



Universidad  
Rey Juan Carlos

# TESIS DOCTORAL

## ALTERACIONES DE LA MOVILIDAD, SOMATOSENSORIAL Y CONTROL MOTOR EN MUJERES CON DOLOR CERVICAL CRÓNICO

Autor

*LAURA BONILLA BARBA*

Directores

**Dr. D. Ricardo Ortega Santiago**

**Dra. Dña. Lidiane Lima Florencio**

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

**ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**

**2023**



## AGRADECIMIENTOS

A mis directores, los doctores D. Ricardo Ortega Santiago y D<sup>a</sup>. Lidiane Lima Florencio por su incondicional paciencia y entrega, haciendo del proceso un camino más sencillo y lleno de aprendizaje.

Al departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física de la Universidad Rey Juan Carlos, por facilitar los medios para la realización de este trabajo.

A las participantes, por ofrecer su tiempo y predisposición, sin las cuales este estudio no hubiera salido adelante.

A mis amigos que se han acordado de mí y siempre han tenido una palabra amable para darme ánimos.

A mis padres y hermano, porque gracias a ellos, he llegado a ser lo que hoy soy.

A Jose, por ofrecerme su apoyo leal y estar presente en los momentos que más le he necesitado.

A Shiva, por su compañía durante las interminables noches de insomnio, dándole forma a este proyecto.



## RESUMEN

**Objetivo:** comparar las diferencias en el rango de movimiento, en los umbrales de dolor a la presión, en la actividad muscular durante la realización de una contracción isométrica de baja carga de la musculatura flexora y extensora profunda cervical y, la presencia de puntos gatillo miofasciales, entre un grupo de mujeres con dolor cervical y un grupo control sano.

**Métodos:** Estudio transversal. La muestra se recopiló mediante muestreo no probabilístico de casos consecutivos, donde se asignaron 30 mujeres a un grupo de dolor cervical crónico frente a 30 mujeres asintomáticas que conformaron el grupo control, de edades comprendidas entre los 18 y los 60 años. La investigación se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre enero y diciembre del año 2019 en las instalaciones del Campus de Alcorcón de la Universidad Rey Juan Carlos. Se evaluaron los rangos de movimiento de la columna cervical; los umbrales de dolor a la presión en el pilar articular C5-C6, segundo metacarpiano, trapecio superior y tibial anterior; la actividad electromiográfica de los músculos del cuello durante el test de flexión cráneo-cervical y, por último, la presencia de puntos gatillo miofasciales de trapecio superior, esternocleidomastoideo, suboccipitales y esplenio de la cabeza.

**Resultados:** El rango de movilidad total en el grupo de dolor cervical se encontró significativamente disminuido comparado al control, con un tamaño de efecto moderado ( $P=0,008$ ;  $d$  de Cohen= $0,72$ ). Además, en el grupo de dolor cervical se mostró menores UDP generalizados bilaterales que los sujetos pertenecientes al grupo control ( $P<0,001$ ), mostrando así, una sensibilización central en este grupo.

Se observó un peor desempeño en el test de flexión cráneo-cervical en el grupo con dolor cervical crónico, con mayor actividad y tamaño del efecto moderado para los músculos flexores superficiales cervicales (esternocleidomastoideo y escaleno anterior) y para el músculo trapecio superior ( $P<0,001$ ) pero no en el músculo esplenio de la cabeza.

El número de puntos gatillo miofasciales fue significativamente diferente tanto en el número total ( $P < 0,001$ ) como en el número de puntos activos ( $P < 0,001$ ) entre ambos grupos, siendo predominante en el grupo de dolor cervical crónico.

**Conclusiones:** Las mujeres con dolor cervical crónico presentaron alteraciones sensoriomotoras, con menor rango de movilidad cervical, umbrales de dolor a la presión disminuidos, alteración del control motor durante el test de flexión cráneo-cervical y mayor número de puntos gatillo en comparación con un grupo de mujeres sin dolor.

**Palabras clave:** dolor cervical, electromiografía, sensibilidad central, puntos gatillo miofasciales.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	17
1.1 Anatomía de la región cervical.....	17
1.1.1 Osteología.....	17
1.1.2 Ligamentos.....	20
1.1.3 Miología.....	23
1.1.4 Biomecánica.....	26
1.2 Dolor.....	29
1.2.1 Definición.....	29
1.2.2 Procesamiento normal de la nocicepción.....	30
1.2.2.1 Alteración del procesamiento de la nocicepción: Sensibilización periférica y Sensibilización central.....	32
1.2.3 Cervicalgia.....	33
1.2.3.1 Etiología del dolor cervical.....	34
1.2.3.2 Epidemiología del dolor cervical.....	36
1.2.3.3 Discapacidad en el dolor cervical.....	37
1.2.3.4 Impacto socioeconómico del dolor cervical.....	38
1.2.3.5 Relación entre dolor y rango de movimiento.....	39
1.2.3.6 Umbrales de dolor a la presión.....	40
1.3 Control motor.....	42
1.3.1 Definición.....	42
1.3.2 Test de Flexión cráneo-cervical.....	43
1.3.3 Adaptaciones musculares del control motor en dolor crónico.....	45
1.4 Puntos gatillo miofasciales.....	47
1.4.1 Generalidades.....	47

1.4.2	PGM en dolor cervical.....	48
2.	Justificación del estudio.....	49
3.	Hipótesis del estudio.....	53
3.1	Hipótesis nulas.....	53
3.2	Hipótesis alternativas.....	53
4.	Objetivos del estudio.....	54
4.1	Objetivos generales.....	54
4.2	Objetivos específicos.....	54
5.	Material y métodos.....	55
5.1	Sujetos de estudio.....	55
5.1.1	Criterios de inclusión y exclusión.....	55
5.1.2	Grupo control.....	56
5.2	Procedimientos éticos.....	56
5.3	Variables de estudio.....	57
5.3.1	Variables independientes.....	57
5.3.2	Variables dependientes.....	58
5.4	Equipos de medición.....	58
5.4.1	Goniometría.....	58
5.4.2	Algometría.....	60
5.4.3	Electromiografía.....	61
5.5	Variables autoadministrables.....	63
5.5.1	Dimensión del dolor.....	63
5.5.2	Cuestionario NDI.....	63
5.6	Evaluación de las mediciones.....	64
5.6.1	Movilidad articular.....	64

5.6.2	Umbral de dolor a la presión.....	66
5.6.2.1	Pilar articular C5-C6.....	66
5.6.2.2	Segundo metacarpiano.....	67
5.6.2.3	Trapezio superior.....	67
5.6.2.4	Tibial anterior.....	68
5.6.3	Electromiografía.....	68
5.6.3.1	Esplenio de la cabeza.....	68
5.6.3.2	Trapezio superior.....	68
5.6.3.3	Esternocleidomastoideo.....	68
5.6.3.4	Escaleno anterior.....	69
5.6.3.5	Descripción del proceso de medición.....	69
5.6.4	Identificación de los Punto Gatillo Miofasciales.....	73
5.6.4.1	Trapezio superior.....	73
5.6.4.2	Esternocleidomastoideo.....	75
5.6.4.3	Suboccipitales.....	77
5.6.4.4	Esplenio de la cabeza.....	79
5.7	Protocolo de actuación y recogida de datos.....	82
5.8	Análisis estadístico.....	83
6.	Resultados.....	85
6.1	Características clínicas de la muestra.....	85
6.2	Movilidad articular.....	86
6.3	Umbral de dolor a la presión.....	88
6.4	Electromiografía.....	90
6.4.1	Actividad de los flexores superficiales del cuello.....	90
6.4.2	Actividad de los extensores superficiales del cuello.....	92

	10
6.4.3 Proporción de la musculatura extensora/flexora cervical.....	94
6.4.4 Correlación entre las características del dolor cervical y la actividad muscular superficial del cuello .....	95
6.5 Puntos gatillo miofasciales.....	97
7. Discusión.....	99
7.1 Movilidad articular.....	99
7.2 Umbral de dolor a la presión.....	102
7.3 Electromiografía.....	105
7.4 Puntos gatillo miofasciales.....	109
7.5 Limitaciones del estudio.....	113
7.5.1 Movilidad articular.....	113
7.5.2 Umbral de dolor a la presión.....	113
7.5.3 Electromiografía.....	114
7.5.4 Puntos gatillo miofasciales.....	115
8. Conclusiones.....	117
Bibliografía.....	119
Anexos.....	143
Anexo 1: Consentimiento informado.....	143
Anexo 2: Hoja de recogida de datos .....	146
Anexo 3: Neck Disability Index.....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Vértabras atlas y axis</i> .....	18
Figura 2 <i>Columna vertebral cervical</i> .....	19
Figura 3 <i>Discos intervertebrales</i> .....	20
Figura 4. <i>Ligamentos columna cervical superior</i> .....	21
Figura 5 <i>Ligamentos columna cervical inferior</i> .....	22
Figura 6 <i>Musculatura superficial anterior cervical</i> .....	24
Figura 7. <i>Musculatura profunda anterior cervical</i> .....	24
Figura 8. <i>Musculatura posterior cervical profunda y capa intermedia</i> .....	26
Figura 9. <i>Biomecánica cervical</i> .....	28
Figura 10. <i>Biomecánica cervical</i> .....	28
Figura 11. <i>Cervical Range of Motion (Performance Attainment Associate, St. Paul<sup>®</sup>, MN, USA)</i> .....	59
Figura 12. <i>Algómetro electrónico Somedic AB, Farsta, Sweden</i> .....	60
Figura 13. <i>Electrodos Ambu<sup>®</sup>-Blue Sensor N-50-K/25</i> .....	62
Figura 14. <i>EMG16, 16-channel amplifier, LISiN-OT Bioelettronica<sup>®</sup>; Torino, Italy</i> .....	62
Figura 15. <i>Posición neutra para evaluar rango de movilidad</i> .....	64
Figura 16. <i>Posición neutra para evaluar rango de movilidad</i> .....	64
Figura 17. <i>Evaluación de la movilidad en el plano sagital (movimientos de flexión y extensión cervical)</i> .....	65
Figura 18 <i>Evaluación de la movilidad en el plano sagital (movimientos de flexión y extensión cervical)</i> .....	65
Figura 19. <i>Evaluación de la movilidad en el plano frontal (movimientos de inclinación cervical)</i> .....	65

Figura 20. <i>Evaluación de la movilidad en el plano frontal (movimientos de inclinación cervical)</i> .....	65
Figura 21. <i>Evaluación de la movilidad en el plano transversal (movimientos de rotación cervical)</i> .....	66
Figura 22. <i>Evaluación de la movilidad en el plano transversal (movimientos de rotación cervical)</i> .....	66
Figura 23. <i>Evaluación de la movilidad en el plano transversal (movimientos de rotación cervical)</i> .....	66
Figura 24. <i>Medición del UDP en pilar articular C5-C6</i> .....	67
Figura 25. <i>Colocación de los electrodos</i> .....	69
Figura 26. <i>Stabilizer; Chattanooga Group, Hixon, TN</i> .....	70
Figura 27. <i>Esfingomanómetro Stabilizer; Chattanooga Group, Hixon, TN</i> .....	71
Figura 28. <i>Evaluación TFC</i> .....	72
Figura 29. <i>Dolor referido del músculo trapecio superior</i> .....	74
Figura 30. <i>Palpación manual del músculo trapecio, región superior</i> .....	75
Figura 31. <i>Dolor referido del músculo esternocleidomastoideo</i> .....	76
Figura 32. <i>Palpación manual del músculo esternocleidomastoideo</i> .....	77
Figura 33. <i>Dolor referido de la musculatura suboccipital</i> .....	78
Figura 34. <i>Palpación manual de la musculatura suboccipital</i> .....	79
Figura 35 <i>Dolor referido del músculo esplenio de la cabeza</i> .....	80
Figura 36 <i>Palpación manual del músculo esplenio de la cabeza</i> .....	81
Figura 37. <i>Actividad electromiográfica de la musculatura flexora superficial del cuello</i> .....	91
Figura 38. <i>Actividad electromiográfica de la musculatura flexora superficial del cuello</i> .....	91

Figura 39. *Actividad electromiográfica de la musculatura extensora superficial del  
cuello*.....93

Figura 40. *Actividad electromiográfica de la musculatura extensora superficial del  
cuello*. ....93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Datos demográficos y clínicos de los sujetos con dolor cervical crónico y controles sanos</i> .....	85
Tabla 2. <i>Medición de la movilidad articular en sujetos con dolor cervical crónico y sujetos sanos en los 3 planos del movimiento, representados en 6 movimientos, además del cómputo de movimiento cervical total</i> .....	87
Tabla 3. <i>Umbral de dolor a la presión en sujetos con dolor cervical crónico y sujetos sanos, evaluados 4 puntos y bilateral</i> .....	89
Tabla 4. <i>Proporción de la musculatura extensora/flexora cervical durante el TFC en sujetos con dolor mecánico cervical crónico y controles sanos</i> .....	95
Tabla 5. <i>Número de PGM encontrados durante la evaluación en sujetos con dolor cervical y sujetos sanos activos y latentes</i> .....	98
Tabla 6. <i>Localización de los PGM evaluados en sujetos con dolor cervical y sujetos sanos activos y latentes</i> .....	98

# ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ATP: adenosín trifosfato

CROM: *Cervical Range of Motion*

EEM: error estándar de medición

EMG: electromiografía de superficie

EVA: escala visual analógica

GBD: *Global Burden of Disease*

IASP: Asociación Internacional para el Estudio del dolor (siglas en inglés)

IMC: índice de masa corporal

NDI: *Neck Disability Index*

NPRS: *Numeric Pain Rate Scale*

PGM: punto gatillo miofascial

RMS: *Root Mean Square*

SNC: sistema nervioso central

TFC: test de flexión cráneo-cervical

UDP: umbral de dolor a la presión



# 1. Introducción

## 1.1 Anatomía de la región cervical

### 1.1.1 Osteología

La columna cervical está compuesta por 7 vértebras, la cual limita, craneal con el hueso occipital y caudal con la primera vértebra dorsal, formando una lordosis en su conjunto (Vargas, 2012).

En la región cervical se observa que las vértebras 3ª a 7ª son “vértebras tipo” mientras que la 1ª y 2ª vértebras cervicales destacan por ser diferentes (Llopis et al., 2016; Jindal & Pukenas, 2011), haciendo con esto, que se diferencien dos segmentos específicos de los que se compone la columna cervical: región cervical superior, conformada por las articulaciones de occipital (C0) y atlas (C1) y esta con el axis (C2) y, por otro lado, región cervical inferior, conformada por las articulaciones de las vértebras cervicales de C3 a C7 (de Coux & Curtil, 2001; López et al., 2015) (Figura 1).

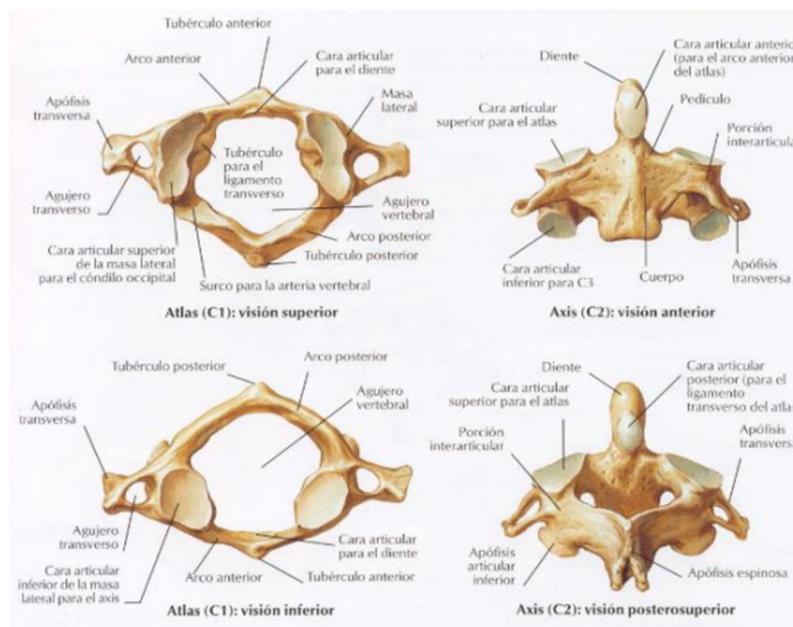
Las particularidades de las vértebras cervicales son las siguientes:

- La primera vértebra cervical, también conocida como “atlas”, no presenta cuerpo vertebral, sino que su forma es anular y articula con los cóndilos occipitales, a ambos lados del agujero magno de la base del cráneo, por sus carillas articulares superiores. Forman una articulación de tipo condílea, es decir, permite el movimiento de flexo-extensión entre ambas superficies (Harris, 2001).
- La segunda vértebra cervical, también conocida como “axis”, es característica por presentar la apófisis odontoides, la cual se proyecta hacia craneal, articulando con el atlas por 3 articulaciones diferentes: cara anterior del odontoides con la superficie del

arco posterior del atlas y dos articulaciones entre las masas laterales de ambas, permitiendo un ligero movimiento de rotación entre C1 y C2 (Lustrin et al., 2003).

## Figura 1

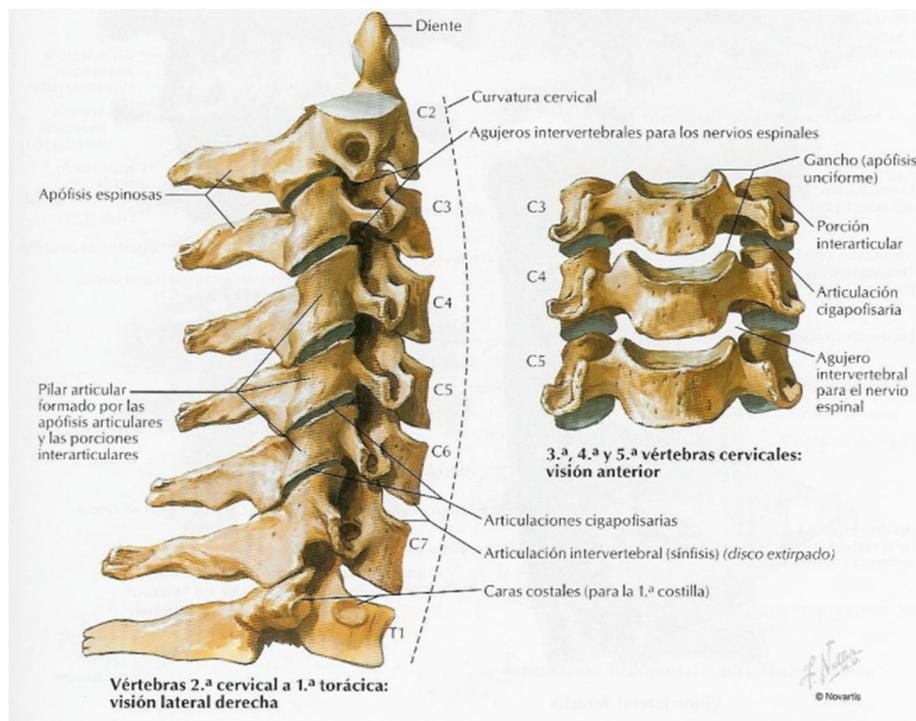
### *Vértebras atlas y axis*



Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

- El resto de vértebras cervicales, desde C3 a C7 (figura 2) presentan la singularidad de tener un cuerpo vertebral más estrecho en su eje anteroposterior que el lateral. Por sus apófisis transversas pasan las arterias vertebrales y sus apófisis articulares presentan dirección superoposterior en las superiores y dirección inferoanterior en las inferiores. Por último, todas presentan apófisis transversas, siendo la de C7 la más prominente y palpable. En esta región, además, encontramos las articulaciones uncovertebrales, entre las superficies articulares de las apófisis unciformes y las carillas de los cuerpos vertebrales (Moore & Dalley, 2007).

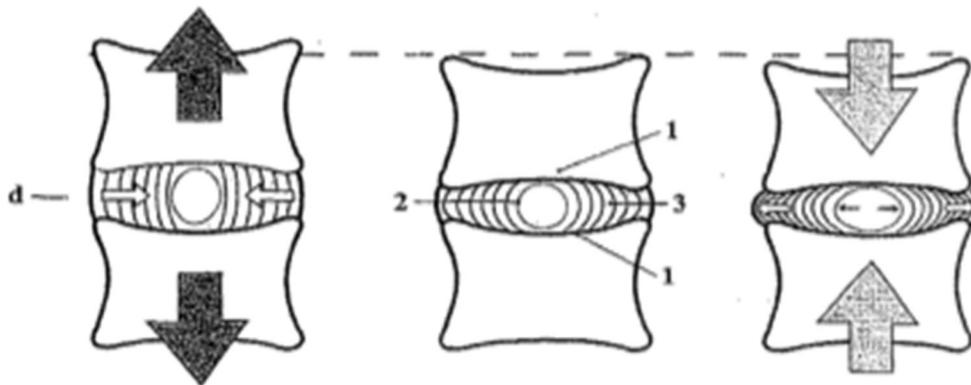
Figura 2

*Columna vertebral cervical*

Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

Las vértebras a lo largo de la columna vertebral se encuentran separadas por los discos intervertebrales (figura 3), los cuales colaboran en la amortiguación de toda la columna y dan estabilidad a la misma, a excepción de la articulación C1-C2 (Sierra et al., 2018).

Estos discos tienen dos partes claramente diferenciadas; el núcleo pulposo, compuesto en su mayor parte de agua, por proteínas y ácido hialurónico y por otro lado, el anillo fibroso, que son una serie de fibras concéntricas que protegen el núcleo (Pencle & Mesfin, 2022). Se podría decir que son unas “articulaciones secundarias” por la sínfisis que forman junto a los cuerpos vertebrales, anclándose en los ligamentos longitudinales tanto anterior como posterior (Newell et al., 2017).

**Figura 3***Discos intervertebrales*

Kapandji. (2008). Fisiología articular, tomo 3 (6ª ed.). Médica Panamericana

### 1.1.2 Ligamentos

Su principal función es la de dar continuidad a las vértebras, limitando los movimientos, permitiendo la carga mecánica de la estructura y soportando las fuerzas de cizallamiento (Harnsberger et al., 2012).

Los ligamentos más importantes de las articulaciones presentes de la región cráneo-cervical son los siguientes (Tubbs et al., 2004; Panjabi et al., 1991; Debernardi et al., 2011; Radcliff et al., 2015; Osmotherly et al., 2012; Osmotherly et al., 2013) (figura 4):

- Ligamentos alares: une el axis a la base del cráneo, dando estabilidad a la articulación atlantoaxial.
- Ligamento cruciforme: consta de dos partes, el ligamento transversal del atlas, que se dispone en horizontal y los fascículos longitudinales, cuya distribución es vertical.

Figura 4

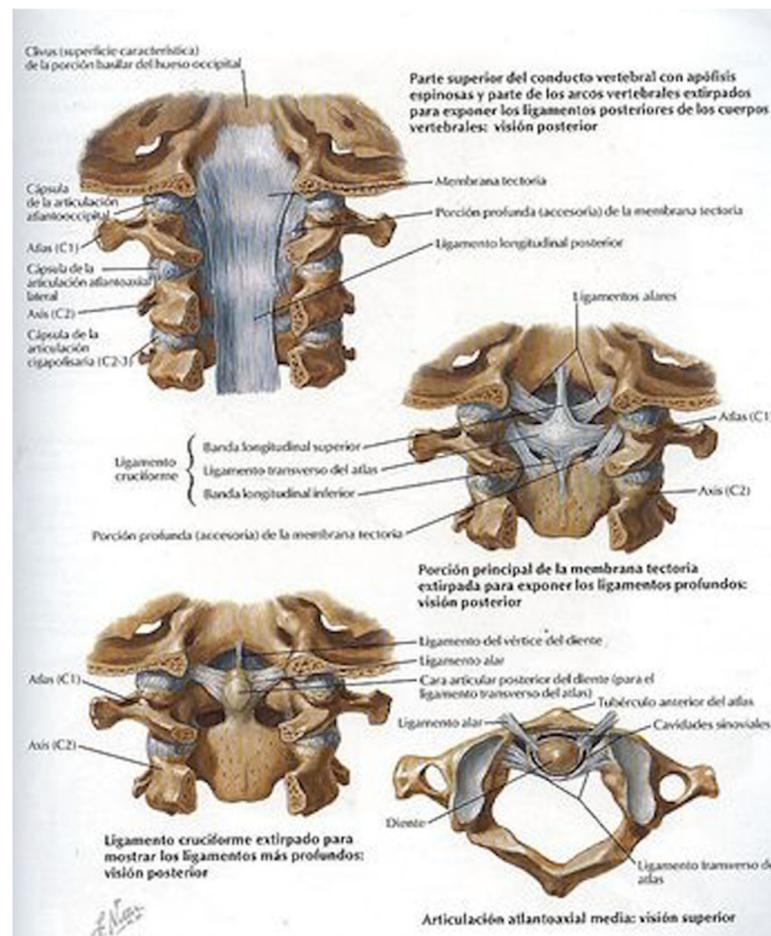
*Ligamentos columna cervical superior*

Imagen extraída de: Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

Los ligamentos que encontramos en la columna cervical son (Tubbs et al., 2011; Mantripragada et al., 2020; Petrone & Dowling, 2022) (figura 5):

- Ligamento longitudinal anterior: se extiende por la cara anterior de la columna, desde C0 hasta el sacro, estrechándose en la altura cráneo-cervical, siendo sustituido por la membrana atlantooccipital y atlantoaxial.
- Ligamento longitudinal posterior: se extiende por el borde posterior de los cuerpos vertebrales, siendo sustituido por la membrana tectoria a la altura de C2.

- Ligamento amarillo: une las láminas de vértebras consecutivas desde C2. Al contrario que ocurre con el resto de ligamentos, tiene en su composición elastina, haciendo de él un ligamento elástico o activo, cuya función favorece el regreso de la articulación a la posición neutra.
- Ligamento interespinoso: une las apófisis espinosas de vértebras adyacentes desde C7 hacia caudal, se convierte en ligamento nucal cuando supera ese nivel.
- Ligamentos intertransversos: une las apófisis transversas de vértebras adyacentes.
- Ligamento nucal: es una prolongación del ligamento interespinoso hacia craneal, que parte de C7 hasta llegar a la protuberancia occipital.

**Figura 5**

*Ligamentos columna cervical inferior*

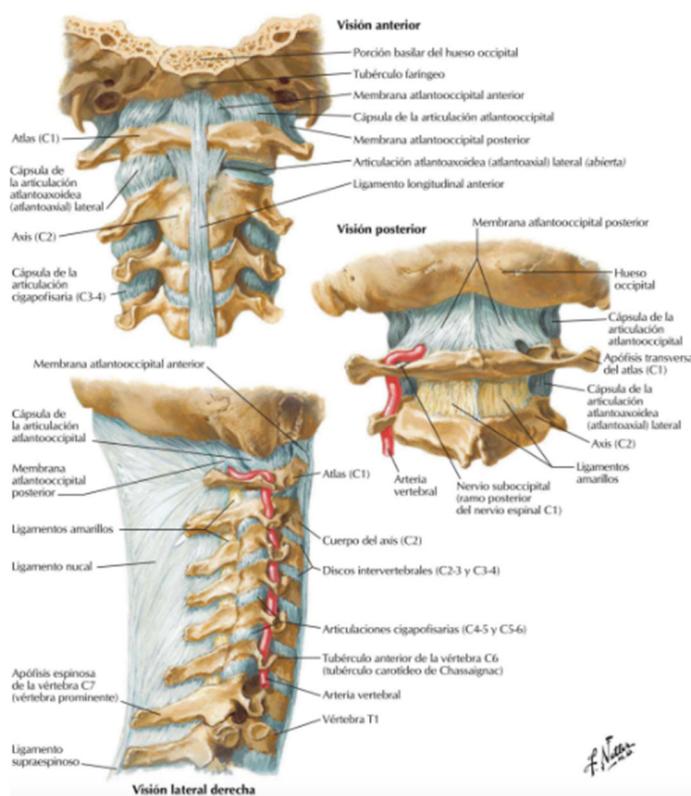


Imagen extraída de: Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

### 1.1.3 Miología

Existen dos tipos de musculatura en la región cervical, como en cualquier otro segmento de la columna: los músculos superficiales y los músculos profundos, siendo estos últimos muy importantes para el mantenimiento del control motor (Jarman et al., 2017). Atendiendo a su posición relativa en la región cervical, diferenciamos dos grupos (Torres, 2008):

Musculatura anterolateral (figura 6 y figura 7): participan en los movimientos de flexión cervical, adelantan la cabeza respecto a la columna cervical y junto a la musculatura posterior o extensora, mantienen la estabilidad estática del cuello y de la cabeza (Ghamkhar & Kahlaee, 2019; Nagai et al., 2020).

- *Cervicales superficiales*: platisma y esternocleidomastoideo.
- *Músculos suprahioides e infrahioides*.
- *Cervicales laterales*: escalenos anterior, medio y posterior.
- *Musculatura prevertebral*: largo del cuello, largo de la cabeza, recto anterior de la cabeza y recto lateral de la cabeza. Pertenecen al grupo de la musculatura flexora profunda cervical, los cuales, mediante su contracción mantenida a baja intensidad, intervienen en numerosos movimientos, manteniendo la estabilidad cervical en aquellos que son iniciados por la musculatura flexora superficial. Además, mantienen la postura estática y facilitan el control de la posición neutra y el movimiento de flexión de la cabeza sobre la columna cervical (Can & Tuna, 2020).

