

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**RELACIÓN ENTRE LA MOVILIDAD CERVICAL Y LA  
ACTIVACIÓN DE LA MUSCULATURA CERVICAL FLEXORA  
PROFUNDA EN SUJETOS CON DOLOR DE CUELLO. UN  
ESTUDIO OBSERVACIONAL PILOTO.**

---

**AUTOR:** Domingo Fernández, M<sup>a</sup> Teresa

**Nº de expediente:** 262

**TUTOR:** Lozano Quijada, Carlos

**Departamento:** Patología y Cirugía

**Curso académico:** 2020/2021

**Convocatoria de Junio**



# INDICE

---

RESUMEN/ABSTRACT.....	1-2
1. Introducción.....	3-5
2. Hipótesis y objetivos.....	6
3. Metodología.....	7-12
3.1. Diseño del estudio.....	7
3.2. Participantes.....	7-8
3.3. Procedimiento.....	8-11
3.4. Análisis estadístico.....	12
4. Resultados.....	13-14
5. Discusión.....	15-17
6. Conclusión.....	18
7. Anexos y tablas.....	19-24
8. Bibliografía.....	25-29

# RESUMEN

---

**Introducción:** El dolor de cuello es uno de los principales trastornos musculoesqueléticos en la población adulta. La prevalencia global del dolor de cuello puede llegar al 86,8%. Es un problema de salud que supone un elevado volumen asistencial que aumenta cada día en las unidades de fisioterapia. La musculatura flexora cervical profunda (MFCP) juega un papel importante en la estabilización de la postura de la cabeza sobre el cuello.

**Objetivos:** El objetivo principal es analizar la correlación entre el rango de movimiento cervical y la activación de MFCP. Como objetivos secundarios se evaluaron las posibles correlaciones de las distintas variables con la edad así como las diferencias entre sexos.

**Metodología:** Es un estudio observacional piloto con 20 sujetos. Para medir el rango de movimiento cervical se utilizó el instrumento CROM, para la resistencia de MFCP el instrumento Stabilizer, y la escala EVA para el dolor.

**Resultados:** El coeficiente de correlación de Pearson reveló una relación significativa entre la edad y el dolor en mujeres ( $r = 0,53$ ), la edad y la resistencia en hombres ( $r = 0,59$ ) y mujeres ( $r = 0,69$ ), la edad y la fuerza ( $r = -0,41$ ). Se obtiene un p-valor de 0,04 en la extensión de cuello para la diferencia entre sexos.

**Conclusión:** No se encontraron relaciones significativas entre la movilidad cervical y la activación de MFCP. La edad y el dolor tienen repercusión en la disminución de la movilidad cervical.

**Palabras clave:** Dolor de cuello, movilidad cervical, musculatura cervical flexora profunda, diferencias de sexo.

# ABSTRACT

---

**Introduction:** Neck pain is one of the main musculoskeletal disorders in adult population. The overall prevalence of neck pain is about 86.8%. It is a health problem that involves a large volume of care that increases every day in physiotherapy units. Deep cervical flexor muscles (DCFM) play an important role in stabilizing the position of the head on the neck.

**Objectives:** The main objective is to analyze if there is a correlation between cervical range of motion and activation of the DCFM. As secondary objectives, we evaluated the possible correlations of the different variables with age as well as the differences between sexes.

**Methods:** It is a pilot observational study with 20 subjects. CROM instrument was used to measure cervical range of motion, Stabilizer instrument for DCFM, and VAS scale to measure pain.

**Results:** Pearson's correlation coefficient revealed a significant relationship between age and pain in women ( $r = 0.53$ ), age and endurance in men ( $r = 0.59$ ) and women ( $r = 0.69$ ), age and strength ( $r = -0.41$ ). A p-value of 0.04 is obtained in the neck extension for the difference between sexes.

**Conclusion:** In this study, no significant relationships were found between cervical mobility and DCFM activation. Age and pain have an impact on decreased cervical mobility.

**Keywords:** Neck pain, cervical mobility, deep cervical flexors muscle, sex difference.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El dolor de cuello es uno de los principales trastornos musculoesqueléticos en la población adulta.<sup>1</sup> Aproximadamente dos tercios de la población experimentarán en algún momento de su vida dolor de cuello. La prevalencia aumenta con la edad en ambos sexos y es más alta entre los 50 y los 59 años. En general, las mujeres sufren de molestias en el cuello con el doble de frecuencia que los hombres.<sup>2</sup> Es un problema de salud importante no solo para los adultos sino también para los jóvenes. La aparición y el curso del dolor de cuello se ve afectado por múltiples factores físicos, psicosociales e individuales que interactúan en el desarrollo de estos trastornos.<sup>3</sup> La incidencia estimada de dolor de cuello a 1 año oscila entre el 10,4% y el 21,3%, y la prevalencia global del dolor de cuello en la población general puede llegar al 86,8%.<sup>4</sup> La cervicalgia es una de las principales causas de morbilidad y discapacidad en la vida cotidiana y en el trabajo en muchos países.<sup>5</sup> En cuanto a los factores del trabajo físico, el dolor cervical se asoció significativamente con mantener el cuello en una postura inclinada hacia adelante durante un tiempo prolongado y realizar movimientos repetitivos.<sup>6</sup> Puede tener un impacto en el bienestar físico, social y psicológico del individuo, contribuyendo a incrementar los costos para la sociedad y las empresas.<sup>5</sup> Nos encontramos ante un problema de salud que supone un elevado volumen asistencial cuya demanda social aumenta cada día en las unidades de fisioterapia y rehabilitación.<sup>7</sup>

