

Granados Lara, J.; Cid-Yagüe, L.; Martínez de Haro, V. (2021) Training Focused on Deep Cervical Muscles to Prevent Neck Pain. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 21 (84) pp. 779-804  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista84/artentrenamiento1290.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista84/artentrenamiento1290.htm)  
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.84.010>

## ORIGINAL

# ENTRENAMIENTO CENTRADO EN LA MUSCULATURA CERVICAL PROFUNDA EN PREVENCIÓN DEL DOLOR DE CUELLO

## TRAINING FOCUSED ON DEEP CERVICAL MUSCLES TO PREVENT NECK PAIN

Granados Lara, J.<sup>1</sup>; Cid-Yagüe, L.<sup>2</sup> y Martínez-de-Haro, V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Colaborador grupo de investigación "Actividad Física, Educación y Salud". Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana. Universidad Autónoma de Madrid (España) [gijuan15@gmail.com](mailto:gijuan15@gmail.com)

<sup>2</sup> Profesores del grupo de investigación "Actividad Física, Educación y Salud". Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana. Universidad Autónoma de Madrid (España) [lourdes.cid@uam.es](mailto:lourdes.cid@uam.es), [vicente.martinez@uam.es](mailto:vicente.martinez@uam.es)

**Código UNESCO / UNESCO CODE:** 2411.99 Otras (Actividad Física y Salud) / Others (Physical Activity and Health)

**Clasificación del Consejo de Europa / European Council Classification:** 17 Otras (Actividad Física y Salud) / Others (Physical Activity and Health)

**Recibido** 10 de septiembre 2019 **Received** September 10, 2019

**Aceptado** 6 julio de 2021 **Accepted** July 6, 2021

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue crear un programa de entrenamiento de la musculatura cervical profunda, para orientar a los profesionales de la actividad física y del deporte en el trabajo con ella.

Hay muy pocas pautas relacionadas con el trabajo de ésta, al mismo tiempo que la literatura científica nos muestra su estrecha relación con el dolor cervical.

Por ello, se utilizan las investigaciones previas para crear un programa de entrenamiento centrado en la musculatura cervical profunda. Así como sus correspondientes métodos de evaluación, entre los que se incluye un nuevo test de extensión cervical con el que se pretende conseguir una valoración de la fuerza y la resistencia más adecuada.

Finalmente se presenta un estudio de caso de una mujer sin dolor cervical, pero con factores de riesgo asociados, que sigue el programa como forma de prevención, mostrando un claro progreso tras la finalización de este.

**PALABRAS CLAVE:** Prevención, semiespinosos cervicales, largo del cuello, largo de la cabeza, fuerza isométrica.

## **ABSTRACT**

The objective of the study was to create a training program for deep cervical muscles and help physical activity and sports professionals when exercising them.

There are very few guidelines related to exercising these muscles, but at the same time, scientific literature demonstrates its close connection with neck pain.

Therefore, previous research is used in order to develop a training program focused on deep cervical muscles, as well as its corresponding evaluation methods, including a new cervical extensor test aimed at achieving a more accurate estimation of strength and resistance.

Finally, a case study is presented; a woman not suffering from neck pain but having associated risk factors, who follows the program as a means of preventing it, showing clear progress after its completion

**KEYWORDS:** Prevention, cervical semispinous, neck length, head length, isometric strength.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, se está muy familiarizado con el dolor de cuello. Pues afecta aproximadamente a 300 millones de personas en el mundo, siendo una de las principales causas de discapacidad (James et al., 2018). Presenta una prevalencia anual media cercana al 26%, con mayor incidencia en mujeres y en una población de entre 35 a 49 años (Hoy et al., 2010), llegándose a estimar que la mitad de la población mundial sufrirá al menos un episodio de dolor de cuello a lo largo de su vida (Pérez-Fernández et al., 2020). Además no presenta un pronóstico de recuperación muy esperanzador, pues entre el 50% y el 75% de las personas que han sufrido dolor de cuello, volverán a experimentar síntomas similares en un plazo de uno a cinco años más tarde (De Araujo et al., 2020; Pierobon et al., 2017; Tsang et al., 2021).

Al consultar las guías clínicas se remarca la importancia de la actividad física para reducir el dolor de cuello. Estableciéndose como elementos fundamentales el mantener una vida activa y entrenar tanto los rangos de movilidad, como la fuerza del cuello (Zadro et al., 2019).

Y es esto lo que se trabaja principalmente a la hora de atender a personas con dolor de cuello en centros de fisioterapia. Así como el buen funcionamiento de regiones asociadas como la cintura escapular, las extremidades superiores (Im et al., 2016; Kay et al., 2012; Lin et al., 2018; Murray et al., 2015) o la pared abdominal (He et al., 2019). De manera que encontramos intervenciones en este sentido (De Campos et al., 2018; Lin et al., 2018; Villanueva et al., 2020). Sin

embargo, cuando se centra en la musculatura cervical (Ludvigsson et al., 2020), se ve que las intervenciones suelen enfocarse sobre la musculatura superficial cervical (Alpayci & Ilter, 2017; De Campos et al., 2018; Murray et al., 2015), olvidando la musculatura profunda. Pues el estudio sobre esta última es escaso, mucho menor, especialmente cuando nos referimos al campo de la actividad física y el deporte.

De esta manera, con el objetivo de orientar a los profesionales de las ciencias de la actividad física y el deporte, se optó por investigar sobre la musculatura cervical profunda. Para ello, lo primero, fue recoger información acerca de su importancia en relación con el dolor de cuello y su aplicación en el contexto de entrenamiento para prevenir y tratar este dolor.

Asimismo, se utilizó la información obtenida para desarrollar un programa de entrenamiento centrado en la musculatura cervical profunda, así como los métodos de evaluación que nos permiten valorar el progreso de los participantes. El programa se diseñó con el objetivo de poder aplicarlo a personas sin dolor que pretenden prevenir la aparición de este, por presentar factores de riesgo asociados.

El objetivo de este trabajo consiste en presentar una rutina de trabajo de prevención del dolor de cuello centrado en el trabajo de la musculatura profunda mostrando las evaluaciones a realizar.

## **2. CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA**

Si se centra la atención en aquellas intervenciones que persiguen un correcto funcionamiento de la musculatura cervical (Gross et al., 2015; Kay et al., 2012; O'Riordan et al., 2014). Se ve que generalmente se tiene la intención de alcanzar un equilibrio muscular que permita mantener una postura cervical neutra en situación de descanso (Hrysomallis, 2016), pues en personas con dolor de cuello es frecuente encontrar una postura en flexión cervical baja y extensión craneocervical (Silva et al., 2009).

Otra de las características comunes que se encuentran entre personas con dolor cervical, es el cambio de los patrones de activación muscular. En esta población es frecuente encontrar un aumento de la activación de la musculatura cervical superficial, conllevando una activación menor de la musculatura cervical profunda (Bonilla-Barba et al., 2020; Deborah Falla et al., 2004; Schomacher, Farina, et al., 2012; Schomacher & Falla, 2013). Situación generada por una falta de sincronización entre las motoneuronas correspondientes (Pierobon et al., 2017), que también se ve reflejada en la activación retrasada de la musculatura profunda. Situación que expone a la región cervical a mayores fuerzas de perturbación provenientes principalmente de los movimientos de extremidades superiores (Deborah Falla et al., 2004; Pierobon et al., 2017).

Esta situación de inhibición de la musculatura profunda, termina por provocar que la musculatura superficial se vea obligada a desarrollar labores para las cuales no está preparada (Jull & Falla, 2016), de forma que con el paso del tiempo tiende a sobrecargarse, generalmente provocando dolor. Aunque no se

sabe con claridad si en algunos casos, estos cambios en los patrones de activación pueden ser consecuencia del dolor, en lugar de la causa (O'Leary et al., 2011).

Como se ha dicho, las intervenciones de dolor cervical suelen centrarse en la musculatura superficial. Pero esto no quiere decir que se haya ignorado por completo en este campo a la musculatura cervical profunda. Pues cada vez se investiga más acerca de ella, e incluso se encuentran intervenciones desde el campo que nos ocupa.

Como detalle significativo, Martínez de Haro y cols. (1995), encontraron que, en chicos de 15 años, los mejores valores en la prueba de sit-up, estaba relacionado, entre otros factores, con el perímetro del cuello. Un mayor perímetro indica una masa muscular mayor, y por lo tanto, más fuerza en esa musculatura. Este hecho lo explicaron como la necesidad de mantener siempre la cabeza en una posición de equilibrio y por lo tanto mejorar la fuerza con cada ejercicio que se realice.