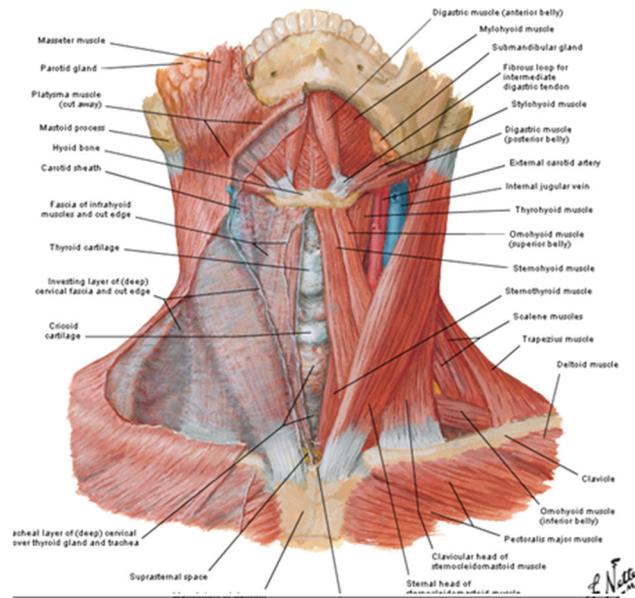
**Figura 6***Musculatura superficial anterior cervical*

Imagen extraída de: Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

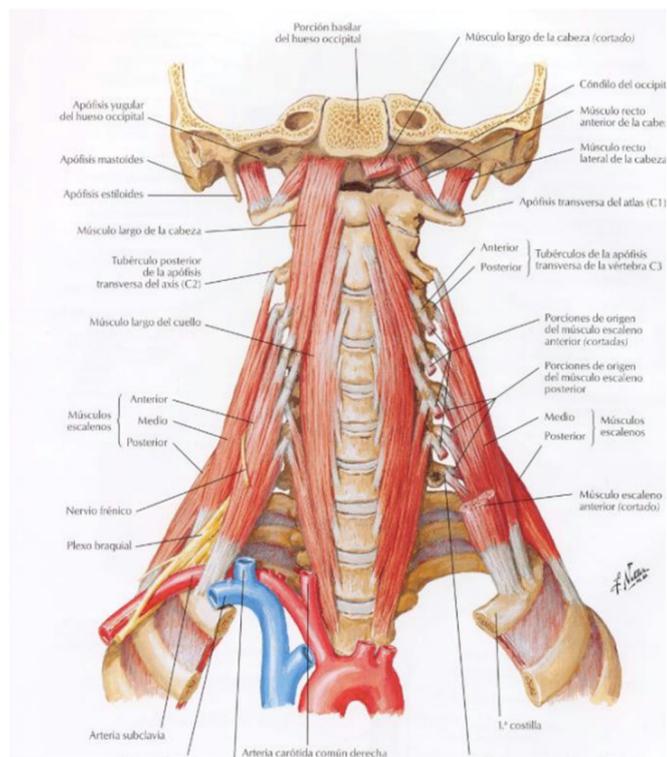
**Figura 7***Musculatura profunda anterior cervical*

Imagen extraída de: Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

Musculatura posterior (figura 8): encargada de realizar la extensión de cabeza y cuello, presentando patrones de activación comunes en la mayoría de ellos, durante contracciones isométricas y en población sana (Blouin et al., 2007).

- *Músculos de la cintura escapular*: trapecio superior y elevador de la escápula. Son los músculos más superficiales y aunque se pueden considerar responsables de la movilidad de la cintura escapular, al colaborar durante los movimientos cervicales, también deben ser incluidos en este grupo.
- *Esplenios*: de la cabeza y del cuello, siendo el primero de ellos una excepción en su patrón de activación, diferente al resto de la musculatura extensora.
- *Musculatura profunda*: semiespinoso del cuello, semiespinoso de la cabeza, multífidos, rotadores, interespinosos e intertransversos, de menos a más profundo. Ofrecen una retroalimentación de la propiocepción y son fundamentales para mantener el control segmentario entre las vértebras (Øverås et al., 2017).
- *Musculatura suboccipital*: recto posterior mayor de la cabeza, recto posterior menor de la cabeza, oblicuo superior de la cabeza y oblicuo inferior de la cabeza. Junto a los anteriores, se encuentran en el plano más profundo y son esenciales para el mantenimiento de la posición de la columna cervical y su soporte, siendo constituida en su mayor parte por fibras de contracción lenta.

## Figura 8

### *Musculatura posterior cervical profunda y capa intermedia*

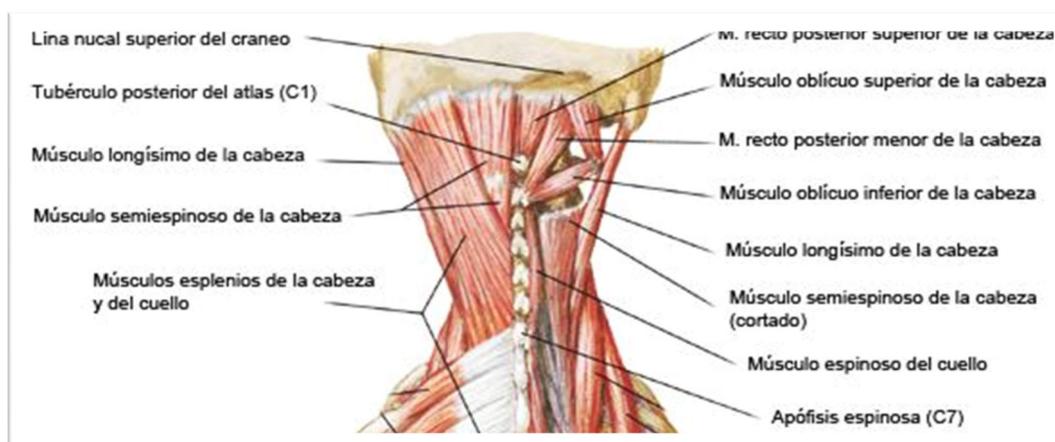


Imagen extraída de: Netter, F. H. (2019) Atlas de Anatomía Humana (7ª ed). Elsevier

Los músculos semiespinoso del cuello y semiespinoso de la cabeza se consideran los músculos extensores primarios y la especificidad de la activación muscular es mayor, cuanto mayor es la intensidad de contracción, (Falla et al., 2010). Por lo tanto, los últimos hallazgos determinan que se llegan a reclutar diferentes músculos de manera simultánea a cargas bajas para generar una fuerza determinada, en contra, en caso de cargas más altas, son los músculos primarios los que se reclutan de manera predominante (Blouin et al., 2007).

### **1.1.4 Biomecánica**

Gracias a la musculatura, la columna cervical es un segmento estable tanto durante el movimiento como en posición neutra, siendo los ligamentos y las cápsulas articulares, aquellos que estabilizan las articulaciones durante los últimos grados de movimiento (Oliveira et al., 2007).

La región cervical alta es el segmento de la columna que tiene mayor movilidad, actuando como una unidad única, considerando a C1 como punto clave para conectar la región occipital con el resto de columna cervical (Steinmetz et al., 2010).

A continuación, se detallarán los rangos de movimiento esperados, sin embargo, habría que tener en cuenta las variaciones interpersonales que surgen en sujetos con dolor (Edmondston et al., 2005) (figura 9 y figura 10).

- La columna cervical tiene un rango total de movimiento de 130° en el plano sagital, siendo de 100°-110° la movilidad en flexo-extensión correspondiente a la región inferior y de 20°-30° la movilidad de la articulación suboccipital y entre C1-C2. Durante este movimiento, la articulación condilar atlantooccipital permite 15° de flexoextensión, sumado a que las articulaciones atlantoaxoideas laterales permiten otros 15° de flexoextensión, actuando ambas de manera sincronizada, produciéndose un movimiento de rodamiento entre las carillas articulares inferiores de C1 sobre las carillas articulares superiores de C2 (Bogduk & Mercer, 2000). El movimiento de flexión es frenado por la tensión de los ligamentos posteriores y que el núcleo pulposo sale proyectado hacia la zona posterior. Respecto a la columna cervical baja, el movimiento de flexoextensión representa dos tercios del movimiento global (Watier, 2006).

Se consideran 50° como los esperados para el movimiento de flexión cervical partiendo de la posición anatómica y los 75° restantes, pertenecen al rango de extensión cervical esperada (Konishi et al., 2019).

- El movimiento en el plano frontal de lateroflexión total, es de aproximadamente 45° a cada lado, en el cual, 8° del movimiento corresponde a la articulación entre C0-C1. Tal y como ocurre con el movimiento de rotación, durante la lateroflexión, por la distribución de las carillas articulares de la región cervical baja, no pueden realizar un movimiento de lateroflexión y rotación puros (Lavignolle et al., 2008; Prushansky et al., 2006).

- Por último, el movimiento de rotación en el plano transversal es de 80° a 90° a cada lado. Durante este, existe un pequeño movimiento de lateroflexión en columna media hacia el mismo lado, compensada por otra lateroflexión contralateral para poder mantener el eje de la

cabeza en la línea media. El movimiento de rotación de la región alta se debe a la articulación atlantodontoidea media, que es una articulación trocoide. La movilidad de la región cervical alta es de  $30^\circ$  (Niewiadomski et al., 2019; Kapandji, 2008).

### Figuras 9 y 10

#### *Biomecánica cervical*

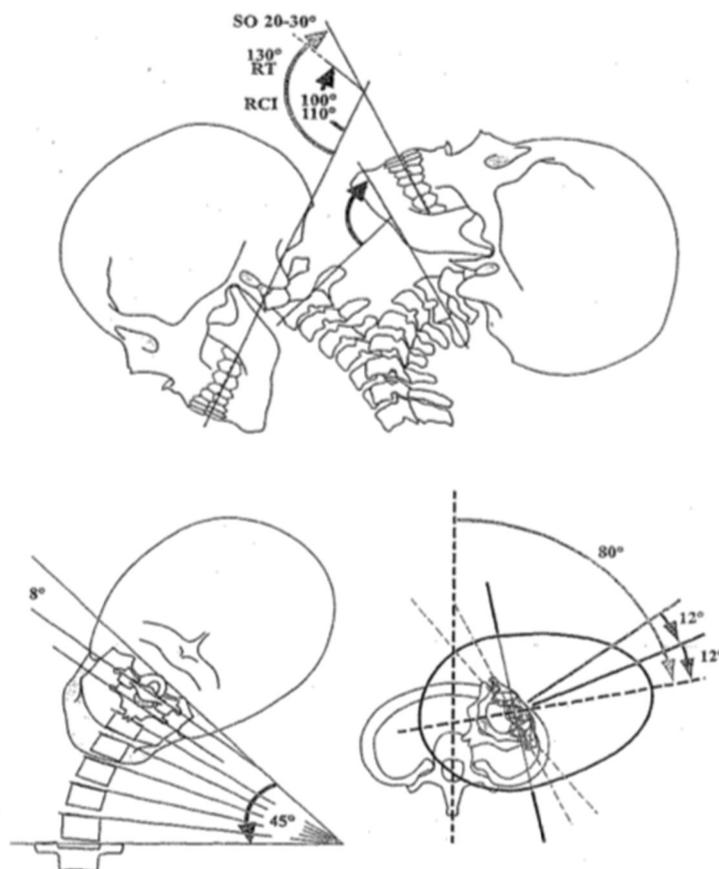


Imagen extraída de: Kapandji. (2008). Fisiología articular, tomo 3 (6ª ed). Médica Panamericana

## **1.2 Dolor**

### **1.2.1 Definición**

El dolor es descrito como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada o similar a la asociada a una lesión tisular real o potencial” por la Asociación Internacional para el Estudio del dolor (siglas en inglés IASP) en el año 2020 (Raja et al., 2020). El dolor se caracteriza por provocar un estado emocional adverso, ya que además va acompañado del poder de captar la atención necesaria para desencadenar una respuesta automáticamente, y así encontrar una defensa al mismo (Auvray et al., 2010).

Es otro sistema de supervivencia más del organismo, el cual genera un estado de aversión, lo que obliga a originar continuamente una respuesta que lo alivie (Denton et al., 2009). Es un sistema primario, consistente en vías aferentes que terminan en el cerebro y que, junto a la conexión con los sistemas superiores, encargados de la valoración-decisión, induce a una respuesta para obtener un beneficio (Porreca & Navratilova, 2017).

El dolor es una experiencia subjetiva, siendo muy difícil su medición; principalmente debido al carácter personal de este y por las diferencias interpersonales, haciendo de él, una experiencia única en cada individuo (Dworkin et al., 2014). En la literatura encontramos cómo un mismo estímulo logra provocar diferentes respuestas de dolor, dadas por complejas interacciones entre los factores biológicos, psicológicos y sociales, que ocurren de manera dinámica (Fillingim, 2017).

Puede clasificarse según el tiempo de aparición en: agudo, cuando está presente por un periodo inferior a 4 semanas; subagudo, si su duración oscila entre 4 y 12 semanas y crónico, cuando se presenta por más de 12 semanas (Beaulieu & Valenzuela, 2014). A diferencia del dolor agudo, que se mantiene por un periodo limitado de tiempo y suele revertirse por sí mismo,

el dolor crónico puede llegar a ser capaz de provocar cambios en la neuroplasticidad cerebral, gracias a que el organismo se debe ir adaptando al medio que le rodea, por lo tanto, sería un error considerar el dolor crónico únicamente, como una persistencia de un dolor agudo o espontáneo (Cohen et al., 2013).

El dolor crónico, debería de ser valorado con una visión multidimensional, que se encuentra formada por los siguientes componentes (Guillemet & Guy-Coichard, 2016):

- Sensorial-discriminativo, haciendo referencia al mecanismo neurofisiológico que ocurre en la nocicepción, delimitando su extensión e intensidad.
- Afectivo-emocional o percepción subjetiva de lo desagradable que se considera el dolor y generar la respuesta de evitación.
- Cognitivo, el cual recoge una serie de procesos mentales que pueden modular la percepción del dolor, tales como la atención o la experiencia vivida.
- Conductual, el cual hace referencia a aquellas manifestaciones que se realizan frente al dolor, como las posturas antiálgicas o las quejas verbales.

### **1.2.2 Procesamiento normal de la nocicepción**

El proceso mediante el cual se perciben los daños en los tejidos, se codifican y se procesan los estímulos nocivos, se conoce como nocicepción, que se lleva a cabo mediante unos receptores especializados llamados nociceptores, los cuales transmiten dicha información al sistema nervioso central (SNC) (Reichling et al., 2013).

Un estímulo nociceptivo es aquel capaz de ser una amenaza para la integridad corporal (Williams & Craig, 2016), recibido por los nociceptores, o neuronas aferentes que recogen la información y se encargan de transportarla, tanto del medio externo (piel) como del interno (músculos, articulaciones e incluso vísceras) del individuo, en forma de señal eléctrica desde la

periferia a vías superiores del SNC y finalmente alcanzando el cerebro, donde se interpreta dicha percepción, pudiendo generar una señal de alarma para aportar protección al organismo, desencadenando de esta manera, respuestas reflejas (Sneddon, 2018). A diferencia de otros receptores, los nociceptores se encargan de transmitir los estímulos que alcancen unas intensidades consideradas como nocivas (Bell, 2018).

Estos estímulos pueden activarse mediante varios mecanismos de diversa naturaleza (mecánicos, térmicos, químicos...) que incitan el funcionamiento de los diferentes sistemas del organismo como el autónomo, el endocrino, el inmune y el nervioso para restaurar la agresión del tejido que ha provocado su activación (Chapman et al., 2008). Sin embargo, si estas respuestas son lo suficientemente potentes, pueden llegar a provocar inflamación en el tejido, con la aparición de sus correspondientes signos, entre los que se encuentran el edema, el rubor o el aumento de la temperatura local (Plaghki et al., 2018).

Hablamos de dolor agudo como aquel que debuta tras un estímulo nocivo y es capaz de causar de manera inmediata una reacción de alarma, siendo este a su vez, un mecanismo necesario para garantizar la supervivencia y promoviendo la recuperación tisular (Vlaeyen & Linton, 2012). Aunque en ocasiones, puede aparecer un dolor derivado de un estímulo concreto que no es proporcional la relación entre ambos (Dawes et al., 2013), se puede llegar incluso a sensibilizar los nociceptores, disminuyendo su umbral de activación, incrementando la respuesta a un estímulo determinado (Chiu et al., 2012). Este aumento de la señal hace que estímulos considerados como inocuos, lleguen a ser interpretados con mayor intensidad, que en condiciones normales, cesarían según se resolviera la lesión (Woller et al., 2017).

### **1.2.2.1 Alteración del procesamiento de la nocicepción: Sensibilización periférica y Sensibilización central**

Cuando deja de existir una relación proporcional entre el estímulo y la respuesta dolorosa, se da una amplificación de las señales nociceptivas o sensibilización de la neurona receptora, favoreciendo que la información que llega al cerebro sea desproporcionada, facilitando así la cronicidad del dolor (Woolf, 2011).

Tras un estímulo nociceptivo o ante un daño tisular, son liberados unos transmisores que son conocidos como la “sopa inflamatoria”, la cual será capaz de sensibilizar al nociceptor y así generar el incremento de estímulos y su transmisión desde el origen, proceso conocido como sensibilización periférica (Ringkamp et al., 1986). Se producen cambios en el pH, se libera ATP por parte de las células que han sido lesionadas, se sintetiza y libera óxido nítrico, entre otros procesos, produciendo una amplificación de la señal hasta la médula (Goicoechea & Martin, 2006).

Tras la liberación de respuestas para facilitar la recuperación tisular, puede ser que en ciertos casos, no llegue a ser solucionado y, junto con la señal incrementada desde la periferia, se derivará a un proceso de sensibilización central (Merskey, 2007). Esto puede llegar a provocar cambios dentro de las células y por consiguiente, llegar a ser patológico, si no se logra manejar correctamente, manteniendo la señal nociceptiva durante un periodo mantenido en el asta dorsal (Ramos Alaniz et al., 2018). De esta manera, se producen cambios importantes en las vías del dolor y difícilmente reversibles e incluso provocando cambios en la neuroplasticidad como medio adaptativo del organismo (Feizerfan & Sheh, 2015).

### 1.2.3 Cervicalgia

El término cervicalgia hace referencia al dolor localizado en la región postero-lateral del cuello, comprendido entre la zona occipital hasta aproximadamente la altura de la tercera dorsal (Tamayo et al., 2018). Se puede asociar a la presencia de vértigos, los cuales aparecen tras un defecto en la estabilización cervicocefálica dentro del espacio, con origen muscular (Roux & Bronsard, 2016; Reiley et al., 2017). Puede ser que también vaya acompañada de cefaleas, características por ser unilaterales, en donde el dolor parte desde un punto en la región cervical y llega a irradiarse a la región ocular, frontal y/o temporal, que no debe confundirse con el diagnóstico de migraña (Chaibi & Russell, 2012). En menor medida, otros síntomas asociados al dolor cervical son los acúfenos y los trastornos en la visión (Sahin et al., 2008).

El dolor, además, suele ir acompañado de otros signos asociados y rara vez disociados como son la pérdida de movilidad, pérdida de fuerza-resistencia y alteración en la propiocepción (Stanton et al., 2016).

Existen numerosas maneras de clasificar el dolor cervical, que variará sobre qué se tome como referencia:

- Según el tiempo de padecimiento: encontramos el dolor cervical agudo, subagudo y crónico, descrito anteriormente en el apartado de dolor.
- Según el tipo de dolor, el dolor cervical puede ser mecánico, que mejora en reposo, exacerbándose la sensación de dolor durante el movimiento e inflamatorio, que no mejora en reposo y suele predominar por las noches.
- Según su origen, puede ser: biomecánico (lesión en latigazo), reumatológico (fibromialgia), neurológico (neuropatías), neoplásico (metástasis), infeccioso (meningitis), referido desde otras estructuras (esofagitis), alteraciones osteomusculares (artrosis), déficits congénitos (malformación de arnold-chiari) (Cabral et al., 2008).

Además de su elevada prevalencia, el curso normal del dolor determina que de entre el 50 al 85% de la población con dolor de cuello, volverá a presentarlo entre 1 a 5 años posterior a la resolución de su dolor inicial (Walton et al., 2013) y en la mitad de los sujetos con dolor agudo de cuello, tanto el dolor como la discapacidad, disminuyen especialmente durante las primeras 6 semanas, sin observarse cambios muy pronunciados a partir de ese tiempo (Hush et al., 2011).

Existen diferentes pruebas validadas que ayudan a objetivar la intensidad del dolor percibido por un sujeto y una de las más utilizadas es la escala visual analógica (EVA), la cual consiste en una línea de 10 cm, cuyos extremos al inicio y final de la misma, representa la ausencia de dolor y el peor dolor imaginable por el sujeto respectivamente. Por su parte, el sujeto a evaluar debe realizar una marca en el punto de la línea que considera que se encuentra su dolor (Heller et al., 2019). Por otro lado, se encuentra la Escala Numérica del Dolor (siglas en inglés NPRS), que consta de 11 puntos, de los cuales, los extremos 0 y 10 se corresponden con la ausencia de dolor y el peor dolor experimentado respectivamente (Al-Hadidi et al., 2019).

Cualquiera de ellas puede ser empleada para objetivar el dolor ya que ambas escalas presentan una sensibilidad de medición similar, obteniéndose un resultado similar (Breivik et al., 2000).

### **1.2.3.1 Etiología del dolor cervical**

Se desconoce la causa real de aparición, no estando siempre ligada la imagen de la lesión con la sintomatología percibida y cualquiera de las estructuras que se encuentren inervadas en la región cervical, son potencialmente susceptibles de provocar dolor, incluyéndose la musculatura, las articulaciones, los ligamentos o los vasos (Bogduk, 2011). El dolor cervical se puede considerar multifactorial y encontramos entre ellos, factores de riesgo que predisponen a padecerlo, algunos de ellos no son modificables, como la edad, el sexo o los antecedentes

previos y otros son los factores modificables (tabaquismo, sedentarismo, afrontamiento del dolor), pudiendo incluso ser determinantes en la transición del dolor de agudo a crónico (Hidalgo et al., 2017).

Cerca del 90% de las ocasiones, el dolor cervical es debido a problemas mecánicos y como consecuencia de una patología degenerativa (de Alba et al., 2012), la mayoría considerándose inespecífico ante el desconocimiento de la causa que lo deriva (Oostendorp et al., 2013). Se conoce que el dolor mecánico es incentivado por sobrecarga física, el tipo de actividad física realizada, la ocupación, la presencia de ansiedad, posturas forzadas o mantenidas en el tiempo y por el movimiento repetitivo, mientras que el dolor por patología degenerativa presenta una incidencia que aumenta conforme aumenta la edad de manera progresiva (de Araujo et al., 2018).

Por otro lado, se encuentra el dolor cervical de origen neuropático, producido por la compresión de raíces secundaria a una hernia discal o por estenosis del foramen o canal, e incluso, una combinación de ambos (Popescu & Lee, 2020). Causas menos comunes son la mielopatía, enfermedades inflamatorias, dolor de origen infeccioso, dolor de origen visceral y neoplasias (Redmond, 1992).

El dolor cervical mecánico se origina por la sensibilidad del disco intervertebral, de las articulaciones o de los ligamentos, siendo por estas, una de las causas más frecuentes del dolor cervical. Suele estar asociado a un espasmo en la musculatura, cuya causa puede estar ligada a una postura mantenida en el tiempo (Masaracchio et al., 2019). Este tipo de dolor es característico porque el paciente refiere un empeoramiento al movimiento, suele permitir el descanso y hay un factor desencadenante reconocible por el propio paciente, ya sea por la postura que mantiene en sedestación durante la jornada laboral o incluso por cómo carga ciertos

pesos. Normalmente aparece de manera intermitente, volviendo a aparecer cuando se da el estímulo que lo originó (Pérez Castro et al., 2011).

### **1.2.3.2 Epidemiología del dolor cervical**

El dolor cervical es uno de los principales problemas de salud que derivan a las unidades de rehabilitación de fisioterapia, presentando una prevalencia variable y siendo padecida por alrededor del 20% de la población en España (González et al., 2017).

Sin embargo, según la fuente consultada, esta información variará desde el 13% al 70% de la población (Antúnez et al., 2017), siendo un dato tan variable por las recidivas, a pesar de que el diagnóstico es muy favorable, es una patología que tiende a la cronicidad (Côté et al., 2004). Es más frecuente en el sexo femenino (Cohen & Hooten, 2017) y en España, existe un porcentaje mucho más elevado de prevalencia de dolor cervical crónico en mujeres frente a hombres, existiendo diferencias en cuanto a la respuesta fisiológica derivada del dolor, además de identificar un dolor más intenso y mayor consumo de analgésicos (Palacios Ceña et al., 2021).

Por edades, es más común entre mediana edad, siendo el periodo entre los 35-49 años el pico más alto, a partir del cual, el riesgo de padecer dolor cervical disminuye (Hoy et al., 2010), en personas con altos ingresos económicos y residentes en el área urbana, existiendo evidencia que demuestra que el dolor cervical está asociado a factores como son la ocupación, los problemas emocionales, las posturas sedentarias, la satisfacción laboral o la baja actividad física, como factores modificables que podrían agravar el dolor.

Kazemi et al. (2000), hizo referencia a que la actitud postural, siendo esta generalmente antiálgica, puede descompensar la carga en la columna cervico-dorsal, provocando desalineamientos y dolor. Por su parte, Liu et al. (2017), definió el dolor cervical como un

síntoma y no como un diagnóstico diferenciado y que su aparición es multifactorial y difícil de identificar pero que la causa traumatológica se encuentra en la mayoría de las ocasiones. Según Falla et al. (2007), el dolor se encuentra asociado a patrones de movimiento alterados de activación de la musculatura cervical, disminuyendo la activación de cierta musculatura sin presentar cambios significativos en la fuerza, pudiendo deberse a la aparición de mecanismos de compensación. Según O'Leary et al. (2011), se identificó el control motor cervical como un factor que mantiene la cronicidad del dolor. Por su parte, Overton et al. (2018) hace referencia a que en la literatura se encuentran estudios en los que se defiende que el dolor cervical no se encontraría asociado al aumento de la actividad de la musculatura afectada.

### **1.2.3.3 Discapacidad en el dolor cervical**

Según el Global Burden of Disease (GBD), que recoge tanto los años considerados como perdidos por muerte prematura, como aquellos años que se viven con discapacidad (Buchbinder et al., 2013) en el año 2017, el dolor cervical ocupó los primeros puestos en la tabla en cuanto a las patologías que más tiempo implican discapacidad, detrás de la lumbalgia, la depresión y ansiedad, la diabetes y el EPOC (Safiri et al., 2020). El dolor crónico cervical ha crecido cerca del 21% en los últimos 10 años (Hurwitz et al., 2018) y encabeza, junto al dolor lumbar, la lista de patologías que generan años vividos con discapacidad, desde comienzos de la década de los 90 en España. Hace de ella, la causa principal de años de vida ajustados por discapacidad, superando así a la cardiopatía isquémica, a la vez que se encuentra como el principal causante de discapacidad en nuestro país (Soriano et al., 2018).

El dolor cervical genera un impacto importante en las tres esferas: física, psíquica y socioeconómica. Su cronicidad produce morbilidad, siendo causa de baja laboral y resulta una alteración en la calidad de vida (Côté et al., 2008). Junto con el dolor lumbar, los sujetos asociaban un peor estado de salud autoinformado (Fernández de las Peñas et al., 2011).

Se cuenta con el cuestionario Neck Disability Index (NDI) como instrumento validado y más utilizado para evaluar la discapacidad en personas con dolor de cuello (Vernon, 2008) e incluso para determinar los plazos de recuperación tras los tratamientos (Blanpied et al., 2017). Consiste en un cuestionario de 10 ítems, cuya puntuación puede sumar desde 0 a 50 puntos y recoge información sobre la intensidad del dolor percibido, cuidado personal, descanso, trabajo, actividades recreativas y actividades cotidianas, como levantar objetos, conducir o leer (Jorritsma et al., 2012). Cada subapartado del cuestionario contiene 6 ítems donde el paciente objetiva el impacto percibido de su dolor, desde la posibilidad de realizar la actividad mencionada hasta la imposibilidad de ejecución de la misma y con la mayor percepción de discapacidad (Vernon & Mior, 1991). Los resultados obtenidos de la puntuación determinarán el grado de discapacidad siendo de 0 a 4 puntos considerada la ausencia de discapacidad; de 5 a 14 puntos, una discapacidad leve; de 15 a 24 puntos, una discapacidad moderada; de 25 a 34 puntos, una discapacidad grave y, finalmente, mayor de 35 puntos, una discapacidad total (Vernon, 2008).

Hay que tener en cuenta que el NDI no mide aspectos a nivel emocional, por lo que debería de tenerse en cuenta ya que el catastrofismo podría hacer confundir los resultados (Jones & Sterling, 2021).

#### **1.2.3.4 Impacto socioeconómico en el dolor cervical**

El impacto socioeconómico del dolor cervical viene derivado de manera directa por los costes sanitarios en cuanto a atención recibida por los especialistas, visitas al hospital, tratamientos de fisioterapia y de manera indirecta, por el absentismo laboral y la baja productividad, que hace de esta patología un gasto elevado a la sociedad (Cuesta Vargas & González Sánchez, 2015). Se debe sobre todo, a la cronicidad del dolor, produciendo a su vez

una elevada tasa de morbilidad, suponiendo bajas laborales de una media de 7 días (Côté et al., 2008).