La columna cervical tiene tres funciones básicas: permitir la movilidad de la cabeza, soportar cargas y proteger las estructuras nerviosas. Para conseguir esto debe mantenerse mecánicamente estable en posturas estáticas, así como en gestos dinámicos lográndolo gracias a componentes pasivos y a la musculatura.<sup>8</sup> La postura adecuada se considera un estado de equilibrio musculoesquelético que implica una cantidad mínima de estrés o tensión en el cuerpo, y se considera un factor importante en la evaluación del estado de salud. Sin embargo, varios factores, como es el dolor de cuello, pueden alterar este equilibrio y provocar el desarrollo de un problema postural.<sup>9</sup> La desviación de la alineación normal (es decir, anomalía postural) sugiere la presencia de desequilibrio y tensión anormal en el sistema musculoesquelético.<sup>10</sup> Diversos estudio han encontrado que los pacientes con dolor de

cuello tienen una postura de la cabeza más adelantada, por lo que presentan un ángulo craneovertebral más pequeño.<sup>11, 12</sup> La postura de la cabeza hacia adelante se considera por una variación musculoesquelética cervical que se asocia con el acortamiento de los músculos extensores de la parte posterior del cuello y el debilitamiento de los músculos flexores anteriores del cuello. Si se mantiene esta mala postura de la cabeza durante un largo período de tiempo, la relación longitud-tensión de la musculatura cervical puede verse alterada, lo que aumenta la carga a las estructuras no contráctiles y crea una tensión anormal en las estructuras cervicales posteriores, lo que conlleva a un dolor miofascial.<sup>10</sup>

La musculatura flexora cervical profunda (largo del cuello y largo de la cabeza) juega un papel importante en la estabilización de la postura de la cabeza sobre el cuello. La alteración del equilibrio entre la musculatura anterior y posterior del cuello impide que haya una postura adecuada, por lo que puede provocar una restricción de la movilidad, pérdida de alineación, debilidad muscular, además de una reducción de la propiocepción cervical.<sup>13, 14</sup> Diversos autores mostraron una mayor actividad de los flexores superficiales (ECOM, escalenos, trapecio...) y una menor activación de los flexores cervicales profundos en personas con dolor de cuello en comparación con individuos sin dolor.<sup>15, 16</sup> Existe evidencia de que el entrenamiento específico de la musculatura profunda cervical es paralela a la reducción del dolor de cuello y la cefalea cervicogénica. Por tanto, se recomienda su entrenamiento para mejorar su resistencia y con ello reducir el dolor.<sup>17</sup>

Biomecánicamente, la columna cervical, torácica y lumbar están interrelacionadas. Cualquier cambio de la lordosis cervical puede deberse a cambios posturales de la columna torácica y lumbar.<sup>11</sup> La columna cervical se conoce como el segmento más móvil de la columna. Los pacientes con trastornos en esta, suelen experimentar dolor y una reducción de los rangos de movimiento cervical activo y pasivo. La recuperación de la movilidad fisiológica es de importancia clave en los trastornos de la columna cervical. La amplitud de movimiento cervical se aplica con frecuencia como medida de referencia y de resultado para documentar los efectos de las intervenciones y para ajustar los planes de tratamiento en fisioterapia. Se han desarrollado muchas herramientas para permitir la medición de la movilidad cervical, que van desde un simple examen visual hasta la compleja evaluación

tridimensional de la movilidad.<sup>18</sup> El dolor de cuello y la cefalea son síntomas frecuentes que ocurren en la cefalea cervicogénica donde una disfunción de la columna cervical puede ser un factor contribuyente importante.<sup>20, 21</sup> La evidencia muestra que hay una correlación negativa entre la edad y el rango de movimiento cervical, con una disminución significativa en todos los planos de movimiento. Esta pérdida de movimiento puede explicarse en parte por el cambio degenerativo relacionado con la edad.<sup>21</sup> Además, esta difiere entre hombres y mujeres.<sup>22</sup>

En la literatura, muy pocos estudios han abordado la relación entre el rendimiento de los músculos flexores cervicales profundos, la postura y/o movilidad de la cabeza y la intensidad del dolor de cuello. Según *Kang*, los resultados tras el entrenamiento de la musculatura flexora cervical profunda mejoran la movilidad cervical y la resistencia muscular de aquellos sujetos que presentan una flexión anterior de cuello.<sup>13</sup>



## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

---

La hipótesis de este estudio es que el rango de movimiento cervical puede estar influenciado según la activación/rendimiento de la musculatura profunda en personas que presenten dolor de cuello, y además diferenciarse entre sexos.

El objetivo principal es analizar si existe una correlación entre el rango de movimiento cervical y la activación de la musculatura flexora profunda.

Como objetivos secundarios:

- Evaluar posibles diferencias de las variables medidas entre sexos.
- Evaluar la posible correlación de las variables medidas con la edad de los participantes.



# 3. METODOLOGÍA

---

## 3.1. Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional con un grupo de participantes con dolor de cuello para estudiar la relación entre variables como la movilidad cervical, el rendimiento de los músculos flexores cervicales profundos y la intensidad del dolor.

Este estudio está enmarcado dentro un estudio más amplio denominado “Exploración neuro-músculo-esquelética y sus valores de normalidad” (DPC.CLQ.01.18) y ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: TFG.GFI.CLQ.MTDF.210303. (ANEXO 1)

## 3.2. Participantes

Un total de 20 sujetos (10 hombres y 10 mujeres) de  $24,65 \pm 3,98$  años de edad participaron en este estudio observacional. Se contó con el consentimiento informado de los participantes antes de la recogida de datos. (ANEXO 2)

Se tuvieron en cuenta para este estudio los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de inclusión:
  - Que los sujetos hayan experimentado dolor/molestias cervicales en el último mes
  - Sujetos con la edad comprendida entre los 20 y 35 años
  - Que los sujetos hayan dado su consentimiento para la participación de este estudio
  - Estudios publicados en inglés o español
- Criterios de exclusión:
  - Que los sujetos hayan sufrido algún tipo de antecedente quirúrgico a nivel de la columna vertebral.
  - Que los sujetos padezcan algún tipo de anomalía congénita en la columna (cervical, dorsal y lumbar)

- Que los sujetos presenten algún tipo de trastorno neurológico

### 3.3. Procedimiento

Para la intensidad de dolor de cuello, se utilizó la escala visual analógica (EVA) <sup>23</sup>, que es una herramienta válida para medir la gravedad del dolor de cuello. Se pidió a los sujetos que informaran su percepción del dolor seleccionando un punto a lo largo de una línea de 0 a 10, donde 0 indicaba nada o ausencia de dolor, y 10 la máxima intensidad de dolor percibida.