## **2.1. FLEXIÓN CRANEOCERVICAL**

Los flexores cervicales profundos, es decir, principalmente el largo del cuello y largo de la cabeza tienen una influencia directa sobre la flexión craneocervical, aunque en personas con dolor de cuello se encuentran patrones de activación muscular distorsionados, dando como resultado la inhibición de esta musculatura (O'Leary et al., 2011), lo que provoca que los músculos de la zona cervical superficial tiendan a estar excesivamente excitados (Jull & Falla, 2016).

Para responder a esta situación existen ejercicios capaces de activar esta musculatura de forma selectiva, como es el caso de los ejercicios de flexión craneocervical (De Araujo et al., 2020). En los que el sujeto, en decúbito supino, realiza flexiones craneocervicales controladas. De esta forma, es capaz de realizar el movimiento utilizando la musculatura profunda. A la vez que el entrenador puede detectar fácilmente si activa la musculatura superficial, mediante la palpación de esta. Este último aspecto es fundamental porque una baja activación de la musculatura superficial muestra una alta activación de la musculatura profunda (Jull & Falla, 2016). En el caso de que el examinador note una excesiva activación de la musculatura superficial, se asocia a un descenso de la activación profunda y el ejercicio finaliza (De Araujo et al., 2020).

En estos ejercicios se coloca un esfigmomanómetro (Stabilizer Pressure Biofeedback, Chattanooga Group) bajo la nuca del participante. De manera que el sujeto conoce de forma instantánea la presión que está ejerciendo durante el ejercicio y puede regularla voluntariamente (De Araujo et al., 2020). Ya que la flexión craneocervical reduce el espacio entre la camilla y la curva cervical, presionando el aparato. Y así, el participante puede realizar flexiones craneocervicales isométricas alcanzando diferentes presiones.

Esta forma de entrenamiento de la musculatura profunda se ha extendido en gran parte gracias a la creación de un test de flexión craneocervical que sigue este mismo protocolo, y que nos permite conocer de forma sencilla la fuerza

asociada a esta musculatura profunda (O'Leary et al., 2011). Aunque inicialmente se utilizaban pruebas de flexión cervical resistidas sobre la frente pero estas generaban una mayor activación de la musculatura superficial (O'Leary et al., 2007). Existen diferentes versiones de este test, pero la mayor parte de ellas coinciden en dividir el protocolo en fases que midan la presión que se es capaz de generar usando la musculatura profunda, y en otras que valoren la resistencia (Pierobon et al., 2017).

Este entrenamiento dirigido a los flexores cervicales profundos, se encuentra en diferentes intervenciones, tanto para personas con dolor de cuello como para asintomáticas, mostrándonos su eficacia para fortalecer la musculatura deseada, reducir el dolor de cuello y mejorar la postura (Deborah Falla et al., 2004).

Algunos autores (Pierobon et al., 2017) sostienen que ante el mal funcionamiento de determinadas regiones musculares es necesario comenzar con ejercicios de activación selectiva (O'Leary et al., 2011) y utilizar cargas bajas, para más adelante poder pasar a utilizar cargas mayores y ejercicios genéricos de fuerza (O'Leary et al., 2011; Schomacher & Falla, 2013).

Entre las diferentes intervenciones sobre flexores cervicales profundos se encuentran aquellas que utilizan ejercicios similares al test de flexión craneocervical, es decir, utilizan contracciones isométricas generalmente de 10 segundos, en diferentes niveles de presión. Destacan las de Suvarnato y cols. (2019), Lin y cols. (2018) y Chung y Jeong (2018). También se debe atender a la amplia revisión de Price et al. (2020) con diferentes intervenciones sobre personas con dolor crónico inespecífico de cuello, entre las que se hace referencia a las de Yildiz et al. (2018), Falla et al. (2013) y Kim y Kwag (2016), por utilizar ejercicios similares a los descritos hasta ahora. Ejercicios que también utilizan Ludvigsson y cols. (2015) en su intervención. Sin embargo, es importante señalar que tanto los ejercicios con cinta, como los llevados a cabo en planos inclinados no trabajan los flexores cervicales profundos de forma específica, ya que la activación superficial es demasiado elevada (Peolsson et al., 2013).

## **2.2. EXTENSIÓN CERVICAL**

Los estudios que se encuentran asociados con los músculos extensores cervicales profundos pretenden en su mayoría detectar de qué manera se pueden activar los semiespinosos cervicales, sin producir una gran activación de extensores superficiales como el esplenio de la cabeza. Pues esta condición es fundamental si se quiere modificar el patrón de activación.

Para ello, se evaluó la activación de la musculatura extensora tanto en ejercicios con bandas de resistencia como en aquellos que utilizan diferentes inclinaciones, viéndose que ninguno de estos conseguía activar específicamente la musculatura profunda (Peolsson et al., 2013).

Por otra parte, los estudios de Schomacher, Petzke y cols. (2012) y Schomacher y cols. (2015), evaluaron esta relación de activación en diferentes situaciones, concluyendo que se consigue una gran activación selectiva de los semiespinosos cervicales (ratio cercano a 2,5) al aplicar resistencia manual en

sentido de flexión sobre la cara dorsal de una vértebra cervical, mientras esta es resistida por el sujeto a través de una contracción isométrica en sentido opuesto para mantener una posición neutra de las vértebras cervicales.

Esto se explica atendiendo a la ventaja mecánica de la musculatura examinada debido a que el esplenio de la cabeza tiene una mayor influencia sobre la articulación craneocervical, mientras que los semiespinosos cervicales influyen en mayor medida en una parte más caudal de las cervicales. Posteriormente, Schomacher y cols. (2015) siguiendo un protocolo similar concluyeron que la mayor activación se produce en los fascículos cuya inserción es inmediatamente distal a la resistencia aplicada, es decir, si la resistencia hacia flexión se aplica sobre C3, el fascículo que mayor activación demuestra es aquel que se inserta en C4, y los fascículos distales a este presentan una activación progresivamente menor. Todo ello, se afianza además, en los resultados de un estudio previo (Schomacher, Dideriksen, et al., 2012) en el que ya se explicaba que la activación de cada uno de los fascículos de los semiespinosos cervicales variaba en función de su ventaja mecánica ante una determinada demanda.

Este hecho supone un hallazgo fundamental en relación con el tema que nos ocupa. Ya que la investigación de Schomacher y Falla (2013) nos muestra que la debilidad o el mal funcionamiento de la musculatura profunda no tiene por qué presentarse de forma generalizada entre todos los fascículos musculares, sino que puede darse en unos más que en otros. Por lo que a la hora de trabajar con una persona, el entrenamiento se debe adaptar a sus condiciones individuales, pudiendo incidir en unos fascículos más que en otros.

Como se ha comentado antes, uno de los principales intereses a la hora de estudiar la activación de los semiespinosos cervicales es saber de qué forma se puede conseguir su activación selectiva, para utilizarlos en un futuro como formas de intervención, como por ejemplo, el ejercicio con presión manual hacia flexión que se ha descrito en los estudios de Schomacher, Petzke, y cols. (2012) y Schomacher y cols. (2015).

Otro estudio en este sentido, es el de Elliott y cols. (2010). En él, valoraron la extensión craneocervical isométrica, manteniendo la región cervical neutra desde decúbito prono. En ella encontraron una gran activación de la musculatura superficial, de forma que no se puede considerar un ejercicio específico de musculatura profunda.

Schomacher et al. (2015) analizaron la activación muscular en diferentes ejercicios de cuello. En ellos ejercían resistencia manual sobre un sujeto que respondía con contracciones isométricas máximas, en sentido opuesto para mantener la cabeza y las cervicales en una posición neutra. En uno de los ejercicios, el sujeto se colocaba de pie, inclinado de forma que el tronco, cuello y cabeza quedan alineados y se apoya con los antebrazos sobre una camilla respondiendo a una resistencia hacia flexión, mientras que en los demás, el sujeto se encontraba sentado y recibía resistencia hacia extensión, de tracción o de compresión. Las ratios de activación muscular, entre esplenios y semiespinosos cervicales, obtenidos fueron cercanos a 1, de manera que no se pueden considerar estos ejercicios como específicos de la musculatura cervical

profunda, aunque se plantea su posible utilización en fases finales de entrenamiento.