El dolor crónico es complejo como para poder calcular su coste exacto, pero, en España podría rondar los 16 mil millones de euros (Torralba et al., 2014). El gasto estimado en el servicio de rehabilitación demuestra que se derrocha una suma importante de dinero aplicando terapias de dudosa eficacia (Serrano Aguilar et al., 2011). Evaluar el coste-efecto de las diferentes terapias, podría determinar la elección del mejor tratamiento posible, sin embargo, actualmente los estudios acerca de los distintos tratamientos y la combinación entre ellos son limitados y muy heterogéneos, si bien, los más empleados son la terapia manual y el ejercicio terapéutico (Driessen et al, 2012; Miyamoto et al, 2019).

#### **1.2.3.5 Relación entre dolor y rango de movimiento**

La movilidad cervical aporta mucha información sobre el estado de la región cervical, ya que en presencia de dolor, numerosos estudios revelan que la cinemática sería esperado encontrarla alterada pero, se desconoce con exactitud si estos cambios tendrían causas cuantitativas (rango total, ritmo o aceleración del movimiento), cualitativas (fluidez del movimiento) o ambas (Lemmers et al., 2018).

La presencia de dolor, aparte de disminuir la cantidad de movimiento, valorada en condiciones ideales en estudio, puede incrementar la dificultad para llevar a cabo movimientos de alta velocidad de la región cervical en situaciones comunes de la vida cotidiana (Bahat et al., 2010). La falta de movimiento no necesariamente va a estar asociado con el índice de discapacidad o con la evolución del dolor, sin embargo, sí parece tener una relación estrecha con la edad, como signo evolutivo, además con el incremento del tono muscular, la rigidez y por tanto, la disminución de la capacidad de relajar dicha musculatura y a la fluidez del movimiento (Alcaraz et al., 2021). El dolor cervical también se encuentra asociado a un menor

rango de movimiento hacia la extensión cervical, así como dolor a la palpación en las articulaciones más superiores (Florencio et al., 2015).

Se sugiere que esta disminución de la movilidad cervical durante las actividades funcionales puedan generar diversas compensaciones en articulaciones adyacentes, como pasaría al solicitar a un sujeto con dolor, alcanzar un objeto por encima de su hombro, el cual lo podría realizar sin acompañarse de una ligera extensión de cabeza y cuello esperadas en sujetos sanos, permaneciendo en flexión o que aparecieran movimientos de rotación del tronco al solicitar una rotación aislada de la región cervical, dando como resultado, la sensación de movimiento en bloque (Moghaddas et al., 2022).

Según la fuente citada, tal como recoge Waeyaert et al. (2016), no existe un consenso unificado, primero de todo, sobre cuáles son los parámetros a tener en cuenta en la valoración de la movilidad y segundo, comprobó que existía literatura donde sí se apreciaba una diferencia significativa entre un grupo de casos, que presentaban disminución del rango de movimiento, frente a un grupo control con movilidad conservada. Sin embargo, también existen estudios que no encontraron ninguna asociación entre el dolor y restricción de la movilidad.

#### **1.2.3.6 Umbral de dolor a la presión**

El umbral de dolor a la presión (UDP) se define como la cantidad mínima de presión que, aplicada de manera gradual, se necesita para llegar a generar dolor. Aunque no nos aporta información relevante del dolor en sí, es aplicable para determinar el estado de sensibilización desde otras regiones más alejadas (Zicarelli et al., 2021).

La algometría es el método universal empleado, confiable y de validez, para la evaluación de los puntos dolorosos (de Groef et al., 2016) y, el dolor inducido con el algómetro

se perpetúa a través de las neuronas aferentes sensoriales, activadas por una estimulación mecánica al comprimir sobre la piel (Melia et al., 2019).

Los UDP aportan información acerca de la presencia o no de sensibilización, así como de su expansión y naturaleza. Cuando los UDP son evaluados en regiones localizadas, normalmente cercanas al dolor inicial, reflejan la posibilidad de existencia de hiperalgesia localizada (Rampazo et al., 2021) y, en el caso de que los UDP se evalúen en zonas más alejadas al dolor de origen, podrían reflejar la existencia de hiperalgesia generalizada, dando lugar por tanto, a la asociación de presencia de sensibilización central, siendo en el caso del dolor cervical, un factor predictivo del desarrollo del episodio de dolor (Nunes et al., 2021).

En sujetos con dolor crónico y expuestos a él durante un largo periodo de tiempo, presentan una mayor sensibilidad a la presión, manifestando un UDP más bajo respecto a sujetos sanos. La hipersensibilidad de estos umbrales, va ligada a la duración del dolor, por lo que, cuanto más tiempo se manifieste este, más probabilidades existirán de desarrollar sensibilización central (Castaldo et al., 2019).

En la literatura se han determinado como puntos con una elevada fiabilidad para la evaluación del UDP en sujetos con dolor cervical a los músculos trapecio superior y tibial anterior (de Oliveira et al., 2021), así como además los músculos infraespinoso, extensor radial corto del carpo y extensor propio del índice (Park et al., 2011).

## **1.3 Control motor**

### **1.3.1 Definición**

La musculatura de la región cervical cumple con una función determinante en la propiocepción y con ello, en la regulación de la postura junto al sistema vestibular, la visión, el equilibrio y control postural. La información propioceptiva que nos rodea es transmitida desde las vías aferentes al SNC, haciendo que seamos capaces de dar una respuesta de control neuromuscular respecto al entorno (Strimpakos et al., 2006). Aporta información sobre la postura y el movimiento (Reddy et al., 2019), ya que la musculatura de la región cervical contiene un elevado número de husos musculares, siendo necesarios para mantener el sistema propioceptivo en óptimas condiciones (van der Wall, 2009).

Después de un acontecimiento de dolor cervical agudo, es frecuente encontrar alteraciones que afectan al control motor, percibiéndose cambios neuromusculares tales como: una menor fuerza de la musculatura y menor velocidad de los movimientos, así como de la movilidad esperada, debido a que se ha descubierto (Martín Gómez et al., 2019) una menor actividad muscular tanto de flexores como extensores en el plano profundo, conllevando a un aumento de la actividad en la musculatura superficial de manera secundaria.

Se habla de funcionalidad cuando existe una coordinación de la activación entre musculatura flexora-extensora y entre los músculos de los planos profundo-superficial (Le et al., 2017). Siendo estos últimos especialmente importantes, ya que la función de los músculos profundos es la de aportar estabilidad y alinear la estructura, mientras que la musculatura superficial, contribuye durante el movimiento cervical, principalmente y no siendo excluyente dichas funciones (Elgueta Cancino et al., 2019). En presencia de dolor, se crea una alteración de la activación muscular, de tal manera que, algunos de ellos se verán afectados mediante sobreactivación, mientras que otros presentarán una activación disminuida durante los

movimientos en la actividad funcional (Falla & Farina, 2008). Esto es producido porque durante la fase aguda del dolor, el control motor hace que el sistema nervioso sea capaz de reducir el estímulo nocivo gracias a generar cambios en el organismo, como podría ser una retirada del estímulo. En fase crónica, la respuesta que se genera es menos efectiva, ya que se considera que no existe una amenaza importante para el organismo (Hodges, 2011).

Siguiendo esta línea de conocimiento, Willaert et al. (2020) describe la necesidad de aplicar un tratamiento multifactorial del dolor cervical, debido a que este suele ir acompañado de alteraciones motoras de la región cervical y, no solo incluir la terapia manual, sino añadir alternativas que afecten directamente al procesamiento central como es el entrenamiento mediante ejercicios de control motor.

### **1.3.2 Test de Flexión cráneo-cervical**

Una prueba de baja carga empleada para objetivar, de manera indirecta, el control motor de los músculos flexores profundos (largo del cuello y de la cabeza) y su capacidad de activación, es el test de flexión cráneo-cervical (TFC) (Falla et al., 2003). Durante su ejecución se valoran parámetros como la capacidad contráctil de los músculos flexores profundos, la no activación compensatoria de los músculos superficiales, el esternocleidomastoideo y escaleno anterior y, por último, evalúa la cantidad de movimiento, comparando los diferentes estadios en los que consiste la prueba (Jull & Falla, 2016).

Se realiza con el sujeto en decúbito supino manteniendo la cabeza apoyada en la superficie y la región cervical en posición neutra, colocándose a continuación, debajo de la región suboccipital, un sensor a presión que servirá de feedback al sujeto que ejecuta el test. Se inflará hasta que marque una presión de 20 mm Hg y se requerirá realizar 5 movimientos lentos y controlados de llevar el mentón en dirección a la superficie estable, como si asintiera con la cabeza. En cada movimiento, deberá mover la flecha del indicador de presión hasta llegar a los

22 mmHg, 24 mmHg, 26 mmHg, 28 mmHg y 30 mmHg y mantener la activación isométrica durante 10 segundos, repitiendo cada valor de presión 2 veces (Jull et al., 2008).

En el movimiento de flexión cráneo-cervical debe existir una armonía de activación de la musculatura profunda: músculo largo de la cabeza, músculo largo del cuello, músculo recto anterior y recto lateral de la cabeza. El músculo superficial esternocleidomastoideo se encuentra posterior al eje del movimiento de flexión cráneo-cervical, participando en el movimiento de flexión de columna cervical media-baja, al igual que ocurre con el escaleno anterior, por lo que son músculos que no deberían activarse durante la realización del test (Jull, 2000).

La descoordinación durante la activación de la musculatura del plano superficial y del plano profundo conlleva a un pobre rendimiento durante la ejecución del TFC. El estudio de Gallego et al. (2016), evalúa cómo el entrenamiento enfocado en la propiocepción conlleva mejoras funcionales en la musculatura cervical y que el TFC como tratamiento, ha mostrado ser beneficioso para obtener mejoras en la propiocepción. Sus resultados mostraron beneficios en cuanto al dolor y la discapacidad, además de la mejora de la función neuromuscular entre flexores cervicales profundos y superficiales.

Una disfunción en la activación de la musculatura flexora profunda cervical se asocia a dolor de cuello, registrándose una activación disminuida durante la ejecución del TFC (Schomacher & Falla, 2013). La baja activación de la musculatura flexora profunda durante la ejecución del TFC y una elevada activación por contra, de la musculatura superficial, degenera en una reorganización motora durante la ejecución de una tarea (Lluch et al., 2014).

### 1.3.3 Adaptaciones musculares del control motor en dolor crónico

En presencia de dolor cervical crónico, se ha observado que existe una alteración durante la activación de la musculatura del cuello, inhibiéndose y/o aumentándose la actividad de la musculatura (Lindstøm et al., 2011; Willaert et al., 2020).

A lo largo de la historia, se han propuesto dos grandes teorías sobre las adaptaciones que sufre la musculatura en presencia de dolor crónico. Estas son la del “círculo vicioso” (Roland, 1986) y la de “adaptación al dolor” (Lund et al., 1991).

En la primera de ellas, se expuso la hipótesis que determina que la actividad de la musculatura va incrementando siempre con el mismo patrón, sin tener en cuenta el tipo de tarea que se lleve a cabo, ya que esta, independientemente de sus características, si se prolonga en el tiempo, provocaría isquemia en el tejido y con ello, a un cúmulo de agentes que perpetuarían la sensación dolorosa. Por otro lado, la teoría de adaptación al dolor, expuso que en casos de presencia de dolor, se vería reducida su actividad durante movimientos ejecutados de manera voluntaria, mientras que a su vez, existiría un aumento de la actividad muscular del grupo antagonista, haciendo de este modo disminuir tanto la el rango de movimiento como la fuerza ejercida para su realización.

En la actualidad se conoce que las adaptaciones musculares que se dan en presencia de dolor son particulares, varían en cada sujeto y dependerán de la actividad solicitada. Aun así, el efecto observado en la musculatura no es uniforme y se dan continuas variaciones tanto en activación como disminución de la actividad en los músculos, tal y como recogieron Hodges & Tucker (2011), que propusieron una nueva teoría acerca de la adaptación del dolor, que cambiaría la anterior visión que se tenía al respecto, las cuales contienen brechas metodológicas. Esta teoría manifiesta que dicha adaptación se debe exclusivamente a proteger al individuo de sentir dolor y evitar su propagación mediante cambios constantes en la actividad

muscular. Se rige por una nueva distribución de la actividad muscular, tanto dentro del propio músculos como entre fibras musculares contiguas, suponiendo cambios durante la ejecución de los movimientos, como podría ser la aparición de rigidez, con el fin de obtener un beneficio inmediato, aunque esto suponga un problema a mayor plazo. Su máximo fin es evitar perpetuar el dolor y/o evitar el agente de amenaza que lo origina, involucrando de esta manera al sistema motor en su conjunto y en sus diversos niveles y, no solo debido a cambios en la excitabilidad muscular como se describía en las teorías anteriores. Todos estos cambios podrían complementarse entre sí, añadir efectividad o por el contrario, resultar de mecanismos competitivos entre sí, que aunque tendrá un efecto beneficioso inmediato, sería necesario realizar una evaluación a largo plazo, ya que podría tener consecuencias negativas.

El dolor cervical se encuentra asociado a un deficitario control motor de los músculos flexores profundos del cuello, además de presentar alteraciones en su activación y una menor resistencia (Iqbal et al., 2021), apareciendo fatiga aun en movimientos que implican bajo esfuerzo muscular y afectando de manera directa a la capacidad funcional de la musculatura flexora superficial (Lin et al., 2018; Ghaderi et al., 2017).

## **1.4 Puntos gatillo miofasciales**

### **1.4.1 Generalidades**

La presencia de puntos gatillo miofasciales (PGM) en la musculatura cervical aumenta la sintomatología clínica además de contribuir en la aparición de alteraciones del control motor y la actividad muscular tanto del músculo afectado como aquellos cercanos (Florencio et al., 2017).

Un PGM es definido como un nódulo hipersensible dentro de una banda tensa muscular, asociado a una respuesta de contracción local y dolor referido tras su estimulación mediante palpación, estiramiento o compresión (Ge & Arendt Nielsen, 2011), pudiendo contribuir a la aparición de un reclutamiento muscular alterado al realizar un movimiento activo (Lucas et al., 2010). Se localiza mediante la palpación de una banda muscular tensa, posterior aparición de contracción local, coincidiendo con el punto más sensible (Ge et al., 2014).

A su estimulación se puede evocar el dolor referido, definido como aquel dolor que aparece a distancia en otra región diferente del organismo, pudiendo encontrarse alejada del punto de estimulación (Ballantyne et al., 2010; Do et al., 2018). Se caracteriza por poder acompañarse de otros síntomas como la debilidad, fatiga muscular, pérdida de sensibilidad o disfunción motora, siendo su duración desde muy breve, por unos segundos a poder incrementarse en horas o mantenerse en el tiempo de manera indefinida y que la intensidad reflejada y el tamaño de la localización del dolor se correspondería de manera proporcional a la irritabilidad producida sobre el sistema nervioso central (Arendt Nielsen & Yarnitsky, 2009).

Los PGM pueden dividirse en activos, cuando el dolor provocado con la estimulación del punto es reconocido como familiar por el sujeto o latentes, si no induce dolor espontáneo, siendo únicamente doloroso a la palpación e incluso reflejar un patrón de dolor referido que en este caso, no sería reconocido por el sujeto (Donnelly et al., 2018; Fernández de las Peñas & Dommerholt, 2018).

Los PGM han sido determinados como la causa principal de aparición del dolor y causante de la fatiga muscular temprana, registrada mediante electromiografía (Ge et al., 2012), en donde se puede visualizar una disminución más rápida y significativa de la amplitud de la señal eléctrica y de hasta cuatro veces mayor, en puntos definidos como PGM que en puntos sanos.

Cuando un músculo recibe un impulso nervioso que le hace contraer, es necesario que de manera paralela, su antagonista reciba otro para relajarse, conocida como la “inhibición recíproca de Sherrington”, siendo esencial para un correcto control del movimiento (Aymard et al., 2001; Osama, 2021) pero es conocido que el dolor puede ser el causante de generar un aumento de la actividad antagonista y por tanto, crear alteraciones durante esta inhibición (Mense & Gerwin, 2010). Cuando existe un PGM en músculos antagonistas, al darse una contracción de la musculatura agonista, se ha observado una disminución de la señal inhibitoria recíproca (Ibarra et al., 2011; Geri et al., 2019).

#### **1.4.2 Puntos gatillo miofasciales en dolor cervical**

Los PGM son considerados dentro de la etiología de dolor cervical crónico, considerándose una de las primeras causas, presentándose durante la exploración física, aunque no siendo proporcional el número de PGM encontrados con mayor o menor dolor cervical experimentado por los sujetos (Ezzati et al., 2021).

Los PGM que con más frecuencia se encuentran en sujetos con dolor cervical son los activos mientras que, en similar proporción se encuentran los PGM latentes tanto en sujetos sanos como en sujetos con dolor (Fernández de las Peñas et al., 2007). Por otro lado, los PGM que se encuentran con mayor frecuencia, varían según la fuente consultada. Aun así, los que con mayor frecuencia se encuentran en sujetos con dolor cervical crónico son el infraespinoso, trapecio superior (Ribeiro et al. 2018) además del escaleno (Ezzati et al., 2021) o el elevador de la escápula (Fernández de las Peñas et al., 2007; Muñoz et al., 2012).

## 2. Justificación del estudio

La presencia de dolor cervical crónico se encuentra asociada a disfunciones tanto en la postura, como en el movimiento y el control motor (Blomgren et al., 2018), así como la intensidad del dolor percibida, la discapacidad y la sensibilización central (Rampazo et al., 2021).

El rango de movilidad cervical suele estar limitado cuando hay presencia de dolor mecánico (Cohen, 2015), la cual podría estar justificada por la aparición de kinesiofobia (Cuesta Vargas & González Sánchez, 2015), respuesta de carácter cognitivo en la cual el sujeto interpreta de manera anticipada y exagerada la aparición de dolor ante un movimiento (Asiri et al., 2021).

Existen numerosos estudios donde el rango de movilidad cervical es una variable a comparar entre sujetos con dolor crónico y sanos, sin embargo, los resultados no son concluyentes y no relacionan de manera directa el dolor con la disminución del movimiento (Lemmers et al., 2018), entre otras causas, porque no existe un consenso en los parámetros cinemáticos empleados para su estudio ni tampoco para centrar dichas investigaciones en una única clasificación de dolor cervical crónico (Waeyaert et al., 2016).

Al igual que sucede con el registro de movimientos, hay necesidad de estandarizar un protocolo de evaluación de UDP (Zicarelli et al., 2021). Se seleccionaron como puntos de medición del UDP al trapecio superior, tibial anterior y espacio interdigital entre el segundo y tercer metacarpiano (Park et al., 2011), ya que son puntos validados para la evaluación en sujetos con dolor cervical crónico, además de que al encontrarse alejados de la zona de dolor (región cervical), nos aportan información sobre si existiera una hiperalgesia generalizada o únicamente localizada, cuando se mide en puntos más cercanos. En el estudio de Zhao et al. (2020), se valoró el UDP en dolor lumbar tomando como referencia una articulación de esa

misma región, por lo que para el presente estudio se tomará la articulación C5-C6 como punto evaluable.

La aparición de dolor cervical en fase aguda se asocia a alteraciones en el control motor cervical. Estas condiciones se ven reflejadas en aquellas situaciones que se requiere de una demanda mecánica baja, de tal forma que se puede seguir realizando la misma tarea solicitada, aun con presencia de dolor (Muceli et al. et al., 2014). Es debido a que diversos músculos pueden asumir una misma función ante una actividad concreta, pudiéndose redistribuir la actividad entre los músculos sinérgicos y antagonistas (Gizzi et al., 2015).

En los últimos años, se ha incidido la investigación sobre la relación durante la actividad de la musculatura flexora superficial cervical en sujetos con dolor cervical crónico; llegando a la conclusión de que se producen una serie de cambios en el sistema neuromuscular junto al sistema sensoriomotor (Blomgren et al., 2018). Se encuentran diferencias significativas en la activación de la musculatura flexora en sujetos con y sin dolor (Elgueta Cancino et al., 2019) y sería gracias al entrenamiento específico de la musculatura flexora y extensora profunda del cuello, conseguir la reducción de la sobreactivación de los superficiales (Brage et al., 2015). Ejercicios de control motor, dentro del cual estaría incluido el TFC como tratamiento, muestra resultados favorables en cuanto a mejora en la sensación de dolor y discapacidad en sujetos con dolor cervical crónico frente a otros tratamientos de fisioterapia convencionales (Martín Gómez et al., 2019).

Por otro lado, existe una pronunciada disminución del rendimiento de la musculatura flexora profunda cervical en sujetos con dolor cervical, de evolución mayor a 3 meses cuando se le solicita realizar el TFC, comparado con sujetos sanos (Chiu et al., 2005). Además, se observa un aumento en la respuesta electromiográfica de la musculatura flexora superficial, esternocleidomastoideo y escaleno anterior (Falla et al., 2003), en sujetos sintomáticos, que

puede ser para compensar la disminuida activación de la musculatura profunda (Falla et al., 2004). Durante el movimiento de flexión cráneo-cervical, se podría aislar la función de la musculatura flexora profunda (Iqbal et al., 2021).

Tras la consulta realizada en la bibliografía, no se ha encontrado evidencia sobre qué ocurre con la musculatura extensora superficial cervical cuando se solicita un TFC a un sujeto con dolor cervical crónico y, si pudieran presentar alguna alteración en su activación por la redistribución de la sobrecarga entre la musculatura sinergista-antagonista por una adaptación neuromuscular (Hodges, 2011), ya que los extensores profundos ejercen un papel importante en el mantenimiento de la estabilidad cervical (Schomacher & Falla, 2013).



### **3. Hipótesis del estudio**

#### **3.1 Hipótesis nulas**

- 1) Las mujeres con dolor cervical crónico presentan rangos de movimiento cervical SIMILARES si se compara con un grupo de mujeres sin dolor cervical.
- 2) Las mujeres con dolor cervical crónico NO presentan UDP a la presión menores si se compara con un grupo de mujeres sin dolor cervical..
- 3) Las mujeres con dolor cervical crónico NO tendrán una mayor activación de los músculos flexores y extensores superficiales cervicales durante el TFC en comparación con un grupo de mujeres sin dolor cervical..
- 4) Las mujeres con dolor cervical crónico NO presentan PGM activos en la musculatura del cuello mayoritariamente que un grupo de mujeres sin dolor cervical.

#### **3.2 Hipótesis alternativas**

- 1) Las mujeres con dolor cervical crónico presentan rangos de movimiento cervical DISMINUIDOS si se compara con un grupo de mujeres sin dolor cervical.
- 2) Las mujeres con dolor cervical crónico presentan UDP a la presión menores si se compara con un grupo de mujeres sin dolor cervical.
- 3) Las mujeres con dolor cervical crónico tendrán una mayor activación de los músculos flexores y extensores superficiales cervicales durante el TFC en comparación con un grupo de mujeres sin dolor cervical.
- 4) Las mujeres con dolor cervical crónico presentan una mayor frecuencia de PGM activos en la musculatura del cuello que un grupo de mujeres sin dolor cervical.

## **4. Objetivos del estudio**

### **4.1. Objetivos generales**

- 1) Evaluar el rango de movimiento en mujeres con dolor cervical crónico y en mujeres sin dolor cervical.
- 2) Evaluar el UDP en diferentes puntos de referencia en mujeres con dolor cervical crónico y en mujeres sin dolor cervical.
- 3) Evaluar la actividad de los músculos flexores y extensores superficiales cervicales en mujeres con dolor cervical crónico y en mujeres sin dolor cervical durante la ejecución del TFC.
- 4) Evaluar la presencia de PGM en la musculatura cervical en mujeres con dolor cervical crónico y mujeres sin dolor cervical.

### **4.2. Objetivos específicos**

- 1) Evaluar de manera objetiva mediante electromiografía la actividad de los músculos flexores y extensores superficiales cervicales durante la ejecución del TFC en mujeres con dolor cervical crónico y en mujeres sin dolor cervical.
- 2) Evaluar la correlación entre la actividad muscular y las características del dolor cervical.

## **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **5.1 Sujetos de estudio**

Se realizó un estudio transversal.

La muestra se recopiló mediante muestreo no probabilístico de casos consecutivos, en donde se incluyeron a los sujetos que cumplían los criterios de inclusión. Se reclutaron tanto mujeres que presentaban dolor cervical crónico como mujeres asintomáticas durante el periodo comprendido entre enero y diciembre del año 2019. En ambos casos, la muestra fue proporcionada entre los pacientes del área de Fisioterapia en la Clínica Universitaria Rey Juan Carlos, comunidad universitaria y población general.

#### **5.1.1 Criterios de inclusión y exclusión**

Dentro del grupo de casos se incluyeron los siguientes criterios de inclusión:

- Mujeres.
- Edades comprendidas entre los 18 y 60 años.
- Presencia de dolor cervical mecánico, ya sea en la región de cuello y hombro provocados por posturas mantenidas de la región cervical, movimientos de esta zona y/o la palpación de la musculatura cervical sin tener asociación con un traumatismo previo.
- Sujetos con síntomas crónicos, duración superior a los 6 meses.
- Intensidad del dolor de al menos 3 puntos sobre una escala numérica de 11 puntos (0 a 10).
- NDI igual o mayor a 4 puntos.

Se excluyeron aquellos casos que presentaban los siguientes criterios:

- Antecedentes de traumatismo (latigazo cervical, fracturas vertebrales).
- Cirugía previa cervical.
- Signos de afectación neurológica o alteración cerebrovascular.
- Diagnóstico de cualquier condición médica subyacente (fibromialgia, artritis reumatoide, antecedentes de hernia discal cervical).
- Sintomatología vegetativa como náuseas, vómitos, vértigos.
- Haber recibido alguna intervención terapéutica en la región cervical en los tres meses anteriores.

### **5.1.2 Grupo control**

Se incluyó un grupo control que no presentara antecedentes de dolor en cuello y hombro durante el año anterior. Fueron asignadas mujeres, al igual que en el grupo de casos y emparejadas por edad con el grupo de dolor crónico. Los criterios de exclusión fueron los mismos que para el grupo de casos.

### **5.2 Procedimientos éticos**

Todas las participantes recibieron un consentimiento informado conforme a la ley vigente, donde se les explicaba en qué consistía dicho estudio, cómo se realizaría y qué riesgos podrían presentarse durante la ejecución.

En ambos grupos, todas las participantes firmaron el consentimiento informado por escrito antes de su inclusión en el estudio (Anexo 1).

Se garantizó en todo momento la confidencialidad de los datos, de acuerdo a la Ley Orgánica de Protección de datos 3/2018 de 5 de diciembre. Los datos personales recogidos fueron los imprescindiblemente necesarios para los objetivos del estudio, asignándose un código numérico para identificar a cada participante. No se cedieron datos relacionados con la investigación a terceros.

Los procedimientos que se emplearon en la realización del presente estudio siguieron los principios éticos de la Declaración de Helsinki para las investigaciones médicas en seres humanos.

El protocolo de estudio fue presentado a evaluación por el Comité de Ética de la Universidad Rey Juan Carlos, habiendo sido aprobado con el número URJC-3010201812618.

## **5.3 Variables de Estudio**

### **5.3.1. Variables independientes**

**Edad:** Variable cuantitativa discreta (años).

**Altura:** Variable cuantitativa discreta (cm).

**Peso:** Variable cuantitativa continua (kilogramos).

**Grupo:** Variable categórica, cualitativa dicotómica, escala nominal (caso/control).

**NDI:** Variable cuantitativa discreta (valor de 0-50 puntos)

**Intensidad habitual del dolor:** variable cuantitativa continua, de escala de proporción o razón (valor de 0-10)

### 5.3.2 Variables dependientes

**Movilidad articular:** Variable cuantitativa continua, de escala o razón (grados).

**Umbral de dolor a la presión:** Variable cuantitativa continua, de escala o razón (kilopascales).

**Amplitud de la actividad muscular por el *Root Mean Square* normalizado:** Variable cuantitativa continua, de escala o razón (porcentaje de la actividad de referencia).

**Puntos Gatillo Miofasciales:** Variable categórica, cualitativa dicotómica, de escala nominal (sí/no).

## 5.4 Equipos de medición

### 5.4.1 Goniometría

La movilidad angular del segmento cervical fue medida mediante el goniómetro y permitió obtener datos objetivos de los 6 movimientos que la columna cervical realiza: flexión-extensión (plano sagital), lateroflexión izquierda-derecha (plano frontal) e inclinación izquierda-derecha (plano transversal).

Para el presente estudio se empleó el *Cervical Range of Motion* (CROM, Performance Attainment Associate, St. Paul<sup>®</sup>, MN, USA), el cual consta de un marco de plástico que se apoya sobre las orejas y nariz de la participante, estabilizado con un velcro en la parte posterior. Contiene 2 goniómetros pendulares que miden los planos frontal y sagital, que tienen de referencia la posición de la cabeza con la línea de gravedad. Consta de un tercer goniómetro, que en este caso es magnético, que funciona como si fuera una brújula, capaz de medir en el plano transversal el movimiento de rotación, respecto a una posición de referencia. Todo ello

gracias a un dispositivo con forma de collar magnético, que se le coloca sobre los hombros y presenta una tira con polarización, la cual debía estar colocada con las flechas apuntando hacia la cara ventral de la participante, que sería fijado como el norte (Law & Chiu, 2013; Gugliotti et al., 2021). Todos ellos conforman un instrumento único, formado por dos piezas que se colocaron en la cabeza de la participante en posición sentada (Audette et al., 2010) (Figura 11).