Para medir la movilidad del cuello se utilizó el dispositivo de rango de movimiento cervical (CROM, cervical range of motion) que es una herramienta clínicamente disponible que permite una medición sencilla de la movilidad. Está cada vez más generalizada, con varios estudios que confirman su alta fiabilidad.<sup>18, 19</sup> Consta de un marco de plástico colocado en la cabeza sobre la nariz y las orejas, asegurado por una correa de velcro. Dos inclinómetros independientes, uno en el plano sagital para medir flexión/extensión y uno en el plano frontal para medir las inclinaciones. Están unidos al marco e indican la posición de la cabeza con respecto a la línea de gravedad. Un tercer inclinómetro se coloca en el plano horizontal e indica la posición de la cabeza en rotación, con respecto a una posición de referencia. Para este último es necesario un collar magnético que se coloca a los hombros del sujeto. Los sujetos realizaron los movimientos desde la posición de sedestación, con una postura relajada, espalda recta, mirada al frente y la boca cerrada. Se les indicó que realizasen de forma activa el máximo rango de movimiento posible de flexión, extensión, inclinación derecha e izquierda y rotación derecha e izquierda hasta la sensación de tensión máxima o dolor de cuello. El examinador presentó cada uno de los movimientos a realizar por los sujetos. Todos realizaron una prueba práctica antes de registrar el resultado. Todas las mediciones fueron tomadas en el mismo orden anteriormente mencionado, realizando tres veces cada uno de los movimientos y obteniendo el resultado total de una media de las tres repeticiones. El examinador se colocó frente al sujeto fijando sus hombros para que este se encontrara en la posición correcta, evitar compensaciones y anotar los valores correspondientes a los movimientos cervicales.



**Figura 1. Instrumento de medida CROM**



**Figura 2. Mediciones de rango articular cervical. (A) Flexión. (B) Extensión. (C) Inclinación derecha. (D) Inclinación izquierda. (E) Rotación derecha. (F) Rotación izquierda.**

La prueba de resistencia de los flexores profundos del cuello ha demostrado ser una herramienta eficaz para objetivar el rendimiento de los flexores profundos del cuello. Se midió utilizando el instrumento Stabilizer (Chattanooga, TN, EE. UU.),<sup>24, 25</sup> que se trata de una unidad de biorretroalimentación de presión estabilizadora que contiene un manómetro conectado a una celda de presión de tres capas junto a un bulbo de inflado. Los pacientes se colocaron cómodamente en decúbito supino con las rodillas dobladas sobre una camilla. Después se colocó la celda de presión enrollada entre la zona cervical y suboccipital, y se infló a una presión de referencia estable de 20 mmHg, que es una presión estándar suficiente para llenar el espacio y no empujar el cuello hacia una lordosis. En esta posición, se les indicó a los sujetos que realizaran la acción de asentir con la cabeza de forma suave y lenta (como si dijeran “SI”) sin despegar la base del cráneo de la camilla. Mientras se realizaba la prueba, se sostenía el manómetro frente al sujeto para que pudiesen controlar los cambios de presión que ocurrían con un ligero aplanamiento de la lordosis cervical, facilitando así la contracción de los músculos flexores cervicales profundos. Al mismo tiempo, el movimiento de la cabeza y la actividad muscular de los flexores superficiales se analizaron mediante la observación y palpación. El sujeto debía elevar la presión 2 mmHg, partiendo desde 20 mmHg y mantener 10 segundos durante 5 repeticiones, así sucesivamente 5 series hasta alcanzar los 30 mmHg. La guía indicada a los sujetos era que siguieran el orden de colores mostrado en el manómetro, ya que cada uno de estos sumaba 2 mmHg. Entre cada una de las repeticiones se descansaban 10 segundos, y entre series 40 segundos. Se consideraba un desempeño erróneo del test en las siguientes situaciones: imposibilidad de mantener la contracción mantenida durante los 10 segundos, elevación o extensión de la cabeza, aumento de la contracción de la musculatura flexora superficial, contracciones intermitentes que indican fatiga o debilidad, que el manómetro no volviese a su posición inicial o no hubiese relajación post-contracción. La evaluación se documentó como el nivel de presión que el sujeto podía mantener de manera constante durante 10 segundos en 5 repeticiones con una actividad muscular superficial mínima y en ausencia de estrategias compensatorias. Otra prueba realizada trataba de, partiendo desde 20 mmHg, el paciente debía realizar la flexión cráneo-cervical mediante el gesto de “Si”, y disminuir la presión hasta los 10 mmHg, manteniendo esta contracción isométrica durante 30 segundos. El examinador

observaba si aparecían compensaciones, la activación de la musculatura superficial, si aparecía temblor o dolor en su realización.



**Figura 3. Instrumento de medición musculatura profunda cervical Stabilizer**



**Figura 4. Medición musculatura profunda cervical**

Los datos se recogieron durante los meses de enero y febrero del 2021. Una vez citados a los voluntarios en mi lugar de residencia, en San Juan de Alicante, lo primero que se les pidió fue que rellenasen el consentimiento informado para dar su autorización de participar en el estudio.

### 3.4. Análisis estadístico

Para el análisis de las distintas variables se utilizó el programa Excel (Microsoft 365). Se realizó una estadística descriptiva de todas las variables cuantitativas obtenidas en las mediciones mediante el cálculo de la media y desviación estándar. Además, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson para estudiar la relación entre las variables cuantitativas de dolor, movilidad cervical y activación de la musculatura flexora profunda del cuello mediante las pruebas de fuerza y resistencia. Las correlaciones se clasifican como “moderado” o “bueno” a partir de  $> 0,40$ . Se establece un valor de  $\alpha < 0,05$  como estadísticamente significativo.



## 4. RESULTADOS

---

Entre los 20 sujetos que se sometieron a las mediciones, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos para la variable sexo ( $p$ -valor= 0,21).