Finalmente en la investigación de Rivard y cols. (2017) en lugar de utilizar ejercicios con resistencia manual, se colocó una cinta rodeando la cabeza a la altura de la frente, a la que se unía una cuerda con un peso de baja carga en su extremo. El sujeto se colocaba de pie y se valoraba la activación muscular en función de la posición de la cuerda. En el plano sagital se encontró una mayor activación de los semiespinosos cervicales que de los esplenios de la cabeza en las diferentes direcciones, mostrando todas, ratios cercanas a 1.5. También se incluyó el estudio de la resistencia a la rotación, colocando la cuerda sobre el plano frontal, pero se encontraron ratios ligeramente inferiores a 1. Lo que supone una mayor activación de los esplenios de la cabeza que de los semiespinosos cervicales, por lo que no se utilizan como forma de entrenamiento de la musculatura cervical profunda.

No son muchas las propuestas de entrenamiento de musculatura cervical profunda en las que se incluye el trabajo de los semiespinosos cervicales. Pero se encuentra la intervención de Suvarnato y cols. (2019). En ella, para trabajar la extensión cervical se utilizan ejercicios isométricos de extensión cervical isométrica contra resistencia manual aplicada hacia flexión sobre C2, siguiendo el protocolo de Schomacher, Petzke, y cols. (2012). Consiguiéndose un aumento de la fuerza de extensión cervical, así como una mejora de la postura de la cabeza, menor dolor y mayor funcionalidad.

Para evaluar la resistencia de extensión cervical generalmente se utiliza el test de extensión en decúbito prono (Sebastian et al., 2015), al que se le añade un dinamómetro sobre occipital cuando el objetivo es valorar la fuerza (Suvarnato et al., 2019). Sin embargo, este ejercicio activa en igual medida tanto la musculatura profunda como la superficial (Elliott et al., 2010), de forma que no resulta adecuado si nuestra intención es valorar la fuerza de semiespinosos cervicales. Al mismo tiempo que en este tipo de pruebas, existen factores que influyen de forma fundamental en el resultado final como puede ser el peso de la cabeza. Es por ello, que en la propuesta de intervención que supone este trabajo, se explica una nueva forma de valorar la fuerza de semiespinosos cervicales, ajustándonos a la literatura científica actual.

### **3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO**

La intervención se diseñó generando una fase de valoración y cuatro fases de entrenamiento. Cada una de estas fases está compuesta por dos sesiones realizadas en días separados, dentro de una misma semana. Sin embargo, las dos sesiones de valoración se realizaron una al comienzo y la otra al final de las fases de la intervención, incluyendo en cada una de las sesiones las cinco pruebas que nos permiten conocer tanto el punto de partida de los sujetos que se van a entrenar, como su situación al finalizar la intervención.

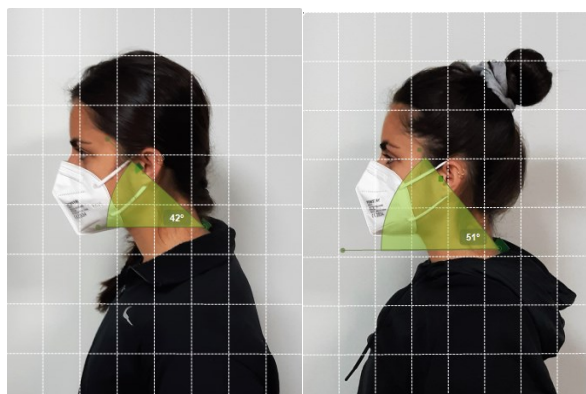
### 3.1. PRUEBAS DE EVALUACIÓN

Se presentan cuatro pruebas a realizar, previa y posteriormente, más una quinta que realizarán los profesionales de fisioterapia, ya que los profesionales de la actividad física y el deporte trabajarán, en principio y salvo prescripción médica que lo permita, siempre sin dolor.

#### 3.1.1. ÁNGULO CRANEOVERTEBRAL

Este ángulo informa de lo adelantada que se encuentra la cabeza en posición de bipedestación relajada. Y aunque exista gran controversia sobre su relación con el dolor cervical, aquí sí se registra su evolución, ya que nos permite generar comparaciones con multitud de estudios.

Este ángulo se mide entre la horizontal que pasa por C7 y la línea que pasa por el trago y C7 desde una vista lateral (Lee et al., 2017). De forma que un ángulo menor muestra una posición más anteriorizada de la cabeza. El protocolo de medición se basó en el utilizado en el artículo de Silva y cols. (2009), localizando las vértebras por palpación de las apófisis espinosas (Schomacher et al., 2013), y tomando una fotografía de perfil al examinado, con este situado mirando al frente y en una posición de bipedestación cómoda con los pies a la anchura de los hombros (ver Figura 1).



*Nota.* La imagen izquierda hace referencia a la medición previa a la intervención y la imagen derecha a la medición después de la intervención.

**Figura 1.** Medición del ángulo craneovertebral

#### 3.1.2. TEST DE FLEXIÓN CRANEOCERVICAL

Para valorar la fuerza y resistencia de los flexores craneocervicales profundos, es decir, el largo de la cabeza y el largo del cuello, se utilizó el test de flexión craneocervical, pues se recomienda en una gran variedad de artículos y guías clínicas (De Araujo et al., 2020; Pérez-Fernández et al., 2020). Como ya se ha explicado, este se lleva a cabo utilizando un esfigmomanómetro (Stabilizer Pressure Biofeedback, Chattanooga Group) situado bajo la nuca del examinado que se encuentra en decúbito supino y preinflado hasta 20mm Hg. El examinador se coloca a su lado palpando la musculatura cervical superficial y enseñando el esfigmomanómetro al examinado. Se puede ver una imagen del test de flexión craneocervical en la representación del ejercicio de flexión craneocervical con esfigmomanómetro de la Figura 9.



El test de flexión craneocervical que se utiliza, se realiza en tres etapas.

La primera etapa es de instrucción del examinado, en la que se pretende que se familiarice con el gesto a realizar, por lo que se hacen contracciones de 2-3 segundos hasta los niveles de presión 22, 24, 26, 28 y 30mm Hg.

La segunda etapa es la evaluación de la presión máxima, es decir, el examinado realiza repeticiones controladas de 10 segundos, pasando por cada nivel de presión, con descansos de 45 segundos entre cada una de las repeticiones. Se considera presión de activación, aquella presión máxima que haya conseguido mantener durante 10 segundos sin generar compensaciones (Pierobon et al., 2017).

La tercera etapa se centra en la resistencia. En ella, se realizan contracciones isométricas de 10 segundos en el nivel de presión máximo alcanzado en la etapa anterior (presión de activación), con un descanso de 30 segundos entre ellas. Una vez más, el test finaliza cuando se producen compensaciones como la activación excesiva de la musculatura cervical superficial, cuando se pierde más del 20% de la presión objetivo (generalmente 2mm Hg) o cuando se llega a realizar 10 repeticiones. Una vez finalizada esta etapa se calcula el índice de performance multiplicando el número de repeticiones por el aumento de presión generado, es decir, si se han hecho 5 repeticiones de 26mm Hg, el índice sería 30 (5 repeticiones x 6 mm Hg = 30).

### **3.1.3. TEST DE EXTENSIÓN CERVICAL**

Con el objetivo de evaluar la fuerza y resistencia de la musculatura cervical profunda encargada de la extensión, concretamente los semiespinosos cervicales, se propone un test basado en lo expuesto previamente en el apartado de extensión cervical, acerca de cómo lograr una activación selectiva de los semiespinosos cervicales.

Este test se lleva a cabo con el examinado sentado en una silla, con los pies apoyados en el suelo, rodillas y cadera a 90 grados y las manos sobre las rodillas. La espalda se apoya contra el respaldo para evitar compensaciones con el movimiento del cuerpo, una cinta de 1,5 cm de ancho rodea el cuello del examinado contactando con este en sus laterales y parte posterior. Se comienza en ligera flexión cervical baja y se realiza una extensión cervical baja isométrica de forma controlada para alcanzar la posición cervical neutra, ejerciendo fuerza contra la cinta.

Esta contracción isométrica se realiza contra una cinta que provoca resistencia hacia flexión, en dirección horizontal, unida a una resistencia fija. Para medir la fuerza ejercida se coloca un dinamómetro (Suiff Pro, Grup Estel), entre la cinta y la resistencia fija. El examinador es el encargado de detectar y evitar que el sujeto genere compensaciones con el movimiento del tronco o de los hombros.

El test de extensión cervical que se propone se divide en tres fases.

La primera fase se dedica a educar en el gesto al examinado, para que se familiarice con este y sea capaz de realizarlo sin compensaciones como movimientos torácicos o de los hombros. Se explica al sujeto que debe hacer una extensión cervical baja y una vez comprende cómo hacerlo, se le indica que en el test deberá hacer una contracción isométrica similar contra una cinta que le generará resistencia hacia flexión en dirección horizontal. Se permite al examinado que haga contracciones isométricas de 2-3 segundos, aplicando poca fuerza y variando la colocación de la cinta sobre diferentes vértebras cervicales.