Presenta una fiabilidad alta y reproductibilidad apropiada (Prushanky & Dvir, 2008; Wolan Nieroda et al., 2020) y se considera una herramienta de gran utilidad para evaluar la función y para ofrecer un feedback tras la intervención terapéutica (Tousignant et al., 2002).

### Figura 11

*Cervical Range of Motion (Performance Attainment Associate, St. Paul<sup>®</sup>, MN, USA)*

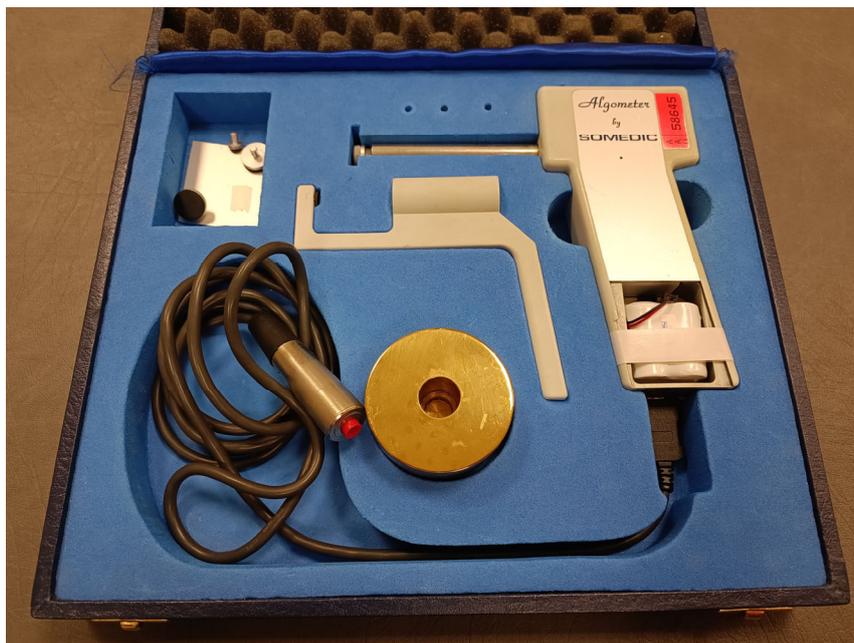


### 5.4.2 Algometría

Para objetivar los UDP, se empleó el algómetro electrónico (Somedic AB, Farsta, Sweden). Este modelo cuenta con un pulsador que la participante debía apretar cuando percibiera la primera sensación dolorosa durante las diferentes mediciones. La presión se ejerce perpendicular al punto a evaluar, gracias a una superficie de  $1\text{cm}^2$  que tiene el algómetro en su extremo y la presión aplicada será de  $1\text{kg}/\text{cm}^2$  por segundo. Se realizaron en total 3 mediciones con una separación de 30 segundos entre sí para evitar la sumación temporal y el evaluador se ayudó con la otra mano para estabilizarse (Figura 12).

**Figura 12**

*Algómetro electrónico Somedic AB, Farsta, Sweden*



### 5.4.3 Electromiografía

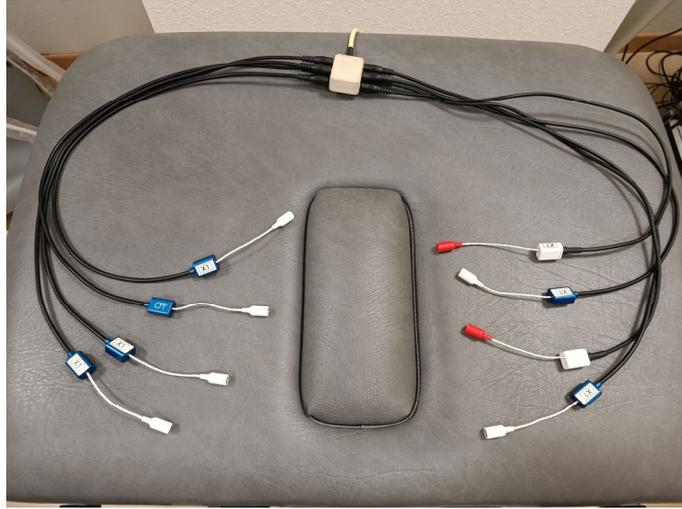
Para evaluar la señal muscular eléctrica se realizó la prueba de electromiografía de superficie (EMG). Se necesitaron electrodos adhesivos bipolares, los cuales fueron posicionados con 22 mm de distancia de los centros musculares (Ambu<sup>®</sup>-Blue Sensor N-50-K/25) (Figura 13).

Los datos se registraron a una frecuencia de adquisición de 2048Hz, amplificados a 5000 (EMG16, 16-channel amplifir, LISiN-OT Bioelettronica<sup>®</sup>; Torino, Italy) (Figura 14), filtrados (-3dB bandwidth, 10-450 Hz) y convertidos a 12-bit muestras digitales. Las señales brutas fueron procesadas por una rutina de cálculo programada en el MATLAB (The Mathworks<sup>TM</sup>, Natick, MA, USA) responsable por filtrar entre 20-400Hz con un filtro pasa-banda de cuarta orden Butterworth y calcular la media del *Root Mean Square* (RMS) para la estimativa de la amplitud tanto para los 10 segundos de registro durante la realización del TFC cuanto para los registros en la actividad submáxima de referencia. Los RMS de los flexores superficiales cervicales del TFC fueron normalizados por su respectivo RMS en flexión de cabeza, en cuanto los extensores cervicales fueron normalizados por respectivo RMS en extensión. La media de los RMS normalizado de las dos repeticiones en cada estadio fue utilizada para los análisis estadísticos.

La relación flexo-extensión se calculó con los datos no normalizados para cada etapa ejecutada durante el TFC, para así representar la proporción existente entre la activación de la musculatura antagonista junto a la actividad de la musculatura flexora superficial compensatoria.

**Figura 13**

*Electrodos Ambu<sup>®</sup>-Blue Sensor N-50-K/25*

**Figura 14**

*EMG16, 16-channel amplifier, LISiN-OT Bioelettronica<sup>®</sup>; Torino, Italy*



## **5.5 Variables auto-administradas**

Se recogieron datos sociodemográficos como la edad, el peso, la altura y profesión, al igual que los antecedentes personales acerca de otras patologías para poder confirmar los criterios de inclusión y exclusión.

### **5.5.1 Dimensión del dolor**

Se reclutó información acerca del dolor percibido por la participante, en el caso del grupo de casos, donde se incluyó (Anexo 2):

- Tiempo (en meses) que padecía dolor de cuello.
- Intensidad habitual del dolor (recogido por la escala visual numérica, de 0 a 10).
- Lado en el que se veía más incrementada la sensación dolorosa.

### **5.5.2 Cuestionario NDI**

Se empleó la traducción validada al castellano del NDI por haber demostrado ser un método de autoevaluación fiable y efectivo para valorar la discapacidad en pacientes con dolor cervical. El test consiste en 10 preguntas con 6 posibles respuestas, cuya puntuación va de 0 (ninguna discapacidad) a 5 (incapacidad completa), por lo que la suma de todas las puntuaciones podrá ser de entre 0 a 50 puntos, significando que a mayor valor, mayor discapacidad (Vernon & Mior, 1991; Kovacs et al., 2008) (Anexo 3).

## 5.6 Evaluación de las mediciones

### 5.6.1 Movilidad articular

La valoración de la movilidad articular de la región cervical fue medida con la participante sentada, con los pies apoyados en el suelo, flexión de caderas y rodillas de 90° y manteniendo la espalda apoyada en el respaldo de la silla.

El dispositivo CROM se colocó en la cabeza de la participante, con el cuello en posición neutra. Se les solicitó que realizaran los diferentes movimientos de columna cervical descritos (flexión, extensión, lateroflexión izquierda/derecha y rotación izquierda/derecha), movilizando la cabeza hasta donde pudieran alcanzar sin presentar dolor en el movimiento. Por cada movimiento se registraron dos mediciones y la media se empleó en el análisis estadístico (Wolan Nieroda et al., 2020) (Figuras 15- 23).

**Figuras 15 y 16:**

*Posición neutra para evaluar rango de movilidad*



**Figuras 17 y 18**

*Evaluación de la movilidad en el plano sagital (movimientos de flexión y extensión cervical)*

**Figuras 19 y 20**

*Evaluación de la movilidad en el plano frontal (movimientos de inclinación cervical)*



## Figuras 21, 22 y 23

*Evaluación de la movilidad en el plano transversal (movimientos de rotación cervical)*



Imagen extraída de: autoría propia

### 5.6.2 Umbrales de Dolor a la Presión

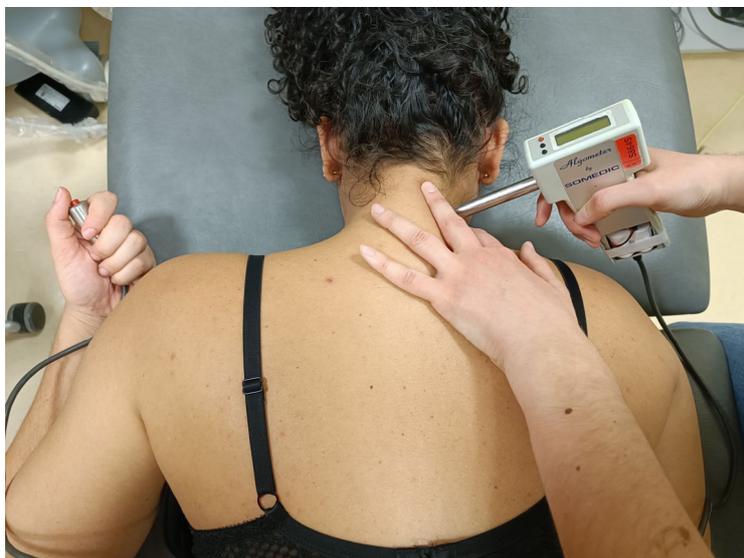
Se midió el umbral de dolor a la presión sobre el vientre muscular del tibial anterior, segundo metacarpiano, vientre muscular del trapecio superior y entre las articulaciones C5-C6, todas recogidas en ambos lados. Las mediciones quedaron descritas de la siguiente forma:

#### 5.6.2.1 Pilar articular C5-C6 (Figura 24)

- Participante: decúbito prono, cabeza relajada y apoyada sobre el hueco de la camilla.
- Punto de presión: articulación interapofisaria C5-C6
- Algómetro: perpendicular al punto.

**Figura 24**

*Medición del UDP en pilar articular C5-C6*



### **5.6.2.2 Segundo metacarpiano**

- Participante: decúbito supino con los brazos a lo largo del cuerpo, apoyados sobre la camilla.
- Punto de presión: localizado en el espacio interdigital entre el segundo y tercer metacarpiano.
- Algómetro: perpendicular al punto.

### **5.6.2.3 Trapecio superior**

- Participante: decúbito supino con los brazos a lo largo del cuerpo, apoyados sobre la camilla.
- Punto de presión: zona medial de la cara anterior del trapecio superior.
- Algómetro: perpendicular al punto.

#### **5.6.2.4 Tibial anterior**

- Participante: decúbito supino con el miembro inferior extendido.
- Punto de presión: tres traveses de dedo hacia caudal desde la cresta tibial.
- Algómetro: perpendicular al punto.

#### **5.6.3 Electromiografía**

Previo a la colocación de los electrodos, se procedió a limpiar la piel con una pasta exfoliante, para ayudar a eliminar cualquier resto de grasa sobre la misma y en caso de ser necesario, se depilaría la zona para permitir la correcta conductividad del electrodo. Una vez limpia, se procedió a colocar los electrodos en los siguientes músculos de manera bilateral (Figura 25):

##### **5.6.3.1 Esplenio de la cabeza**

Con la participante en sedestación, se colocaron en el vientre muscular, a unos 6-8 cm laterales a la línea media del nivel C4, entre el esternocleidomastoideo y el trapecio superior (Falla et al, 2007).

##### **5.6.3.2 Trapecio superior**

Con la participante en sedestación, se colocó en el punto medio entre el acromion y la apófisis espinosa de C7 (Falla et al, 2007).

##### **5.6.3.3 Esternocleidomastoideo**

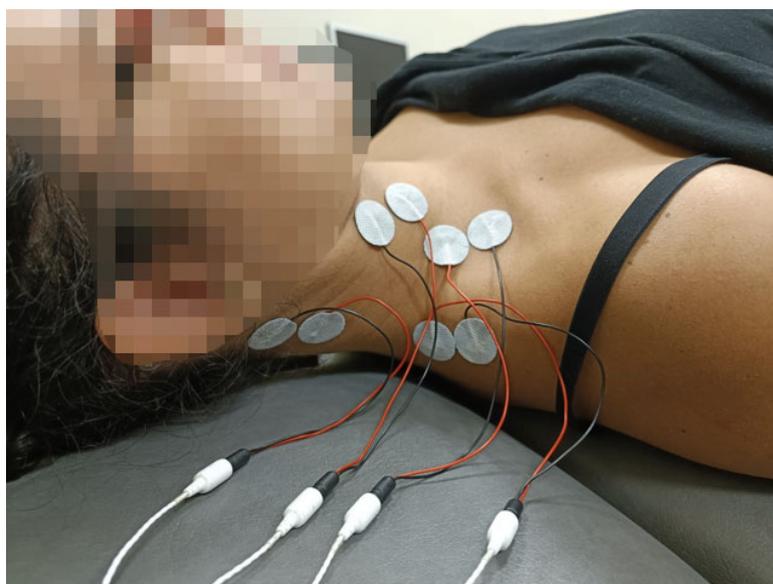
Con la participante en decúbito supino, se colocó en el tercio distal de la porción esternal (Falla et al, 2002).

#### 5.6.3.4 Escaleno anterior

Con la participante en decúbito supino, se colocó lateral a la porción clavicular del esternocleidomastoideo (Falla et al, 2002).

#### Figura 25

*Colocación de los electrodos*



#### 5.6.3.5 Descripción del proceso de medición

A continuación, se realizó el TFC, el cual es un test de baja carga, que ayuda a valorar el control motor y la participación que tienen los músculos flexores cervicales profundos durante su ejecución. Se compone de 5 estadios progresivos de presión, en el que la participante realiza un movimiento de flexión cráneo-cervical.

La participante se colocó en decúbito supino con ambas rodillas en flexión y los pies apoyados sobre la superficie de la camilla. Se le posicionó un biofeedback (Stabilizer; Chattanooga Group, Hixon, TN) (Figura 26) bajo la zona occipital.

**Figura 26**

*Stabilizer; Chattanooga Group, Hixon, TN*



Al comienzo del test, se infló a una presión de 20 mmHg, momento en el cual, la participante debía realizar un movimiento de flexión cráneo-cervical hasta alcanzar una presión de 22, 24, 26, 28 y 30 mmHg respectivamente para cada estadio, señaladas por marcas de colores cada una de ellas (figura 27).

**Figura 27**

*Esfingomanómetro Stabilizer; Chattanooga Group, Hixon, TN*



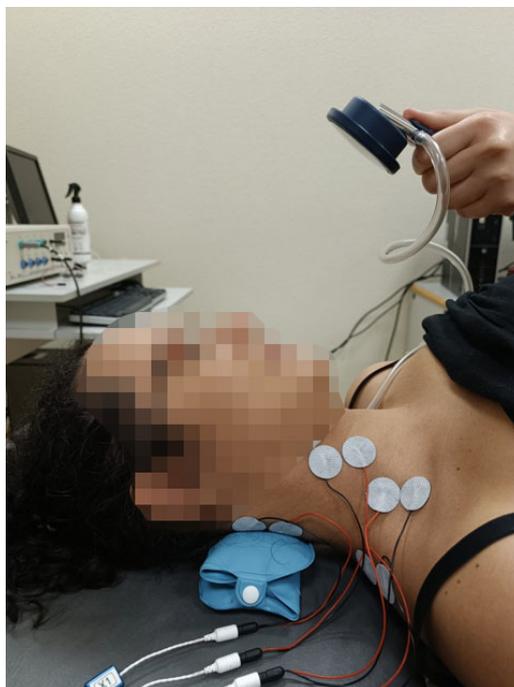
Previamente, se familiarizó a la participante, dándole la instrucción de realizar un discreto movimiento de afirmación con la cabeza, similar a esconder la barbilla o hacer un doble mentón. Es en este momento cuando el evaluador revisaría que se había comprendido la instrucción y que lo sabría ejecutar correctamente, estando muy atento a las posibles compensaciones que pudieran aparecer, como son: hiperactivación de la musculatura flexora superficial, retracción de cabeza o apertura de boca. Sin embargo, durante la ejecución del test y consiguiente valoración electromiográfica, no se corrigieron las compensaciones que pudieron aparecer a lo largo del test para obtener el registro de actividad muscular sin modificar (figura 28).

Por cada estadio, se solicitó que, de manera activa, llegara a cada uno de ellos y una vez alcanzados, mantuviera la contracción muscular durante 10 segundos. Se realizaron dos

repeticiones por cada estadio, dejando un intervalo de 20 segundos entre repeticiones. Finalmente, para normalizar la actividad muscular, se solicitaron dos repeticiones de contracciones submáximas de flexión cervical, despegando la cabeza de la camilla unos 5 cm, instruyendo a que “se mirase los pies” y otras dos repeticiones en extensión, donde el investigador realiza una resistencia manual entre el occipital de la participante y la camilla, dando la orden de “empujar contra la mano a la vez que llevara la mirada a la pared que se encontraba por detrás de su cabeza”. En este caso también se mantuvieron 10 segundos de contracción y 30 segundos entre repeticiones. En todas las repeticiones se animó a la participante seguir realizando el gesto solicitado y en caso de que decayera en la intensidad, se le pidió que continuase hasta que fuera avisada.

### **Figura 28**

#### *Evaluación TFC*



### **5.6.4 Identificación de los Puntos Gatillo Miofasciales**

La musculatura cervical se evaluó de manera bilateral y manual para identificar la presencia de PGM. Los músculos explorados fueron: trapecio superior, esternocleidomastoideo, suboccipitales y esplenio de la cabeza. Para el diagnóstico de un PGM se debieron cumplir los siguientes criterios:

- Identificación de una banda tensa en el músculo,
- Identificación de un nódulo hipersensible,
- Reproducción de dolor referido tras compresión.

El orden de exploración fue aleatorio, dejando un minuto de descanso entre los distintos músculos.

#### **5.6.4.1 Trapecio superior**

- Origen-inserción: desde el hueso occipital (línea nucal superior y protuberancia occipital externa) y el ligamento nucal en las apófisis espinosas de todas vértebras cervicales hasta el tercio lateral de la clavícula.

- Función:

1. Inclina la cabeza hacia el lado ipsilateral y gira hacia el lado contralateral cuando el punto fijo se encuentra en la escápula

2. Tira de la escápula oblicuamente hacia craneal y la bascula hacia externo, en sinergia con la porción inferior de músculo serrato anterior.

- Inervación: nervio accesorio (XI par craneal) y plexo cervical C2-4.

- Patrón de dolor referido: región lateral cervical, región suboccipital, mandibular, periauricular, retroorbitaria. PGM activos en cefaleas y migrañas, puede provocar mareos (Figura 29).

### Figura 29

*Dolor referido del músculo trapecio superior*

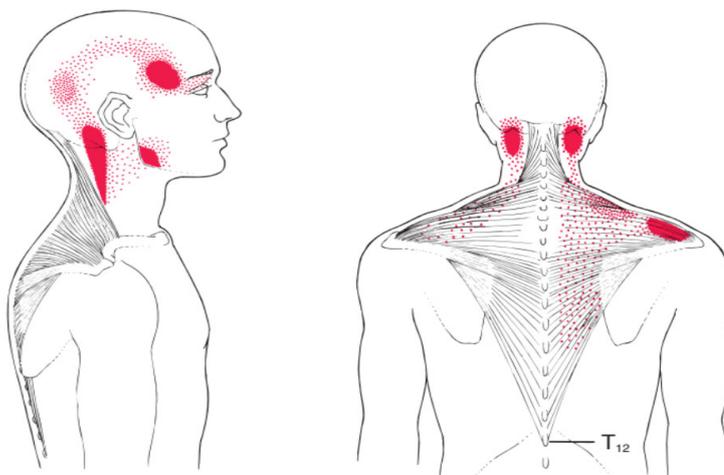


Imagen extraída de: Donnelly, J. M., Fernández de las Peñas, C., Finnegan, M., & Freeman, J. L. (2018). *Myofascial Pain and Dysfunction* (3<sup>rd</sup> ed). Wolters Kluwer Health

- Palpación: paciente en decúbito supino, el evaluador a la cabeza del paciente, agarra en pinza el vientre muscular de la porción superior del trapecio, dirigiendo ligeramente la oreja homolateral hacia el hombro de su mismo lado (Figura 30).

**Figura 30**

*Palpación manual del músculo trapecio, región superior.*

**5.6.4.2 Esternocleidomastoideo**

- Origen-inserción: desde el manubrio esternal (cabeza esternal) y tercio medial de la clavícula (cabeza claviclar) hasta la apófisis mastoides y línea nugal superior.

- Función:

1. Unilateralmente realiza la lateroflexión cervical hacia el lado ipsilateral y la rotación de la cabeza hacia el lado contralateral.

2. Bilateralmente realiza la extensión cervical y es músculo auxiliar de la respiración, siendo el punto fijo la cabeza.

- Inervación: nervio accesorio (XI par craneal) y ramas directas del plexo cervical C1-C2.

- Patrón de dolor referido: región frontal que puede cambiar de lado, periorbitaria, auricular, occipital y región mandibular. Puede provocar síntomas vestibulares como mareos, acúfenos, visión borrosa y disfagia (Figura 31).

### Figura 31

*Dolor referido del músculo esternocleidomastoideo*

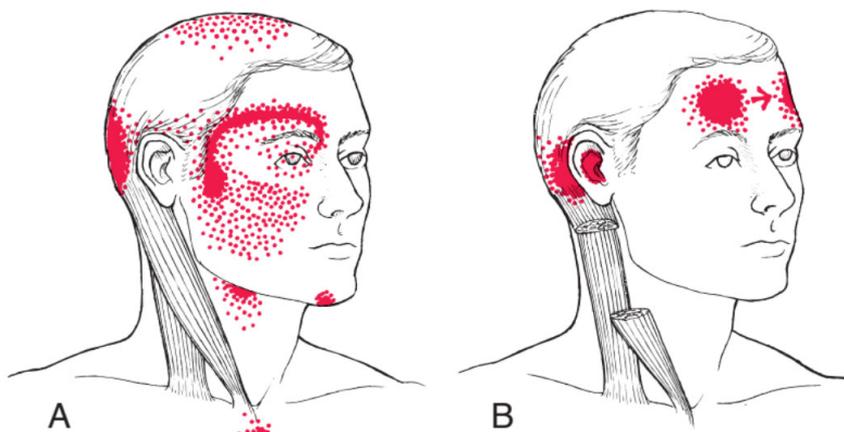


Imagen extraída de: Donnelly, J. M., Fernández de las Peñas, C., Finnegan, M., & Freeman, J. L. (2018). *Myofascial Pain and Dysfunction* (3<sup>rd</sup> ed). Wolters Kluwer Health

- Palpación: paciente en decúbito supino, el evaluador a la cabeza del paciente, agarra en pinza el vientre muscular del esternocleidomastoideo. La cabeza se inclina ligeramente hacia el hombro homolateral y, si fuera necesario, se realizaría una rotación hacia el lado contrario (Figura 32).

**Figura 32***Palpación manual del músculo esternocleidomastoideo***5.6.4.3 Suboccipitales**

- Origen-inserción:

Músculo recto posterior mayor de la cabeza: desde la apófisis espinosa del axis hasta el tercio central de la línea nuchal inferior.

Músculo recto posterior menor de la cabeza: desde el tubérculo posterior del atlas hasta el tercio interno de la línea nuchal inferior.

Músculo oblicuo superior de la cabeza: desde la apófisis transversa del atlas hasta ligeramente por encima de la zona de inserción del músculo recto posterior mayor de la cabeza.

Músculo oblicuo inferior de la cabeza: desde la apófisis espinosa del axis hasta la apófisis transversa del atlas.

- Función:

Contracción bilateral: extensión de la cabeza.

Contracción unilateral: rotación homolateral de la cabeza (músculos rectos posteriores mayor y menor y músculo oblicuo inferior). Flexión homolateral y rotación contralateral de la cabeza (músculo oblicuo superior).

- Inervación: nervio suboccipital (rama dorsal de C1).

- Patrón de dolor referido: dolor profundo en región cervical alta y base del cráneo. Puede provocar cefaleas, alteración en el equilibrio y visuales (Figura 33).

### Figura 33

*Dolor referido de la musculatura suboccipital*

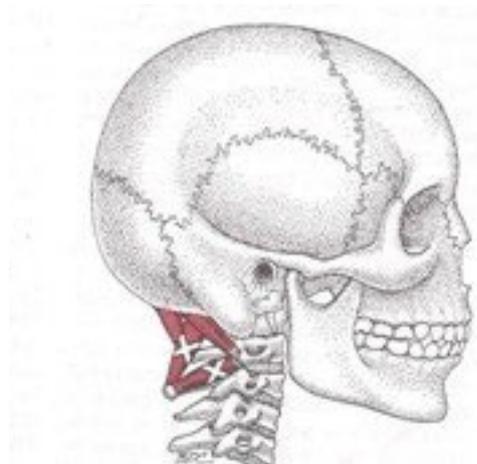
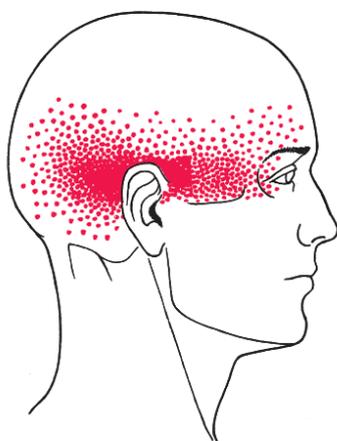


Imagen extraída de: Donnelly, J. M., Fernández de las Peñas, C., Finnegan, M., & Freeman, J.

L. (2018). Myofascial Pain and Dysfunction (3<sup>rd</sup> ed). Wolters Kluwer Health

- Palpación: paciente en decúbito supino, el evaluador se coloca a la cabeza del paciente mirando hacia caudal. Palpación plana con yemas de los dedos (Figura 34).

### **Figura 34**

*Palpación manual de la musculatura suboccipital*



#### **5.6.4.4 Esplenio de la cabeza**

- Origen-inserción: desde las apófisis espinosas de C3-T3 hasta la porción lateral de la línea nuchal superior y apófisis mastoides.

- Función:

Contracción bilateral: extensión de columna cervical.

Contracción unilateral: inclinación y rotación homolateral de columna cervical.

- Inervación: ramas laterales de las ramas dorsales de los nervios espinales de C1 a C6.

- Patrón de dolor referido: dolor en occipital, zona ocular y oído. Puede ir asociado a acúfenos, cefaleas y rigidez cervical (Figura 35).

### Figura 35

*Dolor referido del músculo esplenio de la cabeza*

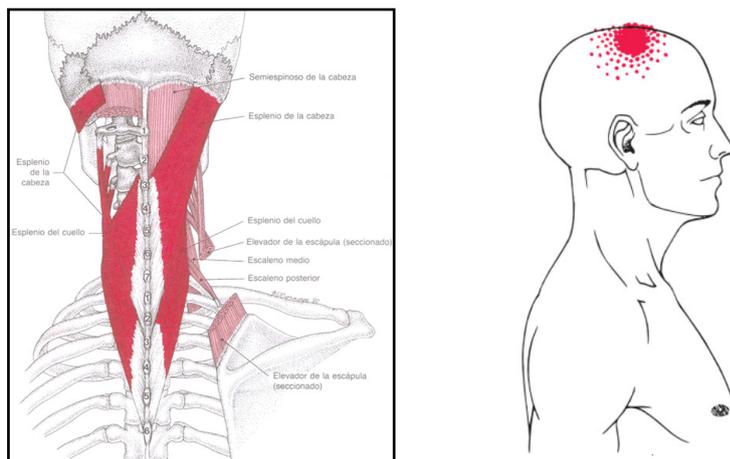


Imagen extraída de: Donnelly, J. M., Fernández de las Peñas, C., Finnegan, M., & Freeman, J.

L. (2018). Myofascial Pain and Dysfunction (3<sup>rd</sup> ed). Wolters Kluwer Health

- Palpación: participante en decúbito prono, el evaluador se sitúa a la altura de la cabeza.

Palpación plana con dedos trifalágicos (Figura 36).

**Figura 36**

*Palpación manual del músculo esplenio de la cabeza.*



## 5.7 Protocolo de actuación y recogida de datos

Los datos se recogieron mediante un formulario estandarizado, en el cual se incluyeron los datos personales de la participante, datos sobre su dolor (grupo de casos), escala NDI, resultados de las mediciones y el consentimiento informado que debía ser firmado previamente. Se recomendó, en cualquier caso, no acudir al estudio habiendo ingerido previamente medicación tipo antiinflamatorios, relajantes musculares o haber recibido tratamiento de fisioterapia. Para ambos grupos fue utilizado el mismo protocolo de actuación.

Las evaluaciones, a simple ciego, se llevaron a cabo en la Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, por un experto evaluador del sistema musculoesquelético. Se comenzó registrando la movilidad articular de cuello, realizando dos mediciones por cada movimiento con la participante en sedestación.

Seguidamente, la participante pasaba a la camilla en decúbito supino, en donde se le realizó la medición de los umbrales de dolor a la presión, empezando por los puntos de tibial anterior, segundo metacarpiano y trapecio superior en decúbito supino y para terminar, el punto de C5-C6 en decúbito prono. Se valoraron los puntos descritos de manera bilateral, realizando 3 mediciones por cada punto y obteniéndose la media.

