



**ESCUELA  
DE ENFERMERÍA  
Y FISIOTERAPIA**



**SAN JUAN DE DIOS**

**Máster Universitario en Biomecánica  
y Fisioterapia Deportiva**

**Trabajo Fin de Máster**

**Título:**

***Efecto de la utilización del teléfono  
inteligente “smartphone” sobre el centro  
de gravedad, la marcha y el ROM cervical.***

Alumno: Pablo Quereda Moreno

Tutor: Julio De La Torre

**Madrid, noviembre de 2020**

## Índice

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMEN:</b> .....   | 1  |
| <b>ABSTRACT:</b> .....  | 2  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | 3  |
| <b>Contexto Social de los teléfonos móvil</b> .....                   | 3  |
| <b>Estabilidad y equilibrio estático</b> .....                        | 4  |
| <b>La marcha o deambulaci3n</b> .....                                 | 6  |
| <b>Anatomía y biomecánica del raquis cervical</b> .....               | 9  |
| <b>Antecedentes de cervicalgia o dolor de cuello</b> .....            | 15 |
| <b>OBJETIVOS</b> .....  | 18 |
| <b>Objetivo general:</b> .....  | 18 |
| <b>Objetivos específicos</b> .....                                    | 18 |
| <b>HIPÓTESIS</b> .....  | 19 |
| <b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....                                       | 20 |
| <b>RESULTADOS</b> .....   | 25 |
| <b>DISCUSIÓN</b> .....  | 34 |
| <b>Alteraciones en el desplazamiento del centro de gravedad</b> ..... | 34 |
| <b>Influencia del teléfono móvil sobre el ROM cervical</b> .....      | 34 |
| <b>Cambios en la marcha provocados por el teléfono móvil</b> .....    | 36 |
| <b>CONCLUSIÓN</b> .....   | 37 |
| <b>ASPECTOS ÉTICOS</b> .....  | 38 |
| <b>LIMITACIONES DEL ESTUDIO</b> .....                                 | 39 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | 40 |
| <b>ANEXO I</b> .....  | 43 |
| <b>ANEXO II</b> .....   | 45 |

## RESUMEN:

En la actualidad el uso del teléfono móvil es algo habitual y cotidiano, sobre todo con la aparición de las redes sociales. Estos avances nos han ofrecido gran cantidad de ventajas, pero también múltiples efectos perjudiciales. En este estudio tratamos de comprobar los efectos en el centro de gravedad, en la marcha y en el rango articular (ROM) cervical, que tiene el uso del teléfono celular.

Se estableció un protocolo de medición que constaba de una prueba estabilométrica, del estudio del ROM cervical por medio del HAWK, y un análisis de la marcha por medio del G-Walk. Se encontraron diferencias significativas en la flexión cervical y en todos los aspectos de la marcha estudiados, en cambio no se encontraron diferencias en la rotación y lateroflexión cervical, ni en el desplazamiento del centro de gravedad. Por lo que podemos afirmar que enviar y recibir mensajes de texto afecta a la marcha y a la flexión cervical de cuello, lo que puede ser un factor de riesgo en muchas patologías.

**Palabras clave:** Teléfono inteligente, Marcha, Centro de gravedad, ROM cervical

## **ABSTRACT:**

At present, the use of mobile phones is something common and daily, especially with the appearance of social networks. These advances have offered us many advantages, but also multiple detrimental effects. In this study we are going to try to verify the effects on the center of gravity, on gait and on the cervical joint range (ROM), which the use of a cell phone has.

A measurement protocol was established that consisted of a stabilometric test, the study of cervical ROM using the HAWK, and a gait analysis using the G-Walk. Significant differences were found in cervical flexion and in all the aspects of gait studied, on the other hand, no differences were found in cervical rotation and lateral flexion, or in the displacement of the center of gravity. So we can affirm that sending and receiving text messages affects gait and cervical flexion of the neck, which can be a risk factor in many pathologies.

**Key words:** Smartphone, Gait, Center of Gravity, Cervical ROM

## INTRODUCCIÓN

### Contexto Social de los teléfonos móvil

Con la aparición de los teléfonos inteligentes o *smartphone*, la presencia mínima de uno de estos aparatos por persona resulta imprescindible. Utilizamos estos dispositivos desde que nos despertamos hasta que nos acostamos. El uso de los teléfonos celulares nos han facilitado muchos aspectos de nuestras actividades cotidianas, la comunicación con diferentes personas a largas distancias, buscadores de información fácilmente accesibles, reproductores de música en cualquier momento y lugar, además de otras muchas más utilidades<sup>1</sup>.

Entre las muchas herramientas a las que se puede acceder desde un *smartphone* una son las redes sociales. Las redes sociales son aplicaciones web que facilitan la comunicación o el contacto entre los individuos. Se pueden agrupar en tres grupos:

- Redes sociales genéricas: Son las más conocidas y numerosas. Las más famosas dentro de este grupo son Facebook, Twitter e Instagram entre otras.
- Redes sociales profesionales: En este tipo de red social los individuos comparten el mismo ámbito laboral y pueden conectar con otros compañeros de profesión. El ejemplo más notable sería LinkedIn.
- Redes sociales verticales o temáticas: Están basadas en una temática concreta, como por ejemplo *moterus* y *esanum*.<sup>1</sup>

Actualmente, el acceso rápido y sencillo a internet, en especial a las redes sociales, influyen en la actividad diaria de las personas, especialmente en los jóvenes.

A nivel sanitario se han encontrado múltiples beneficios con la utilización de estos dispositivos, ya que permiten aumentar la adherencia al tratamiento fomentando el aumento de nivel de ejercicio físico<sup>2</sup>, junto con la pérdida de peso y masa corporal.<sup>3</sup> Además de los beneficios anteriormente nombrados también encontramos otros, como el aumento de control de la glucemia por parte de los usuarios<sup>4,5</sup>, y mayor prevención de la malaria en niños menores de 5 años.<sup>6</sup>

A pesar de todos estos beneficios, también tienen sus inconvenientes, ya que está demostrada la asociación del uso del teléfono celular con el dolor lumbar o

lumbalgia. <sup>7</sup> Además se demostró en estudiantes que la utilización de estos dispositivos es un factor de fracaso escolar, que influye negativamente en el factor socioeconómico y disminuye el tiempo de sueño. <sup>8</sup>

El presente estudio tiene como objetivo estudiar cómo afecta el uso del teléfono móvil al equilibrio, a la marcha y a la biomecánica cervical.

#### Estabilidad y equilibrio estático

El equilibrio se define como “la capacidad para alcanzar y mantener el centro de gravedad sobre su base de sustentación en un medio sensorial.” Las reacciones de equilibrio son respuestas complejas basadas en un aprendizaje experimental previo basadas en situaciones de normal funcionamiento del sistema nervioso. Las dos reacciones descritas más comunes son:<sup>9</sup>

- Reacciones de enderezamiento. Se trata de reacciones automáticas las cuales controlan que la cabeza y el tronco se mantengan en la línea media ante un estímulo.<sup>9</sup>
- Reacciones de equilibrio. Se trata de reacciones pequeñas y a menudo imperceptibles que ayudan a mantener la postura y la posición durante el movimiento.<sup>9</sup>

A la hora de analizarlo lo podemos hacer midiendo de dos formas diferentes. Podemos calcular el equilibrio absoluto del cuerpo humano, el cual hace referencia a cuando el sumatorio de fuerzas externas y el momento de fuerza aplicada sobre él es “cero”, por lo cual, el cuerpo se encuentra o no se encuentra en equilibrio. Por otra parte, podemos medir el equilibrio relativo, que dependiendo de la magnitud de la fuerza externa y el nivel de desequilibrio que se produce podemos obtener el nivel de desequilibrio en escala.<sup>10</sup>

La clasificación de Barhman, representada en la figura 1, distingue las fuerzas cinemáticas y dinámicas dentro de la mecánica corporal. Por un lado, la fuerza cinemática es la parte de la biomecánica que describe los movimientos basándolos en términos de desplazamiento, velocidades y aceleraciones, y los sitúa espacialmente mediante coordenadas y ángulos.

Por el otro lado, la fuerza dinámica es la parte que describe las causas por las que se genera movimiento o la ausencia de él. Dentro del equilibrio dinámico

observamos la fuerza estática, la cual estudia las fuerzas que ocurren para que un cuerpo se mantenga el equilibrio (por ej. Parámetros de inercia, centro de gravedad...) y también podemos apreciar la fuerza cinética, que analiza las fuerzas que provocan el movimiento (por ej. Fuerzas propulsivas, resistivas durante diferentes actividades).<sup>10,11</sup>

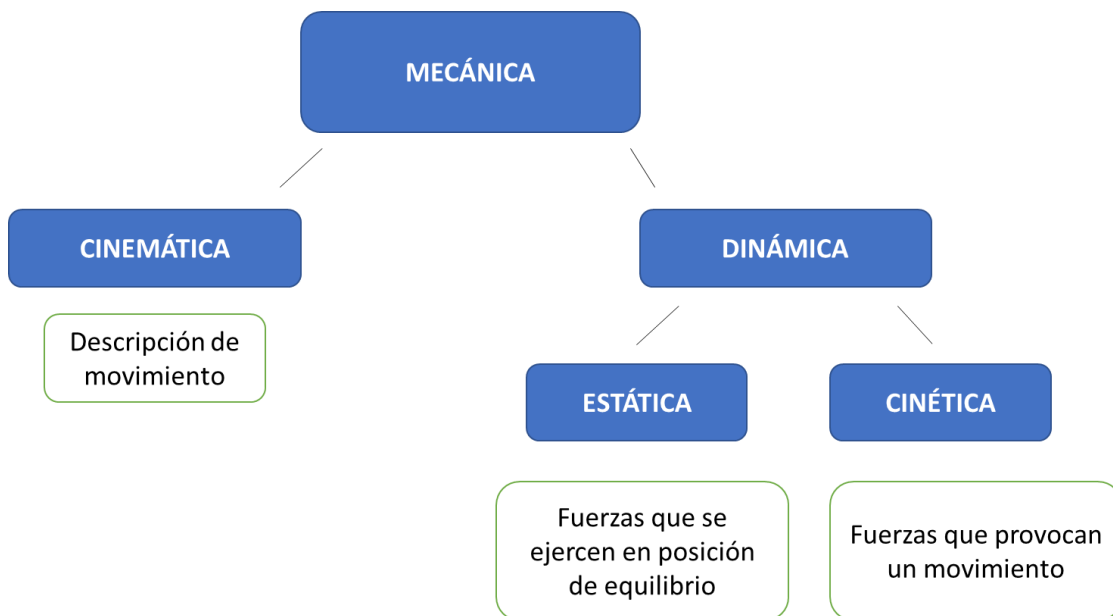


FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DE LA MECÁNICA BARHAM (1979)<sup>10</sup>