La segunda fase pretende evaluar la fuerza de los extensores cervicales profundos. Para ello, el examinado hace extensiones isométricas de la región cervical baja, sin llegar a sentir dolor, con el objetivo de medir el pico de fuerza alcanzado en ese espacio de tiempo. Se realizan dos contracciones isométricas máximas de cinco segundos, sobre las apófisis espinosas de C1, C3 y C6 (ver Figura 2). Como en esta fase nuestro objetivo es detectar picos de fuerza máxima, se pretende que las mediciones se realicen con la menor fatiga posible. Por lo que entre repeticiones se descansa 30 segundos y entre niveles cervicales 3 minutos. El test se interrumpe si se realizan compensaciones indeseadas como movimientos del tronco o los hombros.



**Nota.** En la esquina superior izquierda se representa la posición inicial sobre C1, en la que la examinada ejerce presión con su índice contra sus pómulos para mantener la cinta en una posición correcta antes de ejercer fuerza; en la esquina superior derecha la contracción sobre C1; en la esquina inferior izquierda la contracción sobre C3; y en la esquina inferior derecha la contracción sobre C6.

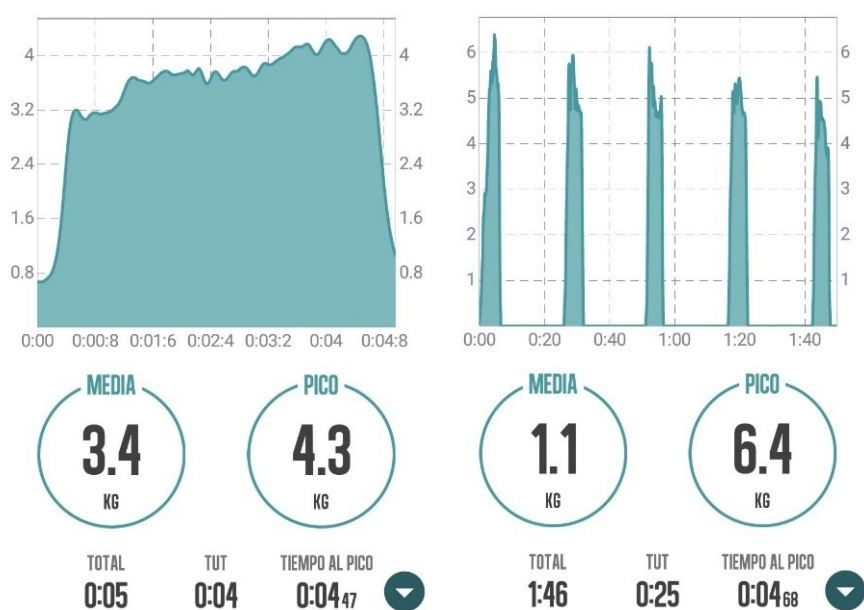
**Figura 2.** Test de extensión cervical

Para localizar cada una de las apófisis espinosas se considera C2 como el primer hueso detectable por palpación caudal al occipital y C1 como la zona inmediatamente proximal a C2; y para detectar C3 y C6 se cuentan cada una de las vértebras en sentido caudal a C2 y se comprueba contando en sentido contrario desde C7, siendo C7 la apófisis espinosa más prominente y por tanto fácil de identificar (Schomacher et al., 2013).

Al aplicar la fuerza sobre diferentes alturas de las cervicales, conseguimos activar los diferentes fascículos selectivamente y así evaluar la fuerza de estos (Schomacher, Dideriksen, et al., 2012), pues la pérdida de funcionalidad puede darse de forma irregular entre ellos. Sin embargo, no se realiza el test en cada una de las vértebras porque fatigaría en exceso al examinado, distorsionando los resultados obtenidos en las últimas repeticiones.

La tercera fase, se centra en la resistencia. Así que en este caso se realizan contracciones isométricas máximas sin dolor de 5 segundos de duración, con 20 segundos de descanso entre ellas. El objetivo es realizar el máximo número de repeticiones posible, aguantando los cinco segundos y sin generar picos de fuerza por debajo del 80% de la fuerza máxima, es decir, si se pierde más de un 20% de la fuerza máxima se finaliza. El test finaliza si se realizan cinco repeticiones cumpliendo las condiciones marcadas o se infringe alguna de ellas. Una vez más, se lleva a cabo sobre C1, C3 y C6 con un descanso de 4 minutos entre niveles.

En la Figura 3 se ven dos ejemplos de la representación gráfica que nos aporta el dinamómetro (Suiff Pro, Grup Estel) al realizar las mediciones tanto de fuerza máxima, como de resistencia en el test de extensión.



**Nota.** A la izquierda se ve un ejemplo de test de fuerza máxima y a la derecha un ejemplo de test de resistencia.

**Figura 3.** Representación gráfica obtenida a través de Suiff Pro

### 3.1.4. NECK DISABILITY INDEX

Con la intención de valorar qué afectación supone el dolor de cuello sobre la vida de cada sujeto, se utiliza el test *Neck Disability Index*. Este test es uno de los más utilizados en contextos como el que nos ocupa (Young et al., 2018) y en este caso se utilizará la versión traducida al castellano, cuya validez está

demostrada por Andrade Ortega y cols. (2010). Es complementario a los tres test anteriores y se utiliza para valorar si hay algún tipo de limitación funcional.

### 3.1.5. NUMERIC PAIN RATING SCALE

Para conocer el dolor de cuello percibido por cada sujeto, los fisioterapeutas utilizan el test *Numeric Pain Rating Scale*, escala validada para su utilización en contextos clínicos por Young y cols. (2018). En este test la intensidad del dolor se mide con una escala de 11 puntos, del 0 al 10. Siendo 0 dolor inexistente y 10 el peor dolor imaginable.

## RUTINA DE TRABAJO

### 3.2. CALENTAMIENTO

Al inicio de cada sesión de la intervención se lleva a cabo el calentamiento que está compuesto por movilidad articular y masaje de la musculatura cervical superficial. Se puede ver más en detalle en la tabla 1.

Aunque exista cierta controversia sobre el uso de los masajes en el calentamiento, diversas investigaciones (MacDonald et al., 2013; Sullivan et al., 2013; Wiewelhove et al., 2019), muestran que el masaje previo a la práctica de actividad física sobre un determinado grupo muscular permite aumentar la flexibilidad de este, sin disminuir su capacidad de contracción. De forma que se recomienda incluirlo dentro del calentamiento. En este caso, fuera del ámbito clínico y sin la presencia de un fisioterapeuta, se recurrirá al automasaje por parte del ejecutante.

CALENTAMIENTO		
Ejercicio	Descripción	Observaciones
Movilidad articular	Flexo-extensión craneocervical	Hacer todos los movimientos de forma lenta y controlada.
	Flexo-extensión cervical baja	
	Separación lateral derecha e izquierda (en la nomenclatura anatómica no existe la flexión lateral)	Realizar la circunducción inferior y superior de forma separada para evitar riesgo lesivo.
	Rotación	
Circunducción		
Masaje de musculatura superficial	Extensores cervicales y de la cabeza: Trapezio superior Elevador de la escápula Esplenio de la cabeza Esternocleidomastoideo	Utilizar una pelota y masajear suavemente en círculos.
	Flexores cervicales: Escaleno anterior Cutáneo del cuello	

Tabla 1. Calentamiento

### 3.3. FASES DE ENTRENAMIENTO

El entrenamiento se centra en conseguir una mayor activación y posterior fortalecimiento de la musculatura cervical profunda, en concreto, la responsable de la flexión cervical alta o craneocervical y la extensión cervical baja, pues es el patrón del que carece la mayor parte de la población con dolor de cuello (Mahmoud et al., 2019; Silva et al., 2009).

A la hora de estructurar las fases de un programa de entrenamiento de la musculatura cervical profunda, se debe atender al motivo por el que esta se encuentra debilitada, ya que no nos vale de nada aplicar grandes cargas a la musculatura que se encuentra inhibida. Antes de eso, se necesita aumentar su activación (O'Leary et al., 2011), de esta manera, en fases iniciales (fase 1 y fase 2) será imprescindible realizar ejercicios cuyo objetivo sea facilitar la activación de la musculatura que se encuentra inhibida, por lo que se utilizarán ejercicios de cargas bajas y con ratios de activación altos sobre la musculatura objetivo, pues se necesita centrarse en el componente neuromuscular (O'Leary et al., 2011; Schomacher & Falla, 2013), aunque en el paso de la primera a la segunda fase se ve un aumento de la carga y el volumen de trabajo, con descansos amplios para evitar la fatiga que desencadenase el uso de la musculatura superficial.