A continuación, se realizó la electromiografía, donde se colocaron los electrodos en la piel de la participante, previa preparación de la misma mediante exfoliación y limpieza. Una vez con ellos colocados, se colocó a la participante en decúbito supino y se le instruyó con las secuencias de activación que debía realizar hasta completar la valoración.

Por último, se procedió a la palpación de los PGM, donde la participante debía señalar si percibía alguna sensación dolorosa y en caso de ser afirmativo, determinar si era un dolor

reconocido por ella y si le irradiaba. Se adjuntó un mapeo para que pudiera definir con mayor exactitud la localización de su dolor.

## **5.8 Análisis estadístico**

Los datos fueron introducidos con el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS Windows Version 20.0; SPSS Inc, Chicago, IL). Se exploró la distribución de variables cuantitativas por histogramas y se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov para verificar la distribución de los datos. Para la descripción de los datos se calculó la media y la desviación estándar de cada medida.

Se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes para comparar entre los grupos las variables demográficas, el CROM, el UDP y el número de PGM (total, activos o latentes). Para la comparación de la distribución de los PGM en la musculatura cervical de ambos grupos, se aplicó el test de Chi-cuadrado.

Las comparaciones para el RMS normalizado entre ambos grupos se llevaron a cabo con un análisis de covarianza 5x2 (ANCOVA) con factor CCTF (22 mmHg, 24 mmHg, 26 mmHg, 28 mmHg y 30 mmHg) como variable interna del paciente, grupo (dolor cervical/control) como variable entre pacientes y la covariable de discapacidad relacionada con dolor. Las diferencias para la relación flexión/ extensión se realizaron análisis con pruebas ANCOVA por separado.

El tamaño del efecto entre ambos grupos, para estimar el poder de la diferencia entre ambos grupos y conocer si entre las diferencias había significancia clínica, fue calculado con el coeficiente *d* de Cohen; definido como el grado de presencia del fenómeno en la población, por tanto, cuanto mayor sea este, mayor será la magnitud de asociación. El tamaño de efecto fue calculado para las variables relacionadas con el CROM, UDP y variables de la electromiografía.

El tamaño de efecto representado por el coeficiente de Cohen se clasifica como pequeño (0,2), moderado (0,5) o grande (0,8) (Cohen, 1988). Un tamaño del efecto  $> 0,5$  es considerado clínicamente relevante.

Se realizó la prueba de correlación de Pearson ( $r$ ) para evaluar correlaciones de las variables clínicas del dolor con datos recogidos de RMS normalizados durante cada estadio del TFC.

El análisis estadístico se realizó adoptando un nivel de significación de 0,05, por tanto serán valores estadísticamente significativos aquellos con  $P < 0,05$ .

## 6. Resultados

### 6.1 Características clínicas de la muestra

Fueron seleccionadas 40 mujeres candidatas para colaborar en el presente estudio, que mostraban dolor cervical crónico y que consentían participar. De todas ellas, 10 mujeres fueron finalmente excluidas porque no cumplían todos los requisitos para poder participar, observándose que 3 de ellas padecían migraña, 3 habían sufrido un traumatismo previo en la región cervical, 3 tenían diagnóstico de fibromialgia y 1 había tenido una cirugía previa en columna cervical. Por lo tanto, participaron un total de 30 mujeres que presentaban cervicalgia mecánica, además de otras 30 mujeres asintomáticas que se asignaron al grupo control (tabla 1).

**Tabla 1**

*Datos demográficos y clínicos de los sujetos con dolor cervical crónico y controles sanos*

	Controles (n=30)	Dolor cervical mecánico crónico (n=30)
Edad (años)	33 (11)	30 (11)
Altura (m)	1,65 (0,1)	1,70 (0,1)
Peso (kg)	62 (8)	63 (9)
IMC	22,8 (2,7)	22 (2,5)
<b>Características del dolor de cuello</b>		
Tiempo con dolor (años)		5.0 (5.2)
Intensidad del dolor (NPRS)		5.1 (1.8)
Neck Disability Index (NDI)		10.5 (4.0)
Localización		
	Bilateral	9 (30%)
	Derecha	12 (40%)
	Izquierda	9 (30%)

Abreviatura IMC, índice de masa corporal

## 6.2 Movilidad articular

La prueba t de Student para muestras independientes reveló diferencias significativas entre ambos grupos para el movimiento de lateroflexión del lado no afecto/no dominante ( $P=0,010$ ), con tamaño de efecto moderado ( $d$  de Cohen= $0,69$ ). En el grupo de dolor cervical crónico se presentó una menor inclinación contralateral al dolor, al igual que los sujetos del grupo control hacia el lado no dominante. En cambio, la t de Student no reveló diferencias significativas para el resto de los movimientos evaluados de la columna cervical (flexión, extensión, lateroflexión lado afecto/dominante y ambas rotaciones) (tabla 2).

Por otro lado, teniendo en cuenta el rango total del movimiento de columna cervical, la t de Student sí que reveló diferencias significativas ( $P= 0,008$ ) entre ambos grupos con tamaño de efecto moderado ( $d$  de Cohen= $0,72$ ). La movilidad articular total en el grupo de dolor cervical crónico se encuentra significativamente disminuida, cuando es comparado con el grupo control.

**Tabla 2**

*Medición de la movilidad articular en sujetos con dolor cervical crónico y sujetos sanos en los 3 planos del movimiento, representados en 6 movimientos, además del cómputo de movimiento cervical total*

<b>CROM</b>	<b>Grupo control</b>	<b>Grupo dolor cervical crónico</b>	<b>T student</b>	<b>P valor</b>	<b>Diferencia (IC 95%)</b>	<b>d de Cohen</b>
Total	352,72 (44,76)	321,81 (41,32)	2,754	0,008*	30,91 (8,44 – 53,39)	0,72
Flexión	53,43 (11,01)	50,97 (9,99)	0,900	0,372	2,47 (-3,02 – 7,96)	0,23
Extensión	68,61 (12,21)	62,00 (13,53)	1,971	0,054	6,61 (-0,11 – 13,32)	0,51
Lateroflexión lado afecto/dominante	42,24 (10,93)	38,00 (8,43)	1,664	0,102	4,24 (-0,86 – 9,34)	0,43
Lateroflexión lado no afecto/no dominante	44,51 (10,76)	37,45 (9,59)	2,657	0,010*	7,06 (1,74 – 12,38)	0,69
Rotación lado afecto/dominante	71,83 (12,61)	66,35 (9,02)	1,914	0,061	5,48 (-0,25 – 11,22)	0,50
Rotación lado no afecto/no dominante	72,11 (12,34)	67,05 (8,37)	1,836	0,072	5,06 (-0,46 – 10,57)	0,48

\* Diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos; rango de movilidad total (P=0,008) y lateroflexión lado no afecto/no dominante (P=0,010)

### **6.3 Umbral de dolor a la presión**

La prueba t de Student para muestras independientes reveló diferencias significativas entre ambos grupos para el valor de medición del UDP en C5-C6 del lado afecto/dominante y del lado no afecto/no dominante, en trapecio superior del lado afecto/dominante y del lado no afecto/no dominante, metacarpiano del lado afecto/dominante y del lado no afecto/no dominante y en músculo tibial anterior en lado afecto/dominante y del lado no afecto/no dominante, observándose que todas las variables obtuvieron una  $P < 0,05$  (tabla 3).

En el grupo de dolor cervical crónico se mostraron unos menores UDP generalizados bilaterales que los sujetos pertenecientes al grupo control ( $P < 0,001$ ). Fue observado un tamaño de efecto grande bilateral en el pilar articular C5-C6 y trapecio superior y, en el lado no afecto/no dominante del tibial anterior ( $d$  de Cohen: 0,80-1,52).

**Tabla 3**

*Umbrales de dolor a la presión en sujetos con dolor cervical crónico y sujetos sanos, evaluados 4 puntos y bilateral*

UDP	Grupo control	Grupo dolor cervical crónico	T student	P valor	Diferencia (IC 95%)	d de Cohen
C5-C6 lado afecto/dominante	225,12 (85,64)	167,78 (55,18)	3,068	0,003*	57,34 (19,79 – 94,90)	0,80
C5-C6 lado no afecto/no dominante	242,87 (85,15)	169,08 (58,05)	3,876	<0,001*	73,80 (35,67 – 111,92)	1,01
Trapezio Superior lado afecto/dominante	291,61 (117,21)	159,29 (37,44)	4,099	0,001*	132,32 (63,36 – 201,28)	1,52
Trapezio Superior lado no afecto/no dominante	281,67 (133,27)	160,76 (40,61)	3,303	0,005*	120,91 (42,64 – 199,18)	1,23
Metacarpo lado afecto/dominante	323,11 (110,82)	273,22 (67,78)	2,078	0,042*	49,89 (1,80 – 97,98)	0,54
Metacarpo lado no afecto/no dominante	325,74 (116,19)	285,70 (76,61)	1,568	0,043*	40,04 (-11,26 – 91,33)	0,41
Tibial Anterior lado afecto/dominante	558,37 (185,97)	435,23 (139,50)	2,870	0,006*	123,14 (37,21 – 209,08)	0,75
Tibial Anterior lado no afecto/no dominante	546,07 (152,08)	425,90 (149,30)	3,062	0,003*	120,17 (41,58 – 198,77)	0,80

\*Diferencia estadísticamente significativa en todos los puntos evaluados (P<0,05)

## 6.4 Electromiografía

### 6.4.1 Actividad de los flexores superficiales del cuello

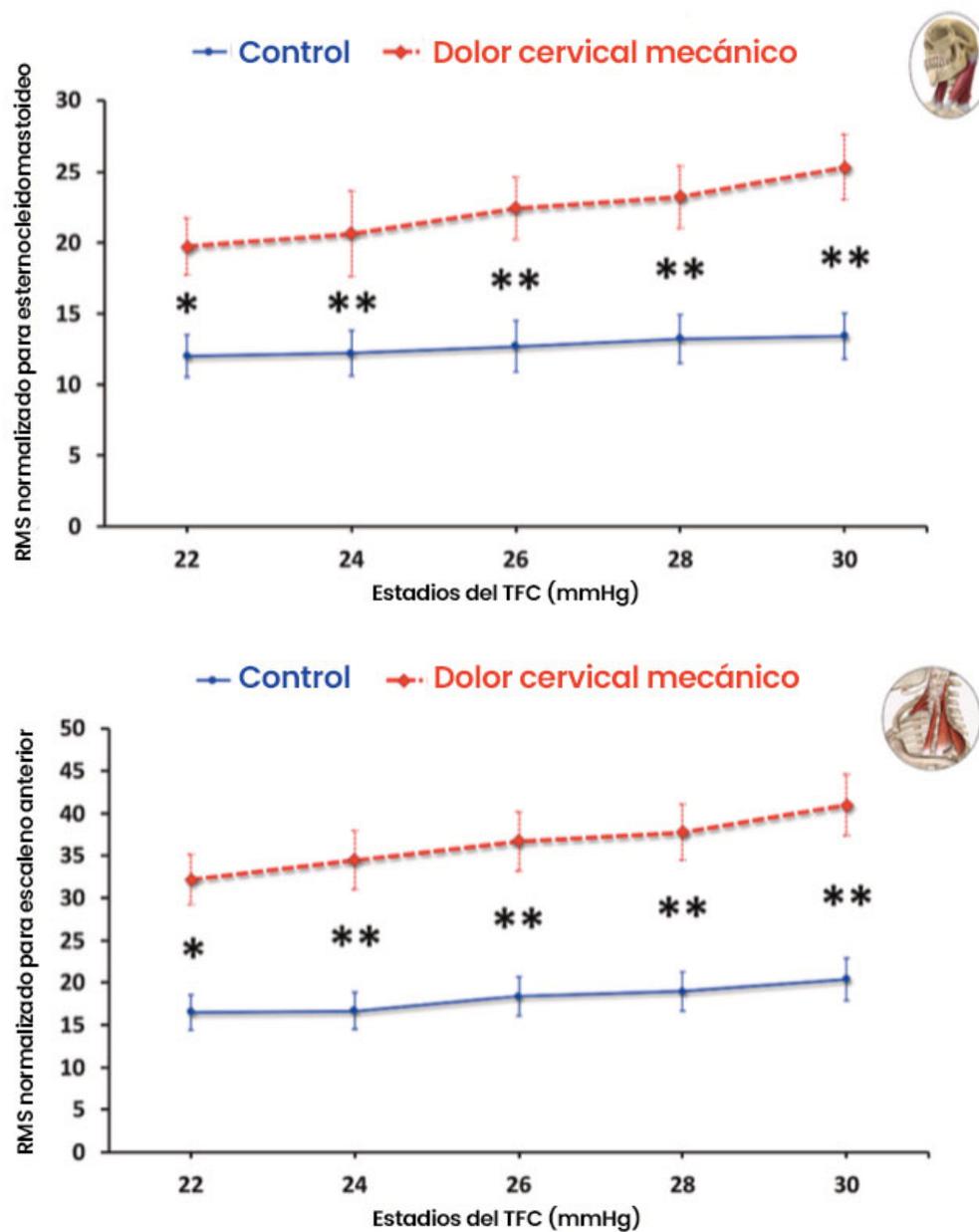
Teniendo como referencia el valor promedio de los resultados observados en la musculatura izquierda y derecha, se encontró un aumento de la amplitud de la señal de EMG, tanto en el músculo esternocleidomastoideo ( $F=3,352$ ,  $P<0,01$ ) como del músculo escaleno anterior ( $F=6,286$ ,  $P<0,001$ ) durante los estadios progresivos del TFC en ambos grupos, sin encontrar diferencias entre grupos durante el aumento progresivo (esternocleidomastoideo:  $F=1,283$ ,  $p=0,278$  y escaleno anterior:  $F=2,027$ ,  $p=0,091$ ).

El grupo de dolor cervical crónico exhibió valores RMS significativamente mayores en los músculos esternocleidomastoideo ( $F=14,448$ ,  $P<001$ ) y escaleno anterior ( $F=21,693$ ,  $P<0,001$ ) que el grupo control en todos los estadios del TFC (figuras 37 y 38).

Se observó un tamaño del efecto moderado entre ambos grupos en todos los estadios del TFC para el esternocleidomastoideo (22 mmHG: 0,64; 24 mmHG: 0,83; 26 mmHG: 0,89; 28 mmHG: 0,93; 30 mmHG: 1,12) y para escaleno anterior (22 mmHG: 1,08; 24mmHG: 1,14; 26 mmHG: 1,00; 28 mmHG: 1,07; 30 mmHG: 1,30).

## Figuras 37 y 38

*Actividad electromiográfica de la musculatura flexora superficial del cuello*



La media y el error estándar de medición (EEM) del RMS de los músculos esternocleidomastoideo (superior) y escaleno anterior (inferior) para los 5 estadios del TFC en sujetos con dolor cervical crónico y un grupo control. Se ha dado el valor promedio de la musculatura del lado izquierdo y derecho.

\* $P < 0,01$ ; \*\* $P < 0,001$ .

#### 6.4.2 Actividad de los extensores superficiales del cuello

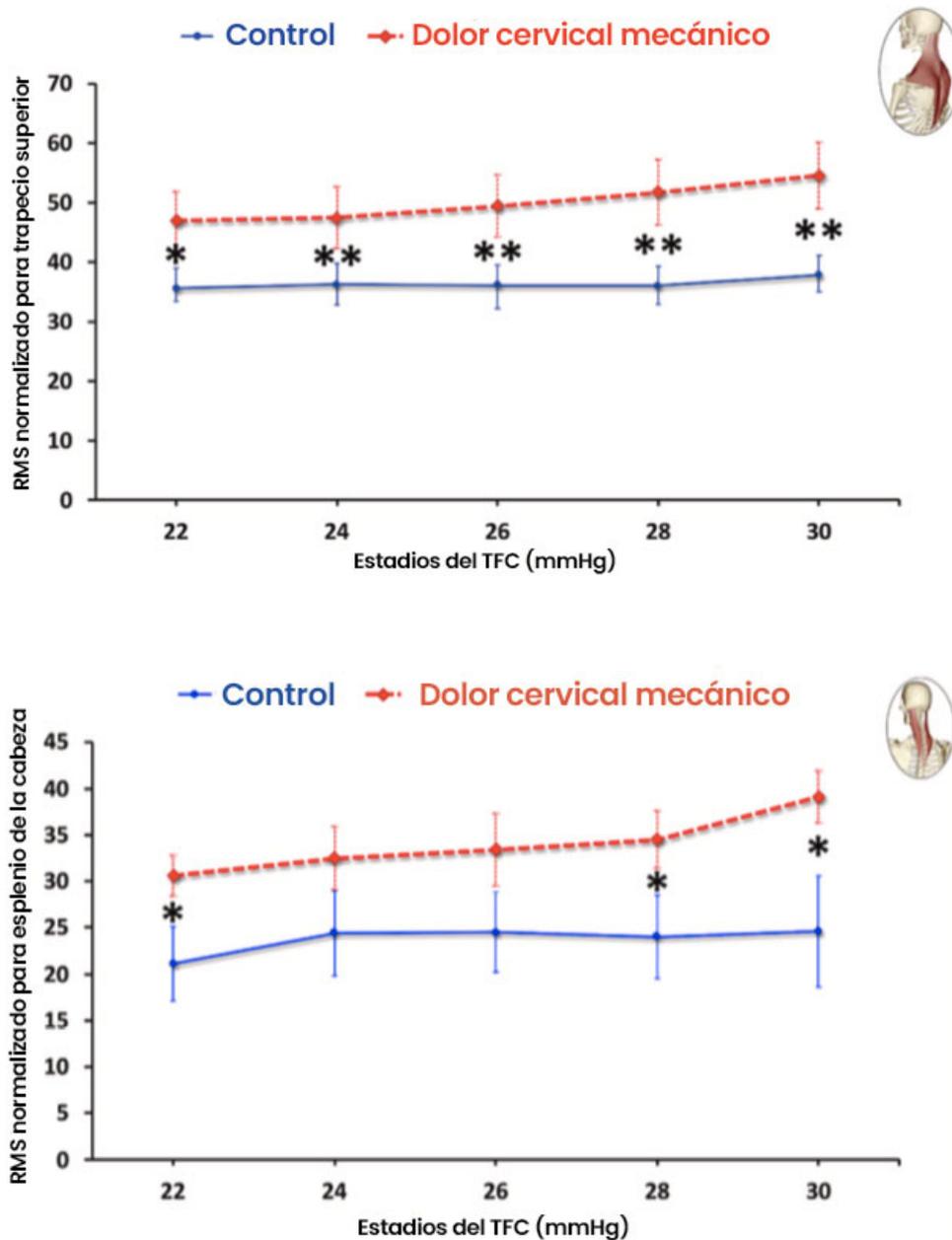
Se registró un aumento en la amplitud EMG del músculo trapecio superior ( $F=5,369$ ,  $P<0,001$ ), pero no en el músculo esplenio de la cabeza ( $F=1,785$ ,  $P=0,133$ ) en los estadios progresivos del TFC en ambos grupos. No se encontraron diferencias entre ambos grupos en los cambios de la amplitud EMG en los estadios del TFC para el músculo esplenio de la cabeza ( $F=0,293$ ,  $p=0,882$ ). El grupo de dolor cervical crónico exhibió un valor RMS significativamente mayor en el músculo trapecio superior ( $F=4,245$ ,  $P<0,001$ ) y en el músculo esplenio de la cabeza ( $F=4,692$ ,  $P<0,001$ ) en comparación con el grupo control (figuras 39 y 40). No se observó ningún efecto de discapacidad relacionada (esplenio de la cabeza:  $F=0,539$ ,  $P=0,865$  y trapecio superior:  $F=0,664$ ,  $P=0,436$ ). La comparación por pares indicó que, para la actividad del trapecio superior, el grupo de dolor cervical crónico presentó una actividad significativamente mayor que el grupo control en todos los estadios del TFC ( $p<0,05$ ). Para el esplenio de la cabeza, se observaron diferencias significativas entre grupos a 22 mmHg, 28 mmHg y 30 mmHg ( $p<0,05$ ) pero no a 24 mmHg ( $p=0,28$ ) y 26 mmHg ( $p=0,11$ ).

Se observó un tamaño del efecto moderado entre ambos grupos para el músculo trapecio superior en los estadios del TFC (24 mmHg: 0,50; 26 mmHg: 0,56; 28 mmHg: 0,66; 30 mmHg: 0,7), excepto en el primer estadio (22 mmHg: 0,47).

Se observó un tamaño del efecto moderado entre ambos grupos para el músculo esplenio de la cabeza en diferentes estadios (22 mmHg: 0,58 y 28 mmHg: 0,50), mientras que se observó un tamaño del efecto pequeño en el resto de los estadios (24 mmHg: 0,28; 26 mmHg: 0,42 y 30 mmHg: 0,49).

## Figuras 39 y 40

Actividad electromiográfica de la musculatura extensora superficial del cuello



Media y error estándar de medición (EEM) del RMS normalizados para los músculos esplenio de la cabeza (superior) y trapecio superior (inferior) para los 5 estadios del TFC en sujetos con dolor cervical crónico y un grupo control. Se ha dado el valor promedio de la musculatura del lado izquierdo y derecho

\*P<0,05: \*\*P<0,01.

### 6.4.3 Proporción de la musculatura extensora/flexora cervical

Hubo una disminución de la relación extensora/flexora en los estadios progresivos del TFC en ambos grupos ( $F=7,828$ ,  $P=0,007$ ), con una relación significativamente menor en el estadio 4 (28 mmHg) en comparación con el estadio 1 (22 mmHg,  $P=0,04$ ) o estadio 2 (24 mmHg,  $P=0,008$ ). Esta disminución de la relación extensora/flexora en los estadios del TFC (TFC\*interacción de grupo) no fue significativamente diferente entre los grupos ( $F=0,146$ ,  $P=0,704$ ) (tabla 4). No se observaron diferencias entre los grupos para la relación extensora/flexora ( $F=1,931$ ,  $P=0,171$ ). No se observó ningún efecto de la discapacidad relacionada ( $F=0,496$ ,  $P=0,489$ ). Las diferencias entre grupos de la relación extensora/flexora presentaron un tamaño del efecto pequeño en todos los estadios (22 mmHg: 0,20; 24 mmHg: 0,42; 26 mmHg: 0,40; 28 mmHg: 0,30 y 30 mmHg: 0,47).

**Tabla 4**

*Proporción de la musculatura extensora/flexora cervical durante el TFC en sujetos con dolor mecánico cervical crónico y controles sanos*

Estadio TFC*	Control (n=30) b		Dolor mecánico cervical (n=30) **		Tamaño del efecto
	Mean	95% CI	Mean	95% CI	d de Cohen
22 mm Hg	2,54	1,87-3,21	2,180	1,54-2,83	0,20
24 mm Hg	2,51	1,95-3,08	1,930	1,38-2,47	0,42
26 mm Hg	2,37	1,84-2,90	1,810	1,30-2,33	0,40
28 mm Hg	2,07	1,60-2,55	1,780	1,32-2,23	0,30
30 mm Hg	2,31	1,89-2,73	1,670	1,27-2,07	0,47

\* Una disminución progresiva de la relación extensor/flexor durante los estadios del TFC ( $F = 7.828$ ;  $P = 0.007$ ), pero sin diferencia significativa entre el TFC y el grupo ( $f = 0.146$ ;  $P = 0,704$ ).

\*\* No existen diferencias entre grupos ( $F = 1,931$ ;  $P = 0,171$ ).

#### **6.4.4 Correlación entre las características del dolor cervical y la actividad muscular superficial del cuello**

Se encontraron asociaciones significativas en los valores RMS normalizados del músculo escaleno anterior y la intensidad del dolor de cuello (estadio 1:  $r = 0,412$ ,  $P = 0,030$ ; estadio 2:  $r = 0,396$ ,  $P = 0,037$ ; estadio 3:  $r = 0,478$ ,  $P = 0,018$ ; estadio 4:  $r = 0,451$ ,  $P = 0,016$ ; estadio 5:  $r = 0,431$ ,  $P = 0,022$ ) y discapacidad relacionada con el dolor (estadio 3:  $r = 0,352$ ,  $P = 0,045$ ; estadio 4:  $r = 0,388$ ,  $P = 0,04$ , estadio 5:  $r = 0,383$ ,  $P = 0,04$ ): cuanto mayor sea la intensidad del dolor cervical o la discapacidad, mayor será la activación del músculo escaleno anterior.

Además, los valores normalizados registrados para el músculo trapecio superior en todos los estadios del TFC, también se asociaron positivamente con la discapacidad relacionada

(estadio 1:  $r=0,407$ ,  $P=0,035$ ; estadio 2:  $r=0,374$ ,  $P=0,045$ ; estadio 3  $r=0,385$ ,  $P=0,047$ ; estadio 4:  $r=0,433$ ,  $P=0,025$ ; estadio 5:  $r=0,365$ ,  $P=0,04$ ): cuanto mayor es la discapacidad relacionada con el dolor, mayor es la activación del músculo trapecio superior.

## 6.5 Puntos gatillo miofasciales

El número total medio de PG presentes en cada sujeto con dolor cervical fue de  $3,3 \pm 2,1$ , de los cuales,  $2,3 \pm 1,9$  fueron PGM activos y  $1,0 \pm 1,2$  fueron PGM latentes. Mientras que el número total de PGM para cada sujeto del grupo control fue de  $1,23 \pm 1,52$ , siendo el  $0,97 \pm 1,45$  PGM latentes. Además, el número de PGM fue significativamente diferente para el número de PGM totales ( $P < 0,001$ ) y para el número de PGM activos ( $P < 0,001$ ) entre ambos grupos (tabla 5).

La distribución de PGM fue significativamente diferente entre ambos grupos para todos los músculos en ambos lados: afecto/dominante (trapecio superior  $\chi^2=15,416$ ,  $P < 0,001$ ; ECOM:  $\chi^2=6,225$ ,  $P=0,032$ ; esplenio de la cabeza:  $\chi^2=7,061$ ,  $P=0,029$ ) y, no afecto/no dominante (trapecio superior:  $\chi^2=24,704$ ,  $P < 0,001$ ; ECOM:  $\chi^2=7,385$ ,  $P=0,025$ ; esplenio de la cabeza:  $\chi^2=8,946$ ,  $P=0,011$ ). Por otro lado, los músculos suboccipitales también obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos ( $\chi^2=10,399$ ,  $P=0,006$ ) (tabla 6).

**Tabla 5**

*Número de PGM encontrados durante la evaluación en sujetos con dolor cervical y sujetos sanos activos y latentes*

	Grupo dolor cervical		T de Student	P valor	Diferencia (IC 95%)
	Grupo control (n=30)	(n=30)			
Número total de PGM	1,23 (1,52)	3,30 (2,10)	-4,358	<0,001*	-2,07 (-3,02 – -1,12)
Número PGM activos	0,27 (0,64)	2,30 (1,86)	-5,663	<0,001*	-2,03 (-2,75 – -1,31)
Número PGM latentes	0,97 (1,45)	1,00 (1,20)	-0,097	0,923	-0,03 (-0,72 – 0,66)

**Tabla 6**

*Localización de los PGM evaluados en sujetos con dolor cervical y sujetos sanos activos y latentes*

	Músculo							
	Esternocleidomastoideo		Trapecio Superior		Suboccipitales		Esplenio de la cabeza	
	Activos	Latentes	Activos	Latentes	Activos	Latentes	Activos	Latentes
Grupo control (n=60)**	1	10	3	10	2	4	2	5
Grupo dolor cervical (n=60)**	9	16	33	7	12	4	17	3

\*Diferencia estadísticamente significativa en el número total de PGM encontrados, como en el número de PGM activos

\*\*Bilateral

## 7. Discusión

### 7.1 Movilidad articular

El presente estudio mostró, como hallazgo más característico, que la movilidad de la región cervical total se encuentra reducida cuando se compararon un grupo de mujeres con dolor cervical mecánico crónico frente a otro grupo control de mujeres sanas, rechazando así la hipótesis alternativa. Además, también se halló una reducción del movimiento de lateroflexión hacia el lado contralateral al dolor en el grupo de dolor cervical y hacia el lado no dominante en el grupo control.

En los estudios que fueron consultados, donde se encontraron referencias al rango de movilidad cervical, este fue encontrado disminuido de manera generalizada y en todos los planos de forma aislada en presencia de dolor cervical mecánico (Alcaraz et al., 2021; Lemmers et al., 2018). Aunque según la fuente consultada, los resultados en algunos de los movimientos dieron lugar a controversia, encontrándose hallazgos diferentes y no existiendo consenso en los movimientos que se encontrarían más limitados (Lemmers et al., 2018; Moghaddas et al., 2022; Waeyaert et al., 2016).

Alcaraz et al. (2021), encontró una disminución significativa de los movimientos de flexión y ambas rotaciones cervicales; Lemmers et al., (2018) observó una menor lateroflexión y flexo-extensión en el grupo de dolor cervical comparado con el control, aunque no siendo este, un resultado estadísticamente significativo. Además, en su estudio hizo mención y evaluó el movimiento de acoplamiento en rotación homolateral que se produce en la columna cervical durante el movimiento de flexión lateral cervical, que en este caso se encontró presente en ambos grupos y no manifestó diferencias relevantes entre ellos, lo que se correspondería a lo descrito en la literatura de biomecánica articular. Moghaddas et al. (2022), por su parte, realizó

la evaluación de los movimientos mientras los sujetos realizaban alguna tarea funcional y no encontró diferencias en la movilidad cervical cuando comparaba un grupo de dolor y otro sano, salvo en el plano sagital, que presentó un menor rango en el grupo de dolor cervical.

