  
C.P. 37290  
Tel (477) 711 0147 y 771 9221  
[www.comudeleon.gob.mx](http://www.comudeleon.gob.mx)

## Anexo 2

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

**Nombre del Investigador Principal:** Claudia Alejandra Falcón Zárate

**Investigación:** Punción seca como técnica de Fisioterapia para mejorar el performance de un nadador recreativo-competitivo

**Sede del estudio:** Comisión Municipal de Deporte y Cultura Física de León. Sede Enrique Fernández Martínez

**Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:**

- I. Información (proporciona información sobre el estudio)
- II. Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

#### **PARTE I: Información**

##### **Introducción:**

Estamos investigando sobre los efectos de la punción seca para el tratamiento de puntos gatillo y síndromes miofasciales en nadadores del equipo selectivo de COMUDE León, por lo cual se le está invitando a participar en esta investigación fisioterapéutica de la que se le proporcionará información. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas. Puede que haya algunas palabras que no entienda, en ese caso por favor pregunte inmediatamente para explicarle de manera más clara. Si posteriormente surgen dudas, puede preguntar a cualquiera de los miembros del equipo que participan en la investigación.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

##### **1. PROPÓSITO.**

La razón por la que se realiza este estudio; es registrar los efectos benéficos de la punción seca en el tratamiento de puntos gatillo y síndromes miofasciales, producto del entrenamiento de nadadores recreativo-competitivos, y por lo tanto mejorar el rendimiento sin afectar su entrenamiento.

##### **2. OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Evaluar el efecto de la punción seca sobre la movilidad y fuerza del nadador recreativo-competitivo.

### 3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Si usted participa en esta investigación los beneficios esperados son los que se indican a continuación:

- Se le realizará al atleta una valoración fisioterapéutica para detectar lesiones físicas;
- Se dará tratamiento a los puntos gatillo con punción seca, y las deficiencias musculares con ejercicio;
- No se va a afectar el entrenamiento del atleta, éste podrá participar en el estudio y continuar con sus actividades de entrenamiento y competición.

### 4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre usted, sus hábitos, sus antecedentes médicos y su estado anímico actual.

Este estudio consta de las siguientes fases:

- **Valoración inicial:** Consiste en realizar una historia clínica y una valoración fisioterapéutica para evaluar la presencia de puntos gatillo;
- **Fisioterapia:** En cada sesión se dará tratamiento a puntos gatillo y síndromes miofasciales con el uso de punción seca, estiramientos, masaje y ejercicios;
- **Valoración final:** Consiste en realizar nuevamente la historia clínica y valoración fisioterapéutica para conocer el efecto obtenido del abordaje de fisioterapia.

**Información sobre el procedimiento.**

### 5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO Y EFECTOS SECUNDARIOS

La punción seca es un procedimiento de carácter invasivo que consiste en la introducción de una aguja al tejido subcutáneo o músculos, según lo apropiado Dommerholt J, Fernández de las Peñas C, Punción seca de los puntos gatillo, 1ª ed. España: Elsevier; 2013.

Contraindicaciones absolutas:

- Pacientes con fobia a las agujas;
- Pacientes que rechazan el procedimiento por temor o por sus creencias;
- Pacientes que no pueden otorgar su consentimiento debido a problemas de comunicación o cognitivos, o a factores relacionados con la edad;
- Existencia de una enfermedad médica o de un problema médico agudo;
- Pacientes con linfedema por el riesgo de infección o celulitis;
- La PS se considera inadecuada debido a cualquier otra razón.

Contraindicaciones relativas:

- Tendencia patológica a la hemorragia.
- Compromiso del sistema inmunitario (VIH, hepatitis, endocarditis e insuficiencia cardíaca).

- Enfermedad vascular.
- Diabetes.
- Embarazo.
- Pacientes inestables por alguna otra razón.

Efectos adversos secundarios:

- Dolor después del tratamiento
- Hematoma
- Desmayo y respuestas autonómicas
- Letargo y fatiga
- Infección
- Neumotórax

En caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario o requiera otro tipo de atención, ésta consistirá en la atención fisioterapéutica en el momento y de ser necesario, la referencia con el médico especialista de acuerdo al efecto adverso presentado en cada caso. El costo derivado de esta atención, será cubierto en su totalidad por el tutor del atleta.

## **6. ACLARACIONES**

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, -aun cuando el investigador responsable no se lo solicite—, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- La terapia será realizada por un pasante de la Licenciatura en Fisioterapia, y la investigación estará supervisada por el tutor y asesor asignados.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento, consecuencia de su participación en el estudio.
- Los resultados se compartirán con usted y posteriormente con la comunidad científica para que otras personas interesadas puedan aprender de nuestra investigación. No se compartirá información confidencial.

**Aspectos éticos.**

El presente estudio de investigación se apega a lo establecido en el reglamento de la ley general de salud, en materia de investigación en seres humanos en el artículo 17. De acuerdo con la ley general de salud, esta investigación se clasifica como: riesgo mínimo.

El estudio respetará los cuatro principios éticos, se buscará la beneficencia, la no maleficencia y se respetará la justicia y la autonomía del paciente.

Yo \_\_\_\_\_ declaro no tener conflicto de interés en la realización de este proyecto y no recibiré remuneración alguna al inicio, progreso o al término del proyecto.

Se anexa consentimiento informado del paciente.

A continuación, se le entregará la Parte II, que corresponde al Formulario de Consentimiento para su firma en caso de decidir participar en la investigación.