Sin embargo, en fases más avanzadas del programa, cuando el sujeto active con más facilidad la musculatura profunda, se puede aumentar la carga de los ejercicios porque en este momento pasará a cobrar un papel fundamental del entrenamiento la fuerza y la resistencia a través de un punto de vista morfológico muscular (O'Leary et al., 2003; Pierobon et al., 2017; Schomacher & Falla, 2013). Es por ello, que en la fase 3 se continúa aumentando la carga y aparece un ejercicio que sigue generando una mayor activación profunda que superficial, pero con un ratio menor, ya que en este punto de la intervención lo que nos interesa es fortalecer esa musculatura en planos y situaciones diferentes de la vida diaria (Pierobon et al., 2017), como aquellas en las que se tiende a descender la mirada (Yoon et al., 2020). En la misma línea, en la fase 4 se pasan a utilizar ejercicios con ratios de activación similares entre musculatura superficial y profunda porque en esta fase nos interesa generar grandes activaciones de la musculatura profunda, a la vez que contracciones sinérgicas que establezcan el movimiento. Las fases de entrenamiento se ven de forma detallada en las tablas 2 a 5.

<b>FASE 1</b>	
OBJETIVO	Activar selectivamente la musculatura cervical profunda.
CONTENIDOS	Flexión craneocervical y extensión cervical baja.
<b>Flexión craneocervical</b>	
EJERCICIO	Flexión craneocervical con esfigmomanómetro
DESCRIPCIÓN	Desde una posición inicial similar al test de flexión craneocervical (20mm Hg). Se realizan flexiones craneocervicales alcanzando 22mm Hg en cada repetición y volviendo a la posición de inicio. Se repite lo mismo para los niveles 24, 26, 28 y 30mm Hg.

CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- 3 series x 10 repeticiones. Una serie incluye realizar las repeticiones en cada nivel de presión. - Descanso: 30" entre niveles de presión, 2' entre series.
<b>Extensión cervical baja</b>	
EJERCICIO	Extensión cervical baja contra resistencia manual.
DESCRIPCIÓN	Desde una posición inicial similar al test de extensión cervical baja, se hacen contracciones isométricas de este mismo movimiento, contra la resistencia opuesta por el entrenador. Este resiste hacia flexión el movimiento, ejerciendo presión con el pulgar y dedo corazón sobre una vértebra en cada serie (llevarlo a cabo sobre C1, C3 y C6). El entrenador responde con la misma fuerza que genera el sujeto, para mantener las cervicales en una posición neutra.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- Fuerza isométrica del 50% sobre la contracción voluntaria máxima sin dolor. - 3 series x 10 repeticiones isométricas de 5". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada uno de los niveles cervicales. - Descanso: 30" entre niveles cervicales, 2' entre series.

**Tabla 2.** Fase 1

<b>FASE 2</b>	
OBJETIVO	Fortalecer la musculatura cervical profunda de forma selectiva.
CONTENIDOS	Flexión craneocervical y extensión cervical baja.
<b>Flexión craneocervical</b>	
EJERCICIO	Flexión craneocervical con esfigmomanómetro.
DESCRIPCIÓN	Similar al ejercicio de flexión craneocervical con esfigmomanómetro de la fase 1, pero manteniendo una contracción isométrica en la presión objetivo de cada repetición.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- 3 series x 10 contracciones isométricas de 5". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada nivel de presión. - Descanso: 1' entre niveles de presión, 3' entre series
<b>Extensión cervical baja</b>	
EJERCICIO	Extensión cervical baja contra resistencia manual.
DESCRIPCIÓN	Similar al ejercicio de extensión cervical baja contra resistencia manual de la fase 1.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- Fuerza isométrica del 50% sobre la contracción voluntaria máxima sin dolor (primera serie), segunda y tercera serie al 75%. - 3 series x 10 repeticiones isométricas de 10". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada uno de los niveles cervicales. - Descanso: 1' entre niveles cervicales, 2' entre series.

**Tabla 3.** Fase 2

<b>FASE 3</b>	
OBJETIVO	Fortalecer la musculatura cervical profunda de forma selectiva.
CONTENIDOS	Flexión craneocervical y extensión cervical.
<b>Flexión craneocervical</b>	
EJERCICIO	Flexión craneocervical con esfigmomanómetro.

DESCRIPCIÓN	Similar al ejercicio de flexión craneocervical con esfigmomanómetro de la fase 2.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- 3 series x 10 contracciones isométricas de 10". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada nivel de presión. - Descanso: 2' entre niveles de presión, 4' entre series
<b>Extensión cervical baja</b>	
EJERCICIO 1	Extensión cervical baja contra resistencia manual.
DESCRIPCIÓN	Similar al ejercicio de extensión cervical baja contra resistencia manual de la fase 1 y 2.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- Fuerza isométrica del 75% sobre la contracción voluntaria máxima sin dolor. - 2 series x 10 repeticiones isométricas de 5". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada uno de los niveles cervicales. - Descanso: 1' entre niveles cervicales, 2' entre series
EJERCICIO 2	Extensión cervical con banda frontal.
DESCRIPCIÓN	Se comienza en bipedestación con una banda rodeando la cabeza a la altura de la frente. La banda se encuentra unida a una cinta rígida conectada a un dinamómetro con origen fijo. El entrenador sujeta el dinamómetro para evitar que el sujeto entrenado tenga que soportar su peso. Se hacen contracciones isométricas de extensión cervical resistidas por la cinta. La inclinación de la cinta varía: - 30 grados sobre la horizontal (inclinado) - Horizontal - 30 grados bajo la horizontal (declinado) - Vertical
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- Fuerza isométrica de 0.6 kg en la primera serie y 1 kg en la segunda serie. - 4 Flexiones series x 10 repeticiones isométricas de 10"). - Se varía la flexión después de hacer 2 series. - Descanso: 2' entre series, 3' entre inclinaciones diferentes

**Tabla 4. Fase 3**

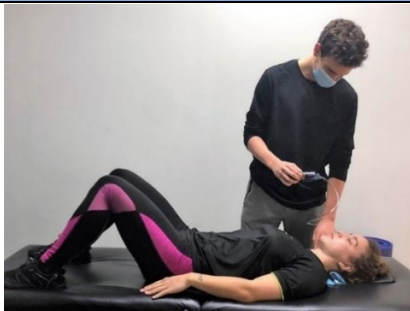

<b>FASE 4</b>	
OBJETIVO	Fortalecer la musculatura cervical profunda y generar contracciones sinérgicas de esta junto a la musculatura superficial y de flexores con extensores.
CONTENIDOS	Flexión cervical y extensión cervical baja.
<b>Flexión cervical</b>	
EJERCICIO	Flexión cervical contra resistencia manual.
DESCRIPCIÓN	Desde una posición de sedestación, con los pies apoyados en el suelo, la espalda contra el respaldo de la silla, las manos sobre los muslos y las caderas y rodillas a 90 grados, se hacen contracciones isométricas cervicales. En este caso de flexión cervical, contra la resistencia opuesta por el entrenador. Este resiste hacia extensión el movimiento, ejerciendo presión con la palma de la mano sobre una parte del cuerpo en cada serie (llevarlo a cabo sobre la frente, la zona ventral de C1 o de C6). El entrenador responde con la misma fuerza que genera el sujeto, para mantener las cervicales en una posición neutra.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	- Fuerza isométrica del 50% sobre la contracción voluntaria máxima sin dolor. - 3 series x 10 contracciones isométricas de 10". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada una de las partes señaladas (frente, C1, C6). - Descanso: 1' entre partes señaladas, 2' entre series

Extensión cervical baja	
EJERCICIO	Extensión cervical baja contra resistencia manual, con apoyo de antebrazos.
DESCRIPCIÓN	Para la posición inicial el sujeto flexiona las caderas y las rodillas hasta apoyar sus antebrazos sobre una camilla, manteniendo la columna de forma neutra. Una vez colocado hace contracciones isométricas de extensión cervical baja contra la resistencia opuesta por el entrenador. Este resiste hacia flexión el movimiento, ejerciendo presión con el pulgar y dedo corazón sobre una vértebra en cada serie (llevarlo a cabo sobre C1, C3 y C6). El entrenador responde con la misma fuerza que genera el sujeto, para mantener las cervicales en una posición neutra.
CARGA/ VOLUMEN/ DESCANSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuerza isométrica del 50% sobre la contracción voluntaria máxima sin dolor.</li> <li>- 3 series x 10 repeticiones isométricas de 10". Una serie incluye realizar las repeticiones en cada uno de los niveles cervicales.</li> <li>- Descanso: 1' entre niveles cervicales, 2' entre series</li> </ul>

Tabla 5. Fase 4

### 3.4. EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO

Los ejercicios utilizados a lo largo de las diferentes fases de entrenamiento se representan en la Figura 4.