En el presente estudio podríamos destacar que en el grupo de dolor cervical mecánico crónico, la disminución del rango total de todos los movimientos de la región cervical es un dato de relevancia clínica. La movilidad total podría verse limitada en su conjunto debido al dolor percibido por los sujetos durante la ejecución de los movimientos, a pesar de que este no se sentiría tan intenso como podría ocurrir con el dolor agudo, sí que podría llegar a ser lo suficientemente fuerte como para frenar el movimiento en sus grados finales. Además, la kinesiofobia o la percepción de dolor desmesurada e irracional tras la realización de un movimiento concreto, presente entre el 50-70% de la población con dolor musculoesquelético crónico, podría ser otra de las causas de la limitación del movimiento en el grupo de mujeres con dolor cervical (Luque Suárez et al., 2019). La evitación a reproducir el dolor puede incluso producir cambios en la esfera somatosensorial, llegando a provocar alteraciones en la entrada de la información propioceptiva cervical (Asiri et al., 2021).

Además, se han observado alteraciones en el sistema propioceptivo de los sujetos con dolor cervical, por tanto, el control motor sufre una mayor alteración durante la ejecución de los movimientos y, por consiguiente, impediría realizar con precisión un movimiento solicitado así como, la perpetuación de la asincronía entre la musculatura agonista-antagonista (Osama, 2021; Iqbal et al., 2021).

Respecto a la disminución encontrada en el movimiento de flexión lateral hacia el lado contralateral al dolor en sujetos con dolor cervical, esta podría ser debida a la resistencia que ofrece la musculatura del lado afecto. Este movimiento, en concreto, se vería frenado por los músculos que se han evaluado anteriormente: trapecio superior, esternocleidomastoideo y

esplenio de la cabeza, todos ellos flexores laterales homolaterales y rotadores cervicales. En presencia de dolor y de PGM, independientemente de que sean activos o latentes, generan un aumento del tono muscular y con ello, la aparición de fatiga y rigidez, suponiendo una resistencia al estiramiento cuando se realiza un movimiento contralateral (Lemmers et al., 2018; Alcaraz et al., 2021).

La muestra según la literatura consultada es variable, tanto por edad como por sexos, presentándose un gran rango de edades e incluyendo ambos sexos dentro de los criterios de inclusión (Bahat et al., 2010; Lemmers et al., 2018; Moghaddas et al. 2022; Waeyaert et al., 2016; Asiri et al., 2021). En el estudio de Waeyaert et al. (2016), se sugirió la necesidad de formar subgrupos dentro del dolor cervical para no generalizar la evaluación y tratamiento a un grupo único de dolor cervical. Haciendo referencia a su clasificación, describió un subgrupo de dolor cervical simétrico, el cual mostró una peor calidad en los movimientos, así como la existencia de otro grupo con dolor unilateral, el cual presentó una disminución de los ángulos de movilidad. En el caso del presente estudio, se ha utilizado una muestra específica, compuesta únicamente por mujeres, para que esta fuera más homogénea, siendo elegido tal criterio por ser el dolor cervical más prevalente en el sexo femenino (Palacios Ceña et al., 2021). Por otro lado, la edad media para ambos grupos es muy similar, 33 años para el grupo control y 30 años para el grupo de dolor cervical, potenciando así la homogeneidad entre ambos grupos y disminuyendo los posibles sesgos para sexo y edad.

Se destaca el uso del CROM como herramienta fiable para evaluar la movilidad activa cervical (Wolan Nieroda et al., 2020), además presenta un fácil uso por parte del evaluador, así como resultar cómodo para el sujeto y sencillo de utilizar y para poder dar las instrucciones de uso al sujeto por parte del evaluador. A diferencia de otras herramientas, como el goniómetro manual u otras de mayor coste, este recoge información de los tres planos del movimiento de

manera simultánea, haciendo un registro más preciso de la movilidad activa, a pesar de que únicamente nos proporcione información cuantitativa, quedándose fuera de la evaluación otros aspectos como son la velocidad, la aceleración o la fluidez del movimiento, aspectos que varios autores (Lemmers et al., 2018; Bahat et al., 2010; Moghaddas et al., 2022; Waeyaert et al., 2016), si tuvieron en cuenta durante su evaluación de movilidad cervical y donde también se encontraron alteraciones en la muestra con dolor cervical. Estos autores defienden que son características clínicas que podrían ayudar a comprender mejor los cambios asociados al dolor y por tanto, ser aspectos importantes para ser abordados también durante el tratamiento.

## **7.2 Umbral de dolor a la presión**

Los resultados mostraron una diferencia significativa comparando el grupo de dolor cervical y otro control de sujetos sanos, para los valores medidos del UDP bilaterales en los puntos de la articulación de C5-C6, trapecio superior, metacarpo y tibial anterior, resultando en su totalidad menores en el grupo de dolor cervical que en el de sujetos sanos, por lo que rechaza la hipótesis nula.

La algometría es una herramienta validada que nos permite evaluar la sensibilidad del dolor y puede ser empleada en cualquier músculo, siendo además, de muy fácil manejo durante la exploración. Presenta una elevada fiabilidad para la evaluación de los UDP. Incluso, algunos de los resultados recogidos en estudios de dolor cervical han llegado a ser reproducibles con exactitud durante una franja de hasta 24 horas sin ser alterados (Zicarelli et al., 2021; Nunes et al., 2021, de Oliveira et al., 2021).

En el presente estudio se evaluaron los umbrales de diversos puntos que no han sido seleccionados al azar. Se tomaron como referencia los puntos recogidos por diferentes autores para la elaboración de nuestro protocolo: pilar articular (Rampazo et al., 2021), trapecio

superior (Zicarelli et al., 2021; Rampazo et al., 2021; Castaldo et al., 2019; Park et al., 2011; Nunes et al., 2021), metacarpo (Castaldo et al., 2019; Park et al., 2011; Nunes et al., 2021) y tibial anterior (Rampazo et al., 2021; Castaldo et al., 2019; Nunes et al., 2021).

La región articular C5-C6 y trapecio superior son considerados regiones locales del dolor cervical y de esta manera se pretendió evaluar la hiperalgesia localizada en la región donde se encuentra alojado el dolor de origen. Mientras que el resto de umbrales evaluados son puntos que se encuentran a distancia (segundo metacarpiano y tibial anterior) y en este caso, reflejarían hiperalgesia de manera generalizada y por tanto, ser un factor predictivo de presencia de sensibilidad central (Nunes et al., 2021; Do et al., 2018).

Zicarelli et al. (2021) incluyó un grupo de dolor cervical mecánico crónico, el cual manifestó unos UDP más bajos, independientemente de la edad, que el grupo control asintomático. La hipersensibilidad nociceptiva periférica a nivel local podría deberse a que, en el tejido cercano al lugar de la lesión, los nociceptores son excitados mediante los mediadores inflamatorios que son liberados por el propio tejido, generando y manteniendo a lo largo del tiempo la excitación.

Rampazo et al. (2021) hace referencia a la existencia de estudios previos en los que evaluaban la hiperalgesia, medida con algometría, de uno o dos puntos en la región cervical y en subgrupos de sujetos heterogéneos respecto a edad, sexo, lesión o profesión, por lo que en su estudio decidió evaluar más puntos y no solo en la región adyacente al dolor. Incluyó el UDP de la región cervicodorsal bilateral (C2, C5, trapecio superior, elevador de la escápula, T4, T8), además del músculo tibial anterior del lado derecho, siendo este último considerado un punto demasiado específico y por tanto, en sus conclusiones, sugiere la necesidad de incluir más puntos a distancia para poder verificar la presencia de sensibilización central. En sus resultados también se observó un UDP menor generalizado en el grupo de sujetos con dolor cervical.

Castaldo et al. (2019) realizó la medición del UDP en sujetos con dolor mecánico de cuello en el trapecio superior, extensor radial largo del carpo y tibial anterior, únicamente del lado dominante. No encontró correlación entre la presencia de sensibilización central con mayor número de afectaciones en procesos de salud, si no que más bien esta asociación fue al tiempo de exposición del dolor.

Park et al. (2011) sugiere los límites estándares a considerarse los mínimos que debería presentar el UDP en la evaluación de dolor miofascial para considerarse anómalo: cuando el UDP se sitúa  $2 \text{ kg/cm}^2$  por debajo del mismo punto al contralateral o es menor que la evaluación del mismo punto en un sujeto asintomático. Sin embargo, no existe un consenso unificado que determine este límite. En su estudio, fueron evaluados los UDP en los puntos de trapecio superior, infraespinoso, extensor radial del carpo y extensor propio del índice bilateral en una muestra de sujetos con dolor cervical.

Nunes et al. (2021) recopiló una serie de estudios en los que se evaluaron diferentes puntos de la región cervical (trapecio superior, elevador de la escápula, suboccipital y semiespinoso del cuello, trapecio inferior, esternocleidomastoideo y la articulación C5-C6) y otra serie de puntos alejados de la zona cervical (tibial anterior, extensor cubital del carpo, nervio mediano y en esternón). En caso de patología crónica, se encontraron que los UDP eran más bajos tanto en los puntos locales como en los puntos distantes del dolor, siendo asociados a la presencia de hiperalgesia generalizada.

La disminución de los UDP en los diferentes puntos evaluados nos ayuda a valorar la sensibilidad tanto de las estructuras adyacentes a la región de dolor cervical como la posible presencia de sensibilización central, gracias a los datos aportados mediante la medición de UDP en regiones lejanas del dolor primario. Los datos recogidos en los puntos a distancia de la región cervical, asocian la hipersensibilidad con la duración de los síntomas, ya que es un proceso

continuo, que comienza con la aparición del dolor agudo. El tiempo es un factor clave en la sensibilización, ya que se provoca, a su vez, la sensibilización del sistema nervioso central y por tanto, encontrar UDP bajos en zonas a distancia del dolor, nos permitiría predecir el proceso de cronificación, o en definitiva, conocer el estado del sistema nervioso central (Castaldo et al., 2019).

La existencia de sensibilización central nos aporta información sobre aspectos clínicos, siendo muy útil para la evaluación de los síntomas iniciales y tras la intervención. La medición de los UDP a distancia han presentado validez cuando se han comparado los resultados obtenidos con diferentes cuestionarios de dolor y discapacidad (Zicarelli et al., 2021). Los tratamientos que inducen la disminución de la señal nociceptiva serán elegidos como opciones con más opciones de éxito para lograr su curación, esto es, mediante el empleo de la terapia manual o el ejercicio terapéutico, que aunque no sean capaces de erradicar por completo el dolor, si sea para disminuir el grado de sensibilización (Zicarelli et al., 2021; Rampazo et al., 2021; Park et al., 2011).

### **7.3 Electromiografía**

Los resultados mostraron que las mujeres con dolor cervical presentaron mayor actividad tanto en la musculatura flexora superficial (esternocleidomastoideo y escaleno anterior), así como en la musculatura extensora superficial (trapecio superior y esplenio de la cabeza) durante las contracciones de flexión cráneo-cervical de baja carga, durante la ejecución del TFC, rechazando así la hipótesis nula y mostrando que existe alteración en el control motor en el grupo de sujetos con dolor cervical.

El aumento de la actividad en la musculatura flexora superficial del cuello durante el TFC en sujetos con dolor cervical no es un nuevo descubrimiento, si no que coincidiría con las

ideas recogidas en estudios anteriores (Falla et al., 2004; Falla & Farina, 2008; Jull et al., 2007; Jull & Falla, 2016). Al obtener un gran tamaño del efecto en la mayoría de los resultados que tienen relación con el incremento de la actividad en los flexores superficiales durante la realización del TFC, refuerza la idea de ser una posible estrategia compensatoria asociada al dolor cervical. Además, existe una fuerte evidencia de que los sujetos con dolor cervical tienen una mayor actividad en los músculos flexores superficiales del cuello durante la realización del TFC, lo que nos haría pensar en que se pueda compensar con la reducción de la actividad muscular de los flexores profundos cervicales (Jull & Falla, 2016).

Un gran hallazgo fue el incremento de actividad de la musculatura extensora cervical superficial, actuando en este caso como antagonista, durante el TFC. Los tamaños del efecto moderados nos muestran la importancia clínica de estos hallazgos, especialmente en el músculo trapecio superior, el cual presentó un tamaño del efecto moderado para la mayoría de los estadios del TFC, a excepción del estadio 1 (22 mmHg). El incremento en la actividad de la musculatura antagonista, supone un ejemplo de los cambios considerados como maladaptativos en el comportamiento de la musculatura cervical, también encontrado en sujetos con dolor de cabeza primario, como sería el tensional (Fernández de las Peñas et al., 2008) y la migraña (Florencio et al., 2017). A pesar de que este es el primer estudio que evalúa la actividad antagonista durante el TFC, que es una tarea funcional de baja carga, la observación del incremento de actividad del músculo antagonista en sujetos con dolor cervical, ya se había observado previamente. Lindstrøm et al. (2011), describió en su estudio una mayor coactivación del músculo esplenio de la cabeza durante las contracciones de flexión en rampa en sujetos con dolor cervical. En los estudios citados anteriormente, se apoya la presencia de coactivación muscular en la musculatura extensora cervical superficial durante las tareas que demanden del movimiento de flexión cervical en sujetos con dolor cervical.

Aparte del incremento de la actividad muscular antagonista, se observó el aumento de la actividad del músculo trapecio superior en los diferentes estadios del TFC en sujetos con dolor cervical, siendo más pronunciado que los cambios que se observaron para el grupo control. Esto también podría sugerir que los sujetos con dolor cervical además de presentar una mayor actividad de este músculo, también presentarían una respuesta diferente al incremento de la carga, tal y como sucede durante el TFC. Por lo tanto, debería de ser considerado durante la práctica clínica, cuando se proponga la progresión de ejercicios fundamentados en el TFC.

A pesar de la asociación que existe entre la activación de los músculos antagonistas con la alteración del patrón de control motor neuromuscular, el incremento de la actividad tanto de la musculatura flexora como extensora, no necesariamente es una afirmación negativa, ya que en situaciones de dolor agudo, la mayor coactivación de la musculatura cervical podría servir para proteger las estructuras que generan dolor. De manera muy similar, se esperaría una coactivación precipitada de los músculos cervicales en el momento de experimentar una alteración repentina (Falla et al., 2004). Este aumento en la coactivación muscular cuando es mantenida en el tiempo, podría considerarse un mecanismo provocado, alterando así las distribuciones de la carga e irritando las estructuras que son más sensibles.

En cuanto a coactivación muscular, los datos que se han recogido de la relación de la musculatura extensora/flexora, podrían propiciar una interpretación más extensa de las adaptaciones neuromusculares en sujetos con dolor cervical. Cabe destacar que esta relación no reproduce la coactivación clásica entre músculo agonista-antagonista (Le et al., 2017), ya que la actividad que se da en la musculatura flexora superficial, no representa realmente la actividad agonista para realizar el TFC correctamente, sino que se realiza una actividad compensatoria durante la prueba (Jull & Falla, 2016). Por tanto, la diferencia no significativa entre ambos grupos en la relación cervical, podría sugerir que el incremento de la actividad de los músculos

extensores cervicales tiene una relación proporcional a la hiperactividad compensatoria que es esperada para los flexores superficiales durante la realización del TFC, en sujetos con dolor cervical para poder mantener el equilibrio en el plano sagital, siendo similar al que se observa en sujetos sanos.

Los resultados refuerzan la teoría que describe que los cambios adaptativos del control motor en sujetos con dolor cervical están estrechamente relacionados con la redistribución de la actividad tanto dentro como entre la musculatura (Hodges & Falla, 2015). La ausencia de diferencia significativa entre ambos grupos en la relación flexora/extensora, podría deberse a un error de tipo II o falso negativo, posiblemente debido a un tamaño muestral de poca potencia, aunque el tamaño del efecto, que resulta ser inferior a 0,5 durante todos los estadios del TFC, sugeriría que las diferencias encontradas entre ambos grupos no serían clínicamente relevantes (Armijo Olivo et al., 2011).

Se detectó una asociación entre de actividad muscular de los músculos escaleno anterior y trapecio superior durante la ejecución del TFC, con la discapacidad relacionada con el dolor. Igualmente, la intensidad del dolor tuvo una correlación significativa con la actividad del músculo escaleno anterior. Los resultados concordarían con los mostrados previamente por O'Leary et al. (2011), que encontró correlaciones significativas entre la cantidad de actividad de los flexores superficiales cervicales y la intensidad del dolor manifestada. Lindstrøm et al. (2011) por su parte, observó que la coactivación del músculo esplenio de la cabeza tuvo una correlación positiva con la intensidad del dolor cervical y la discapacidad autopercebida en pacientes con dolor.

Independientemente de los mecanismos, el aumento en la actividad muscular antagonista tiene una implicación potencial para la práctica clínica (O'Leary et al., 2009). Hay evidencia que apoya la idea de que los ejercicios de control motor, como sería basado en el

TFC, serían efectivos para, por un lado, disminuir el dolor y la discapacidad relacionada en sujetos con dolor cervical (Martín Gómez et al., 2019) y por otro, para reducir la actividad de los flexores superficiales (Ghaderi et al., 2017). También, cuando los ejercicios de control motor son combinados con la educación sobre el dolor, se encuentran mejorías en el control neuromuscular durante la realización del TFC (Willaert et al., 2020) y, por consiguiente, tiende a disminuir la actividad en el músculo esternocleidomastoideo (Brage et al., 2015). En cambio, los programas de ejercicios son específicos para una tarea, ya que durante el entrenamiento con TFC se modula el rendimiento con baja carga pero no la fuerza de los flexores cervicales y el rendimiento de la resistencia en contracciones de mayor intensidad (Blomgren et al., 2018). Por tanto, los programas de ejercicios deberían abordar las posibles alteraciones motoras específicas que se observen en sujetos con dolor cervical, incluyendo la disminución de la activación de la musculatura flexora o extensora profunda, un incremento de la actividad de los flexores o extensores superficiales cervicales y, además, una coactivación agonista-antagonista. Diferentes programas de ejercicio terapéutico darían lugar a diversos subgrupos de sujetos con dolor cervical según las estrategias específicas de control motor.

#### **7.4 Puntos gatillo miofasciales**

Los resultados mostraron que el número total de PGM, tanto el número de PGM activos y PGM latentes son mayores en el grupo de dolor cervical frente al del grupo de sujetos sanos, siendo estadísticamente significativos los resultados obtenidos en el valor del número total de PGM y de PGM activos. El PGM que fue más prevalente en la evaluación corresponde al músculo trapecio superior, siendo el más frecuente en el grupo de dolor cervical y presentándose de manera activa, con un patrón de dolor referido. Únicamente se ha encontrado un mayor número de PGM en el grupo control en el músculo trapecio superior y esplenio de la

cabeza pero en este caso, ambos se presentaron como puntos latentes. Solo se encontraron el mismo número de PGM entre ambos grupos, los PGM latentes en suboccipitales.

Los resultados confirmaron de esta manera lo expuesto en la hipótesis alternativa ya que hubo un mayor número de PGM en la musculatura del cuello en un grupo de mujeres con dolor cervical y, de esta manera, se podría asociar al dolor cervical. El síndrome de dolor miofascial es una de las causas de dolor cervical más común y su particularidad es la presencia de los PGM, responsables de no solo la aparición de dolor, sino también de provocar disfunciones de tipo motor y debilidad en la musculatura en la que se encuentran (Castaldo et al., 2014).

Los PGM activos se encuentran más comúnmente en población con dolor cervical mecánico que en población sana (Fernández de las Peñas et al., 2007). La relación de los PGM latentes en ambos grupos es muy similar debido a que al no evocar un dolor reconocido por el sujeto, estos suelen encontrarse con más frecuencia en población sana.

Según la literatura consultada, no existe un protocolo estándar en la evaluación de los PGM para el dolor cervical mecánico, tanto en el orden como en la localización de estos puntos, por lo que se encuentran diversas combinaciones según la fuente (Gallego Sendarrubias et al., 2020; Ezzati et al., 2021; Fernández de las Peñas et al., 2007; Muñoz et al., 2012). Sin embargo, sí deben presentarse una serie de condiciones que sean comunes en todas ellas, y es que la palpación de dichos puntos deberá presentar un patrón de dolor que tenga relación directa con el dolor manifestado de la región cervical, donde en ocasiones, se llegan a incluir puntos que además de región cervical, tienen un patrón de dolor referido hacia el hombro, llegando a ser considerada como una unidad independiente de la columna cervical.

Los diferentes autores han mostrado cuales de las musculaturas evaluada han presentado mayor probabilidad de contener PGM en población con dolor cervical y los resultados varían desde los músculos trapecio superior e infraespinoso (Ezzati et al., 2021), trapecio superior,

esternocleidomastoideo y suboccipitales (Fernández de las Peñas et al., 2007) o trapecio superior, esternocleidomastoideo, esplenio de la cabeza, semiespinoso de la cabeza, elevador de la escápula y escaleno (Muñoz et al., 2012). A pesar de existir más localizaciones y diferentes secuencias de valoración, para el presente estudio, se apoyó en estas referencias citadas junto a la selección de los músculos que fueron evaluados en la EMG. En este caso, se excluyó al músculo escaleno anterior por no presentar un patrón de dolor referido hacia la región cervical, requisito que sí cumplían el resto de músculos y en donde sí se incluyó a la musculatura suboccipital por la importancia de su patrón de dolor referido, muy presente en la clínica de los sujetos con dolor cervical. Por tanto, se estableció un protocolo de evaluación de PGM en sujetos con dolor cervical y sujetos sanos, mediante la palpación de los músculos trapecio superior, esternocleidomastoideo, suboccipitales y esplenio de la cabeza, bilateral.

Los PGM se asocian a patrones motores anormales, provocando cambios importantes en el control motor, además de ser responsables de incrementar la excitabilidad de las neuronas motoras cuando estas se encuentran en reposo, haciendo que las fibras musculares que los contienen se encuentren predisuestas a la aparición de fatiga temprana durante la realización de contracciones isométricas. Ya se observó en el estudio de Florencio et al. (2017), que en pacientes con migraña existía una mayor presencia de PGM activos en la musculatura cervical y, que estos habían sido asociados a cambios motores, mala coordinación muscular y a un patrón motor alterado, durante la ejecución del TFC. La presencia de PGM activos, induce a una disminución en la activación de la musculatura flexora cervical superficial evaluables durante el TFC, pudiendo llegar a inhibir la musculatura afectada en el momento de activarse y observándose un mecanismo distinto de activación de la región flexora cervical cuando se compara con un grupo sano.

También se han asociado a menor velocidad en la conducción y a la asincronización de las unidades motoras, provocando una reorganización del reclutamiento muscular que se activan de manera sinérgica, es decir, las fibras musculares adyacentes o de musculatura cercana tenderán a la sobreactividad para realizar una determinada función y compensar la fatiga sufrida por las fibras musculares que contengan PGM latentes, favoreciendo así la propagación del dolor (Ge et al., 2014).

Por otro lado, se verían afectados de manera indirecta, los músculos antagonistas puesto que la existencia de dolor podría ser causante de un aumento en la actividad muscular de esta región. Las motoneuronas que inervan los músculos afectados por PGM llegan a activarse de manera espontánea sin que previamente se le haya solicitado una activación por el mecanismo central, llegando a hacerlo de manera espontánea, afectando por tanto al éxito de la inhibición recíproca (Ge et al., 2012; Ibarra et al., 2011; Ribeiro et al., 2018; Fernández de las peñas et al., 2007). Durante la ejecución del TFC o, durante cualquier actividad de baja carga, podría observarse que el rendimiento muscular se mantiene estable aun en presencia de dolor, gracias a la reorganización motora y al incremento de la actividad de la musculatura antagonista (Florencio et al., 2017).

Los PGM cuando son activos provocan hipoxia e isquemia en el músculo en el que se encuentran, asociándose con una menor oxigenación muscular junto al incremento de las concentraciones de sustancias inflamatorias, favoreciendo, por tanto, una transmisión del estímulos nociceptivos aumentada y por otro lado, la reducción de la fuerza durante las contracciones musculares (Ge et al., 2012; Do et al., 2018).

El músculo trapecio superior es el que mayor cantidad de PGM activos presentó en el grupo con dolor cervical, siendo su patrón de dolor descrito comúnmente durante la práctica clínica. Aparte de presentar dolor local, este se propaga hacia dorsal y lateral de la región

cervical hasta el cráneo, donde se puede manifestar a lo largo de este, homolateral al PGM, hasta la zona de la sien. Se observó que el músculo trapecio superior presenta una mayor activación que el lado sano, cuando se ha evaluado con EMG. Esto refleja la existencia de sobreactividad muscular aun incluso en reposo y durante la activación muscular, especialmente cuando los PGM son activos (Do et al., 2018).

## **7.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

### **7.5.1 Movilidad articular**

A pesar de que se obtuvieron resultados esperados y acorde a los propuestos en la hipótesis nula, no se tuvieron en cuenta otros aspectos que podrían incentivar la disminución del rango articular en sujetos con dolor. En primer lugar, datos como la velocidad y suavidad de los movimientos aportaría mucha información sobre el estado de la musculatura o del control motor cervical (Bahat et al., 2010; Lemmers et al. 2018), no habiéndose evaluado el movimiento con herramientas capaces de mensurar dichos aspectos. Al igual que no se tuvo en cuenta la presencia de kinesiofobia (Asiri et al., 2021), razón por la cual el grupo de dolor cervical, pudiera frenar los últimos grados de movimiento, sin llegar al límite de movimiento posible, por el miedo a generar mayor dolor.

### **7.5.2. Umbral de dolor a la presión**

La dificultad que presenta la evaluación de la sensibilización central es la complejidad para evaluar objetivamente el dolor al tratarse de un método indirecto, pudiendo presentarse alteraciones en los resultados por posibles disfunciones en sensibilidad y excitabilidad del sistema nociceptivo. Este sistema se encuentra modulado por los estímulos externos, que son

variables en cuanto a su forma e intensidad, que además reaccionan a las características específicas del tejido. De esta forma se producen cambios en la respuesta tisular por factores neurobiológicos y biopsicosociales, los cuales pueden perpetuar la hipersensibilidad nociceptiva (Zicarelli et al., 2021; Melia et al., 2019).

Existe una gran dificultad para poder evaluar los UDP durante un mismo periodo de tiempo desde la aparición de los síntomas, ya que como se recoge en la literatura, los resultados pueden variar en función del tiempo que lleven expuestos al dolor, siendo fiable su reproducción por un tiempo limitado (estimado en 24 horas) e incluso el mapa de dolor puede variar según si el dolor es de naturaleza aguda o crónica (Rampazo et al., 2021). En el presente estudio, el grupo de dolor cervical cumplía el criterio de inclusión que determina que el dolor debía haber estado presente durante los últimos 6 meses pero no se hizo distinción por franjas de tiempo, destacando que hubo sujetos que reflejaron en la recogida de datos hasta 5 años con presencia de dolor cervical.

### **7.5.3 Electromiografía**

Aunque en el presente estudio se amplíen los conocimientos que se dan durante la activación de la musculatura cervical actuales, sobre los cambios específicos que pueden acompañar al dolor cervical, se debe destacar algunas limitaciones. Primero, se emplearon contracciones voluntarias máximas para poder normalizar los datos de EMG en lugar de una contracción submáxima, como se vería reflejado en el gesto de levantar la cabeza. La crítica sobre esta normalización es que tanto la hipervigilancia al dolor como la kinesiofobia podrían limitar la activación completa de la musculatura cervical durante el intento de contracción máxima y, por tanto, podría influir en el resultado obtenido.

A pesar de que se ha demostrado que el incremento de la actividad muscular superficial es muy común en sujetos con dolor cervical que emplean diversas contracciones submáximas

para normalizar los datos de EMG (Jull & Falla, 2016; Jull et al., 2004), se desconoce si el incremento de la actividad muscular extensora cervical se confirmaría si la actividad durante la tarea de realizar el TFC se normalizaría a una tarea submáxima. Otros estudios pueden controlar las creencias de la evitación por el miedo, la fuerza que se produce y el nivel de esfuerzo que sea autoinformado por el sujeto durante la realización de las contracciones que se emplean para normalizar los datos de EMG. Por otra parte, únicamente fueron incluidas mujeres como muestra en el estudio y, por tanto, no sería extrapolable los resultados recogidos a una población compuesta por hombres con dolor cervical mecánico. Así mismo, los datos no deberían ser extrapolados a sujetos con dolor cervical de origen traumático, tal como serían los trastornos asociados al latigazo cervical. Seguidamente, se ha empleado una tarea de carga baja que no representa las demandas musculares habituales de la vida diaria pero, fue seleccionada porque su validez y su confiabilidad se encuentran bien documentadas (Jørgensen et al., 2014). Por último, la ausencia de una diferencia significativa entre ambos grupos para la relación extensora/flexora y de la actividad del músculo esplenio de la cabeza en diversas etapas del TFC, podría relacionarse con la unión de la variación de la amplitud en EMG con un tamaño de muestra con poca potencia, ya que no fue realizado un cálculo inicialmente. A pesar de que el tamaño del efecto en estas comparaciones sugería que la relación extensor/flexor podría no ser clínicamente relevante, futuros estudios con tamaños de muestra más grande pueden aclarar los puntos anteriores.