Los sujetos informaron tener una intensidad de dolor de cuello de leve a moderado, siendo la media de dolor en la escala EVA de un 4,2, observando que en mujeres se obtiene un valor medio de 4,90 y en hombres 3,50. Solo 4 sujetos de los 20, indicaron que habían sufrido dolor más intenso. Una vez finalizado los test de resistencia y fuerza de la musculatura cervical, los sujetos referían tener dolor/molestias de cuello.

El rendimiento promedio de la musculatura flexora profunda del cuello en la prueba de resistencia fue de 14,8 segundos en ambos sexos, variando 0,6 segundos entre hombres y mujeres, por lo que no existen diferencias significativas. Ningún sujeto fue capaz de completar el test de resistencia de 30 segundos sin que presentara temblor o molestias. En la prueba de fuerza se obtiene una puntuación media de 3,55, esto indica que la media de sujetos alcanzó el nivel 3 del test, sin diferencias significativas entre sexos. De los 20 sujetos, solo 7 de ellos consiguieron completar el test de fuerza por completo, alcanzado el nivel 5.

En cuanto a los resultados de la movilidad cervical, obtenemos un  $p$ -valor de 0,04 en la extensión de cuello, lo que indica que hay diferencias significativas entre hombres y mujeres de un 4% respecto a la amplitud de este movimiento, siendo la media en hombres de 66,43° y 76,02° en mujeres.

Se tuvieron en cuenta la posición de partida de los sujetos para las mediciones de rango de movimiento cuando se encontraban con la mirada al frente. De los 20 sujetos, 10 de ellos (6 mujeres y 4 hombres) partían de una media total de 3,7° de extensión, y 5 de ellos (3 mujeres y 2 hombres) partían de una media total de 2° de flexión, de los sujetos restantes su posición de partida era 0°. Destacar que 5 sujetos partían de una media de 0,7° de inclinación derecha (4 hombres y 1 mujer), y 3 sujetos mujer de una media de 0,5° de inclinación izquierda.

Los datos obtenidos quedan reflejados en el apartado de anexos (*Tabla 1. Media, desviación estándar y p-valor de las variables utilizadas en las mediciones y Tabla 2. Media y desviación estándar de los grados de posición de partida de los sujetos*)

Respecto a las correlaciones de Pearson realizadas entre las diferentes variables, no se observan correlaciones fuertes entre el dolor y los diferentes movimientos del cuello. Se puede destacar que en hombres se observa que a mayor dolor, la extensión -0,46 e inclinación derecha -0,45 es menor de forma moderada. Sin embargo, hay una correlación de 0,53 que nos indica que a mayor edad, existe un mayor dolor en mujeres.

También se ha observado en los sujetos, una correlación de 0,58 entre la edad y la resistencia, siendo 0,59 en hombres y 0,69 en mujeres, esto nos está indicando que a mayor edad, se ha ido observando que aumenta la resistencia. Sin embargo, la relación con la fuerza es contraria, donde hay una correlación de -0,41 lo que nos indica que a mayor edad, la fuerza disminuye, siendo más destacable en hombres con un -0,48.

No se han encontrado resultados significativos entre la correlación de la fuerza y resistencia con los diferentes movimientos cervicales.

Por otro lado, los datos obtenidos en la correlación de la edad y la extensión en hombres -0,47 nos indica que a mayor edad, disminuye la amplitud del movimiento de extensión, a diferencia de las mujeres 0,81, que a mayor edad, el rango de movimiento de rotación derecha aumenta.

Existe una correlación en hombres con los movimientos de flexión e inclinación, ya que según los datos obtenidos, a mayor flexión, hay mayor grado de inclinación derecha e izquierda, o viceversa. Del mismo modo ocurre con la extensión y las rotaciones, al aumentar los grados de movilidad de una, se ven aumentados los otros.

El resto de correlaciones fueron bajas o muy bajas o no significativas.

Los datos obtenidos quedan reflejados en el apartado de anexos (*Tabla 3. y Tabla 4. Correlaciones de Pearson entre dolor, resistencia, fuerza, edad y movimientos cervicales.*)

## 5. DISCUSIÓN

---

En este estudio se ha investigado la posible relación entre la activación/rendimiento de la musculatura profunda y el rango de movimiento cervical en personas que presenten dolor de cuello. Se realizaron las mediciones del movimiento cervical como de la activación de la musculatura profunda de forma activa por los sujetos. Nuestras mediciones no han sido lo suficiente consistentes para afirmar esta hipótesis debido a que la muestra de estudio era muy pequeña y los resultados obtenidos han sido insignificantes.

Según estudios publicados con anterioridad han demostrado una menor capacidad de resistencia en los músculos flexores y extensores en sujetos con dolor de cuello en comparación con sujetos asintomáticos.<sup>26, 27</sup>

Los resultados de este estudio muestran que hay una disminución del rango de movimiento cervical a medida que aumenta la edad. La pérdida de movimiento podría deberse al cambio degenerativo que se produce con la edad. Estos hallazgos se ven respaldados con estudios previos como el de *Kuhlman* donde evaluó las diferencias de movimiento cervical en un grupo de ancianos (70-90 años) y un grupo de jóvenes (20-30 de edad) demostrando una disminución del movimiento en el grupo de mayor edad.<sup>28</sup> Al igual ocurre en el estudio de *Lansade Céline et al* y *Castro et al* donde demuestran con un total de 140 sujetos asintomáticos (entre 20 y 93 años) que se produce una disminución significativa del rango de movimiento cervical y de las habilidades propioceptivas relacionadas con la edad. Sin observarse una relación significativa entre la edad y el sexo, excepto en el rango de los 70-79 años de edad, donde hay una mejor movilidad en mujeres.<sup>29, 30</sup>