EJERCICIO	IMAGEN
Flexión craneocervical con esfigmomanómetro	
Extensión cervical baja contra resistencia manual	



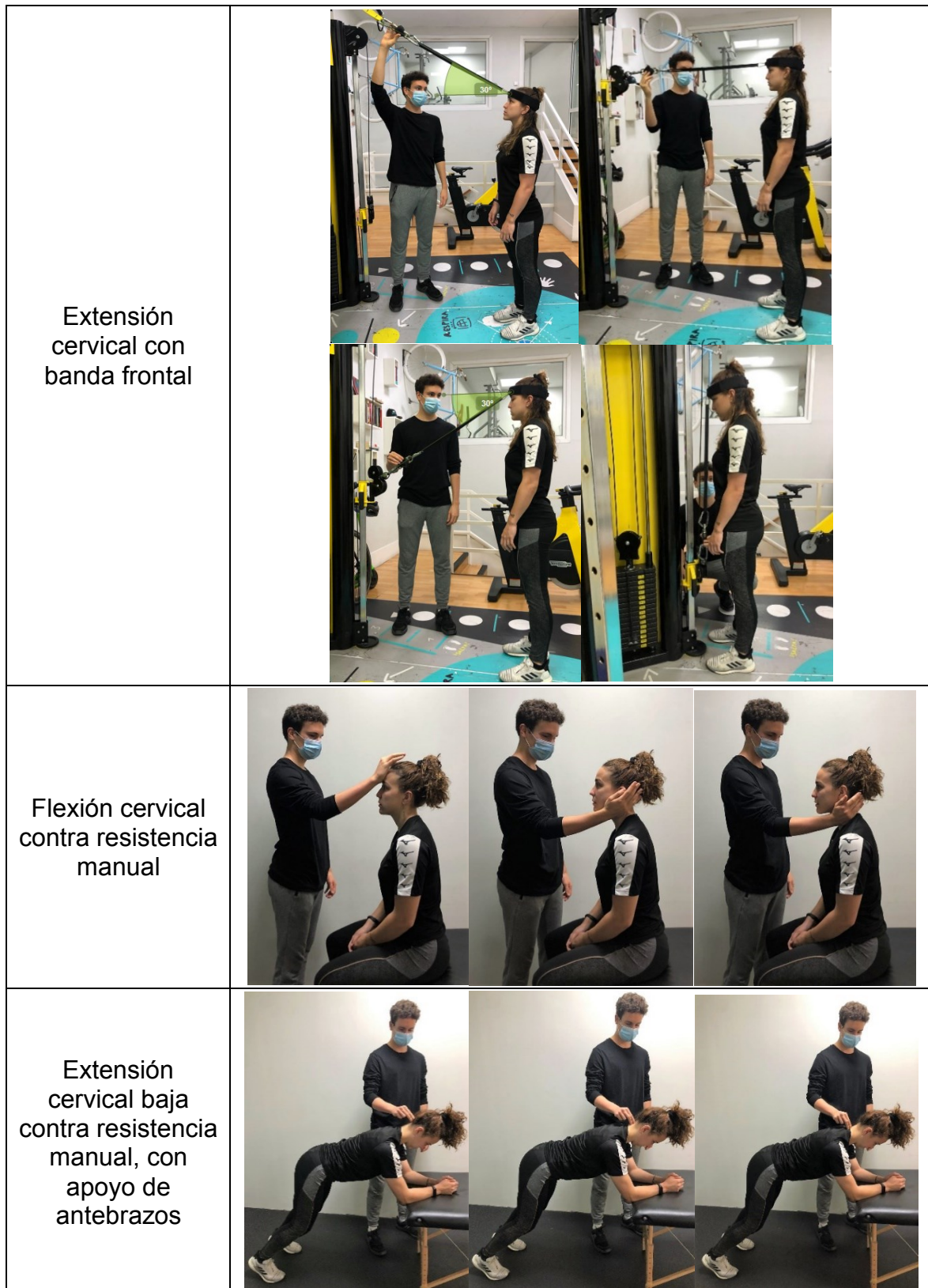


Figura 4. Ejercicios de entrenamiento

#### 4. ESTUDIO DE CASO

El programa de entrenamiento se puso en práctica en una mujer de 23 años, sin dolor cervical en el momento de la intervención. Pero esta sí había tenido

episodios de dolor durante el último año, además de tener una postura con cabeza adelantada. Como ya se ha explicado anteriormente, ambas situaciones suponen factores de riesgo para desarrollar dolor cervical en el futuro (Blanpied et al., 2017; Mahmoud et al., 2019). De esta manera se aplica el programa de entrenamiento propuesto, con la intención de prevenir un posible dolor de cuello.

Los entrenamientos se llevaron a cabo los lunes y miércoles durante 5 semanas consecutivas, formando un total de 10 sesiones.

Los resultados obtenidos en las pruebas *Numeric Pain Rating Scale*, *Neck Disability Index* y ángulo craneovertebral se reúnen en la tabla 6. Aunque las mediciones de este último se pueden ver más en detalle en la tabla 1. Los resultados del test de flexión craneocervical se encuentran en la tabla 7.

**Tabla 6.** Resultados de NPRS, NDI y el ángulo craneovertebral

NPRS (0-10)		NDI (0-50)		Ángulo CV (grados)	
Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
0	0	3	2	42	51

*Nota.* NPRS = Numeric Pain Rating Scale; NDI = Neck Disability Index; CV = Craneovertebral

**Tabla 7.** Resultados del test de flexión craneocervical

Presión de activación (mm Hg)		Índice de performance	
Pre	Post	Pre	Post
30	30	4 repeticiones = 40	8 repeticiones = 80

En la fase de fuerza máxima del test de extensión se realizaban dos mediciones para reducir la influencia de posibles intentos fallidos. Los resultados de estas aparecen reflejados en la tabla 8.

**Tabla 8.** Resultados de la parte de fuerza máxima del test de extensión cervical

Nivel cervical	Medición de fuerza (kgfuerza)			
	Pre		Post	
<b>C1</b>	4.3	5.3	6.9	7.1
<b>C3</b>	5.1	5.6	6.3	6.5
<b>C6</b>	5.3	5.5	5.8	6.8

Una vez se conocen ambos resultados, se utiliza el mayor de ellos como valor de fuerza máxima de cada nivel cervical, para poder evaluar la evolución del sujeto analizado. Estos resultados se pueden ver en la Tabla 9, junto a los de resistencia, aunque es necesario señalar la importancia de conocer los valores que suponen el 80% de la fuerza máxima en cada nivel cervical, pues estos son imprescindibles para decidir cuántas repeticiones de la prueba de resistencia se ajustan a lo establecido (ver Tabla 10).

**Tabla 9.** Resultados totales del test de extensión cervical

Nivel cervical	Fuerza máxima (kgfuerza)		Resistencia (0-5)	
	Pre	Post	Pre	Post
<b>C1</b>	5.3	7.1	3	5
<b>C3</b>	5.6	6.5 (6.8)*	3	5
<b>C6</b>	5.5 (5.8)*	6.8	5	5

*Nota.* \*Valor de fuerza máximo obtenido en la prueba de resistencia

**Tabla 10.** Valor mínimo de fuerza considerado válido en el test de resistencia

Nivel cervical	80% Fuerza máxima (kgfuerza)	
	Pre	Post
<b>C1</b>	4.24	5.68
<b>C3</b>	4.48	5.44
<b>C6</b>	4.64	5.44

Para analizar los resultados obtenidos es necesario atender a cada una de las pruebas de la fase de valoración.

El ángulo craneovertebral cobra un especial interés a la hora de valorar la evolución de la participante, ya que, al haber aplicado el programa de entrenamiento como forma de prevención de dolor de cuello, se suele reflejar de forma muy pobre la evolución de este con pruebas de dolos y discapacidad.

En este caso se ve un valor inicial del ángulo craneovertebral de 42 grados, este resultado tan bajo puede resultar sorprendente al provenir de una persona sin dolor habitual, sin embargo puede entenderse por la gran variabilidad que encuentran algunos autores (Ghamkhar & Kahlaee, 2019) respecto a esta variable y el dolor cervical. Asimismo, se ve una evolución considerable pues en la valoración final se alcanzan los 51 grados, demostrando una postura cervical más adecuada, cercana a los valores medios encontrados por Silva y cols. (2009) y Suvarnato et al. (2019), y lejos de la posición de cabeza adelantada que se encontró en un inicio. Sin embargo, este gran cambio a lo largo de la intervención no debe explicarse únicamente atendiendo al aumento de la fuerza, ya que existen factores que también influyen determinantemente como puede ser su propiocepción o control postural de esta región.