En los seres humanos la posición bípeda supone inestabilidad continua que requiere ser equilibrada constantemente por el sistema neuromuscular. El equilibrio depende de la combinación de factores psicológicos y ambientales además de una óptima confición física, fisiológica y mecánica.<sup>10</sup>

Los factores mecánicos que influyen en la estabilidad son:

- La base de sustentación, siendo el polígono delimitado por las aristas unidas a los puntos de apoyo de la superficie.<sup>10</sup>
- La altura del centro de gravedad respecto a la base de sustentación, cuanto a menor altura del centro de gravedad mayor será la estabilidad.<sup>10</sup>
- La proyección del centro de gravedad sobre la base de sustentación.<sup>10</sup>

También existen otros factores mecánicos, fuerzas externas a la gravedad, el aprovechamiento de la inercia en su movimiento lineal y angular, o cambios de posiciones de la base de sustentación.<sup>10</sup> El captor visual ha demostrado tener efecto en la estabilidad estática<sup>12,13</sup>, igual que el género<sup>13</sup>. Los desórdenes

temporomandibulares no demostraron tener efectos en la estabilidad<sup>14,15</sup>, aunque la férula oclusal sí que mostró efectos positivos en el equilibrio postural.<sup>16</sup>

Se ha comprobado que el entrenamiento de la estabilidad supone un crecimiento de esta misma.<sup>17,18</sup> Además, cabe destacar que la terapia con el apoyo de videojuegos u otros estímulos electrónicos ha resultado beneficiosa, y además aumenta la adherencia al tratamiento.<sup>18</sup>

La estabilidad del cuerpo humano se valora habitualmente a través de pruebas que incluyen bipedestación y marcha. Los test más simples valoran el concepto de equilibrio absoluto, mientras que el equilibrio relativo se valora por medio de la estabilimetría, como en este estudio.<sup>10</sup>

### La marcha o deambulación

La marcha es el movimiento de locomoción en el que desplazamos el cuerpo hacia anterior en posición erguida, soportando el peso corporal alternativamente por ambas piernas.<sup>19</sup> Durante la marcha siempre uno de los dos pies se mantiene apoyado en el suelo, y existe un breve momento de apoyo bipodal. La marcha sigue un patrón determinado.<sup>19</sup>

El mecanismo de locomoción en la posición bípeda lleva años desarrollándose hasta llegar a ser la marcha que conocemos hoy en día, siendo una de las características más notorias que definen los homínidos.<sup>20</sup>

La locomoción se logra mediante movimientos coordinados de los segmentos del cuerpo empleando una interacción de fuerzas internas o musculares, y las fuerzas externas compuestas de fuerzas inerciales, fuerzas gravitacionales y fuerzas de fricción.<sup>21</sup>

Las fuerzas internas o acciones musculares gastan energía metabólica y se utilizan eficientemente aprovechando las fuerzas externas. Se podría decir que el trabajo de las fuerzas internas ( $W_m$ ) es igual a la variación de energía mecánica total menos el trabajo realizado por la fuerza resistiva ( $W_r$ ). Si  $T$  es la energía cinética y  $U$  la energía potencial la fórmula sería la siguiente:<sup>21</sup>

$$W_m = \Delta T + \Delta U - W_r$$

Las fuerzas internas ( $W_m$ ) se dividen en dos subtipos, el trabajo muscular interno ( $W_i$ ), asociada con los movimientos del segmento corporal del individuo en



relación con su centro de gravedad sin implicar locomoción, y el trabajo muscular externo ( $W_e$ ), que representa el trabajo activo requerido para comenzar o mantener el movimiento durante la locomoción.<sup>21</sup>

La contracción muscular, concéntrica, excéntrica e isométrica, está asociada con el consumo de energía metabólica. La optimización de la marcha desde el punto de vista energético implica la minimización del trabajo muscular. Por lo que el valor de trabajo muscular interno ( $W_i$ ) debe ser el menor posible.<sup>21</sup>

La marcha presenta los siguientes parámetros espaciales.

- Longitud de paso (*Step length*): Es la distancia lineal que recorre un pie en el plano de progresión hasta el otro pie o punto de apoyo. La longitud de paso debe ser igual en ambos lados, de lo contrario la marcha no sería en línea recta.<sup>19,22</sup>
- Longitud de zancada (*Stride length*): Es la distancia lineal entre los sucesivos puntos de contacto del mismo pie. La longitud de zancada debe ser la suma entre la longitud de paso izquierda y derecha.<sup>19,22</sup>
- Anchura de paso (*Step width*): Es una medida de separación entre la línea media de ambos pies.<sup>19,22</sup>
- Ángulo de paso (*Pitch angle*): Ángulo entre la línea media del pie y la dirección de progresión.<sup>19</sup>

Y los siguientes parámetros temporales:

- Tiempo de zancada (*Stride time*) (s)
- Tiempo de fase de apoyo (*Stance time*) (s)
- Tiempo de fase de oscilación (*Swing time*) (s)
- Fase de apoyo (*Stance phase*) (%)
- Fase de oscilación (*Swing phase*) (%)
- Fase de apoyo monopodal (*Single support phase*) (%)
- Fase de apoyo bipodal (*Double support phase*) (%)
- Velocidad media (*Mean velocity*) (m/s)
- Cadencia (*cadence*) (pasos/minuto)<sup>19,22</sup>

La marcha la podemos dividir en tres fases:

1. La primera es la fase de impacto. Durante esta fase la articulación de la rodilla y la articulación del tobillo realizan un trabajo positivo que aumenta la energía cinética de la propia extremidad. El trabajo positivo es a causa de la flexión activa de la rodilla contralateral que aumenta la energía cinética. Existe un aumento adicional de la energía cinética y una disminución de la energía potencial a medida que la pierna homolateral avanza y se dirige hacia el suelo. La flexión de rodilla es de gran importancia en la economía de energía cinética para caminar, ya que evita la pérdida de energía cinética que ocurriría con la extremidad inferior extendida.<sup>21</sup>
2. La segunda es la fase de aceleración. En esta fase, la cadera derecha sufre una aceleración anterior a causa de los flexores de la cadera, mientras que la flexión de rodilla avanza por las fuerzas inerciales, siendo estabilizada por el recto femoral. El tobillo homolateral contribuye en esta aceleración, gracias al trabajo realizado por los flexores plantares. La extremidad aceleradora resta aproximadamente un 40% de su requerimiento de energía total. La acción de flexo-extensión de la rodilla combinada con la inclinación de la pelvis da como resultante un desplazamiento vertical limitado.<sup>21</sup>
3. Por último, encontramos la fase de desaceleración. Durante esta fase el miembro oscilante desacelera. En la cadera se produce la desaceleración principalmente por el efecto de las fuerzas gravitacionales. Por el contrario, los isquiotibiales requieren un esfuerzo considerable para evitar que la rodilla acuda a hiperextensión. En la extremidad oscilante alrededor del 60% de la disminución de energía es absorbida por la musculatura, y el 40% restante se transfiere por el resto del cuerpo.<sup>21</sup>

En este estudio queremos observar cómo afecta la utilización del teléfono móvil en los parámetros espaciales y temporales de la marcha. Existen también estudios anteriores de cómo afectan estos dispositivos a este sistema de locomoción.

Estudios demuestran cómo durante la deambulaci3n, mantener una llamada telef3nica disminuye la atenci3n y los reflejos.<sup>23</sup> A la hora de cruzar la calle las personas que utilizan el tel3fono m3vil tienen menos probabilidades de hacerlo

exitosamente.<sup>23</sup> Estas mismas consecuencias producidas por una llamada telefónica también son reproducidas al escuchar música con auriculares.<sup>23</sup>

También hay estudios que demuestran que enviar mensajes de texto, por medio del teléfono celular, durante la marcha puede afectar a la estabilidad del plano frontal a causa de la demanda física que supone esta actividad y no por la demanda cognitiva.<sup>24</sup> También observamos que no hay cambios en el sistema cocleo-vestibular por el uso del teléfono móvil.<sup>25</sup>

La doble tarea de caminar mientras escribes mensajes de texto afecta a la función ejecutiva y a la memoria de trabajo, y, además, altera la marcha pudiendo comprometer la seguridad del individuo. Cabe destacar que existe un efecto de interferencia significativo mayor cuando se envían mensajes de texto durante la marcha respecto cuando se habla por teléfono.<sup>26</sup>

#### Anatomía y biomecánica del raquis cervical

La columna cervical se divide en dos segmentos anatómica y funcionalmente diferentes.

- Raquis cervical superior, también denominado raquis suboccipital, compuesto por la primera vértebra, o atlas, y la segunda vértebra, o axis. Estas dos estructuras están unidas entre sí con el occipital. Es una cadena articular con tres ejes de movimiento, flexoextensión, lateroflexión y rotación.<sup>27</sup>
- Raquis cervical inferior, en el que se encuentran agrupadas desde la tercera vértebra hasta la séptima vértebra cervical. Todas las vértebras cervicales son del mismo tipo a excepción de atlas y axis. Esta cadena articular también tiene tres ejes de movimiento, en flexoextensión, rotación y lateralización.<sup>27</sup>

Estos dos segmentos complementan los tres ejes y planos de movimiento entre sí. Los tres planos con sus respectivos ejes son:

1. Plano sagital: Divide el cuerpo en dos mitades una derecha y otra izquierda. El eje transversal es perpendicular al plano donde ocurre el movimiento de flexo-extensión. El movimiento de flexión tiene un ROM normal de entre 35-45°, al igual que en extensión.<sup>27</sup>

2. Plano frontal: Separa el cuerpo en una primera mitad anterior y una segunda mitad posterior. Por este plano atraviesa el eje anteroposterior donde ocurre el movimiento de lateralización cervical. Su ROM normal es de 45° por cada sentido.<sup>27</sup>
3. Plano transversal: Separa el cuerpo en una mitad superior y una mitad inferior. El eje vertical atraviesa este plano donde se realiza el movimiento de rotación cervical. Su ROM normalizado es de entre 60-80° en cada sentido.<sup>27</sup>

Se trata de articulaciones cartilagosas secundarias (sínfisis) diseñadas para soporte de peso y fuerza. Están formadas por los discos intervertebrales, los cuales se componen de anillo fibroso y un núcleo pulposo. La columna cervical forma la primera lordosis de la columna.<sup>27,28</sup>

Los cuerpos vertebrales cervicales son más grandes y estrechos desde la cara anterior y posterior, la cara superior es cóncava y la inferior es convexa. Su foramen vertebral es grande y triangular.<sup>27,28</sup>

Poseen el foramen transverso por donde pasan las arterias vertebrales, excepto en C7 donde, aunque también existe este foramen, la arteria no discurre por él. Sus apófisis articulares superiores tiene dirección superoposterior y, en cambio, las inferiores tienen dirección inferoanterior. Las apófisis espinosas desde C3 a C5 son más cortas y bífidas, la de C6 es larga, aunque la apófisis espinosa de C7 es más larga, y más fácil a la palpación.<sup>27,28</sup>