#### **7.5.4. Puntos gatillo miofasciales**

Una de las grandes controversias que encontramos en la literatura en la evaluación de los PGM, al igual que sucede en el presente estudio, es no tener en consideración que los PGM activos contienen mayores concentraciones de sustancias inflamatorias que los que se encuentran en los PGM latentes, por lo tanto, existe una mayor sensibilidad en los nociceptores, pudiendo dar lugar a sesgos de medición (Castaldo et al., 2019; Do et al., 2018).



## 8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio nos permiten presentar las conclusiones que se exponen a continuación:

1. Las mujeres con dolor cervical mecánico crónico presentaron una movilidad cervical generalizada reducida cuando fue comparada con mujeres sin dolor cervical.
2. Los UDP se encontraron disminuidos en mujeres con dolor cervical frente a mujeres sin dolor en todos los puntos evaluados, tanto en regiones próximas a la columna cervical (trapecio superior y articulación C5-C6), como a distancia (metacarpo y tibial anterior) bilateral, respaldando estos últimos, la presencia de sensibilización central en mujeres con dolor cervical.
3. Se observó un aumento de la amplitud de la señal EMG para los músculos flexores cervicales superficiales (esternocleidomastoideo y escaleno anterior) y para el músculo trapecio como extensor superficial durante la ejecución de un test de baja carga, además de presentar una disminución en la relación de la actividad flexora/extensora.
4. El número total de PGM encontrados en mujeres con dolor cervical mecánico crónico fue mayor que en mujeres sanas, sobre todo la presencia de PGM activos. De esta forma, se propugna el hecho de que las mujeres con dolor mecánico crónico de cuello presenten grados más elevados de dolor descrito, así como un deficitario control motor.



## Bibliografía

- Al-Hadidi, F., Bsisu, I., AlRyalat, S. A., Al-Zu'bi, B., Bsisu, R., Hamdan, M., Kanaan, T., Yasin, M., & Samarah, O. (2019). Association between mobile phone use and neck pain in university students: a cross-sectional study using numeric rating scale for evaluation of neck pain. *PloS one*, *14*(5), e0217231
- Alcaraz Clariana, S., García Luque, L., Garrido Castro, J. L., Fernández de Las Peñas, C., Carmona Pérez, C., Rodrigues de Souza, D. P., & Albuquerque Sendín, F. (2021). Paravertebral muscle mechanical properties and spinal range of motion in patients with acute neck or low back pain: a case-control study. *Diagnostics*, *11*(2), 352
- Antúnez Sánchez, L. G., de la Casa Almeida, M., Rebollo Roldán, J., Ramírez Manzano, A., Martín Valero, R., & Suárez Serrano, C. (2017). Eficacia ante el dolor y la discapacidad cervical de un programa de fisioterapia individual frente a uno colectivo en la cervicalgia mecánica aguda y subaguda [Effectiveness of an individualised physiotherapy program versus group therapy on neck pain and disability in patients with acute and subacute mechanical neck pain]. *Atención primaria*, *49*(7), 417–425
- Arendt Nielsen, L., & Yarnitsky, D. (2009). Experimental and clinical applications of quantitative sensory testing applied to skin, muscles and viscera. *The journal of pain*, *10*(6), 556–572
- Armijo Olivo, S., Warren, S., Fuentes, J., & Magee, D. J. (2011). Clinical relevance vs. statistical significance: using neck outcomes in patients with temporomandibular disorders as an example. *Manual therapy*, *16*(6), 563–572
- Asiri, F., Reddy, R. S., Tedla, J. S., ALMohiza, M. A., Alshahrani, M. S., Govindappa, S. C., & Sangadala, D. R. (2021). Kinesiophobia and its correlations with pain, proprioception, and functional performance among individuals with chronic neck pain. *PloS one*, *16*(7), e0254262

- Audette, I., Dumas, J. P., Côté, J. N., & De Serres, S. J. (2010). Validity and between-day reliability of the cervical range of motion (CROM) device. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(5), 318–323
- Auvray, M., Myin, E., & Spence, C. (2010). The sensory-discriminative and affective-motivational aspects of pain. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 34(2), 214–223
- Aymard, C., Baret, M., Katz, R., Lafitte, C., Pénicaud, A., & Raoul, S. (2001). Modulation of presynaptic inhibition of Ia afferents during voluntary wrist flexion and extension in man. *Experimental brain research*, 137(1), 127–131
- Bahat, H. S., Weiss, P. L., & Laufer, Y. (2010). The effect of neck pain on cervical kinematics, as assessed in a virtual environment. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(12), 1884–1890
- Ballantyne, J. C., Rathmell, J. P., & Fishman, S. M. (2010). *Bonica's management of pain*, Baltimore, Lippincott Williams & Williams
- Beaulieu, L., & Valenzuela, C. (2014). Evaluación y manejo del dolor cervical facetario. *Revista médica clínica de las Condes*, 25(5), 728-731
- Bell, A. (2018). The neurobiology of acute pain. *The veterinary journal*, 237, 55–62
- Blanpied, P. R., Gross, A. R., Elliott, J. M., Devaney, L. L., Clewley, D., Walton, D. M., Sparks, C., & Robertson, E. K. (2017). Neck Pain: Revision 2017. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 47(7), A1–A83
- Blomgren, J., Strandell, E., Jull, G., Vikman, I., & Røijezon, U. (2018). Effects of deep cervical flexor training on impaired physiological functions associated with chronic neck pain: a systematic review. *BMC musculoskeletal disorders*, 19(1), 415
- Blouin, J. S., Siegmund, G. P., Carpenter, M. G., & Inglis, J. T. (2007). Neural control of superficial and deep neck muscles in humans. *Journal of neurophysiology*, 98(2), 920–928

- Bogduk, N., & Mercer, S. (2000). Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. *Clinical biomechanics*, 15(9), 633–648
- Bogduk N. (2011). The anatomy and pathophysiology of neck pain. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 22(3), 367-382
- Brage, K., Ris, I., Falla, D., Sjøgaard, K., & Juul-Kristensen, B. (2015). Pain education combined with neck- and aerobic training is more effective at relieving chronic neck pain than pain education alone-A preliminary randomized controlled trial. *Manual therapy*, 20(5), 686-693
- Breivik, E. K., Björnsson, G. A., & Skovlund, E. (2000). A comparison of pain rating scales by sampling from clinical trial data. *The Clinical journal of pain*, 16(1), 22-28
- Buchbinder, R., Blyth, F. M., March, L. M., Brooks, P., Woolf, A. D., & Hoy, D. G. (2013). Placing the global burden of low back pain in context. *Best practice & research Clinical Rheumatology*, 27(5), 575–589
- Cabral, R., Clemente, E., Vicente, F., Cabanillas, A., Ibáñez, M. I., & Serrablo, S. (2008). Dolor y rigidez cervical. A propósito de un caso. *SEMERGEN*, 34(7), 366-368
- Can, H. B., & Tuna, F. (2022). Relation between endurance of deep cervical flexor muscles and physical activity level, perceived stress, sleep quality, and smartphone addiction. *Cranio : the journal of craniomandibular practice*, 40(2), 126–134
- Castaldo, M., Ge, H. Y., Chiarotto, A., Villafane, J. H., & Arendt-Nielsen, L. (2014). Myofascial trigger points in patients with whiplash-associated disorders and mechanical neck pain. *Pain medicine*, 15(5), 842–849
- Castaldo, M., Catena, A., Fernández-de-Las-Peñas, C., & Arendt-Nielsen, L. (2019). Widespread Pressure Pain Hypersensitivity, Health History, and Trigger Points in Patients with Chronic Neck Pain: A Preliminary Study. *Pain medicine*, 20(12), 2516–2527

- Chaibi, A., & Russell, M. B. (2012). Manual therapies for cervicogenic headache: a systematic review. *The journal of headache and pain*, 13(5), 351–359
- Chapman, C. R., Tuckett, R. P., & Song, C. W. (2008). Pain and stress in a systems perspective: reciprocal neural, endocrine, and immune interactions. *The journal of pain*, 9(2), 122–145
- Chiu, T. T., Law, E. Y., & Chiu, T. H. (2005). Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 35(9), 567–571
- Chiu, I. M., von Hehn, C. A., & Woolf, C. J. (2012). Neurogenic inflammation and the peripheral nervous system in host defense and immunopathology. *Nature neuroscience*, 15(8), 1063–1067
- Cohen, M., Quintner, J., & Buchanan, D. (2013). Is chronic pain a disease?. *Pain medicine*, 14(9), 1284–1288
- Cohen, S. P. (2015). Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. *Mayo Clinic proceedings*, 90(2), 284–299
- Cohen, S. P., & Hooten, W. M. (2017). Advances in the diagnosis and management of neck pain. *BMJ*, 358, j3221
- Côté, P., Cassidy, D. J., Carroll, L. J., & Kristman, V. (2004). The annual incidence and course of neck pain in the general population: a population-based cohort study. *Pain*, 112(3), 267–273
- Côté, P., van der Velde, G., Cassidy, J. D., Carroll, L. J., Hogg-Johnson, S., Holm, L. W., Carragee, E. J., Haldeman, S., Nordin, M., Hurwitz, E. L., Guzman, J., & Peloso, P. M. (2008). The burden and determinants of neck pain in workers: results of the bone and joint decade 2000-2010 Task Force on neck pain and its associated disorders. *Spine*, 33(4 Suppl), S60–S74

- Cuesta Vargas, A. I., & González-Sánchez, M. (2015). Changes in disability, physical/mental health states and quality of life during an 8-week multimodal physiotherapy programme in patients with chronic non-specific neck pain: a prospective cohort study. *PloS one*, 10(2), e0118395
- de Alba Romero, C., Marcos, M. P., & Calle, C. M. (2012). Las cervicalgias en la consulta de atención primaria. *FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 19(9), 521-528
- de Araujo Cazotti, L., Jones, A., Roger Silva, D., Ribeiro, L., & Natour, J. (2018). Effectiveness of the pilates method in the treatment of chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(9), 1740-1746
- de Coux, G., Curtil, P. (2001). *Tratado práctico de osteopatía estructural*, Barcelona, Editorial Paidotribo
- De Groef, A., Van Kampen, M., Vervloesem, N., Clabau, E., Christiaens, M. R., Neven, P., Geraerts, I., Struyf, F., & Devoogdt, N. (2016). Inter-rater reliability of shoulder measurements in middle-aged women. *Physiotherapy*, 103(2), 222-230
- Dawes, J., Andersson, D., Bevan, S., & McMahon, S. B. [6<sup>th</sup> ed.]. (2013). *Inflammatory mediators and modulators of pain*, Philadelphia, Elsevier
- Debernardi, A., D'Aliberti, G., Talamonti, G., Villa, F., Piparo, M., & Collice, M. (2011). The craniovertebral junction area and the role of the ligaments and membranes. *Neurosurgery*, 68(2), 291–301
- Denton, D. A., McKinley, M. J., Farrell, M., & Egan, G. F. (2009). The role of primordial emotions in the evolutionary origin of consciousness. *Consciousness and cognition*, 18(2), 500–514

- Do, T. P., Heldarskard, G. F., Kolding, L. T., Hvedstrup, J., & Schytz, H. W. (2018). Myofascial trigger points in migraine and tension-type headache. *The journal of headache and pain*, 19(1), 84
- Donnelly, J. M., Fernández de las Peñas, C., Finnegan, M., & Freeman, J. L. (2018). *Myofascial Pain and Dysfunction* (3<sup>rd</sup> ed). Wolters Kluwer Health
- Driessen, M. T., Lin, C. W., & van Tulder, M. W. (2012). Cost-effectiveness of conservative treatments for neck pain: a systematic review on economic evaluations. *European spine*, 21(8), 1441–1450
- Duquesnoy, B., & Catanzariti, J. (2008). Vertiges et rachis cervical. *Revue du rhumatisme*, 75(8), 733-736
- Dworkin, R. H., McDermott, M. P., Farrar, J. T., O'Connor, A. B., & Senn, S. (2014). Interpreting patient treatment response in analgesic clinical trials: implications for genotyping, phenotyping, and personalized pain treatment. *Pain*, 155(3), 457–460
- Edmondston, S. J., Henne, S. E., Loh, W., & Ostvold, E. (2005). Influence of cranio-cervical posture on three-dimensional motion of the cervical spine. *Manual therapy*, 10(1), 44–51
- Elgueta Cancino, E., Marinovic, W. W., Jull, G., & Hodges, P. W. (2019). Motor cortex representation of deep and superficial neck flexor muscles in individuals with and without neck pain. *Human Brain Mapping*, 40(9), 2759-2770
- Ezzati, K., Ravarian, B., Saberi, A., Salari, A., Reyhanian, Z., Khakpour, M., & Yousefzadeh Chabok, S. (2021). Prevalence of cervical myofascial pain syndrome and its correlation with the severity of pain and disability in patients with chronic non-specific neck pain. *The archives of bone and joint surgery*, 9(2), 230–234
- Falla, D., Dall'Alba, P., Rainoldi, A., Merletti, R., & Jull, G. (2002). Location of innervation zones of sternocleidomastoid and scalene muscles - a basis for clinical and

research electromyography applications. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 113(1), 57–63

- Falla, D. L., Campbell, C. D., Fagan, A. E., Thompson, D. C., & Jull, G. A. (2003). Relationship between cranio-cervical flexion range of motion and pressure change during the cranio-cervical flexion test. *Manual therapy*, 8(2), 92–96
- Falla, D. L., Jull, G. A., & Hodges, P. W. (2004). Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine*, 29(19), 2108–2114
- Falla, D., Farina, D., Dahl, M. K., & Graven-Nielsen, T. (2007). Muscle pain induces task-dependent changes in cervical agonist/antagonist activity. *Journal of applied physiology*, 102(2), 601–609
- Falla, D., & Farina, D. (2008). Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 18(2), 255–261
- Falla, D., Lindstrøm, R., Rechter, L., & Farina, D. (2010). Effect of pain on the modulation in discharge rate of sternocleidomastoid motor units with force direction. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 121(5), 744–753
- Feizerfan, A., & Sheh, G. (2015). Transition from acute to chronic pain. *Continuing education in anaesthesia, critical care and pain*, 15(2), 98-102
- Fernández de las Peñas, C., Alonso Blanco, C., & Miangolarra, J. C. (2007). Myofascial trigger points in subjects presenting with mechanical neck pain: a blinded, controlled study. *Manual therapy*, 12(1), 29–33
- Fernández de las Peñas, C., Hernández Barrera, V., Alonso Blanco, C., Palacios Ceña, D., Carrasco Garrido, P., Jiménez Sánchez, S., & Jiménez García, R. (2011). Prevalence

of neck and low back pain in community-dwelling adults in Spain: a population-based national study. *Spine*, 36(3), E213–E219

- Fernández de Las Peñas, C., & Dommerholt, J. (2018). International Consensus on Diagnostic Criteria and Clinical Considerations of Myofascial Trigger Points: A Delphi Study. *Pain medicine*, 19(1), 142–150
- Fillingim, R. B. (2017). Individual differences in pain: understanding the mosaic that makes pain personal. *Pain*, 158 Suppl 1(1), S11–S18
- Florencio, L. L., de Oliveira, A. S., Carvalho, G. F., Tolentino, G., Dach, F., Bigal, M. E., Fernández de las Peñas, C., & Bevilaqua Grossi, D. (2015). Cervical muscle strength and muscle coactivation during isometric contractions in patients with migraine: a cross-sectional study. *Headache*, 55(10), 1312–1322
- Florencio, L. L., Ferracini, G. N., Chaves, T. C., Palacios Ceña, M., Ordás Bandera, C., Speciali, J. G., Falla, D., Grossi, D. B., & Fernández de Las Peñas, C. (2017). Active trigger points in the cervical musculature determine the altered activation of superficial neck and extensor muscles in women with migraine. *The clinical journal of pain*, 33(3), 238–24
- Gallego Izquierdo, T., Pecos-Martin, D., Lluch Girbés, E., Plaza Manzano, G., Rodríguez Caldentey, R., Mayor Melús, R., Blanco Mariscal, D., & Falla, D. (2016). Comparison of cranio-cervical flexion training versus cervical proprioception training in patients with chronic neck pain: a randomized controlled clinical trial. *Journal of rehabilitation medicine*, 48(1), 48–55
- Gallego Sendarrubias, G. M., Rodríguez Sanz, D., Calvo Lobo, C., & Martín, J. L. (2020). Efficacy of dry needling as an adjunct to manual therapy for patients with chronic mechanical neck pain: a randomised clinical trial. *Acupuncture in medicine: journal of the British Medical Acupuncture Society*, 38(4), 244–254

- GBD 2017 Disease and injury incidence and prevalence collaborators. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*, 392(10159), 1789–185
- Ge, H. Y., & Arendt-Nielsen, L. (2011). Latent myofascial trigger points. *Current pain and headache reports*, 15(5), 386–39
- Ge, H. Y., Arendt-Nielsen, L., & Madeleine, P. (2012). Accelerated muscle fatigability of latent myofascial trigger points in humans. *Pain medicine*, 13(7), 957–964
- Ge, H. Y., Monterde, S., Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2014). Latent myofascial trigger points are associated with an increased intramuscular electromyographic activity during synergistic muscle activation. *The journal of pain*, 15(2), 181–187
- Geri, T., Gizzi, L., Di Marco, A., & Testa, M. (2019). Myofascial trigger points alter the modular control during the execution of a reaching task: a pilot study. *Scientific reports*, 9(1), 16065-13
- Ghaderi, F., Jafarabadi, M. A., & Javanshir, K. (2017). The clinical and EMG assessment of the effects of stabilization exercise on nonspecific chronic neck pain: a randomized controlled trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 30(2), 211–219
- Ghamkhar, L., & Kahlaee, A. H. (2019). Is forward head posture relevant to cervical muscles performance and neck pain? A case-control study. *Brazilian journal of physical therapy*, 23(4), 346–354
- Gizzi, L., Muceli, S., Petzke, F., & Falla, D. (2015). Experimental muscle pain impairs the synergistic modular control of neck muscles. *PloS one*, 10(9), e0137844

- Goicoechea, C., & Martín, M. I. (2006). Mecanismos periféricos y centrales del dolor. *Reumatología clínica*, 2 Suppl 1, S5-S9
- González Rueda, V., López de Celis, C., Barra López, M. E., Carrasco Uribarren, A., Castillo Tomás, S., & Hidalgo García, C. (2017). Effectiveness of a specific manual approach to the suboccipital region in patients with chronic mechanical neck pain and rotation deficit in the upper cervical spine: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 384
- Gugliotti, M., Tau, J., Gallo, K., Sagliocca, N., Horan, M., Sussman, N., & Wisnewski, R. (2021). Between-week reliability of the cervical range of motion (CROM) device for upper cervical rotation. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 29(3), 176-180
- Guillemet, G., & Guy Coichard, C. (2016). Principios de tratamiento del dolor crónico. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 37(3), 1-12
- Harnsberger, Osborn, Macdonald, Roos. (2012). *Imagen anatómica, cerebro, columna, cabeza y cuello* (2ª ed). Marban
- Harris, J. H. (2001). The cervicocranium: Its radiographic assessment. *Radiology*, 218(2), 337-351
- Heller, G. Z., Manuguerra, M., & Chow, R. (2016). How to analyze the Visual Analogue Scale: Myths, truths and clinical relevance. *Scandinavian journal of pain*, 13, 67-75
- Hidalgo, B., Hall, T., Bossert, J., Dugeny, A., Cagnie, B., & Pitance, L. (2017). The efficacy of manual therapy and exercise for treating non-specific neck pain: a systematic review. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 30(6), 1149-1169
- Hodges P. W. (2011). Pain and motor control: from the laboratory to rehabilitation. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 21(2), 220-228

- Hodges, P. W., & Tucker, K. (2011). Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. *Pain*, 152(3 Suppl), S90–S98
- Hodges, P. W., Falla, D., & Schabrun, S. M. (2014). Reorganised motor control at cortical, subcortical and spinal levels in neck and low back pain. *Musculoskeletal Pain*, 437-456
- Hoy, D. G., Protani, M., De, R., & Buchbinder, R. (2010). The epidemiology of neck pain. *Best practice & research clinical rheumatology*, 24(6), 783-792
- Hurwitz, E. L., Randhawa, K., Yu, H., Côté, P., & Haldeman, S. (2018). The Global Spine Care Initiative: a summary of the global burden of low back and neck pain studies. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 27(Suppl 6), 796–801
- Hush, J. M., Lin, C. C., Michaleff, Z. A., Verhagen, A., & Refshauge, K. M. (2011). Prognosis of acute idiopathic neck pain is poor: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(5), 824–829
- Ibarra, J. M., Ge, H. Y., Wang, C., Martínez Vizcaíno, V., Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2011). Latent myofascial trigger points are associated with an increased antagonistic muscle activity during agonist muscle contraction. *The journal of pain*, 12(12), 1282–1288
- Iqbal, Z. A., Alghadir, A. H., & Anwer, S. (2021). Efficacy of deep cervical flexor muscle training on neck pain, functional disability, and muscle endurance in school teachers: a clinical trial. *BioMed research international*, 2021, 7190808
- Jarman, N. F., Brooks, T., James, C. R., Hooper, T., Wilhelm, M., Brismée, J. M., Domenech, M. A., Kotara, S. J., & Sizer, P. S. (2017). Deep neck flexor endurance in

the adolescent and young adult: normative data and associated attributes. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 9(10), 969-975

- Jindal, G., & Pukenas, B. (2011). Normal spinal anatomy on magnetic resonance imaging. *Magnetic resonance imaging clinics of North America*, 19(3), 475-488
- Jones, C., & Sterling, M. (2021). Clinimetrics: Neck Disability Index. *Journal of physiotherapy*, 67(2), 144
- Jorritsma, W., Dijkstra, P. U., de Vries, G. E., Geertzen, J. H., & Reneman, M. F. (2012). Detecting relevant changes and responsiveness of Neck Pain and Disability Scale and Neck Disability Index. *European spine journal*, 21(12), 2550-2557
- Jull, G. A. (2000). Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash. *Journal of musculoskeletal pain*, 8(1-2), 143-154
- Jull, G. A., O'Leary, S. P., & Falla, D. L. (2008). Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 31(7), 525-533
- Jull, G., & Falla, D. (2016). Does increased superficial neck flexor activity in the craniocervical flexion test reflect reduced deep flexor activity in people with neck pain? *Manual therapy*, 25, 43-47
- Kapandji. (2008). *Fisiología articular, tomo 3* (6<sup>a</sup> ed). Médica Panamericana
- Kazemi, A., Muñoz Corsini, L., Martín Barallat, J., Pérez Nicolás, M., & Henche, M. (2000). Estudio etiopatogénico de la cervicalgia en la población general basado en la exploración física. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 7, 220-224
- Konishi, T., Endo, K., Aihara, T., Matsuoka, Y., Suzuki, H., Takamatsu, T., Kusakabe, T., Sawaji, Y., Nishimura, H., Murata, K., & Yamamoto, K. (2019). Effect of cervical flexion and extension on thoracic sagittal alignment. *Journal of orthopaedic surgery*, 27(3), 2309499019876999

- Kovacs, F. M., Bagó, J., Royuela, A., Seco, J., Giménez, S., Muriel, A., Abraira, V., Martín, J. L., Peña, J. L., Gestoso, M., Mufraggi, N., Núñez, M., Corcoll, J., Gómez-Ochoa, I., Ramírez, M. J., Calvo, E., Castillo, M. D., Martí, D., Fuster, S., Fernández, C., & Cano, A. (2008). Psychometric characteristics of the Spanish version of instruments to measure neck pain disability. *BMC musculoskeletal disorders*, 9, 42
- Lavignolle, B. G., Messina, M., & Sénégas, L. (2008). Reeduación en los traumatismos de la columna cervical sin lesiones neurológicas. *EMC*, 29(4), 1-29
- Law, E. Y., & Chiu, T. T. (2013). Measurement of cervical range of motion (CROM) by electronic CROM goniometer: a test of reliability and validity. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 26(2), 141-148
- Le, P., Best, T. M., Khan, S. N., Mendel, E., & Marras, W. S. (2017). A review of methods to assess coactivation in the spine. *Journal of electromyography and kinesiology*, 32, 51–60
- Lemmers, G., Heijmans, M., Scafoglieri, A., Buyl, R., Staal, J. B., Schmitt, M. A., & Cattrysse, E. (2018). Three-dimensional kinematics of the cervical spine using an electromagnetic tracking device. Differences between healthy subjects and subjects with non-specific neck pain and the effect of age. *Clinical biomechanics*, 54, 111-117
- Lin, I. H., Chang, K. H., Liou, T. H., Tsou, C. M., & Huang, Y. C. (2018). Progressive shoulder-neck exercise on cervical muscle functions in middle-aged and senior patients with chronic neck pain. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 54(1), 13-21
- Lindstrøm, R., Schomacher, J., Farina, D., Rechter, L., & Falla, D. (2011). Association between neck muscle coactivation, pain, and strength in women with neck pain. *Manual therapy*, 16(1), 80–86

- Liu, R., Kurihara, C., Tsai, H. T., Silvestri, P. J., Bennett, M. I., Pasquina, P. F., & Cohen, S. P. (2017). Classification and treatment of chronic neck pain: a longitudinal cohort study. *Regional anesthesia and pain medicine*, 42(1), 52-61
- Llopis, E., Belloch, E., León, J. P., Higuera, V., & Piquer, J. (2016). The degenerative cervical spine. La columna cervical degenerativa. *Radiologia*, 58 Suppl 1, 13-25
- Lluch, E., Schomacher, J., Gizzi, L., Petzke, F., Seegar, D., & Falla, D. (2014). Immediate effects of active cranio-cervical flexion exercise versus passive mobilisation of the upper cervical spine on pain and performance on the cranio-cervical flexion test. *Manual therapy*, 19(1), 25–31
- Lopez, A. J., Scheer, J. K., Leibl, K. E., Smith, Z. A., Dlouhy, B. J., & Dahdaleh, N. S. (2015). Anatomy and biomechanics of the craniovertebral junction. *Neurosurgical focus*, 38(4), E2
- Lucas, K. R., Rich, P. A., & Polus, B. I. (2010). Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: the effects of latent myofascial trigger points. *Clinical biomechanics*, 25(8), 765-770
- Lund, J. P., Donga, R., Widmer, C. G., & Stohler, C. S. (1991). The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 69(5), 683-694
- Lustrin, E. S., Karakas, S. P., Ortiz, A. O., Cinnamon, J., Castillo, M., Vaheesan, K., Brown, J. H., Diamond, A. S., Black, K., & Singh, S. (2003). Pediatric cervical spine: normal anatomy, variants, and trauma. *Radiographics*, 23(3), 539-560
- Luque Suarez, A., Martinez Calderon, J., & Falla, D. (2019). Role of kinesiophobia on pain, disability and quality of life in people suffering from chronic musculoskeletal pain: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 53(9), 554-559

- Mantripragada, S., Kannivelu, A., & Peh, W. C. (2020). Magnetic resonance imaging of cervical ligamentous anatomy and traumatic ligamentous injuries. *Journal of medical imaging and radiation oncology*, 64(3), 368–376
- Martin Gomez, C., Sestelo Diaz, R., Carrillo Sanjuan, V., Navarro Santana, M. J., Bardon Romero, J., & Plaza Manzano, G. (2019). Motor control using cranio-cervical flexion exercises versus other treatments for non-specific chronic neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal science & practice*, 42, 52-59
- Masaracchio, M., Kirker, K., States, R., Hanney, W. J., Liu, X., & Kolber, M. (2019). Thoracic spine manipulation for the management of mechanical neck pain: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 14(2), e0211877
- Melia, M., Geissler, B., König, J., Ottersbach, H. J., Umbreit, M., Letzel, S., & Muttray, A. (2019). Pressure pain thresholds: Subject factors and the meaning of peak pressures. *European journal of pain*, 23(1), 167-182
- Mense, S., & Gerwin, R. (2010). *Muscle Pain: understanding the mechanisms* (1<sup>st</sup> ed). Springer.
- Merskey, H. (2007). The taxonomy of pain. *The Medical clinics of North America*, 91(1), 13-vii
- Miyamoto, G. C., Lin, C. C., Cabral, C., van Dongen, J. M., & van Tulder, M. W. (2019). Cost-effectiveness of exercise therapy in the treatment of non-specific neck pain and low back pain: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 53(3), 172-181
- Moghaddas, D., Edwards, S., & Snodgrass, S. J. (2022). Comparisons of cervical and thoracic spine kinematic joint and body segment angles, timing, and velocity between individuals with and without chronic idiopathic neck pain during functional tasks. *Gait & posture*, 92, 394-400

- Moore, K. & Dalley, A. (2007). *Anatomía con orientación clínica* (5ª ed). Editorial médica panamericana
- Muceli, S., Falla, D., & Farina, D. (2014). Reorganization of muscle synergies during multidirectional reaching in the horizontal plane with experimental muscle pain. *Journal of neurophysiology*, 111(8), 1615-1630
- Muñoz Muñoz, S., Muñoz García, M. T., Albuquerque Sendín, F., Arroyo Morales, M., & Fernández de las Peñas, C. (2012). Myofascial trigger points, pain, disability, and sleep quality in individuals with mechanical neck pain. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 35(8), 608-613
- Nagai, T., Schilaty, N. D., Krause, D. A., Crowley, E. M., & Hewett, T. E. (2020). Sex differences in ultrasound-based muscle size and mechanical properties of the cervical-flexor and -extensor muscles. *Journal of Athletic Training*, 55(3), 282-288
- Netter, F. H. (2019). *Atlas de anatomía humana*. Elsevier.
- Newell, N., Little, J. P., Christou, A., Adams, M. A., Adam, C. J., & Masouros, S. D. (2017). Biomechanics of the human intervertebral disc: A review of testing techniques and results. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 69, 420-434
- Niewiadomski, C., Bianco, R. J., Afquir, S., Evin, M., & Arnoux, P. J. (2019). Experimental assessment of cervical ranges of motion and compensatory strategies. *Chiropractic & manual therapies*, 27, 9
- Nunes, A. M. P., Martins J. P. A., Marques, M. M., Petersen, K. K., & Arendt-nielsen, L. (2021). Pressure pain thresholds in office workers with chronic neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain Practice*, 21(7), 799-814
- O'Leary, S., Falla, D., Elliott, J. M., & Jull, G. (2009). Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 39(5), 324-333