Cuando nos referimos a la fuerza del largo del cuello y del largo de la cabeza, se ve que el test de flexión craneocervical también nos muestra una evolución positiva ya que la presión de activación se mantiene en el máximo posible (30mm Hg), situándose por encima de la media de personas asintomáticas que se encuentra cercana a 28mmHg (Chiu et al., 2005; Fernández-De-Las-Peñas et al., 2007). Y en la prueba destinada a medir la resistencia se comenzó con 40 puntos, valor inferior a la media esperada, cercana a 60 (Fernández-De-Las-Peñas et al., 2007; Jull et al., 1999, como se citó en Lin et al., 2018), mostrando debilidad de la musculatura cervical profunda, y justificando en mayor medida la participación del sujeto en el programa. Y se finalizó la intervención con un índice de performance de 80, superando con creces los valores medios.

De esta manera, se comprueba que se produjo un aumento de la fuerza de los flexores cervicales profundos, cumpliendo con uno de los objetivos del programa.

Finalmente, al analizar los resultados de los test de extensión, se ve un claro aumento tanto de la fuerza como de la resistencia. Pues la fuerza máxima pasa de valores cercanos a 5,5 kgfuerza, hasta valores alrededor de los 7 kgfuerza. Y en cuanto a la resistencia, se aumenta el número de repeticiones en cada uno de los niveles cervicales. De esta manera, al haber realizado la valoración de la fuerza de extensores cervicales profundos mediante un test de creación propia, no se disponen de estudios previos con los que comparar nuestros resultados pero se observa que la evolución del sujeto de estudio ha sido evidente.

## 5. CONCLUSIONES

Como conclusión de este artículo, se debe remarcar la gran importancia de la musculatura profunda del cuello por su estrecha relación con la salud cervical pues un mal funcionamiento de esta musculatura se asocia con la aparición de dolor de cuello y la correspondiente discapacidad asociada a este.

Asimismo, la literatura actual sobre el tema muestra diferentes formas de intervenir a través de la actividad física, para alcanzar un mejor funcionamiento de la musculatura cervical profunda. Es por ello, que este estudio utiliza esta información para crear un programa de entrenamiento con el que se da respuesta a los profesionales del sector de la actividad física, ante su necesidad de orientación en el trabajo de la musculatura cervical profunda, con intención de prevenir y reducir el dolor cervical al mismo tiempo que se propone un nuevo método de evaluación de la fuerza y resistencia de los músculos semiespinosos cervicales, acorde a los recientes descubrimientos.

Finalmente, el estudio de caso expuesto aporta resultados en la línea de lo esperado, mostrando una evolución positiva del sujeto, y enfatizando así la utilidad del programa.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpayci, M., & Ilter, S. (2017). Isometric Exercise for the Cervical Extensors Can Help Restore Physiological Lordosis and Reduce Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 621-626. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000698> PMID:28118272
- Andrade Ortega, J. A., Delgado Martínez, A. D., & Ruiz, R. A. (2010). Validation of the Spanish version of the Neck Disability Index. *Spine*, 35(4). <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181afea5d> PMID:20110848
- Blanpied, P. R., Gross, A. R., Elliott, J. M., Devaney, L. L., Clewley, D., Walton, D. M., Sparks, C., & Robertson, E. K. (2017). Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopaedic section of the American physical therapy association. *En Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Vol. 47, Número 7, pp. A1-A83). *Movement Science Media*. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.0302> PMID:28666405

- Bonilla-Barba, L., Florencio, L. L., Rodríguez-Jiménez, J., Falla, D., Fernández-de-las-Peñas, C., & Ortega-Santiago, R. (2020). Women with mechanical neck pain exhibit increased activation of their superficial neck extensors when performing the craniocervical flexion test. *Musculoskeletal Science and Practice*, 49, 102222. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102222> PMID:32861371
- Campo, M., Zadro, J. R., Pappas, E., Monticone, M., Secci, C., Scalzitti, D., Findley, J. L., & Graham, P. L. (2021). The effectiveness of biofeedback for improving pain, disability and work ability in adults with neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Science and Practice*, 52, 102317. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102317> PMID:33461043
- Chiu, T. T. W., Law, E. Y. H., & Chiu, T. H. F. (2005). Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 35(9), 567-571. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.9.567> PMID:16268243
- Chung, S., & Jeong, Y. G. (2018). Effects of the craniocervical flexion and isometric neck exercise compared in patients with chronic neck pain: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(12), 916-925. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1430876> PMID:29364754
- De Araujo, F. X., Ferreira, G. E., Schell, M. S., De Castro, M. P., Ribeiro, D. C., & Silva, M. F. (2020). Measurement properties of the craniocervical flexion test: A systematic review. *En Physical Therapy (Vol. 100, Número 7, pp. 1094-1117)*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa072> PMID:32313944
- De Campos, T. F., Maher, C. G., Steffens, D., Fuller, J. T., & Hancock, M. J. (2018). Exercise programs may be effective in preventing a new episode of neck pain: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Physiotherapy*, 64(3), 159-165. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.05.003> PMID:29908853
- Elliott, J. M., O'Leary, S. P., Cagnie, B., Durbridge, G., Danneels, L., & Jull, G. (2010). Craniocervical orientation affects muscle activation when exercising the cervical extensors in healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(9), 1418-1422. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.05.014> PMID:20801261
- Falla, D., Lindstrøm, R., Rechter, L., Boudreau, S., & Petzke, F. (2013). Effectiveness of an 8-week exercise programme on pain and specificity of neck muscle activity in patients with chronic neck pain: A randomized controlled study. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 17(10), 1517-1528. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00321.x> PMID:23649799
- Falla, Deborah, Bilenkij, G., & Jull, G. (2004). Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine*, 29(13), 1436-1440. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000128759.02487.BF> PMID:15223935
- Fernández-De-Las-Peñas, C., Pérez-De-Heredia, M., Molero-Sánchez, A., & Miangolarra-Page, J. C. (2007). Performance of the craniocervical flexion test, forward head posture, and headache clinical parameters in patients

- with chronic tension-type headache: A pilot study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 37(2), 33-39. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2401> PMID:17366957
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.08.007> PMID:30145129  
PMCID:PMC6630105
- Gross, A., Kay, T. M., Paquin, J.-P., Blanchette, S., Lalonde, P., Christie, T., Dupont, G., Graham, N., Burnie, S. J., Gelley, G., Goldsmith, C. H., Forget, M., Hoving, J. L., Brønfort, G., Santaguida, P. L., & Group, C. O. (2015). Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004250.pub5> PMID:25629215
- He, Y., Sun, W., Zhao, X., Ma, M., Zheng, Z., & Xu, L. (2019). Effects of core stability exercise for patients with neck pain: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 98(46), e17240. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017240> PMID:31725601  
PMCID:PMC6867778
- Hoy, D.G., Protani, M., De, R., Buchbinder, R., (2010) The epidemiology of neck pain. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 24 (6), 783-792. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2011.01.019> PMID:21665126
- Hrysomallis, C. (2016). Neck Muscular Strength, Training, Performance and Sport Injury Risk: A Review. *En Sports Medicine* (Vol. 46, Número 8, pp. 1111-1124). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0490-4>  
<https://doi.org/10.1007/s40279-016-0490-4> PMID:26861960
- Im, B., Kim, Y., Chung, Y., & Hwang, S. (2016). Effects of scapular stabilization exercise on neck posture and muscle activation in individuals with neck pain and forward head posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(3), 951-955. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.951> PMID:27134391  
PMCID:PMC4842472
- James, S. L., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., Abu-Raddad, L. J., Abu-Rmeileh, N. M. E., Accrombessi, M. M. K., ... Murray, C. J. L. (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. *The Lancet*, 392(10159), 1789-1858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.05.336>  
PMID:27422596
- Kay, T. M., Gross, A., Goldsmith, C. H., Rutherford, S., Voth, S., Hoving, J. L., Brønfort, G., & Santaguida, P. L. (2012). Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004250.pub4>