En la región cervical anterior podemos encontrar la siguiente musculatura:

- El largo de la cabeza el cual se origina en el tubérculo anterior de las apófisis transversas desde la tercera a la sexta vértebras cervicales, y se inserta en la posición basilar del occipital, teniendo como función la flexión lateral y rotación homolateral, además de la flexión de cabeza.<sup>29</sup>
- El largo del cuello. Se encarga de la flexión lateral y rotación de la columna cervical homolateral, además de la flexión de las cervicales. Posee tres porciones diferentes:

- Porción recta: Siendo su origen en la parte anterior de los cuerpos vertebrales cervicales de la quinta vértebra cervical hasta la tercera vértebra dorsal, y su inserción la parte anterior de la segunda, tercera y cuarta vértebra cervical.<sup>29</sup>
- Porción oblicua superior: Se origina en el tubérculo anterior de las apófisis transversas de la tercera a la quinta vértebra cervical y se inserta en el tubérculo anterior del atlas.<sup>29</sup>
- Porción oblicua inferior: Originándose en la parte anterior de las tres primeras dorsales, hasta el tubérculo anterior de las apófisis transversas de la quinta y sexta cervical.<sup>29</sup>
- Recto anterior de la cabeza: Tiene su origen en la masa lateral del atlas y su inserción en la porción basilar del hueso occipital, encargándose de la flexión y de la flexión lateral de la articulación atlanto-occipital.<sup>29</sup>
- Recto lateral de la cabeza: Se origina en la apófisis transversa del atlas y se inserta en la porción basilar del hueso occipital. La función de este músculo es la misma que la del recto anterior de la cabeza, la flexión y flexión lateral de la articulación atlanto-occipital.<sup>29</sup>
- Escalenos: Son músculos inspiratorios auxiliares, además de provocar flexión lateral homolateral cuando se contrae unilateralmente y flexión de cuello cuando se contrae bilateralmente.
  - Escaleno anterior: se origina en los tubérculos anteriores de las apófisis transversas desde la tercera a la sexta vértebra cervical, y se inserta en la primera costilla.
  - Escaleno medio: Se origina desde las apófisis transversas de la tercera a la séptima vértebra cervical y se inserta en la primera costilla.
  - Escaleno posterior: Se origina desde los tubérculos de las apófisis transversas de la quinta a la séptima vértebra y se inserta en la segunda costilla.

En la región cervical anterior también podemos encontrar los siguientes ligamentos:

- Ligamento occipitoodontoideo, el cual se extiende desde la apófisis basilar del occipital y el vértice de la apófisis odontoidea. Es un ligamento corto y grueso.<sup>27</sup>
- El ligamento cruciforme está formado por los tres siguientes ligamentos:
  - Ligamento transverso, visto en sección, se sitúa en la carilla articular posterior del odontoides.<sup>27</sup>
  - Ligamento occipitotransverso, el cual se encuentra entre el borde superior del ligamento transverso y la apófisis basilar.<sup>27</sup>
  - Ligamento transversoaxoideo, situado entre el borde inferior del ligamento transverso y la cara posterior del cuerpo del axis.<sup>27</sup>
- Ligamento occipitoaxoideo medio, se encuentra detrás del ligamento cruciforme, se extiende desde la apófisis basilar a la cara posterior del cuerpo del axis.<sup>27</sup>
- La cápsula de la articulación occipitoatloidea, se puede observar al fondo vista en perspectiva. <sup>27</sup>
- Ligamento vertebral común posterior, situado por detrás de los ligamentos occipitoaxoideos medios y laterales, se inserta en la corredera de la apófisis basilar, y sobre el borde inferior del axis, y se prolonga por toda la columna hasta el canal del sacro.<sup>27</sup>
- Ligamento occipitoatloideo anterior, colocado por delante del ligamento occipitoodontoideo medio formado por una lámina profunda y una lámina superficial, se extiende desde la cara inferior de la apófisis basilar al borde superior y cara anterior del arco anterior del atlas.<sup>27</sup>
- Ligamento atloidoaxoideo anterior prolonga hacia abajo el ligamento occipitoatloideo anterior. Se extiende desde el borde inferior del arco del atlas hasta la cara anterior del cuerpo del axis. De este modo constituye, por delante el odontoides y el ligamento occipitoodontoideo medio, y por detrás de los ligamentos occipitoatloideo medio y atloidoaxoideo medio, un espacio celuloadiposo que contiene la articulación atloidoontoidea y su cápsula.<sup>27</sup>
- El ligamento vertebral común anterior recubre todo este conjunto por delante y se inserta en la cara inferior de la apófisis basilar del occipital,

pasa a modo de puente por delante del arco anterior del atlas, en el que no se inserta, para fijarse luego en la cara anterior del cuerpo del axis. A continuación, se prolonga por toda la cara anterior del raquis hasta el sacro insertándose, en cada nivel, en el borde anterior de los discos intervertebrales y en la cara anterior de los cuerpos vertebrales.<sup>27</sup>

En la región posterior del cuello encontramos la siguiente musculatura, dividida en:

- El plano profundo, el cual está formado por la porción cervical del transversoespinoso, los músculos interespinosos y los pequeños músculos motores del raquis suboccipital, que se extienden entre el occipital, el atlas y el axis.
  - El recto posterior mayor de la cabeza, siendo su origen en la apófisis espinosa del axis y la inserción en el tercio central de la línea nual inferior. Cuando se contrae unilateralmente realiza una rotación homolateral de la cabeza, en cambio cuando se contrae bilateralmente provoca una extensión de la cabeza.<sup>27,29</sup>
  - El recto posterior menor de la cabeza, su origen se localiza en el tubérculo posterior del atlas y la inserción en el tercio interno de la línea nual inferior. Durante la contracción unilateral provoca rotación homolateral de la cabeza, sin embargo, en la contracción bilateral realiza una extensión de la cabeza.<sup>27,29</sup>
  - El oblicuo superior de la cabeza, localizando el origen en la apófisis transversa del atlas insertando por encima de la zona de inserción del músculo recto posterior mayor de la cabeza. La contracción unilateral tiene como función la flexión homolateral y la rotación contralateral de la cabeza, y la contracción bilateral.<sup>27,29</sup>
  - El oblicuo inferior de la cabeza tiene su origen en la apófisis espinosa del axis hasta la apófisis transversa del atlas. En la contracción unilateral ocurre una flexión homolateral y rotación contralateral de la cabeza, y en la contracción bilateral se produce una extensión de la cabeza.<sup>27,29</sup>

- El plano del esplenio y del angular, el más superficial, se ven comprendidos:
  - El esplenio de la cabeza se origina en las apófisis espinosas de la tercera vértebra cervical hasta la sexta vértebra dorsal, insertando en la parte lateral de la línea nugal superior y en la apófisis mastoides, teniendo como función la extensión de la cabeza y columna cervical durante una contracción bilateral, y unilateralmente la flexión y rotación homolaterales.<sup>27,29</sup>
  - El esplenio del cuello obtiene su origen desde la tercera hasta la sexta vértebra dorsal y su inserción en las apófisis transversas de atlas y axis.<sup>27,29</sup>
  - El angular de la escápula el cual se origina en las apófisis transversas desde la primera a la cuarta vértebra cervical y se inserta en el ángulo superior de la escápula. Cuando se activa desplaza la escápula hacia craneal y medial, además de basculándola medialmente, en cuanto al movimiento de la cabeza provoca una inclinación homolateral.<sup>27,29</sup>
  - El trapecio, el cual abarca desde la línea nugal superior, la protuberancia occipital externa y las apófisis espinosas de todas la vértebras cervicales y dorsales, hasta el tercio lateral de la clavícula, el acromion y la espina de la escápula. Se divide en tres porciones, y la función de este músculo varía dependiendo de la porción que se activa. La porción descendente asciende la escápula y realiza una basculación externa de la escápula, además de la inclinación homolateral de la cabeza y la rotación contralateral de esta misma. La porción transversa desplaza la escápula medialmente y la porción ascendente descienden la escápula y la basculan medialmente. La activación de las tres porciones se encarga de la fijación de la escápula en la caja torácica.<sup>27,29</sup>
  - El esternocleidomastoideo se origina en el manubrio esternal y el tercio medial de la clavícula y se inserta en la apófisis mastoides y la línea nugal superior. Unilateralmente realiza una flexión homolateral de la cabeza y una rotación contralateral de



esta misma, en cambio cuando se contrae bilateralmente se produce una extensión de la cabeza, además de ser un músculo auxiliar de la respiración.<sup>27,29</sup>

Los arcos posteriores están unidos por los siguientes ligamentos:

- Ligamento occipitoatloideo posterior, también denominado membrana occipitoatloidea, une el borde posterior del agujero occipital al arco posterior del atlas. Es el equivalente de un ligamento amarillo y presenta por detrás de las masas laterales del atlas un orificio por el que penetra la arteria occipital y sale el primer nervio cervical.<sup>27</sup>
- Ligamento atloaxoideo posterior, membrana atloaxoidea, que une los arcos posteriores del atlas y del axis a modo de un ligamento amarillo, por detrás de la articulación existe un orificio por el que sale el segundo nervio cervical. <sup>27</sup>
- Ligamento interespinoso, une el arco posterior del atlas a la espinosa del axis, y luego hacia abajo, las espinosas de las vértebras cervicales entre sí. <sup>27</sup>
- Ligamento cervical posterior, tabique fibroso muy espeso, equivale a un ligamento supraespinoso, se inserta por arriba, en la concha occipital a la altura de la línea media, y separa las masas musculares de la nuca en dos mitades derecha e izquierda. <sup>27</sup>
- La cápsula de la articulación interapofisaria, entre el axis y la tercera cervical, limita por detrás del agujero de conjunción, por el que sale el tercer nervio cervical. <sup>27</sup>
- Ligamento amarillo, une el arco posterior del axis al arco posterior de la tercera cervical.<sup>27</sup>

#### Antecedentes de cervicalgia o dolor de cuello

En 2017 se estudió, como a nivel mundial las tasas estandarizadas de incidencia de cervicalgia, siendo de 806,6 por cada 100 000 habitantes y en cuanto a discapacidad por dolor de cuello fue de 352 por cada 100 000 habitantes.<sup>30</sup> Existe mayor incidencia en informáticos o trabajadores en los que su profesión exige el constante uso del ordenador.<sup>31</sup>

Estudios indican que hay mayor incidencia de dolor de cuello en el sexo femenino entre la edad de 35-49, posterior a esa edad la tasa disminuye. La mayor incidencia se encuentra en Noruega, Finlandia y Dinamarca, y en los países con altos ingresos económicos.<sup>30,31</sup>