Por otro lado, los resultados de nuestro estudio nos indican que a mayor dolor, los grados de movilidad en extensión e inclinación derecha en hombres se ve reducida. Estudios previos, muestran que el rango de movimiento cervical activo disminuyó en los movimientos de extensión y flexión en sujetos con dolor en comparación con aquellos que no presentaban dolor, lo que indica que el dolor está significativamente asociado con la disminución de los movimientos de flexión y extensión cervical, pero no diferencian en cuanto a sexo.<sup>31</sup> *Chiu et al* informaron que mantener una flexión de cuello

anterior durante un tiempo prolongado aumenta la carga sobre las estructuras no contráctiles, provocando una tensión en la musculatura extensora posterior, derivando al dolor miofascial.<sup>32</sup> Por lo que las pérdidas de flexión y extensión pueden deberse a la postura de la cabeza adelantada. Investigaciones anteriores encontraron un efecto significativo de la posición inicial de la cabeza en el ROM activo, y recientemente se recomendó estandarizar la postura inicial de la cabeza y el cuerpo para minimizar los errores de protocolo.<sup>10</sup> En nuestro estudio 10 de los sujetos partían de una media de 3,7° de extensión de cuello, lo que nos lleva a una posición adelantada de la cabeza. Estudios previos como el de *Subbarayalu et al.* concluyen que un ángulo craneovertebral (CV) más pequeño se corresponde con una intensidad y discapacidad mayor en dolor de cuello. Sin embargo, no encuentran una relación significativa entre el ángulo CV y el rendimiento de la musculatura flexora profunda del cuello, ya que indican que una mejora de la postura de la cabeza mediante ejercicios de corrección postural no corregiría el déficit de control motor de estos grupos musculares.<sup>10</sup> Según el estudio de *Gupta et al.* un entrenamiento más específico de los músculos flexores craneocervicales pueden aumentar la activación de los músculos flexores profundos del cuello y mejorar la capacidad de mantener la postura erguida de la columna cervical. Por tanto, entrenar estos músculos disminuiría los síntomas de dolor de cuello.<sup>33</sup>

En nuestro estudio, no se han encontrado diferencias de movilidad entre hombres y mujeres, excepto en la extensión, siendo mayor en mujeres con una diferencia de 10°. Según la literatura los valores de rango cervical en todos los movimientos para mujeres son significativamente más altos que para los hombres. El estudio de *Ferrario et al.* miden el rango de movimiento en 60 sujetos jóvenes (30 hombres y 30 mujeres), en los tres movimientos investigados, las mujeres tenían un rango de movimiento más grande que los hombres. Las diferencias de sexo podrían explicarse por una mayor movilidad articular en las mujeres.<sup>34</sup> En cambio, en el estudio más reciente de *Swinkels et al.* demuestran que el rango de movimiento activo disminuye con la edad, pero no encuentran diferencias significativas en cuanto al sexo. A diferencia con el artículo anterior, en este último el tamaño muestral es mucho mayor, con 400 sujetos (50 hombres y 50 mujeres por cada década de edad, de los 20-60 años).<sup>35</sup> Destacar que en los estudios anteriores, los sujetos no presentaban dolor de cuello, eran

sujetos asintomáticos, pero la evidencia también nos muestra que las mujeres sufren de molestias en el cuello con mayor frecuencia que los hombres.<sup>36</sup>

En nuestro estudio, obtenemos que a mayor edad, la fuerza se ve disminuida tanto en hombres como en mujeres. Estudios indican que conforme avanza la edad se produce una alteración del sistema neuromuscular, capacidad cardiovascular y respiratoria, lo que conlleva una pérdida de fuerza, un descenso de la capacidad aeróbica y una reducción progresiva no lineal de la flexibilidad.<sup>37, 38</sup> A pesar que hay estudios que hablan de la diferencia de la fuerza entre hombres y mujeres, no se ha visto que hablen de la musculatura profunda cervical, por lo que futuros estudios podrían analizar este factor.

Por otro lado, obtenemos que a mayor edad, la resistencia aumenta. En un estudio, *Hunter et al.* se encontraron que los sujetos mayores eran más resistentes a la fatiga muscular que los sujetos más jóvenes cuando mantenían contracciones estáticas. Por lo que la resistencia no se ve afectada por la edad o incluso se ve aumentada.<sup>39</sup> En otro estudio, para la resistencia estática de los músculos del cuello y los hombros, el rendimiento fue mayor en los trabajadores mayores, en comparación con los trabajadores sanos. Por el contrario, después de tres años de seguimiento, se encontró una disminución de la resistencia muscular estática en todas las edades.<sup>40</sup>

Existen una serie de limitaciones ya que nuestros datos no son extrapolables a la población porque el número de sujetos incluidos en el estudio fue relativamente pequeño. Además, los sujetos que han participado en el estudio se reúnen en un grupo de edad pequeño, de 20-35 años, por tanto, sería necesario comprobar en futuros estudios si la edad influye en los datos que se han obtenido.

Por otro lado, el dolor cervical presente durante el estudio podría haber limitado a nivel mecánico los movimientos cervicales, por lo que los datos se podrían ver falseados. Nuestro criterio de inclusión era que los sujetos hubiesen presentado dolor en el último mes, pero habría que diferenciar a los sujetos sintomáticos de los no sintomáticos en el momento del estudio para comprobar si los resultados se ven influenciados. También podrían recibir un tratamiento fisioterápico para el dolor cervical y volver a medirlo posteriormente y observar si varía la amplitud de movimiento.

## 6. CONCLUSIÓN

---

No se han encontrado relaciones significativas entre la movilidad cervical y la activación de la musculatura profunda del cuello. Se ha podido comprobar con los resultados obtenidos y en comparación con la evidencia encontrada, que la edad es un factor que repercute en cuanto a la disminución de la movilidad cervical.

El dolor está significativamente asociado con la disminución de los movimientos en flexión y extensión, viéndose una clara relación con la postura adelantada de la cabeza y un aumento de la tensión en la parte posterior.

Por otro lado, no se han encontrado diferencias significativas en la movilidad cervical entre hombres y mujeres, excepto en los movimientos de extensión, siendo mayor en mujeres.

Futuros estudios con muestras mayores de hombres y mujeres y con diferentes grupos de edad deberían seguir explorando estas variables.