- Kim, J. Y., & Kwag, K. II. (2016). Clinical effects of deep cervical flexor muscle activation in patients with chronic neck pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 269-273. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.269> PMID:26957772 PMCID:PMC4756018
- Lee, C. hyung, Lee, S., & Shin, G. (2017). Reliability of forward head posture evaluation while sitting, standing, walking and running. *Human Movement Science*, 55, 81-86. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.07.008> PMID:28780477
- 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. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04658-5>
- Ludvigsson, M. L., Peolsson, A., & Peterson, G. (2015). Neck-specific exercise program. <https://doi.org/10.3384/report.diva-113865>
- Ludvigsson, M. L., Peterson, G., & Peolsson, A. (2020). Neck-specific exercise for radiating pain and neurological deficits in chronic whiplash, a 1-year follow-up of a randomised clinical trial. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62722-4> PMID:32317700 PMCID:PMC7174359
- MacDonald, G. Z., Penney, M. D. H., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2013). An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 812-821. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1> PMID:22580977
- Mahmoud, N. F., Hassan, K. A., Abdelmajeed, S. F., Moustafa, I. M., & Silva, A. G. (2019). The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis. En *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (Vol. 12, Número 4, pp. 562-577). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09594-y> PMID:31773477 PMCID:PMC6942109
- Martínez de Haro, V.; Ramos Álvarez J.J. y Portela García-Miguel, J. (1995) "Relación entre el test sit-up (Eurofit) y los datos antropométricos". *Apunts medicina de l'esport*. vol XXXII. N° 124. p. 81-88. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(95\)75854-6](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(95)75854-6)
- Murray, M., Lange, B., Nørnberg, B. R., Søgaaard, K., & Sjøgaard, G. (2015). Specific exercise training for reducing neck and shoulder pain among military helicopter pilots and crew members: A randomized controlled trial protocol. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0655-6> PMID:26286707 PMCID:PMC4544796
- O'Leary, S., Falla, D., & Jull, G. (2003). Recent advances in therapeutic exercise for the neck: Implications for patients with head and neck pain. *Australian Endodontic Journal*, 29(3), 138-142. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2003.tb00540.x> PMID:14700399
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.math.2011.02.008> PMID:21396876

- O'Leary, Shaun, Falla, D., Jull, G., & Vicenzino, B. (2007). Muscle specificity in tests of cervical flexor muscle performance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(1), 35-40.  
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.10.006>  
PMid:16423538
- O'Riordan, C., Clifford, A., Van De Ven, P., & Nelson, J. (2014). Chronic neck pain and exercise interventions: Frequency, intensity, time, and type principle. En *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (Vol. 95, Número 4, pp. 770-783). W.B. Saunders.  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.015>  
PMid:24333741
- Peolsson, A., Peolsson, M., Jull, G., & O'Leary, S. (2013). Is there a difference in the pattern of muscle activity when performing neck exercises with a guild board versus a pulley? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(9), 900-905.  
<https://doi.org/10.2340/16501977-1196> PMid:23824150
- Pérez-Fernández, T., Armijo-Olivo, S., Liébana, S., de la Torre Ortiz, P. J., Fernández-Carnero, J., Raya, R., & Martín-Pintado-Zugasti, A. (2020). A novel use of inertial sensors to measure the craniocervical flexion range of motion associated to the craniocervical flexion test: an observational study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1).  
<https://doi.org/10.1186/s12984-020-00784-1> PMid:33213452  
PMCID:PMC7678052
- Pierobon, A., Raguzzi, I., & Soliño, S. (2017). Rol de la musculatura flexora profunda en el dolor cervical crónico. *Revista AKD*, 20(70), 4-17.
- Price, J., Rushton, A., Tyros, I., Tyros, V., & Heneghan, N. R. (2020). Effectiveness and optimal dosage of exercise training for chronic non-specific neck pain: A systematic review with a narrative synthesis. En *PLoS ONE* (Vol. 15, Número 6). Public Library of Science.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234511> PMid:32520970  
PMCID:PMC7286530
- Rivard, J., Unsleber, C., Schomacher, J., Erlenwein, J., Petzke, F., & Falla, D. (2017). Activation of the semispinalis cervicis and splenius capitis with cervical pulley exercises. *Musculoskeletal Science and Practice*, 30, 56-63.  
<https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.05.007> PMid:28570930
- Schomacher, J., Boudreau, S. A., Petzke, F., & Falla, D. (2013). Localized pressure pain sensitivity is associated with lower activation of the semispinalis cervicis muscle in patients with chronic neck pain. *Clinical Journal of Pain*, 29(10), 898-906.  
<https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318278d4c4>  
PMid:23370070
- Schomacher, J., Dideriksen, J. L., Farina, D., & Falla, D. (2012). Recruitment of motor units in two fascicles of the semispinalis cervicis muscle. *Journal of Neurophysiology*, 107(11), 3078-3085.  
<https://doi.org/10.1152/jn.00953.2011>  
PMid:22402657 PMCID:PMC3378367
- Schomacher, J., Erlenwein, J., Dieterich, A., Petzke, F., & Falla, D. (2015). Can neck exercises enhance the activation of the semispinalis cervicis relative to the splenius capitis at specific spinal levels? *Manual Therapy*, 20(5),



- 694-702.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2015.04.010> PMid:25935795
- Schomacher, J., & Falla, D. (2013). Function and structure of the deep cervical extensor muscles in patients with neck pain. *En Manual Therapy (Vol. 18, Número 5, pp. 360-366). Man Ther.*  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2013.05.009>  
PMid:23849933
- Schomacher, J., Farina, D., Lindstroem, R., & Falla, D. (2012). Chronic trauma-induced neck pain impairs the neural control of the deep semispinalis cervicis muscle. *Clinical Neurophysiology, 123(7), 1403-1408.*  
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.11.033> PMid:22206690
- Schomacher, J., Petzke, F., & Falla, D. (2012). Localised resistance selectively activates the semispinalis cervicis muscle in patients with neck pain. *Manual Therapy, 17(6), 544-548.*  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2012.05.012>  
PMid:22728210
- Sebastian, D., Chovvath, R., & Malladi, R. (2015). Cervical extensor endurance test: A reliability study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 19(2), 213-216.* <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.014>  
PMid:25892374
- Silva, A. G., Punt, T. D., Sharples, P., Vilas-Boas, J. P., & Johnson, M. I. (2009). Head Posture and Neck Pain of Chronic Nontraumatic Origin: A Comparison Between Patients and Pain-Free Persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 90(4), 669-674.*  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.10.018> PMid:19345785
- Sullivan, K. M., Silvey, D. B. J., Button, D. C., & Behm, D. G. (2013). Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *International journal of sports physical therapy, 8(3), 228-236.*  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23772339>
- Suvarnato, T., Puntumetakul, R., Uthairak, S., & Boucaut, R. (2019). Effect of specific deep cervical muscle exercises on functional disability, pain intensity, craniovertebral angle, and neck-muscle strength in chronic mechanical neck pain: A randomized controlled trial. *Journal of Pain Research, 12, 915-925.*  
<https://doi.org/10.2147/JPR.S190125> PMid:30881101  
PMCID:PMC6411318
- Tsang, S. M., Chan, K. T., Ho, P. L., Kwok, J. C., Tse, D. H., & Tsoi, H. H. T. (2021). Comparison between velocity-specific exercise and isometric exercise on neck muscle functions and performance: a randomised clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders, 22(1).*  
<https://doi.org/10.1186/s12891-021-03943-0>  
<https://doi.org/10.1186/s12891-021-03943-0> PMid:33446159  
PMCID:PMC7809848
- Villanueva, A., Rabal-Pelay, J., Berzosa, C., Gutiérrez, H., Cimarras-Otal, C., Lacarcel-Tejero, B., & Bataller-Cervero, A. V. (2020). Effect of a Long Exercise Program in the Reduction of Musculoskeletal Discomfort in Office Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(23), 9042.* <https://doi.org/10.3390/ijerph17239042>  
PMid:33291564 PMCID:PMC7729612

- Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2019). A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. En *Frontiers in Physiology* (Vol. 10, Número APR). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376> PMID:31024339  
PMCID:PMC6465761
- Yildiz, T. I., Turgut, E., & Duzgun, I. (2018). Neck and scapula-focused exercise training on patients with nonspecific neck pain: A randomized controlled trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(5), 403-412. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0024> PMID:28605288
- Yoon, W., Choi, S., Han, H., & Shin, G. (2020). Neck Muscular Load When Using a Smartphone While Sitting, Standing, and Walking. *Human Factors*. <https://doi.org/10.1177/0018720820904237> PMID:32045274
- Young, I. A., Dunning, J., Butts, R., Mourad, F., & Cleland, J. A. (2018). 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. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1471763>  
PMid:29856244

**Número de citas totales / Total references:** 56 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 0 (0%)