Aunque en la mayoría de los casos el dolor de cuello remite con tratamiento, suelen producirse tanto recaídas como recidivas en un porcentaje considerable de los casos. Esta patología supone un gran problema social y económico a nivel mundial.<sup>30,31</sup>

El dolor de cuello puede ser provocado por múltiples causas como por ejemplo disfunciones en el reflejo cervico-ocular, por el reflejo vestibulo-ocular, o por hernias cervicales.<sup>32,33</sup> La inestabilidad y la falta de propiocepción en las estructuras que rodean la columna cervical también puede ser causa de dolor crónico. El ejercicio sería la terapia más indicada en estos casos.<sup>34</sup> El aumento de la resistencia de los flexores de la cabeza suboccipitales profundos (comentados anteriormente) junto con la disminución de la actividad de los músculos esternocleidomastoideo, escaleno anterior y esplenio sugieren un papel importante para la estabilización en el dolor crónico de cuello.<sup>35</sup>

Además, comprobamos como los puntos gatillos miofasciales, factores vasculares o cualquier anomalía en el ROM cervical, pueden provocar migrañas, cefaleas tensionales o vértigos, además de dolor en los miembros superiores, y otros muchos factores psicológicos.<sup>36-38</sup>

En cuanto a diagnóstico no se encuentra un método claro para clasificar la cervicalgia. Recientes estudios demuestran cómo no existe diferencia estadística significativa en la edad, ROM y dolor en función del diagnóstico clásico.<sup>38</sup>

Recientes investigaciones han desarrollado nuevos métodos de clasificación para la cervicalgia basándose en el ROM articular y en la edad de los pacientes, y no en el mecanismo de lesión que produce la patología. Estas nuevas clasificaciones permiten categorizar mejor el dolor cervical, ofreciendo más información a los terapeutas.<sup>38,39</sup>

Estudios han demostrado como que el uso de dispositivos que utilizan pantalla provocan síntomas musculoesqueléticos, dolor de cuello y hombro, además de

otros efectos perjudiciales como síntomas oculares internos (tensión y dolor) y externos (sequedad, irritación), y síntomas visuales (desenfoque, visión doble).<sup>40</sup>

La intervención más común por la medicina general en esta patología son analgésicos. A pesar de la incidencia de la cervicalgia, hay un gran déficit de evidencia científica en los protocolos a seguir en el abordaje terapéutico, desde el punto de vista de la fisioterapia.<sup>41</sup>

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Explorar los cambios del ROM cervical en bipedestación que produce la utilización del teléfono móvil en los tres planos de movimiento.

### Objetivos específicos:

- Ver los cambios en el desplazamiento del centro de gravedad provocados por la utilización del teléfono móvil para analizar el equilibrio relativo de los sujetos.
- Calcular los cambios en la longitud de paso, la cadencia de pasos y el tiempo que se tarda en recorrer 100 metros con el uso del teléfono móvil y sin él.

## HIPÓTESIS

- La utilización del teléfono móvil provoca cambios sobre el desplazamiento del centro de gravedad, disminuyendo el equilibrio relativo.
- Enviar mensajes con el teléfono móvil influye en la marcha, ralentizándola, disminuyendo la longitud de paso, y la cadencia.
- Mirar el teléfono móvil provoca flexión continua en el ROM cervical, además de la acentuación de la rotación y lateralización cervical.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio cuantitativo descriptivo y transversal.

La población diana fueron los estudiantes de la Universidad Pontificia de Comillas en la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia. Se escogieron los sujetos por medio de un muestreo por conveniencia en bola de nieve. El estudio tuvo lugar en el laboratorio de Biomecánica de la Universidad Pontificia de Comillas San Juan de Dios. Los datos fueron extraídos directamente de los sujetos.

Se tomaron las medidas correspondientes contra el COVID-19 establecidas en el momento de las mediciones por el Ilustre Colegio de Fisioterapeutas de Madrid.

Criterios de inclusión:

- Edad comprendida entre 18 y 45 años.
- Tener teléfono móvil propio y utilizarlo diariamente.

Criterio de exclusión

- Patología de columna a cualquier nivel diagnosticada
- Diagnóstico de cefaleas.
- Alteración del sistema vestibular.
- Marcha anormal por motivos neurológicos o musculoesqueléticos diagnosticados.

Una muestra aleatoria simple, por conveniencia, de 31 individuos es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de  $\pm 0.08$  unidades, la media poblacional de unos valores que es previsto que tengan una desviación estándar de alrededor de 0.2 unidades. El porcentaje de reposiciones necesaria se ha previsto que será del 20%.

Un sujeto del total de la muestra no superó los criterios de inclusión por lo que se procedió a analizar los resultados con una muestra de 30 sujetos.

Las variables cuantitativas que se buscará analizar serán las siguientes:

- La diferencia del desplazamiento en el centro de gravedad durante 10 segundos, sobre una plataforma estabilométrica con móvil y sin móvil, medido en mm<sup>2</sup>.
- El tiempo en segundos que se tarda en recorrer 100 m y la diferencia de longitud de medido paso en cm junto con la cadencia expresada en pasos por minuto, utilizando el teléfono celular y sin utilizarlo. Los datos se recogerán con el aparato de medición G-Walk.
- La diferencia del ROM cervical en los tres planos del espacio, (sagital, frontal y transversal) cuando utiliza el teléfono móvil y cuando no en estático.

La recogida de datos se realizó en dos mediciones por sujeto, la primera en estático y la segunda en dinámico. Antes de empezar el protocolo se procedió a la calibración de los aparatos. En el caso del Hawk y G-Walk se calibró cuando comenzaron todas las mediciones, una vez por día, y en el caso de la plataforma estabilométrica se calibró una vez por cada sujeto.

La primera medición se realizó situando al sujeto encima de la plataforma estabilométrica colocando ambos pies paralelos dirigidos hacia anterior, a la altura de los isquiones. Después se colocó el dispositivo Hawk cinchado en la frente. En vez de pedirle al sujeto que mire hacia el frente durante la medición, como en anteriores estudios<sup>13,15</sup>, le pedimos que mantenga la mirada en una posición fija, habitual y cómoda, para poder comparar de manera más eficaz los resultados de esta medición respecto con la que realizaremos posteriormente, ya que queremos comparar la posición habitual de la cabeza de cada sujeto, con la posición que mantiene al utilizar el teléfono celular. Mantuvo la postura durante los 10 segundos que dura la medición, y a continuación bajó de la plataforma se le facilitó su propio teléfono celular, y le pedimos que vuelva a subir a la plataforma para repetir el mismo procedimiento mientras utiliza el teléfono móvil. Al sujeto se le envió un mensaje de texto predeterminado, siendo siempre el mismo, utilizando la aplicación WhatsApp, el cual tendrá que leer y contestar con instrucciones precisas del contenido durante la medición. Le señalamos que mirará al frente y justo antes de empezar la medición le indicamos que ya podía mirar su teléfono móvil.

El mensaje fue el siguiente “Hola hij@, que tal te ha ido el examen?”, y el sujeto contestó como si fuera a su madre como le ha ido un examen y que le ha salido regular

La segunda medición se realizó en un pasillo vacío en el que el sujeto caminó 100 metros con el G-Walk incorporado. A causa de la limitación del espacio se realizará en 4 tramos de 25 m, ejecutando dos idas y dos vueltas. Medimos la longitud de paso en cm, la cadencia expresado en pasos por minuto, y el tiempo que tarda en recorrer la distancia, ya nombrada anteriormente, en segundos, Respecto a la mirada se le dictaron las mismas indicaciones que en la medición anterior, que mantuviera una mirada cómoda. Primero no utilizó el teléfono móvil, y después usó su propio dispositivo. El sujeto volvió a recibir un mensaje de texto diferente predeterminado y tuvo que contestarlo de manera coherente.

Este mensaje fue el siguiente: “A qué hora quedamos al final?”, y el sujeto contestó que salía de clase a las 14:00 y que a las 21:00 tiene un compromiso a la imaginación de cada individuo. El sujeto tuvo que concertar una cita entre esas horas.

Podríamos resumir la intervención en la siguiente enumeración:

1. Medición de la estabilidad y ROM cervical:
  - a. Incorporamos el Hawk centrado sobre la frente del sujeto.
  - b. Situamos al sujeto y le explicamos el protocolo que vamos a seguir, redactado anteriormente.
  - c. Medimos durante 10 segundos los mm<sup>2</sup> de desplazamiento y el ROM cervical sin el teléfono móvil en la plataforma estabilométrica.
  - d. Le pedimos que baje de la plataforma y que posteriormente vuelva a subir con el teléfono móvil.
  - e. Repetimos el mismo procedimiento en la plataforma estabilométrica.
2. Medición de la marcha y ROM cervical.
  - a. Incorporamos el G-Walk al sujeto.
  - b. Medimos la longitud de paso, la cadencia y el tiempo que tarda en recorrer 100m, y la flexión cervical.



- c. Le damos su teléfono móvil al sujeto, y repetimos el mismo procedimiento con el G-Walk.

Los parámetros que mediremos estadísticamente serán los siguientes.

- Si existe diferencia significativa en el desplazamiento del centro de gravedad utilizando el teléfono celular y sin utilizarlo, representado en mm<sup>2</sup>.
- Representar si hay asociación entre la longitud de paso, la cadencia de la marcha y el tiempo que tarda en recorrer 100 metros cuando se utiliza el teléfono móvil y cuando no.
- Descubrir si hay diferencias significativas en el rango y en la posición más y menos elevada del ROM cervical medido en grados, cuando se utiliza el teléfono móvil y cuando no, en bipedestación estática.