## 7. ANEXOS Y TABLAS

### ANEXO 1. Aprobación comité ética Universidad Miguel Hernández de Elche



Dr. D. Carlos Lozano Quijada  
Dpto. Patología y Cirugía

31/2019

Elche, a 22 de enero de 2019

Investigador Principal	Carlos Lozano Quijada	
Tipo de actividad	Otros	
Título del proyecto	Exploración neuro-músculo-esquelética y sus valores de normalidad	
Códigos GIS estancias donde se desarrolla la actividad	S06. LABORATORIO 2b	
Evaluación Riesgos Laborales	Conforme	
Evaluación Ética	Aprobado	
Registro	2018.40.E.OIR; 2019.17.E.OIR	
Referencia	DPC.CLQ.01.18	
Caducidad	5 años	

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La evaluación ética del proyecto ha resultado favorable.

Por todo lo anterior, el dictamen del OEP es favorable.

Atentamente,

ALBERTO|  
PASTOR|  
CAMPOS

Firmado digitalmente  
por ALBERTO|  
PASTOR|CAMPOS  
Fecha: 2019.01.23  
11:23:13 +01'00'

Alberto Pastor Campos  
Secretario del Órgano Evaluador de Proyectos  
Vicerrectorado de Investigación e Innovación

MANUEL  
MIGUEL|  
JORDAN|VIDAL

Firmado digitalmente  
por MANUEL MIGUEL|  
JORDAN|VIDAL  
Fecha: 2019.01.23  
11:56:19 +01'00'

Manuel Miguel Jordán Vidal  
Presidente del Órgano Evaluador de Proyectos  
Vicerrectorado de Investigación e Innovación

## **ANEXO 2. Consentimiento informado para el estudio**

D.....como  
paciente, de ..... años de edad, con domicilio en .....

.....DNI nº.....

### **DECLARO:**

Que el/la Fisioterapeuta....., me ha explicado que:

#### **1.- Identificación, descripción y objetivos del procedimiento.**

El Área de Fisioterapia del departamento de Patología y Cirugía de la Universidad Miguel Hernández de Elche, pretende realizar sobre la influencia sobre el centro de gravedad postural, presiones plantares y goniometría espinal de las técnicas de Reeducción Postural Global (RPG).

El procedimiento que se me propone consiste en:

- Realización de una medición con goniómetro cervical
- Recogida de una medición con Stabilizer

#### **2.- Alternativas razonables**

La decisión de someterse a esta exploración es totalmente voluntaria, pudiendo negarme a recibirla e incluso pudiendo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar ninguna explicación.

#### **3.- Consecuencias previsibles de su realización y de la no realización**

Si decido libre y voluntariamente someterme a este estudio tendré derecho a decidir ser o no informado de los resultados de la investigación, si es que ésta se lleva a cabo.

#### **4.- Riesgos frecuentes y poco frecuentes**

No hay riesgos posibles con estas mediciones, dado que no son en ningún caso invasivos. Solo pueden generarse molestias en el caso del uso de Stabilizer por sobrecarga muscular

#### **5.- Protección de datos personales y confidencialidad.**

La información sobre mis datos personales y de salud será incorporada y tratada en una base de datos informatizada cumpliendo con las garantías que establece la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal y la legislación sanitaria.

La cesión a otros centros de investigación, se realizará mediante un procedimiento de disociación por el que se generará un código de identificación que impida que se me pueda identificar directa o indirectamente.

Asimismo, se me ha informado que tengo la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos de carácter personal, en los términos previstos en la normativa aplicable.

Si decidiera revocar el consentimiento que ahora presto, los datos obtenidos de las mediciones hasta ese momento seguirán formando parte de la investigación.

**Yo entiendo que:**

En mi participación en este estudio, puedo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Otorgo mi consentimiento para que la Universidad Miguel Hernández u otros centros de investigación utilicen mis datos, incluyendo la información sobre mi salud, para investigaciones médicas, manteniendo siempre mi anonimato y la confidencialidad de mis datos.

La información y el presente documento se me han facilitado con suficiente antelación para reflexionar con calma y tomar mi decisión libre y responsablemente.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el fisioterapeuta que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

Observaciones:

.....  
.....  
.....

Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y en tales condiciones estoy de acuerdo y **CONSIENTO PARTICIPAR EN EL ESTUDIO**

Día ..... de ..... de 20..

Firma del paciente

Firma de un testigo

Firma del fisioterapeuta

DNI

DNI:

DNI:

Fdo.: .....

Fdo.:.....

Fdo.:.....

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)

**TABLA 1. Media, desviación estándar y p-valor de las variables utilizadas en las mediciones**

	EDAD			DOLOR			FLEXIÓN			EXTENSIÓN			ROT. DCHA		
	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor
Totales	24,65	3,98		4,2	2,26		54,30	8,12		71,23	10,66		66,89	7,42	
Hombres	25,80	4,94	0,21	3,50	2,64	0,18	55,16	10,15	0,65	66,43	8,11	0,04	66,16	8,16	0,67
Mujeres	23,50	2,46		4,90	1,66		53,43	5,87		76,02	11,09		67,62	6,97	

	ROT. IZQ			INCL. DCHA			INCL. IZQ			FUERZA			RESISTENCIA		
	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor	Media	DE	P-valor
Totales	67,51	5,42		34,63	7,40		38,43	6,59		3,55	1,28		14,8	7,02	
Hombres	67,50	6,40	1,00	37,23	7,31	0,12	39,82	6,10	0,36	3,40	1,26	0,61	15,10	7,50	0,85
Mujeres	67,51	4,59		32,03	6,87		37,03	7,07		3,70	1,34		14,50	6,88	

\*DE= desviación estándar, **ROT. IZQ**= rotación izquierda, **ROT. DCHA**= rotación derecha, **INCL. DCHA**= inclinación derecha, **INCL. IZQ** = inclinación izquierda

**TABLA 2. Media y desviación estándar de los grados de posición de partida de los sujetos**

	GRADOS FLEX	GRADOS EXT	GRADOS ID	GRADOS II
MEDIA TOTAL	2	3,7	0,7	0,5
DESV. EST.	3,78	4,37	1,49	1,43
MEDIA HOMBRE	2	3,8	1,20	0
DESV. EST.	4,22	5,12	1,93	0
MEDIA MUJER	2	3,6	0,20	1
DESV. EST.	3,53	3,75	0,63	1,94