- O'Leary, S., Falla, D., & Jull, G. (2011). The relationship between superficial muscle activity during the cranio-cervical flexion test and clinical features in patients with chronic neck pain. *Manual therapy*, 16(5), 452-455
- Oliveira, A. K., Dibai-Filho, A. V., Soleira, G., Machado, A., & Guirro, R. (2021). Reliability of pressure pain threshold on myofascial trigger points in the trapezius muscle of women with chronic neck pain. *Revista da Associacao Medica Brasileira (1992)*, 67(5), 708-712
- Oliveira, C., Navarro, R., Ruiz, J. A., & Brito, E. (2007). Biomecánica de la columna vertebral. *Canarias médica y quirúrgica*, 12(4), 35-43
- Oostendorp, R. A., Rutten, G. M., Dommerholt, J., Nijhuis-van der Sanden, M. W., & Harting, J. (2013). Guideline-based development and practice test of quality indicators for physiotherapy care in patients with neck pain. *Journal of evaluation in clinical practice*, 19(6), 1044-1053
- Osama M. (2021). Effects of autogenic and reciprocal inhibition muscle energy techniques on isometric muscle strength in neck pain: a randomized controlled trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 34(4), 555-564
- Osmotherly, P. G., Rivett, D. A., & Rowe, L. J. (2012). The anterior shear and distraction tests for craniocervical instability. An evaluation using magnetic resonance imaging. *Manual therapy*, 17(5), 416-421
- Osmotherly, P. G., Rivett, D. A., & Mercer, S. R. (2013). Revisiting the clinical anatomy of the alar ligaments. *European spine*, 22(1), 60-64
- Øverås, C. K., Myhrvold, B. L., Røsok, G., & Magnesen, E. (2017). Musculoskeletal diagnostic ultrasound imaging for thickness measurement of four principal muscles of the cervical spine -a reliability and agreement study. *Chiropractic & Manual Therapies*, 25(1), 2

- Overton, M., Du Plessis, H., & Sole, G. (2018). Electromyography of neck and shoulder muscles in instrumental musicians with musculoskeletal pain compared to asymptomatic controls: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal science & practice*, 36, 32-42
- Palacios Ceña, D., Albaladejo Vicente, R., Hernández Barrera, V., Lima Florencio, L., Fernández de Las Peñas, C., Jimenez Garcia, R., López de Andrés, A., de Miguel Diez, J., & Perez Farinos, N. (2021). Female gender is associated with a higher prevalence of chronic neck pain, chronic low back pain, and migraine: results of the Spanish National Health Survey, 2017. *Pain medicine*, 22(2), 382–395
- Panjabi, M. M., Oxland, T. R., & Parks, E. H. (1991). Quantitative anatomy of cervical spine ligaments. Part I. Upper cervical spine. *Journal of spinal disorders*, 4(3), 270-276
- Pencle, F. J., & Mesfin, F. B. (2022). Cervical Disc Injuries. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Pérez Castro, D., Rojas del Campo, L. H., Hernández Tápanes, S., Bravo Acosta, T., & Delgado Sánchez, O. (2011). Actualización sobre cervicalgias mecánicas agudas. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 3(2), 109-122
- Park, G., Kim, C. W., Park, S. B., Kim, M. J., & Jang, S. H. (2011). Reliability and usefulness of the pressure pain threshold measurement in patients with myofascial pain. *Annals of rehabilitation medicine*, 35(3), 412-417
- Petrone, B., & Dowling, T. J. (2022). Cervical Dislocation. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Plaghki, L., Mouraux, A., & Le Bars, D. (2018). Fisiología del dolor. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 39(1) 1-22
- Popescu, A., & Lee, H. (2020). Neck Pain and Lower Back Pain. *The Medical clinics of North America*, 104(2), 279-292

- Porreca, F., & Navratilova, E. (2017). Reward, motivation, and emotion of pain and its relief. *Pain*, 158(Suppl 1), S43-S49
- Prushansky, T., Pevzner, E., Gordon, C., & Dvir, Z. (2006). Performance of cervical motion in chronic whiplash patients and healthy subjects: the case of atypical patients. *Spine*, 31(1), 37-43
- Prushansky, T., & Dvir, Z. (2008). Cervical motion testing: methodology and clinical implications. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 31(7), 503-508
- Radcliff, K. E., Hussain, M. M., Moldavsky, M., Klocke, N., Vaccaro, A. R., Albert, T. J., Khalil, S., & Bucklen, B. (2015). In vitro biomechanics of the craniocervical junction—a sequential sectioning of its stabilizing structures. *The spine journal*, 15(7), 1618-1628
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976-1982
- RamosAlaniz, A., Guajardo Rosas, J., Chejne Gómez, F., Juárez Lemus, A. M., & Ayón Villanueva, H. (2018). Mecanismos para prevenir dolor agudo a crónico. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 41 (Supl 1), 44-47
- Rampazo, É. P., da Silva, V. R., de Andrade, A., Back, C., Madeleine, P. M., Arendt-Nielsen, L., & Liebano, R. E. (2021). Sensory, motor, and psychosocial characteristics of individuals with chronic neck pain: a case-control study. *Physical therapy*, pzab104
- Reddy, R. S., Tedla, J. S., Dixit, S., & Abohashrh, M. (2019). Cervical proprioception and its relationship with neck pain intensity in subjects with cervical spondylosis. *BMC musculoskeletal disorders*, 20(1), 447

- Redmond, A. D. (1992). Prognostic factors in soft tissue injuries of the cervical spine. *Injury*, 23(1)
- Reichling, D. B., Green, P. G., & Levine, J. D. (2013). The fundamental unit of pain is the cell. *Pain*, 154 Suppl 1, S2-S9
- Reiley, A. S., Vickory, F. M., Funderburg, S. E., Cesario, R. A., & Clendaniel, R. A. (2017). How to diagnose cervicogenic dizziness. *Archives of physiotherapy*, 7, 12
- Ribeiro, D. C., Belgrave, A., Naden, A., Fang, H., Matthews, P., & Parshottam, S. (2018). The prevalence of myofascial trigger points in neck and shoulder-related disorders: a systematic review of the literature. *BMC musculoskeletal disorders*, 19(1), 252
- Ringkamp, M., Raja, S. N., Campbell, J. N., & Meyer, R.A. (1986). *Peripheral mechanisms of cutaneous nociception* (6<sup>th</sup> ed). Elsevier
- Roland M. O. (1986). A critical review of the evidence for a pain-spasm-pain cycle in spinal disorders. *Clinical biomechanics*, 1(2), 102-109.
- Roux, C., & Bronsard, N. (2016). Cervicalgia común y neuralgias cervicobraquiales. *EMC - Aparato Locomotor*, 49(3), 1-18
- Safiri, S., Kolahi, A. A., Hoy, D., Buchbinder, R., Mansournia, M. A., Bettampadi, D., Ashrafi-Asgarabad, A., Almasi-Hashiani, A., Smith, E., Sepidarkish, M., Cross, M., Qorbani, M., Moradi-Lakeh, M., Woolf, A. D., March, L., Collins, G., & Ferreira, M. L. (2020). Global, regional, and national burden of neck pain in the general population, 1990-2017: systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *BMJ*, 368, m791
- Sahin, N., Karataş, O., Ozkaya, M., Cakmak, A., & Berker, E. (2008). Demographics features, clinical findings and functional status in a group of subjects with cervical

myofascial pain syndrome. *Agri : Agri (Algoloji) Derneği'nin Yayın organidir = The journal of the Turkish Society of Algology*, 20(3), 14-19

- Schomacher, J., & Falla, D. (2013). Function and structure of the deep cervical extensor muscles in patients with neck pain. *Manual therapy*, 18(5), 360-366
- Serrano Aguilar, P., Kovacs, F. M., Cabrera Hernández, J. M., Ramos Goñi, J. M., & García Pérez, L. (2011). Avoidable costs of physical treatments for chronic back, neck and shoulder pain within the Spanish National Health Service: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 12, 287.
- Sierra, I. A., Lozano, L., Dávila, C., Mora, J., & Tramontini, C. (2018). Anatomía de la columna vertebral en radiografía convencional. *Revista Médica Sanitas*, 21(1), 39-46
- Sneddon L. U. (2018). Comparative Physiology of Nociception and Pain. *Physiology*, 33(1), 63-73
- Soriano, J. B., Rojas Rueda, D., Alonso, J., Antó, J. M., Cardona, P., Fernández, E., García Basteiro, A. L., Benavides, F. G., Glenn, S. D., Krish, V., Lazarus, J. V., Martínez Raga, J. M., Masana, M. F., Nieuwenhuijsen, M. J., Ortiz, A., Sánchez Niño, M. D., Serrano Blanoc, A., Tortajada Girbés, M., Tyrovolas, S., Haro, J. M., Naghavi, M., Murray, C. J. L., & colaboradores de GBD en España. (2018). La carga de enfermedad en España: resultados del Estudio de la Carga Global de las Enfermedades 2016. *Medicina Clínica*, 151(5), 171-190
- Stanton, T. R., Leake, H. B., Chalmers, K. J., & Moseley, G. L. (2016). Evidence of impaired proprioception in chronic, idiopathic neck pain: systematic review and meta-analysis. *Physical therapy*, 96(6), 876-887
- Steinmetz, M. P., Mroz, T. E., & Benzel, E. C. (2010). Craniovertebral junction: biomechanical considerations. *Neurosurgery*, 66(3 Suppl), 7-12

- Strimpakos, N., Sakellari, V., Gioftsos, G., Kapreli, E., & Oldham, J. (2006). Cervical joint position sense: an intra- and inter-examiner reliability study. *Gait & posture*, 23(1), 22-31
- Tamayo, D.I., Bravo, A.T., Fernández, L., Coronados, Y., & Pérez, C. (2018). Influencia del tratamiento rehabilitador en la calidad de vida de pacientes con cervicalgia mecánica. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 10(1), 98-108
- Torralba, A., Miquel, A., & Darba, J. (2014). Situación actual del dolor crónico en España: iniciativa Pain Proposal. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(1), 16-22
- Torres, R. (2008). *La columna cervical: evaluación clínica y aproximaciones terapéuticas, tomo I* (1ª ed). Editorial médica panamericana
- Tousignant, M., Duclos, E., Laflèche, S., Mayer, A., Tousignant-Laflamme, Y., Brosseau, L., & O'Sullivan, J. P. (2002). Validity study for the cervical range of motion device used for lateral flexion in patients with neck pain. *Spine*, 27(8), 812-817
- Tubbs, R. S., Salter, E. G., & Oakes, W. J. (2004). The accessory atlantoaxial ligament. *Neurosurgery*, 55(2), 400-404
- Tubbs, R. S., Hallock, J. D., Radcliff, V., Naftel, R. P., Mortazavi, M., Shoja, M. M., Loukas, M., & Cohen-Gadol, A. A. (2011). Ligaments of the craniocervical junction. *Journal of neurosurgery Spine*, 14(6), 697-709
- van der Wal J. (2009). The architecture of the connective tissue in the musculoskeletal system-an often overlooked functional parameter as to proprioception in the locomotor apparatus. *International journal of therapeutic massage & bodywork*, 2(4), 9-23
- Vargas, M. (2012). Anatomía y exploración física de la columna cervical y torácica. *Medicina legal de Costa Rica*, 29(2), 77-92

- Vernon, H., & Mior, S. (1991). The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 14(7), 409-415
- Vernon H. (2008). The Neck Disability Index: state-of-the-art, 1991-2008. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 31(7), 491-502
- Vlaeyen, J., & Linton, S. J. (2012). Fear-avoidance model of chronic musculoskeletal pain: 12 years on. *Pain*, 153(6), 1144-1147
- Waeyaert, P., Jansen, D., Bastiaansen, M., Scafoglieri, A., Buyl, R., Schmitt, M., & Cattrysse, E. (2016). Three-dimensional cervical movement characteristics in healthy subjects and subgroups of chronic neck pain patients based on their pain location. *Spine*, 41(15), E908-E914
- Walton, D. M., Carroll, L. J., Kasch, H., Sterling, M., Verhagen, A. P., Macdermid, J. C., Gross, A., Santaguida, P. L., Carlesso, L., & ICON (2013). An overview of systematic reviews on prognostic factors in neck pain: results from the International Collaboration on Neck Pain (ICON) Project. *The open orthopaedics journal*, 7, 494-505
- Watier, B. (2006). Comportement mécanique du rachis cervical : une revue de littérature. Mechanical behaviour of cervical spine: literature update. *ITBM-RBM*, 27(3), 92-106
- Willaert, W., Malfliet, A., Coppieters, I., Lenoir, D., De Pauw, R., Danneels, L., Roussel, N., Meeus, M., Cagnie, B., Nijs, J., & Kregel, J. (2020). Does pain neuroscience education and cognition-targeted motor control training improve cervical motor output? Secondary analysis of a randomized clinical trial. *Pain*, 20(6), 600-614
- Williams, A., & Craig, K. D. (2016). Updating the definition of pain. *Pain*, 157(11), 2420-2423

- Wolan Nieroda, A., Guzik, A., Mocer, P., Druzbicki, M., & Maciejczak, A. (2020). Assessment of Interrater and Intrarater Reliability of Cervical Range of Motion (CROM) Goniometer. *BioMed research international*, 2020, 8908035
- Woller, S. A., Eddinger, K. A., Corr, M., & Yaksh, T. L. (2017). An overview of pathways encoding nociception. *Clinical and experimental rheumatology*, 35 Suppl 107(5), 40-46
- Woolf C. J. (2011). Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*, 152(3 Suppl), S2-S15
- Young, I. A., Dunning, J., Butts, R., Mourad, F., & Cleland, J. A. (2019). Reliability, construct validity, and responsiveness of the neck disability index and numeric pain rating scale in patients with mechanical neck pain without upper extremity symptoms. *Physiotherapy theory and practice*, 35(12), 1328-1335
- Zhao, X., Zhu, C. Z., Yang, H., & Guo, W. (2020). *Zhongguo gu shang (China journal of orthopaedics and traumatology)*, 33(5), 435-439
- Zicarelli, C., Santos, J., Poli-Frederico, R. C., Silva, R. A., Barrilec, F., Barrette, G., Iida, L. M., Russo, P. P., Larangeira, L., Fernandes, M., & Fernandes, K. (2021). Reliability of pressure pain threshold to discriminate individuals with neck and low back pain. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 34(3), 363-370

# ANEXOS

## Anexo 1: Consentimiento informado

*“Alteraciones de la movilidad, somatosensorial y control motor en pacientes con dolor de cuello”*

### 1. ¿Qué es y qué persigue este estudio?

Este estudio tiene como objetivo evaluar la relación que tienen tanto los músculos cervicales, así como otras estructuras relacionadas, con la perpetuación del dolor de cuello. **La participación en el estudio es totalmente voluntaria**, por lo que no se encuentra obligado a participar en él, pudiendo abandonarlo en cualquier momento si así lo desea.

### 2. ¿Cómo se realizará el estudio y lugar de realización?

Una vez se determina que usted puede participar en el estudio ya que cumple los criterios de inclusión que se han establecido, se le explicará el procedimiento a seguir.

Primero, se le tomará sus datos personales, así como la historia de su dolor (si lo tuviera). A continuación, se le realizará una exploración física exhaustiva sobre su cuello y cómo este influye en distintos aspectos de su vida. En esta evaluación se le realizará un análisis de la movilidad y de la actividad que presenta su musculatura cervical durante la ejecución de una tarea sencilla, además de observar si existieran puntos sensibles de dolor a la palpación.

El tiempo de duración de la exploración será de aproximadamente de 45 minutos. Todas las exploraciones serán realizadas en la Sala de Estesiología, localizada en la primera planta del Edificio Departamental II - Clínica Universitaria de la Universidad Rey Juan Carlos (Campus de Ciencias de la Salud en Alcorcón), adscrita al Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física.

### 3. Beneficios y riesgos

Esta investigación se realiza sin ánimo de lucro y únicamente con fines de investigación. Los datos recogidos permitirán obtener más información sobre el comportamiento de la musculatura cervical y su asociación con el dolor cervical. La exploración de la columna

conlleva un riesgo mínimo durante su realización, pudiendo aparecer una ligera sensación de molestia durante la realización de cualquiera de las evaluaciones. La mayoría de las exploraciones que se le aplicarán son indoloras; sin embargo, en algunos casos, es necesario evocar una sensación dolorosa, pero nunca conllevará a un inicio o incremento del dolor inicial. En el caso de que alguna maniobra la percibiera como dolorosa, puede comunicarlo al fisioterapeuta encargado de la evaluación, llegando a suspender tal acción.

Para cualquier aclaración o duda que pueda surgirle, rogamos que se ponga en contacto con los investigadores del proyecto cuyos datos se encuentran al final de este consentimiento informado.

#### **4. Confidencialidad de los datos y autonomía del paciente**

De acuerdo con la Ley Orgánica de Protección de datos de Carácter Personal 3/2018 de 5 de diciembre, los datos que se le requieren son los necesarios para poder llevar a cabo la realización de este estudio. Ninguno de estos datos será revelado a otras personas externas. De acuerdo con la ley vigente, usted tiene derecho al acceso de sus datos personales y en los términos establecidos en la normativa vigente, usted también tiene derecho a su rectificación y cancelación. Si así lo desea, deberá solicitarlo al investigador principal y al profesional que le atiende. Los resultados del estudio podrán ser comunicados a las autoridades sanitarias y, eventualmente, a la comunidad científica a través de congresos y/o publicaciones, manteniendo siempre el anonimato total de sus participantes.

Su participación es totalmente anónima, sin embargo, sus nombres estarán registrados en una lista de control que será guardada por el investigador principal, a la cual sólo se recurrirá en los momentos imprescindibles durante el desarrollo de la investigación.

Asimismo, de acuerdo a la Ley 41/2002 de autonomía del paciente, usted tiene derecho a conocer toda la información disponible sobre su salud que se obtenga en el presente estudio. Además, usted tiene derecho a que se respete su voluntad de no ser informada si así lo desea. Si usted solicita cualquier dato clínico de la investigación, ésta se le comunicará de forma comprensible y adecuada. Por tanto, los profesionales que le atiendan durante el presente estudio serán los responsables de informarle en cada caso si usted lo solicita.

El tratamiento, la comunicación y la cesión de datos de carácter personal de todos los sujetos participantes en este estudio se ajustan a lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD), recogidos en el Reglamento General de Protección de Datos (en adelante, RGPD) del 25 de

mayo de 2018 y en todo aquello que no estuviera contemplado en dichos reglamentos, a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Protección de datos 3/2018 de 5 de diciembre. Así, usted puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación del tratamiento, a la portabilidad de datos, oposición y derecho a no someterse a la toma de decisiones automatizadas, incluyendo la elaboración de perfiles, poniéndose en contacto con el investigador principal del estudio (abajo firmante). Así mismo tiene derecho a dirigirse a la Agencia de Protección de Datos si no quedara satisfecho. De igual forma, tiene el derecho de revocar su participación en el estudio en cualquier momento sin tener que dar ninguna explicación ni razón para ejercerlo

Yo (nombre del paciente), ..... he sido informado por D<sup>a</sup> Laura Bonilla Barba, he podido realizar las preguntas necesarias sobre el estudio y he aceptado voluntariamente mi participación en el mismo sobre el dolor cervical. A su vez, he leído la hoja de consentimiento informado que me ha sido entregada y aclarada las dudas posibles que pueda tener.

Fecha.....

Firma del participante:

Laura Bonilla Barba: [l.bonillab@alumnos.urjc.es](mailto:l.bonillab@alumnos.urjc.es)

## Anexo 2: Recogida de datos

### HOJA DE IDENTIFICACIÓN E HISTORIA CLÍNICA

Nº de caso/control:

A. Identificación del paciente:

Nombre:

Edad:

Teléfono de contacto:

Actualmente, ¿trabaja?

SI

NO

B. Antecedentes personales (otras enfermedades):

C. Tiempo (meses) desde el que padece de dolor de cuello:

D. Intensidad habitual del dolor (0-10):

E. Lado                      DCHA                      IZDA                      BILATERAL

F. Factores agravantes:

G. Medicación actual:

**RANGO DE MOVILIDAD CERVICAL**

	1ª MEDIDA	2ª MEDIDA
FLEXIÓN		
EXTENSIÓN		
LATEROFLEXIÓN DERECHA		
LATEROFLEXIÓN IZQUIERDA		
ROTACIÓN DERECHA		
ROTACIÓN IZQUIERDA		

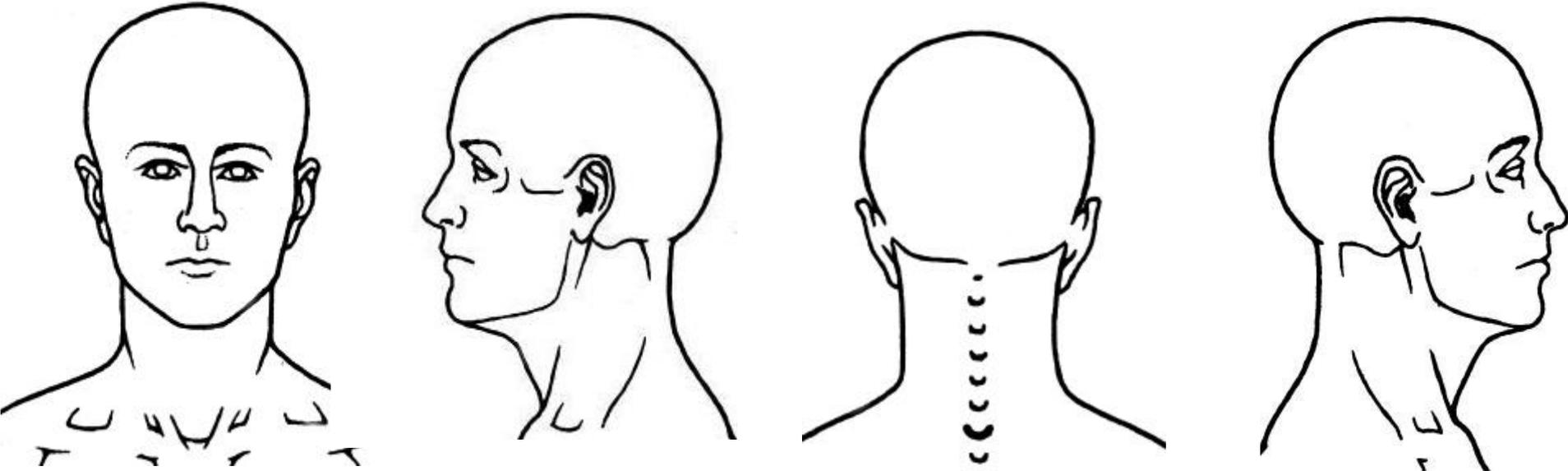
**UMBRAL DE DOLOR PRESIÓN**

	1ª MEDIDA	2ª MEDIDA	3ª MEDIDA
PILAR ARTICULAR C5/C6 DERECHA			
PILAR ARTICULAR C5/C6 IZQUIERDA			
SEGUNDO META DERECHO			
SEGUNDO META IZQUIERDO			
TRAPECIO SUPERIOR DERECHO			
TRAPECIO SUPERIOR IZQUIERDO			
TIBIAL ANTERIOR DERECHO			
TIBIAL ANTERIOR IZQUIERDO			

**PUNTOS GATILLO MIOFASCIALES**

	SI	NO	IRRADIACIÓN
TRAPECIO DERECHO			
TRAPECIO IZQUIERDO			
ECOM DERECHO			
ECOM IZQUIERDO			
SUBOCCIPITALES			
ESPLENIO DE LA CABEZA DERECHO			
ESPLENIO DE LA CABEZA IZQUIERDO			

**SUBJECT NECK PAIN DRAWING**



## Anexo 3: Cuestionario Neck Disability Index (NDI)

Este cuestionario ha sido diseñado para dar información al médico sobre cómo ha afectado su dolor de cuello a su capacidad para hacer frente a la vida cotidiana. Responda por favor todas las secciones y marque en cada sección únicamente el recuadro que encaje con su situación. Comprendemos que usted puede considerar que son dos las frases que cuadran con su situación, pero le rogamos que marque únicamente el recuadro de la que describa con mayor precisión su problema.

### Sección 1 – Intensidad del dolor

- No siento dolor por ahora.
- El dolor es muy leve por ahora.
- El dolor es moderado por ahora.
- El dolor es bastante intenso por ahora.
- El dolor es muy intenso por ahora.
- El dolor es el peor imaginable por ahora.

### Sección 2 – Cuidado personal (aseo, vestirse, etc.)

- Puedo cuidar de mí mismo con normalidad sin sentir ningún dolor extra.
- Puedo cuidar de mí mismo con normalidad, pero me produce más dolor.
- Me resulta doloroso cuidar de mí mismo y soy lento y cuidadoso.
- Necesito algo de ayuda, pero puedo cuidar de mí mismo en la mayoría de los casos.
- Necesito que me ayuden todos los días en la mayor parte de las cuestiones de mi cuidado personal.
- No me visto, me lavo con dificultad y me quedo en la cama.

### Sección 3 – Levantamiento de pesos.

- Puedo levantar grandes pesos sin sentir más dolor.
- Puedo levantar grandes pesos, pero el dolor aumenta.
- El dolor me impide levantar grandes pesos del suelo, pero puedo hacerlo si están convenientemente situados, por ejemplo, sobre una mesa.
- El dolor me impide levantar grandes pesos, pero puedo levantar pesos ligeros o moderados si están convenientemente situados.
- Puedo levantar pesos muy ligeros.
- No puedo levantar ni acarrear nada en absoluto.

### Sección 4 – Lectura

- Puedo leer tanto como quiero sin sentir dolor en el cuello.
- Puedo leer tanto como quiero con un ligero dolor en el cuello.
- Puedo leer tanto como quiero con un dolor moderado en el cuello.

- No puedo leer todo lo que quiero debido a un dolor moderado en el cuello.
- Apenas puedo leer nada en absoluto debido a un intenso dolor en el cuello.
- No puedo leer nada en absoluto.

#### **Sección 5 – Dolores de cabeza**

- No tengo dolores de cabeza en absoluto.
- Tengo ligeros dolores de cabeza que se presentan con poca frecuencia.
- Tengo dolores de cabeza moderados que se presentan con poca frecuencia.
- Tengo dolores de cabeza moderados que se presentan con frecuencia.
- Tengo intensos dolores de cabeza que aparecen con frecuencia.
- Tengo dolores de cabeza casi constantemente.

#### **Sección 6 – Concentración**

- Puedo concentrarme plenamente cuando quiero sin dificultad.
- Puedo concentrarme plenamente cuando quiero con una pequeña dificultad.
- Tengo bastantes dificultades para concentrarme cuando quiero hacerlo.
- Tengo muchas dificultades para concentrarme cuando quiero hacerlo.
- Tengo muchísimas dificultades para concentrarme cuando quiero hacerlo.
- No puedo concentrarme en lo más mínimo.

#### **Sección 7 – Trabajo**

- Puedo trabajar tanto como quiero.
- Puedo hacer únicamente mi trabajo habitual, pero no más.
- Puedo hacer la mayor parte de mi trabajo habitual, pero no más.
- No puedo hacer mi trabajo habitual.
- Apenas puedo hacer ningún trabajo.
- No puedo hacer ningún trabajo en absoluto.

#### **Sección 8 – Conducir**

- Puedo conducir mi automóvil sin ningún dolor en el cuello.
- Puedo conducir mi automóvil todo el tiempo que quiero con un ligero dolor en el cuello.
- Puedo conducir mi automóvil todo el tiempo que quiero con un dolor moderado en el cuello.
- No puedo conducir mi automóvil todo el tiempo que quiero debido a un dolor moderado en el cuello.
- Apenas puedo conducir debido a un intenso dolor en el cuello.
- No puedo conducir mi automóvil en absoluto.

#### **Sección 9 – Dormir**

- No tengo problemas para dormir.
- Mi sueño está ligeramente alterado (menos de 1 hora de insomnio).
- Mi sueño está levemente alterado (de 1 a 2 horas de insomnio).

- Mi sueño está moderadamente alterado (de 2 a 3 horas de insomnio).
- Mi sueño está muy alterado (de 3 a 5 horas de insomnio).
- Mi sueño está completamente alterado (de 5 a 7 horas de insomnio).

#### **Sección 10 – Actividades recreativas**

- Puedo participar en todas mis actividades recreativas sin el menor dolor en el cuello.
- Puedo participar en todas mis actividades recreativas con algún dolor en el cuello.
- Puedo participar en la mayoría, pero no en todas mis actividades recreativas habituales, debido al dolor de cuello.
- Puedo participar en unas pocas de mis actividades recreativas habituales, debido a mi dolor en el cuello.
- Apenas puedo hacer ninguna actividad recreativa debido a mi dolor de cuello.
- No puedo hacer ninguna actividad recreativa en absoluto.