### **Tabla de variables**

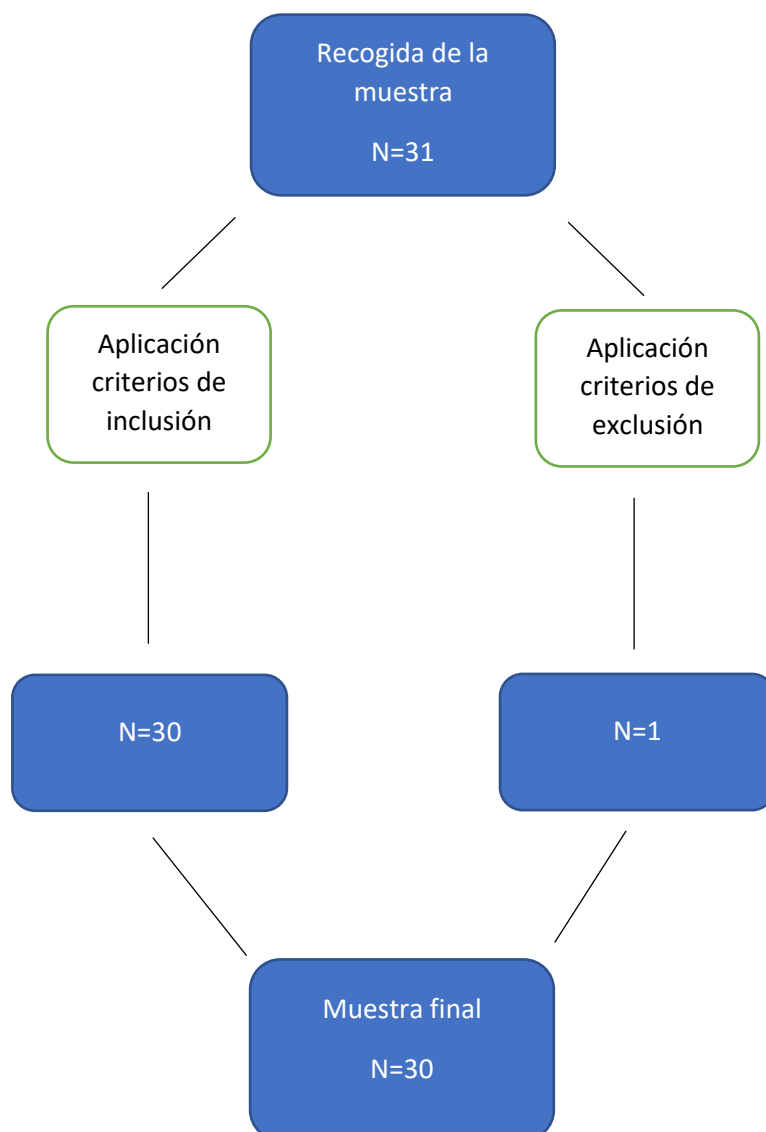
| <b>Variables</b>                                   | <b>Unidad de medida</b>                 | <b>Protocolo de trabajo</b> |
|--|---|-----------------------------|
| Edad   | Años                                    | Sin teléfono móvil          |
| Sexo   | Masculino o femenino                    | Sin teléfono móvil          |
| Peso   | Kilogramos (Kg)                         | Sin teléfono móvil          |
| Talla  | Metros (m)                              | Sin teléfono móvil          |
| Desplazamiento del centro de gravedad              | Milímetros cuadrados (mm <sup>2</sup> ) | Con y sin teléfono móvil    |
| Punto máximo de rotación cervical en estático      | Grados (°)                              | Con y sin teléfono móvil    |
| Punto máximo de lateroflexión cervical en estático | Grados (°)                              | Con y sin teléfono móvil    |
| Punto máximo de flexión cervical en estático       | Grados (°)                              | Con y sin teléfono móvil    |
| Duración de la marcha en 200m de recorrido         | Segundos (seg)                          | Con y sin teléfono móvil    |
| Cadencia de pasos                                  | Pasos por minuto                        | Con y sin teléfono móvil    |
| Longitud de paso                                   | Metros (m)                              | Con y sin teléfono móvil    |

*FIGURA 2. TABLA DE VARIABLES*

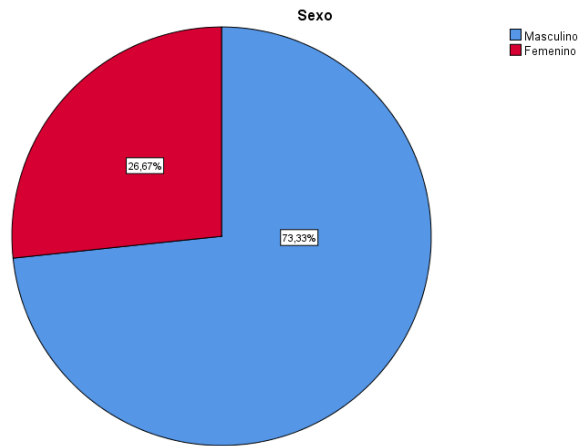
Los resultados se calcularon estadísticamente con el programa Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp. Se calculó la normalidad de la muestra con el método Kolmogorov y según la normalidad, se volvió a calcular si había diferencias estadísticas significativas con el método Pearson cuando la muestra fue normal, y con el método Spearman cuando la muestra no lo fue.

## RESULTADOS

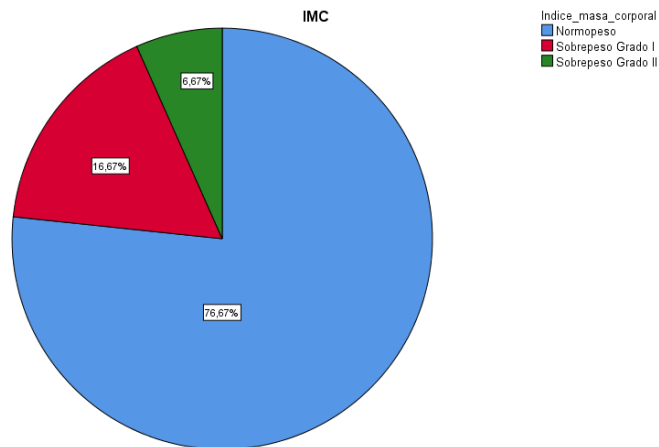
Después del análisis de los resultados se encontraron diferencias significativas en la flexión cervical, en cambio no se apreciaron diferencias ni en la rotación ni en la lateroflexión cervical. Por otra parte, no se apreció cambios significativos en el desplazamiento del centro de gravedad, pero si en todos los aspectos estudiados de la marcha.



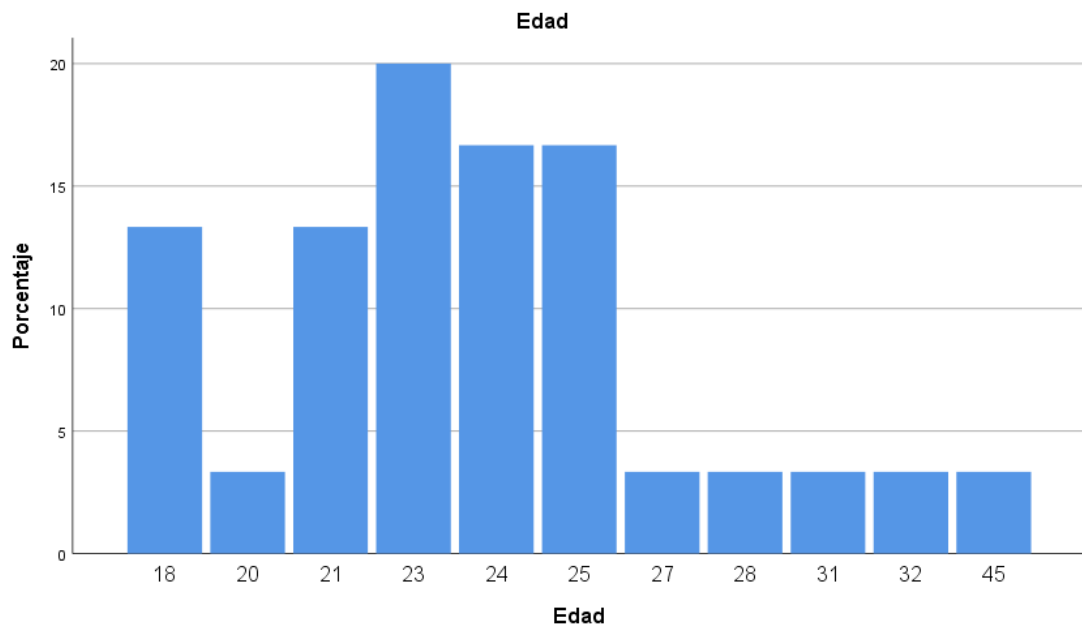
*FIGURA 3. DIAGRAMA DE FLUJOS.*



*FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DEL SEXO SEGÚN LA MUESTRA.*



*FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DEL IMC SEGÚN LA MUESTRA.*



*FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN DE LA EDAD SEGÚN LA MUESTRA.*

### Estadísticos

| Edad  |          |       |
|-------|----------|-------|
| N     | Válido   | 30    |
|       | Perdidos | 1     |
| Media |          | 24,07 |
| Moda  |          | 23    |

*FIGURA 7. ESTADÍSTICOS MEDIA Y MODA DE LA EDAD SEGÚN LA MUESTRA*

Como podemos observar en la muestra predomina el sexo masculino (73,33%) en comparación al sexo femenino (26,67%). Se recogió la altura y peso de todos los sujetos para después calcular la variable del IMC. Se comprobó que la mayoría se encontraba en normopeso (76,67%), seguido de sobrepeso grado I (16,67%), y por sobrepeso grado II (6,67%) siendo la menos habitual. También observamos como en la distribución de la edad la media es 24,07 siendo 23 años la moda.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | mm2<br>desplazamiento<br>del centro de<br>gravedad sin<br>móvil | mm2<br>desplazamiento<br>del centro de<br>gravedad con<br>móvil |
|------------------------------------|------------------|---|---|
| N                                  |                  | 30  | 30  |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 9,227   | 9,547   |
|                                    | Desv. Desviación | 3,6004  | 3,4886  |
| Máximas diferencias<br>extremas    | Absoluto         | ,158  | ,137  |
|                                    | Positivo         | ,158  | ,137  |
|                                    | Negativo         | -,079   | -,084   |
| Estadístico de prueba              |                  | ,158  | ,137  |
| Sig. Asintótica(bilateral)         |                  | ,053 <sup>c</sup>   | ,156 <sup>c</sup>   |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

*FIGURA 8. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE DEL DESPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE GRAVEDAD.*

### Correlaciones

|   |                        | mm2<br>desplazamiento<br>del centro de<br>gravedad sin<br>móvil | mm2<br>desplazamiento<br>del centro de<br>gravedad con<br>móvil |
|---|------------------------|---|---|
| mm2 desplazamiento del<br>centro de gravedad sin móvil    | Correlación de Pearson | 1   | ,166  |
|   | Sig. (bilateral)       |   | ,382  |
|   | N                      | 30  | 30  |
| mm2 desplazamiento del<br>centro de gravedad con<br>móvil | Correlación de Pearson | ,166  | 1   |
|   | Sig. (bilateral)       | ,382  |   |
|   | N                      | 30  | 30  |

*FIGURA 9. PRUEBA DE PEARSON DEL DESPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE GRAVEDAD.*

Comprobamos con la prueba de Pearson (Figura 9) que no existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de gravedad independientemente del uso del teléfono inteligente. Tampoco podemos observar ninguna tendencia clara. Se utilizó la prueba de Pearson al ser normal la muestra.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Pto Máx Flexión<br>sin móvil | Pto Máx Flexión<br>con móvil |
|------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|
| N                                  |                  | 30                           | 30                           |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 1,27                         | 41,40                        |
|                                    | Desv. Desviación | 1,484                        | 17,190                       |
| Máximas diferencias<br>extremas    | Absoluto         | ,305                         | ,175                         |
|                                    | Positivo         | ,305                         | ,175                         |
|                                    | Negativo         | -,197                        | -,109                        |
| Estadístico de prueba              |                  | ,305                         | ,175                         |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,000 <sup>c</sup>            | ,020 <sup>c</sup>            |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