\***DESV. EST.**= desviación estándar, **FLEX**= flexión, **EXT**= extensión, **ID**= inclinación derecha, **II**= inclinación izquierda



**TABLA 3. Correlaciones de Pearson entre dolor, resistencia, fuerza, edad y movimientos cervicales.**

	D/FLX	D/EXT	D/RD	D/RI	D/ID	D/II	D/F	D/RST	RST/FLX	RST/EXT	RST/RD	RST/RI	RST/ID	RST/II	F/RST	F/FLX	F/EXT	F/RD	F/RI	F/ID	F/II
TOTAL	-0,07	-0,03	0,05	-0,23	-0,24	-0,22	0,07	0,09	0,33	-0,03	0,41	0,20	-0,02	-0,22	0,02	0,16	-0,05	-0,15	-0,32	-0,17	-0,39
P. HOMB	-0,02	-0,46	-0,13	-0,25	-0,45	-0,24	-0,13	-0,10	0,25	-0,34	0,48	0,33	0,03	-0,27	-0,09	0,13	-0,37	0,16	-0,27	0,01	-0,23
P. MUJ	-0,10	0,05	0,29	-0,23	0,38	-0,08	0,28	0,47	0,50	0,24	0,34	0,00	-0,11	-0,21	0,15	0,27	0,06	-0,52	-0,41	-0,27	-0,49

\***D**= dolor, **FLX**= flexión, **RD**= rotación derecha, **RI**= rotación izquierda, **EXT**= extensión, **ID**= inclinación derecha, **II**= inclinación izquierda, **F**= fuerza, **RST**= resistencia

**TABLA 4. Correlaciones de Pearson entre dolor, resistencia, fuerza, edad y movimientos cervicales.**

	E/D	E/F	E/RST	E/FLX	E/EXT	E/RD	E/RI	E/ID	E/II	FLX/EXT	FLX/RD	FLX/RI	FLX/ID	FLX/II	EXT/RD	EXT/RI	EXT/ID	EXT/II	RD/RI	RD/ID	RD/II	RI/ID	RI/II	ID/II
TOTAL	0,21	-0,41	0,58	0,05	-0,25	0,09	-0,15	-0,04	-0,17	0,03	0,17	0,11	0,36	0,20	0,23	0,14	0,14	0,26	0,44	0,12	0,01	0,28	0,26	0,74
P.HOMB	0,28	-0,48	0,59	-0,01	-0,47	-0,16	-0,23	-0,31	-0,39	-0,11	0,19	0,08	0,73	0,49	0,09	0,40	0,54	0,68	0,64	0,21	0,08	0,20	0,10	0,81
P. MUJ	0,53	-0,29	0,69	0,13	0,32	0,81	0,03	0,14	-0,06	0,35	0,18	0,18	-0,35	-0,26	0,33	-0,07	0,25	0,25	0,13	0,11	-0,02	0,46	0,48	0,66

\* **E**= edad, **D**= dolor, **FLX**= flexión, **RD**= rotación derecha, **RI**= rotación izquierda, **EXT**= extensión, **ID**= inclinación derecha, **II**= inclinación izquierda, **F**= fuerza, **RST**= resistencia

## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

1. Genebra C, Maciel NM, Bento T, Simeão S, Vitta A. Prevalence and factors associated with neck pain: a population-based study. *Braz J Phys Ther.* 2017 Jul-Aug; 21(4): 274–280.
2. Groeneweg R, Kropman H, Leopold H, Assen L, Mulder J, Tulder MW, Oostendorp RA. The effectiveness and cost-evaluation of manual therapy and physical therapy in patients with sub-acute and chronic non specific neck pain. Rationale and design of a Randomized Controlled Trial (RCT). *BMC Musculoskelet Disord.* 2010; 11: 14.
3. Iqbal ZA, Rajan R, Khan SA, Alghadir AH. Effect of deep cervical flexor muscles training using pressure biofeedback on pain and disability of school teachers with neck pain. *J Phys Ther Sci.* 2013 Jun; 25 (6):657-61.
4. Mahmoud NF, Hassan KA, Abdelmajeed SF, Moustafa IM, Silva AG. The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019 Dec; 12 (4):562-577.
5. Hoy D, March L, Woolf A, Blyth F, Brooks P, Smith E, et al. The global burden of neck pain: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014 Jul; 73 (7):1309-15.
6. Cagnie B, Danneels L, Tiggelen D, De Loose V, Cambier D. Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: a cross sectional study. *Eur Spine J.* 2007 May; 16 (5): 679-86.
7. Antúnez Sánchez LG, de la Casa Almeida M, Rebollo Roldán J, Ramírez Manzano A, Martín Valero R, Suárez Serrano C. 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. *Aten Primaria.* 2017 Aug-Sep; 49 (7):417-425.

8. Pierobon A, Raguzzi I, Soliño S. Rol de la musculatura flexora profunda en el dolor cervical crónico. *AKD*. Septiembre 2017; 20.
9. Yong MS, Lee HY, Lee MY. Correlation between head posture and proprioceptive function in the cervical region. *J Phys Ther Sci*. 2016 Mar; 28 (3): 857-60.
10. Subbarayalu AV, Ameer MA. Relationships among head posture, pain intensity, disability and deep cervical flexor muscle performance in subjects with postural neck pain. *J Taibah Univ Med Sci*. 2017 Dec; 12(6): 541–547.
11. Lau KT, Cheung KY, Chan KB, Chan MH, Lo KY, Chiu TT. Relationships between sagittal postures of thoracic and cervical spine, presence of neck pain, neck pain severity and disability. *Man Ther*. 2010 Oct; 15 (5): 457-62.
12. Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI. Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. *Braz J Phys Ther*. 2014 Jul-Aug; 18 (4):364-71
13. Kang DY. Deep cervical flexor training with a pressure biofeedback unit is an effective method for maintaining neck mobility and muscular endurance in college students with forward head posture. *J Phys Ther Sci*. 2015 Oct; 27 (10): 3207-10.
14. Ghamkhar L, Kahlaee AH. Is forward head posture relevant to cervical muscles performance and neck pain? A case-control study. *Braz J Phys Ther*. 2019 Jul-Aug; 23 (4): 346-354.
15. Jull G, Falla D. Does increased superficial neck flexor activity in the craniocervical flexion test reflect reduced deep flexor activity in people with neck pain? *Man Ther*. 2016 Sep; 25: 43-7.
16. Jull GA, O'Leary SP, Falla DL. Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008 Sep; 31 (7): 525-33.