**PARTE II. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ he leído o me ha sido leída la información referente al estudio en el que he sido invitado a participar, comprendo la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera completa y satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera y recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento. Firmando abajo consiento en ser valorado y tratado por un estudiante de fisioterapia supervisado por el responsable de la investigación, declaro haber facilitado de manera real y verdadera los datos sobre mi estado físico y de salud.

Fecha y Firma del participante \_\_\_\_\_

Testigo 1 y Fecha \_\_\_\_\_

## AUTORIZACIÓN DEL FAMILIAR O TUTOR

Yo, \_\_\_\_\_ en  
calidad de (padre, madre, tutor legal, familiar), decido dar autorización y mi  
conformidad libre y voluntaria para la participación de mi hijo (familiar o tutorado) de  
nombre \_\_\_\_\_ en esta investigación.

\_\_\_\_\_  
Fecha y Firma del padre o tutor  
-Si se requiere, huella dactilar del padre o tutor-

INVESTIGADOR (o su representante):

Yo \_\_\_\_\_ he explicado al  
Sr(a) \_\_\_\_\_ la  
naturaleza y los propósitos de la investigación; así como los riesgos y beneficios  
que implica su participación. He contestado sus preguntas y he preguntado si tiene  
alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para  
realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

\_\_\_\_\_  
Fecha y Firma del investigador

### Anexo 3

## HISTORIA CLÍNICA

Fecha: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

### DATOS PERSONALES

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_\_ Escolaridad: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

Religión: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Médico o institución tratante: \_\_\_\_\_

Entrenador: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Nombre del Tutor: \_\_\_\_\_ Teléfono de tutor: \_\_\_\_\_

Domicilio de tutor: \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS:

Signos vitales	
Frecuencia Cardíaca	
Frecuencia respiratoria	
Tensión arterial	
Saturación de oxígeno	
Peso	
Talla	

Actividad Deportiva	
Deporte	
Tiempo de entrenamiento	
Frecuencia	
Entrenador	
Lugar de entrenamiento	
Estilo de natación	
Edad de inicio	
Cambio de deporte	

Antecedentes patológicos familiares			
	Sí	No	Parentesco
Metabólicos			
Oncológicos			
Cardiocirculatorios			
Neurológicos			
Psiquiátricos y/o psicológicos			
Reumatólogicos			
Respiratorios			

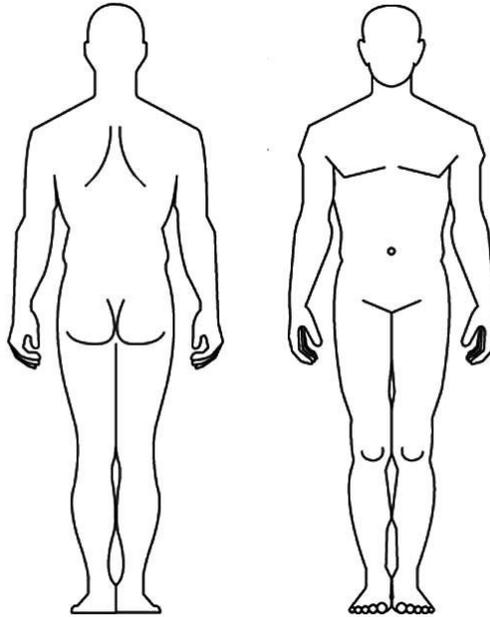
**Antecedentes personales patológicos**

	Sí	No	
Alergias			
Enf. Oncológicas			
Enf. Metabólicas			
Enf. Cardiacas			
Enf. Respiratorias			
Enf. Renales			
Enf. Psicológicas y/o Psiquiátricas			
Enf. Dérmicas			
Enf. Infecciosas			
En. Circulatorias			
Enf. Ortopédicas y/o traumáticas			
Enf. Reumatológicas			
Enf. Neurológicas			
Otras			

**Exploración Física**

Observación	
Inspección	
Palpación	

## Puntos gatillo



## Arcos de movimiento y Fuerza

<b>Cuello</b>				
	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
Flexión				
Extensión				
Lateralización derecha				
Lateralización izquierda				
Rotación derecha				
Rotación izquierda				
<b>Hombro</b>				
Flexión				
Extensión				
Abducción				
Aducción				
Rotación interna				
Rotación externa				
<b>Codo</b>				
Flexión				
Extensión				

## Miotomas

- C1- C2: Flexión de la porción superior de la columna cervical
- C2 y 5to Par craneal: Extensión de la porción superior de la columna cervical
- C3 y 5to Par craneal: Flexión lateral de la columna cervical
- C4: Elevación de la cintura escapular

Miotomas	Sensibilidad
C1- C2	
C2 y 5º par craneal	
C3 y 5º par craneal	
C4	

## Dermatomas

Dermatoma	Sensibilidad
C2	
C3	
C4	
C5	
C6	
C7	
C8	
T1	
T2	

	Reflejos	
	Derecho	Izquierdo
Bicipital		
Tricipital		
Estiloradial		
Patelar		

## Anexo 4

### Cronograma de actividades

Actividades	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■				
Redacción de título	■	■	■	■	■						
Elaboración de protocolo	■	■	■								
Elaboración de marco teórico	■	■	■	■	■	■					
Entrega de consentimiento informado			■	■							
Primera valoración y recolección de datos			■	■							
Primera aplicación de PS			■	■	■						
Segunda aplicación de punción seca			■	■	■						
Segunda valoración y recolección de datos				■	■						
Análisis de datos				■	■	■	■				
Resultados							■	■			
Revisión final									■		
Entrega para revisión										■	■