*FIGURA 10. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE DEL PUNTO MÁXIMO FLEXIÓN CERVICAL.*

### Correlaciones

|                 |                           |                            | Pto Máx Flexión<br>sin móvil | Pto Máx Flexión<br>con móvil |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Rho de Spearman | Pto Máx Flexión sin móvil | Coeficiente de correlación | 1,000                        | ,365*                        |
|                 |                           | Sig. (bilateral)           | .                            | ,047                         |
|                 |                           | N                          | 30                           | 30                           |
|                 | Pto Máx Flexión con móvil | Coeficiente de correlación | ,365*                        | 1,000                        |
|                 |                           | Sig. (bilateral)           | ,047                         | .                            |
|                 |                           | N                          | 30                           | 30                           |

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**FIGURA 11. PRUEBA DE SPEARMAN DEL PUNTO DE MÁXIMA FLEXIÓN CERVICAL.**

En estas tablas (Figura 10 y Figura 11) podemos observar cómo existen diferencias significativas en la flexión máxima que ocurre cuando se utiliza el teléfono móvil y cuando no, siendo mayor la flexión cuando los sujetos usaron este dispositivo. Se utilizó la prueba de Spearman al no ser una muestra normal.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Pto Máx Rot sin<br>móvil | Pto Máx Rot<br>con móvil |
|------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| N                                  |                  | 30                       | 30                       |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | ,73                      | 6,690                    |
|                                    | Desv. Desviación | 1,172                    | 4,7502                   |
| Máximas diferencias<br>extremas    | Absoluto         | ,334                     | ,193                     |
|                                    | Positivo         | ,334                     | ,193                     |
|                                    | Negativo         | -,266                    | -,115                    |
| Estadístico de prueba              |                  | ,334                     | ,193                     |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,000 <sup>c</sup>        | ,006 <sup>c</sup>        |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

**FIGURA 12. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE DEL PUNTO MÁXIMO DE ROTACIÓN.**

### Correlaciones

|                 |                       |                            | Pto Máx Rot sin<br>móvil | Pto Máx Rot<br>con móvil |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Rho de Spearman | Pto Máx Rot sin móvil | Coeficiente de correlación | 1,000                    | -,084                    |
|                 |                       | Sig. (bilateral)           | .                        | ,660                     |
|                 |                       | N                          | 30                       | 30                       |
|                 | Pto Máx Rot con móvil | Coeficiente de correlación | -,084                    | 1,000                    |
|                 |                       | Sig. (bilateral)           | ,660                     | .                        |
|                 |                       | N                          | 30                       | 30                       |

*FIGURA 13. PRUEBA DE SPEARMAN DEL PUNTO DE MÁXIMA ROTACIÓN CERVICAL.*

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Pto Máx Lat sin<br>móvil | Pto Máx Lat<br>con móvil |
|------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| N                                  |                  | 30                       | 30                       |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | ,77                      | 5,840                    |
|                                    | Desv. Desviación | 1,006                    | 5,2833                   |
| Máximas diferencias<br>extremas    | Absoluto         | ,308                     | ,196                     |
|                                    | Positivo         | ,308                     | ,196                     |
|                                    | Negativo         | -,223                    | -,134                    |
| Estadístico de prueba              |                  | ,308                     | ,196                     |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,000 <sup>c</sup>        | ,005 <sup>c</sup>        |

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

*FIGURA 14. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE LATEROFLEXIÓN MÁXIMA CERVICAL.*



### Correlaciones

|                 |                       |                            | Pto Máx Lat sin<br>móvil | Pto Máx Lat<br>con móvil |
|-----------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Rho de Spearman | Pto Máx Lat sin móvil | Coeficiente de correlación | 1,000                    | ,207                     |
|                 |                       | Sig. (bilateral)           | .                        | ,273                     |
|                 |                       | N                          | 30                       | 30                       |
|                 | Pto Máx Lat con móvil | Coeficiente de correlación | ,207                     | 1,000                    |
|                 |                       | Sig. (bilateral)           | ,273                     | .                        |
|                 |                       | N                          | 30                       | 30                       |

*FIGURA 15. PRUEBA DE SPEARMAN DE LATEROFLEXIÓN MÁXIMA CERVICAL.*

En las tablas anteriores (Figura 12-15) podemos observar cómo no se observaron diferencias significativas sin en la rotación ni en la lateroflexión cervical, aunque en este caso sí que podríamos encontrar una ligera tendencia en ambas en acentuarse cuando se utiliza el teléfono móvil. Se realizó la prueba de Spearman en ambas al no ser ninguna de las dos muestras normales.

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Tiempo en<br>recorrer 100m | Tiempo en<br>recorrer 100m |
|------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| N                                  |                  | 30                         | 30                         |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 25,523                     | 27,693                     |
|                                    | Desv. Desviación | 2,0524                     | 2,9929                     |
| Máximas diferencias<br>extremas    | Absoluto         | ,123                       | ,111                       |
|                                    | Positivo         | ,123                       | ,079                       |
|                                    | Negativo         | -,058                      | -,111                      |
| Estadístico de prueba              |                  | ,123                       | ,111                       |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,200 <sup>c,d</sup>        | ,200 <sup>c,d</sup>        |

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

*FIGURA 16. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE TIEMPO EN RECORRER 100 m.*

### Correlaciones

|                         |                        | Tiempo en recorrer 100m | Tiempo en recorrer 100m |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tiempo en recorrer 100m | Correlación de Pearson | 1                       | ,691**                  |
|                         | Sig. (bilateral)       |                         | ,000                    |
|                         | N                      | 30                      | 30                      |
| Tiempo en recorrer 100m | Correlación de Pearson | ,691**                  | 1                       |
|                         | Sig. (bilateral)       | ,000                    |                         |
|                         | N                      | 30                      | 30                      |

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*FIGURA 17. PRUEBA DE PEARSON DEL TIEMPO EN RECORRER 100m.*

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Cadencia sin móvil | Cadencia con móvil  |
|------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|
| N                                  |                  | 30                 | 30                  |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 109,307            | 103,590             |
|                                    | Desv. Desviación | 8,2140             | 9,0479              |
| Máximas diferencias extremas       | Absoluto         | ,133               | ,097                |
|                                    | Positivo         | ,133               | ,097                |
|                                    | Negativo         | -,071              | -,069               |
| Estadístico de prueba              |                  | ,133               | ,097                |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,184 <sup>c</sup>  | ,200 <sup>c,d</sup> |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

*FIGURA 18. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE CADENCIA.*

### Correlaciones

|                    |                        | Cadencia sin móvil | Cadencia con móvil |
|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Cadencia sin móvil | Correlación de Pearson | 1                  | ,821**             |
|                    | Sig. (bilateral)       |                    | ,000               |
|                    | N                      | 30                 | 30                 |
| Cadencia con móvil | Correlación de Pearson | ,821**             | 1                  |
|                    | Sig. (bilateral)       | ,000               |                    |
|                    | N                      | 30                 | 30                 |

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*FIGURA 19. PRUEBA DE PEARSON DE CADENCIA*

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

|                                    |                  | Longitud de<br>Paso con móvil | Longitud de<br>Paso sin móvil |
|------------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| N                                  |                  | 30                            | 30                            |
| Parámetros normales <sup>a,b</sup> | Media            | 1,1603                        | 1,1683                        |
|                                    | Desv. Desviación | ,12859                        | ,11447                        |
| Máximas diferencias<br>extremas    | Absoluto         | ,086                          | ,129                          |
|                                    | Positivo         | ,086                          | ,129                          |
|                                    | Negativo         | -,071                         | -,103                         |
| Estadístico de prueba              |                  | ,086                          | ,129                          |
| Sig. asintótica(bilateral)         |                  | ,200 <sup>c,d</sup>           | ,200 <sup>c,d</sup>           |

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.
- d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

*FIGURA 20. TABLA DE NORMALIDAD DE LA VARIABLE LONGITUD DE PASO.*

### Correlaciones

|                            |                        | Longitud de<br>Paso sin móvil | Longitud de<br>Paso con móvil |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Longitud de Paso sin móvil | Correlación de Pearson | 1                             | ,738**                        |
|                            | Sig. (bilateral)       |                               | ,000                          |
|                            | N                      | 30                            | 30                            |
| Longitud de Paso con móvil | Correlación de Pearson | ,738**                        | 1                             |
|                            | Sig. (bilateral)       | ,000                          |                               |
|                            | N                      | 30                            | 30                            |

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*FIGURA 21. PRUEBA DE PEARSON DE LA LONGITUD DE PASO.*

Podemos observar en las últimas tablas (Figura 16-Figura 21) como el uso del teléfono móvil provoca diferencias significativas en todos los aspectos analizados en este estudio sobre la marcha. Tanto en el tiempo en recorrer 100 metros, como en la longitud de paso y la cadencia, convirtiendo la marcha en una marcha más lenta junto con la disminución de la cadencia y la longitud de paso. Se utilizó la prueba de Pearson en las variables nombradas en este párrafo al ser todas normales.

## DISCUSIÓN

### Alteraciones en el desplazamiento del centro de gravedad

El captor visual es un factor que puede aumentar o disminuir una situación de equilibrio.<sup>12</sup> En este estudio pudimos comprobar como el uso del teléfono móvil altera el equilibrio en la mayoría de los sujetos, , pero sin una tendencia clara. En el presente estudio observamos como 16 de 30 sujetos disminuyeron su desplazamiento sobre el centro de gravedad, como en 13 de 30 sujetos aumentaron ese mismo desplazamiento y como sólo una persona mantuvo el resultado del desplazamiento sobre el centro de gravedad igual en ambas pruebas.

A la vista de los resultados anteriores no se podría determinar que el teléfono móvil favorezca o perjudique el equilibrio, por lo que rechazaríamos nuestra hipótesis inicial. Estas alteraciones también podrían producirse por la flexión cervical constante, o por el entrenamiento producido al ser una postura habitual en la rutina de los sujetos como se demuestran en estudios anteriores.<sup>17,18</sup>

Se necesitarían más estudios para determinar si el teléfono móvil afecta al equilibrio, y si es favorecedor o perjudicial este.

### Influencia del teléfono móvil sobre el ROM cervical

En el presente estudio podemos comprobar como el teléfono móvil influye en el ROM cervical provocando cambios significativos en la flexión cervical, en cambio no podemos aceptar la hipótesis inicial ya que no encontramos diferencias significativas ni en la rotación ni en la lateroflexión cervical.