17. Falla D, O'Leary S, Farina D, Jull G. The change in deep cervical flexor activity after training is associated with the degree of pain reduction in patients with chronic neck pain. *Clin J Pain*. 2012 Sep; 28 (7): 628-34.
18. Wolan-Nieroda A, Guzik A, Mocur P, Drużbicki M, Maciejczak A. Assessment of Interrater and Intrarater Reliability of Cervical Range of Motion (CROM) Goniometer. *Biomed Res Int*. 2020 Jun 12; 2020: 8908035.
19. Williams MA, McCarthy CJ, Chorti A, Cooke MW, Gates S. A systematic review of reliability and validity studies of methods for measuring active and passive cervical range of motion. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010 Feb; 33 (2): 138-55.
20. Luedtke K, Schoettker-Königer T, Hall T, Reimer C, Grassold M, Hasselhoff-Styhler P, et al. Concurrent validity and reliability of measuring range of motion during the cervical flexion rotation test with a novel digital goniometer. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Aug 11; 21 (1): 535.
21. Schäfer AGM, Schöttker-Königer T, Hall TM, Mavroidis I, Roeben C, Schneider M, Wild Y, Lütke K. Upper cervical range of rotation during the flexion-rotation test is age dependent: an observational study. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. 2020 Oct 31;12: 1759720X20964139.
22. Pan F, Arshad R, Zander T, Reitmaier S, Schroll A, Schmidt H. The effect of age and sex on the cervical range of motion - A systematic review and meta-analysis. *J Biomech*. 2018 Jun 25; 75: 13-27
23. Reed MD, Van Nostran W. Assessing pain intensity with the visual analog scale: a plea for uniformity. *J Clin Pharmacol*. 2014 Mar; 54(3): 241-4
24. Kotwani S, Bid DN, Ghatamaneni D, Alahmari KA, Ramalingam T, Paul Silvian S. Determining the reliability of craniocervical flexion test in asymptomatic individuals. *Hong Kong Physiother J*. 2018; 38(1): 33-40.

25. James G, Doe T. The craniocervical flexion test: intra-tester reliability in asymptomatic subjects. *Physiother Res Int*. 2010 Sep; 15(3): 144-9.
26. Oliveira AC, Silva AG. Neck muscle endurance and head posture: A comparison between adolescents with and without neck pain. *Man Ther*. 2016 Apr; 22:62-7.
27. Ghamkhar L, Kahlaee AH. Are Ultrasonographic Measures of Cervical Flexor Muscles Correlated With Flexion Endurance in Chronic Neck Pain and Asymptomatic Participants? *Am J Phys Med Rehabil*. 2017 Dec; 96(12): 874-880.
28. Kuhlman KA. Cervical range of motion in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993 Oct; 74(10): 1071-9.
29. Lansade C, Laporte S, Thoreux P, Rousseau MA, Skalli W, Lavaste F. Three-dimensional analysis of the cervical spine kinematics: effect of age and gender in healthy subjects. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 Dec 15; 34(26): 2900-6.
30. Castro WH, Sautmann A, Schilgen M, Sautmann M. Noninvasive three-dimensional analysis of cervical spine motion in normal subjects in relation to age and sex. An experimental examination. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000 Feb 15; 25(4): 443-9.
31. Kim DH, Kim CJ, Son SM. Neck Pain in Adults with Forward Head Posture: Effects of Craniovertebral Angle and Cervical Range of Motion. *Osong Public Health Res Perspect*. 2018; 9(6): 309-313.
32. Chiu TT, Lam TH, Hedley AJ. Correlation among physical impairments, pain, disability, and patient satisfaction in patients with chronic neck pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Mar; 86 (3): 534-40
33. Gupta BD, Aggarwal S, Gupta B, Gupta M, Gupta N. Effect of Deep Cervical Flexor Training vs. Conventional Isometric Training on Forward Head Posture, Pain, Neck Disability Index In Dentists Suffering from Chronic Neck Pain. *J Clin Diagn Res*. 2013 Oct; 7(10): 2261-4.

34. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Grassi G, Mossi E. Active range of motion of the head and cervical spine: a three-dimensional investigation in healthy young adults. *J Orthop Res*. 2002 Jan; 20(1): 122-9
35. Swinkels RA, Swinkels-Meewisse IE. Normal values for cervical range of motion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014 Mar 1; 39(5): 362-7.
36. Groeneweg R, Kropman H, Leopold H, van Assen L, Mulder J, van Tulder MW, et al. The effectiveness and cost-evaluation of manual therapy and physical therapy in patients with sub-acute and chronic non specific neck pain. Rationale and design of a Randomized Controlled Trial (RCT). *BMC Musculoskelet Disord*. 2010 Jan 24; 11:14.
37. Carbonell A, Aparicio VA, Delgado M. Effects of aging on physical fitness: implications in the recommendations of physical activity for older adults. *RICYDE*. 2009 Oct; 5(17): 1-18
38. Alonso A, Izquierdo M. Condición física saludable: envejecimiento y ejercicio físico I. *Revista española e iberoamericana de medicina de la educación física y el deporte*. 2003; 12(1): 28-33.
39. Hunter SK, Critchlow A, Enoka RM. Muscle endurance is greater for old men compared with strength-matched young men. *J Appl Physiol (1985)*. 2005 Sep; 99(3): 890-7
40. Hamberg-van Reenen HH, van der Beek AJ, Blatter BM, van Mechelen W, Bongers PM. Age-related differences in muscular capacity among workers. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009 Oct; 82(9): 1115-1121.