Estos resultados implican que la musculatura cervical flexora localizada en la región anterior, como el largo del cuello y de la cabeza, el recto anterior y lateral de la cabeza junto con los escalenos se hallan en constante contracción cuando utilizamos el teléfono móvil.<sup>27</sup>

Por el contrario, la musculatura extensora situada en la región posterior se encuentra en continuo estiramiento, desde la musculatura occipital profunda (recto posterior mayor y menor, y oblicuo superior e inferior de la cabeza), hasta la musculatura cervical más superficial (esplenio, angular de la escápula, trapecio y esternocleidomastoideo). Las estructuras ligamentosas de la región

posterior, como son el ligamento occipitoatloideo posterior, atloaxoideo posterior, interespinoso, cervical posterior y el ligamento amarillo, además de la cápsula de la articulación interapofisaria, también sufren el constante estiramiento por la flexión continua provocada por el uso del teléfono móvil, sufriendo cambios en su estructura.<sup>27</sup>

Aunque la rotación no sufra cambios significativos con la utilización del teléfono inteligente la musculatura que produce este movimiento sí puede sufrir alteraciones. Por un lado, observamos que en la región anterior el largo de la cabeza y del cuello, además de ser rotatorios son flexores del cuello y cabeza, lo que implica la contracción continua de este grupo muscular. Además, en la región posterior también encontramos músculos que influyen en la rotación como el esplenio del cuello y la cabeza, la porción descendente del trapecio y el esternocleidomastoideo junto con la musculatura profunda posterior de la cabeza, se encuentran en constante estiramiento.<sup>27</sup>

Como en el caso de la rotación en la lateroflexión ocurre lo mismo, la ausencia de diferencias significativas en el ROM cervical durante el uso del smartphone no implica que la musculatura no esté implicada. En la región anterior el recto anterior y el recto lateral de la cabeza junto con los escalenos son músculos que producen la flexión lateral además de la flexión, por lo que también se encuentran en constante contracción. En la región posterior encontramos el angular de la escápula el cual es lateroflexor pero se encuentra en continua extensión durante el uso del teléfono móvil.<sup>27</sup>

El estiramiento constante de la musculatura supone la inhibición y pérdida de control de esta, por lo que podría ser un motivo de cervicalgia, ya que la falta de control de la musculatura cervical profunda es un factor de riesgo.<sup>35</sup>

Esto puede provocar alteraciones en el equilibrio agonista antagonista. Estas alteraciones forman descompensaciones y apariciones de puntos dolorosos, lo que es una de las causas principales de la cervicalgia.<sup>36,37</sup>

Estas alteraciones pueden producir alteraciones en el ROM cervical limitando el movimiento, siendo esta una de las principales causas de la cervicalgia, además de un criterio esencial en las nuevas clasificaciones de patología cervical.<sup>38,39</sup>

### Cambios en la marcha provocados por el teléfono móvil

Existen diversos factores externos que pueden intervenir en la alteración de la marcha, en este estudio hemos podido comprobar como establecer una conversación por medio de la aplicación WhatsApp forma parte de estos factores. Podemos confirmar la hipótesis inicial ya que los resultados nos mostraron diferencias significativas en todos los aspectos de la marcha estudiados.

Estudios anteriores demostraron como la marcha con el teléfono móvil podía comprometer a la seguridad de los individuos, convirtiéndola en una tarea peligrosa. Puede afectar a la estabilidad, a la demanda física y a la función ejecutiva.<sup>24,26</sup>

Podemos afirmar que la marcha se ralentiza, disminuyendo la longitud de paso y la cadencia, al en enviar mensajes de texto durante la marcha. También se comprobó en estudio anteriores que sucedían situaciones similares cuando se establece una llamada, aunque en menor medida.

La marcha se caracteriza por su óptima ergonomía y eficiencia<sup>21</sup>, al alterarse esta actividad también podría modificar la calidad de esta misma suponiendo un esfuerzo mayor a nivel físico.

## CONCLUSIÓN

En la región cervical se ha comprobado como el uso del teléfono móvil provoca flexión constante durante su utilización, aunque no afecta de manera significativa ni en la rotación ni en la lateroflexión.

No existieron cambios significativos en el desplazamiento del centro de gravedad mientras se utiliza en teléfono móvil respecto cuando no, y tampoco se observó una tendencia clara, sería necesario estudios posteriores para investigar más en este campo.

El uso del teléfono móvil, enviando mensajes de texto, altera la marcha ralentizándola y disminuyendo la longitud de zancada y la cadencia.

## ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio de investigación queda enmarcado dentro del proyecto intramural. Este estudio respetará los principios de la Declaración del Helsinki. Previa participación, se le habrá proporcionado al paciente una hoja informativa sobre el estudio y los aspectos más importantes del manejo de los datos (Anexo 1) y el participante firmará una hoja de consentimiento informado (Anexo 1) donde se garantiza la seguridad de sus datos y el correcto manejo de los mismos de acuerdo con la "Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre" de Protección de Datos de carácter personal. Este proyecto está encuadrado dentro del proyecto marco "Variación de los datos biomecánicos del movimiento del cuerpo humano, por rangos de edad, sexo, actividad deportiva y características antropométricas, tras la aplicación de técnicas de fisioterapia deportiva" aprobado por CEIC del Hospital clínico San Carlos de Madrid, el 15 de septiembre de 2015.



## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las principales limitaciones del estudio las pasamos a enumerar a continuación.

- Tiempo limitado para la realización del estudio a causa de la fecha final del máster.
- Espacio limitado en el laboratorio para poder realizar una marcha más natural.
- Corto alcance del sensor de aparato G-Sensor.
- Incapacidad de medir la rotación cervical durante la marcha ya que mide la rotación total del cuerpo variable que no nos interesa para este estudio.
- Poca fiabilidad de los datos cervicales recogidos durante la marcha.
- Situación COVID-19 que dificultó el acceso a la muestra y al laboratorio de la Universidad, entre otras muchas alteraciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Villacrés EF, Andino PA, Barreno EWR. LA INFLUENCIA DEL CELULAR Y REDES SOCIALES EN LA VIDA ACTUAL. marzo de 2015;13.
2. Fischer X, Kreppke J-N, Zahner L, Gerber M, Faude O, Donath L. Telephone-Based Coaching and Prompting for Physical Activity: Short- and Long-Term Findings of a Randomized Controlled Trial (Movingcall). *Int J Environ Res Public Health*. 23 de 2019;16(14).
3. Godino JG, Golaszewski NM, Norman GJ, Rock CL, Griswold WG, Arredondo E, et al. Text messaging and brief phone calls for weight loss in overweight and obese English- and Spanish-speaking adults: A 1-year, parallel-group, randomized controlled trial. *PLoS Med*. 2019;16(9):e1002917.
4. Vinitha R, Nanditha A, Snehalatha C, Satheesh K, Susairaj P, Raghavan A, et al. Effectiveness of mobile phone text messaging in improving glycaemic control among persons with newly detected type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. diciembre de 2019;158:107919.
5. Huang L, Yan Z, Huang H. The effect of short message service intervention on glycemic control in diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med*. noviembre de 2019;131(8):566-71.
6. Mohammed A, Acheampong PR, Otupiri E, Osei FA, Larson-Reindorf R, Owusu-Dabo E. Mobile phone short message service (SMS) as a malaria control tool: a quasi-experimental study. *BMC Public Health*. 29 de agosto de 2019;19(1):1193.
7. Bento TPF, Cornelio GP, Perrucini P de O, Simeão SFAP, de Conti MHS, de Vitta A. Low back pain in adolescents and association with sociodemographic factors, electronic devices, physical activity and mental health. *J Pediatr (Rio J)*. 30 de septiembre de 2019;
8. Peiró-Velert C, Valencia-Peris A, González LM, García-Massó X, Serra-Añó P, Devís-Devís J. Screen media usage, sleep time and academic performance in adolescents: clustering a self-organizing maps analysis. *PLoS ONE*. 2014;9(6):e99478.
9. Porter S. *Dictionary of physiotherapy*. 1.<sup>a</sup> ed. London, United Kingdom: Elsevier; 2005.
10. García-Lopez J, Rodríguez Moyano JA. Equilibrio y estabilidad del cuerpo humano. En: *Biomecánica Básica aplicada a la actividad física y el deporte*. Paidotribo, Barcelona.;
11. Pérez-Soriano P, Llana Belloch S. *Biomecánica Básica Aplicada en la actividad física y el deporte*. Primera. Editorial Paidotribo; 2015.
12. Bayne H, Schwellnus M, van Rensburg DJ, Botha J, Pillay L. Incidence of injury and illness in South African professional male soccer players: a prospective cohort study. *J Sports Med Phys Fit*. junio de 2018;58(6):875-9.
13. Raffi M, Piras A, Persiani M, Perazzolo M, Squatrito S. Angle of gaze and optic flow direction modulate body sway. *J Electromyogr Kinesiol*. agosto de 2017;35:61-8.

14. López Paños R, Ortiz-Gutiérrez RM, Chana Valero P, Felipe Concepción E. [Assessment of postural control and balance in persons with temporomandibular disorders: A systematic review]. *Rehabilitacion (Madr)*. marzo de 2019;53(1):28-42.
15. Oltramari-Navarro PVP, Yoshie MT, Silva RA da, Conti AC de CF, Navarro R de L, Marchiori LL do M, et al. Influence of the presence of Temporomandibular Disorders on postural balance in the elderly. *Codas*. 9 de febrero de 2017;29(2):e20160070.
16. Oliveira SSI, Pannuti CM, Paranhos KS, Tanganeli JPC, Laganá DC, Sesma N, et al. Effect of occlusal splint and therapeutic exercises on postural balance of patients with signs and symptoms of temporomandibular disorder. *Clin Exp Dent Res*. 2019;5(2):109-15.
17. Martínez Jiménez EM, Becerro de Bengoa Vallejo R, Losa Iglesias ME, Díaz Velázquez JI, Palomo López P, Rodríguez Sanz D, et al. Pressure and Traction technique improve Postural Control more than tactile stimulation in foot plantar fascia. A randomized single-blind trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 27 de febrero de 2020;
18. Cano-Mañas MJ, Collado-Vázquez S, Rodríguez Hernández J, Muñoz Villena AJ, Cano-de-la-Cuerda R. Effects of Video-Game Based Therapy on Balance, Postural Control, Functionality, and Quality of Life of Patients with Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J Healthc Eng*. 2020;2020:5480315.
19. Inman, Verne Thompson,. *Human walking* / Verne T. Inman, Henry J. Ralston, Frank Todd. 1.<sup>a</sup> ed. Australia: Libraries Australia; 1981.
20. Franck Guy, Guillaume Daver, Hassane Taisso Mackaye, Jean-Renaud Boisserie. Postcranial evidence of late Miocene hominin bipedalism in Chad. 10 de septiembre de 2020 [citado 14 de noviembre de 2020]; Disponible en: <https://www.researchsquare.com/article/rs-69453/v1>
21. Cappozzo A. The Mechanics of Human Walking. En: Patla AE, editor. *Advances in Psychology* [Internet]. North-Holland; 1991 [citado 7 de marzo de 2020]. p. 167-86. (Adaptability of Human Gait; vol. 78). Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166411508607426>
22. Baker R. *Measuring Walking. A Handbook of Clinical Gait Analysis*. 2013.
23. Neider MB, McCarley JS, Crowell JA, Kaczmarski H, Kramer AF. Pedestrians, vehicles, and cell phones. *Accid Anal Prev*. marzo de 2010;42(2):589-94.
24. Marone JR, Patel PB, Hurt CP, Grabiner MD. Frontal plane margin of stability is increased during texting while walking. *Gait Posture*. 2014;40(1):243-6.
25. Balbani APS, Montovani JC. Mobile phones: influence on auditory and vestibular systems. *Braz J Otorhinolaryngol*. febrero de 2008;74(1):125-31.
26. Lamberg EM, Muratori LM. Cell phones change the way we walk. *Gait Posture*. abril de 2012;35(4):688-90.
27. A.I Kapandji. *The Physiology of the joints: The spinal Column, Pelvic Girdle and Head*. 7.<sup>a</sup> ed. Vol. 3. Panamericana; 2006.

28. Vargas Sanabria M. Anatomía y exploración física de la columna cervical y torácica. *Medicina Legal de Costa Rica*. septiembre de 2012;29(2):77-92.
29. Schünke, Schulte, Schumacher, Voll y Wesker. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. Vol. Tomo 1.
30. Safiri S, Kolahi A-A, Hoy D, Buchbinder R, Mansournia MA, Bettampadi D, et al. Global, regional, and national burden of neck pain in the general population, 1990-2017: systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *BMJ*. 26 de 2020;368:m791.
31. Hoy DG, Protani M, De R, Buchbinder R. The epidemiology of neck pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. diciembre de 2010;24(6):783-92.
32. Ischebeck BK, de Vries J, van Wingerden JP, Kleinrensink GJ, Frens MA, van der Geest JN. The influence of cervical movement on eye stabilization reflexes: a randomized trial. *Exp Brain Res*. 2018;236(1):297-304.
33. Halim W, van der Weegen W, Lim T, Wullems JA, Vissers KC. Percutaneous Cervical Nucleoplasty vs. Pulsed Radio Frequency of the Dorsal Root Ganglion in Patients with Contained Cervical Disk Herniation; A Prospective, Randomized Controlled Trial. *Pain Pract*. 2017;17(6):729-37.
34. Beinert K, Sofsky M, Trojan J. Train the brain! Immediate sensorimotor effects of mentally-performed flexor exercises in patients with neck pain. A pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med*. febrero de 2019;55(1):63-70.
35. Ghaderi F, Jafarabadi MA, Javanshir K. The clinical and EMG assessment of the effects of stabilization exercise on nonspecific chronic neck pain: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2017;30(2):211-9.
36. Karels CH, Bierma-Zeinstra SMA, Burdorf A, Verhagen AP, Nauta AP, Koes BW. Social and psychological factors influenced the course of arm, neck and shoulder complaints. *J Clin Epidemiol*. agosto de 2007;60(8):839-48.
37. Bayona EA, Bayona Prieto J, León-Sarmiento FE. Neuroplasticidad, Neuromodulación & Neurorehabilitación: Tres conceptos distintos y un solo fin verdadero. *Salud Uninorte [Internet]*. 2011 [citado 8 de febrero de 2019];27(1). Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=81722530012>
38. Fidalgo-Herrera AJ, Jové-Blanco C, Martínez-Beltrán MJ, Moreno-Ruiz JA, de la Torre-Montero JC. Improving the staging of neck injuries using a new index, the Neck Functional Holistic Analysis Score: Clustering approach to determine degrees of impairment. *Hawryluk GWJ, editor. PLoS ONE*. 9 de septiembre de 2020;15(9):e0238424.
39. Martínez-Beltrán MJ, Fidalgo-Herrera A, Moreno-Ruiz JA, de la Torre-Montero JC. Proposal of an Alternative to the AMA Guidelines for the Evaluation of the Cervical ROM. *Designs*. diciembre de 2020;4(4):43.
40. Gowrisankaran S, Sheedy JE. Computer vision syndrome: A review. *Work*. 2015;52(2):303-14.
41. Saavedra Hernández M. Fisioterapia en la cervicalgia crónica: manipulación vertebral y kinesiotaping. Tesis Doctoral. Granada: Editorial de la Universidad de Granada; 2012.

## ANEXO I

### HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación clínica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados.

Antes de que usted acepte participar en este estudio, se le presenta este documento de nombre "Hoja de información al paciente y Consentimiento Informado", que tiene como objetivo comunicarle de los posibles riesgos y beneficios para que usted pueda tomar una decisión informada. Debe leerlo atentamente y consultar todas las dudas que se le planteen.

Le recordamos que, para poder formar parte del mismo, deberá firmar el consentimiento informado que se presenta a continuación.

Datos del investigador

- Nombre y Apellidos: Pablo Quereda Moreno
  - Centros: Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios.
  - Dirección de contacto: Del Laboratorio de Biomecánica: Avenida de San Juan de Dios, 1 28350 Ciempozuelos (Madrid)
  - Teléfono y forma de Contacto: 695 62 04 82
- Teléfono personal:695620482

Datos de la investigación

Proyecto: EFECTOS DE LA UTILIZACIÓN DEL TELÉFONO MÓVIL SOBRE EL CENTRO DE GRAVEDAD Y LA MARCHA.

Este proyecto cuenta con el informe favorable de la Comisión de Investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital de San Carlos de Madrid.

Realizará la medición de la variable

Criterios de inclusión:

- Edad comprendida entre 18 y 45 años.
- Tener teléfono móvil propio y utilizarlo diariamente.

Todas las contraindicaciones de la evaluación mediante equipos de biomecánica se encuentran enmarcadas como criterios de exclusión.

Procedimiento del Estudio:

Se le citará para las mediciones una sola vez.

Se ruega que, una vez leído el presente documento, así como resueltas todas las dudas, selecciones en el cuadro posterior la prueba o pruebas que desea ser incorporado para su posterior asignación y cita.

El estudio al cual decide incorporarse tiene la finalidad de conocer y medir datos de la estabilidad del cuerpo humano agrupándolos según el tipo de calzado deportivo.

Para ello, en primer lugar, se le van a tomar las siguientes medidas:

- Edad.
- Sexo.
- Peso.
- Altura.

Las pruebas son un conjunto de mediciones que se realizan a través de equipos que NO son invasivos. Una vez cumplimentados los datos, rogamos lea detenidamente los procedimientos a los cuales podrá ser sometido. Al igual que en el caso anterior, el fisioterapeuta le podrá responder a todas las dudas sobre los procedimientos que posteriormente no conozca.

Apenas hay efectos secundarios al realizar estas pruebas, sin embargo, si durante la prueba aparece dolor podrá abandonar inmediatamente la posición o solicitar al evaluador la finalización de la prueba sin consecuencias para el participante.

En cuanto a la medición pueden ocurrir molestias en la ejecución del movimiento habitual a la ejecución de un movimiento del paciente similares a las que puede ocurrir al andar, sentarse o subir escaleras. Las reacciones descritas no requieren de ningún tratamiento adicional salvo la parada inmediata de la actividad y suceden en un número muy limitado de casos ya que la acción siempre está ligada a su propia funcionalidad.

En cuanto a los beneficios de formar parte de este estudio serán los que estamos comprobando con el sistema de biomecánica, para conocer datos de normalidad de los sujetos y su posterior incorporación en una base de datos global sobre la cual puedan ser usados estos datos para estudios posteriores.

Tiene derecho a abandonar el estudio en cualquier momento y sin ninguna justificación, sin perjuicio de su atención sanitaria y puede decidir el destino de sus datos personales en caso de decidir retirarse del estudio.

Tiene la posibilidad de contactar con el investigador en cualquier momento.

Para asegurar la anonimidad de los datos, se contará con dos bases de datos: una con el nombre completo del paciente y un código asignado a cada uno de ellos, a la que sólo tendrá acceso el Investigador principal, y otra segunda con el código de cada paciente y sus datos personales y clínicos.

Todos los datos recogidos para el estudio facilitados por usted mismo serán tratados con las medidas de seguridad establecidas en cumplimiento de la "Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre" de Protección de Datos de carácter personal. Debe saber que tiene derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición de los mismos en cualquier momento. Podrá ejercer el derecho de oposición al final de este mismo documento, pudiendo solicitar los documentos oportunos al investigador principal en caso de querer ejercer los derechos de acceso, rectificación y cancelación.

Solo aquellos datos de la historia clínica que estén relacionados con el estudio serán objeto de comprobación. Esta comprobación se hará a través del Investigador Principal, responsable de garantizar la confidencialidad de todos los datos de las historias clínicas de los sujetos participantes en el estudio piloto. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo el investigador principal podrá relacionar dichos datos con su historia clínica.

## ANEXO II

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Datos del estudio para el que se otorga el consentimiento:

- Nombre y Apellidos: Pablo Quereda Moreno
- Centros: Escuela de Enfermería y Fisioterapia de San Juan de Dios.
- Dirección de contacto:

Del Laboratorio de Biomecánica: Avenida de San Juan de Dios, 1 28350 Ciempozuelos (Madrid)

- Teléfono y forma de Contacto:695620482

Teléfono móvil:695620482

Datos de la investigación

Datos del participante:

- Nombre y Apellidos:

Persona que proporciona la información y la hoja de consentimiento:

- Nombre y Apellidos: Pablo Quereda Moreno (perteneciente al grupo de Investigación y proyecto:

Declaro que he leído la Hoja de Información al Participante sobre el estudio citado.

Se me ha entregado una copia de la Hoja de Información al Participante y una copia de este Consentimiento Informado, fechado y firmado. Se me han explicado las características y el objetivo del estudio, así como los posibles beneficios y riesgos del mismo.

He contado con el tiempo y la oportunidad para realizar preguntas y plantear las dudas que poseía. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción.

Se me ha asegurado que se mantendrá la confidencialidad de mis datos, "Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre" de Protección de Datos de carácter personal.

El consentimiento lo otorgo de manera voluntaria y sé que soy libre de retirarme del estudio en cualquier momento del mismo, por cualquier razón y sin que tenga ningún efecto sobre mi tratamiento futuro.

Doy/ No doy mi consentimiento para la participación en el estudio propuesto.

Firmo por duplicado, quedándome con una copia.

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

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

Cumplimentar en caso de renuncia a la participación en el estudio mediante el presente escrito, comunico mi decisión de abandonar el proyecto de investigación en el que estaba participando y que se indica en la parte superior de este documento.

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

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

Derecho de oposición

Los datos recabados, conforme a lo previsto en la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, en el presente consentimiento informado serán incluidos en el Fichero

denominado \_\_\_\_\_ cuya titularidad pertenece a "Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios".