

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Evaluación de medias de compresión como intervención ergonómica para el trabajo de pie prolongado.**

**Elián Matheo Arias Durán  
Juan Carlos Herrera Arcos  
Nathaly Michelle Coello Villagrán**

**Ingeniería Industrial**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniero Industrial

Quito, 19 de mayo de 2023

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Evaluación de medias de compresión como intervención ergonómica para  
el trabajo de pie prolongado**

**Elián Matheo Arias Durán  
Juan Carlos Herrera Arcos  
Nathaly Michelle Coello Villagrán**

**Nombre del profesor, Título académico**

**María Gabriela García Rodríguez,  
Dr.Sc.**

Quito, 19 de mayo de 2023

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos:	Elián Matheo Arias Durán, Juan Carlos Herrera Arcos, Nathaly Michelle Coello Villagrán
Código:	00205269, 00209697, 00206878
Cédula de identidad:	2200066708, 1003190681, 0604607051
Lugar y fecha: [06]	Quito, 19 de mayo de 2023

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio de campo es evaluar las diferencias de medias de compresión en personas que realizan trabajos de pie prolongado caminando. En este estudio 48 guardias de seguridad sanos de una institución privada probaron un tipo de medias durante su jornada laboral de 12 horas. Los tres grupos resultaron en: medias regulares, medias de compresión 8-15mmHG y medias de compresión 20-30mmHG. Adicionalmente, se evaluó la influencia del factor horario de trabajo (día) y el lugar de trabajo (lugar). Se midió la amplitud y la duración de la fuerza de contracción muscular de la pierna baja, lo que se relaciona con en fatiga muscular. También se realizó análisis volumétricos para obtener posibles respuestas sobre edema e hinchazón muscular en la pierna baja de los participantes. Adicionalmente, se llevó a cabo una encuesta de percepción de malestar para identificar las partes del cuerpo con mayor molestia después de una jornada laboral. No se encontraron diferencias significativas en la amplitud de la fuerza de contracción muscular.. Pero sí en la duración de la contracción muscular en la media de menor compresión. . El volumen de la pierna baja aumento significativo al final de la jornada laboral en los tres tipos de media. De manera similar el malestar en varias partes del cuerpo.

**Palabras clave:** Fuerza de contracción muscular, duración de la contracción muscular, fatiga, hinchazón de piernas, percepción de malestar

## ABSTRACT

The objective of the present field study is to evaluate mean comprehension differences in individuals who perform prolonged standing and walking jobs. In this study, 48 healthy security guards from a private institution tested a type of socks during their 12-hour work shift. The three groups resulted in: regular socks, compression socks 8-15mmHg, and compression socks 20-30mmHg. Additionally, the influence of the work schedule factor (day) and workplace (location) was evaluated. The amplitude and duration of muscle contraction force in the lower leg, which relates to muscle fatigue, were measured. Volumetric analysis was also conducted to obtain potential responses regarding edema and muscle swelling in the participants' lower legs. Furthermore, a discomfort perception survey was carried out to identify the body parts with the most discomfort after a work shift. No significant differences were found in the amplitude of muscle contraction force. However, there were differences in the duration of muscle contraction in the lower compression sock group. The volume of the lower leg significantly increased at the end of the work shift in all three types of socks. Similarly, discomfort was experienced in various body parts.

**Key words:** Muscle contraction force, muscle contraction duration, fatigue, leg swelling, perception of discomfort.

## Tabla de contenidos

Índice de tablas .....	9
Introducción .....	11
Objetivo general .....	15
Preguntas de investigación: .....	15
Método .....	15
Participantes .....	15
Diseño experimental .....	16
Aparato y procedimiento .....	18
Fuerza de contracción muscular .....	18
Volumen de la parte inferior de la pierna .....	19
Evaluación subjetiva .....	20
Análisis de datos .....	20
Resultados .....	21
Mtf: .....	21
Mtd: .....	23
Volumen: .....	25
Evaluación del malestar por parte del sujeto .....	29
Discusión .....	32
Trabajo de pie prolongado mtf, volumen y percepción de malestar en los participantes con medias regulares .....	32
Trabajo de pie prolongado mtf, volumen y percepción de malestar en los participantes con medias de compresión .....	34

Limitaciones .....	36
Conclusiones.....	37
Referencias bibliográficas .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados de MTF (amplitud) para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados. ....	22
<b>Tabla 2.</b> Resultados de MTD (duración) para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados. ....	24
<b>Tabla 3.</b> Resultados de volumen para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados. ....	27
<b>Tabla 4.</b> Resultados de percepción de malestar o incomodidad (Encuesta) para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambios en la amplitud de la fuerza de contracción muscular en relación (Promedio MTF Amplitud) con respecto a la línea base (bsl).....	22
Figura 2. Cambios en la duración de la fuerza de contracción muscular en relación (Promedio MTD Duración) con respecto a la línea de base (bsl).....	25
Figura 3. Cambios en el volumen de la parte .....	28
Figura 4. Cambios en el volumen de la parte inferior de la pierna .....	28
Figura 5. Cambios en la percepción de malestar del hombro.....	30
Figura 6. Cambios en la percepción de malestar de la pierna baja .....	31
Figura 7. Cambios en la percepción de malestar de tobillo.....	31
Figura 8. Cambios en la percepción de malestar de pie .....	31
Figura 9. Cambios en la percepción de fatiga .....	32

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de pie prolongado según lo definido por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (OSHA, por sus siglas en inglés), implica permanecer de pie en una posición fija durante un período prolongado de tiempo, generalmente más de dos horas continuas, sin una oportunidad adecuada para sentarse (OSHA, 2021). Las personas que trabajan de pie se encuentran en diferentes tipos de sectores de trabajo como en distintas tareas laborales así lo indica un estudio realizado en Quebec, Canadá, el cual menciona que el 55.3% de la población trabajadora en los sectores industrial y de servicios trabaja en esta posición durante largos períodos de tiempo (Antle, Vézina, Messing y Côté, 2013). Una especificación de la misma es en el caso de guardias de seguridad. Según el Mayor de la Policía Nacional del Ecuador Patricio Vargas (2017) En el Ecuador se encuentran 68737 guardias de seguridad registrados, los cuales se encuentran distribuidos 894 empresas de seguridad en funcionamiento. Es comúnmente conocido que este trabajo se realiza en su mayoría en una posición de trabajo de pie prolongado.

Según Hong, Zhu, Lin y Zhang (2021), la realización de este tipo de trabajo llega a afectar a diferentes partes de la pierna, teniendo con ello afectaciones musculoesqueléticas las cuáles podrían estar relacionadas a la fatiga muscular. De igual manera, se ha demostrado, según Karthikeyan y Krishnamurthy (2013), que el pasar mucho tiempo de pie puede causar dolor y trastornos lumbares. Dianat et al. (2014) han encontrado que el trabajo de pie prolongado se ha asociado con molestias en las extremidades inferiores, como fatiga muscular de las piernas, hinchazón y edema en la parte inferior de las piernas. Además, tomando en cuenta estudios realizados previamente donde se sigue una línea parecida al presente estudio, según García et al. (2021) sugiere que estar de pie durante largos períodos de tiempo puede

provocar edema y fatiga muscular en las piernas mientras además sugiere que hay formas de reducir estos efectos negativos.

Gómez- Campos et al en 2010 definieron a la fatiga muscular como una incapacidad del músculo para generar un nivel de fuerza o una intensidad de ejercicio determinada. Según los estudios realizados por Enoka (2018), la fatiga puede ser ocasionada por una gran cantidad de factores, como agotamiento de depósitos de energía, exceso y acumulación de desechos en el músculo, daños musculares y posibles problemas en las células nerviosas. Durante trabajos que demandan una contracción muscular baja pero prolongada se puede evidenciar un componente de la fatiga de duración larga; este componente de la fatiga se ha podido evidenciar en los músculos de la parte inferior de la pierna a través de la disminución de la amplitud de la fuerza de contracción muscular inducida eléctricamente (MTF; Brownie & Martin, 2015; García et al., 2015, 2016, 2018).

También se ha demostrado que los trabajadores que permanecen de pie durante largos períodos de tiempo tienen un mayor riesgo de desarrollar venas varicosas en las piernas (Munasinghe et al., 2016). Además, Dianat et al. (2014) han relacionado el trabajo de pie prolongado con la progresión de la arteriosclerosis carotídea y un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular. Hsiao et al. (2014) también han encontrado que el trabajo de pie prolongado se asocia con molestias en las extremidades inferiores, dolor y calambres. Además, Hsiao et al. (2014) han demostrado que la hinchazón y el edema en la parte inferior de las piernas son comunes en los trabajadores que permanecen de pie durante largos períodos de tiempo. También han encontrado que los trabajadores que permanecen de pie durante largos períodos de tiempo tienen un mayor riesgo de accidente cerebrovascular e incidente cardiovascular.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2019 la enfermedad cardiovascular fue la principal causa de muerte en todo el mundo, y se estima que en promedio la tasa de mortalidad por esta enfermedad es de alrededor del 30%. Se considera una

enfermedad cardiovascular a un grupo de desórdenes del corazón y a la afección médica que afecta los vasos sanguíneos (Menéndez, 2020). Como ejemplo de este se encuentra el edema el cual se manifiesta como una hinchazón de los tejidos blandos debida a la acumulación de líquido en el compartimento intersticial (Lavilla, 2022), es decir, el aumento de la presión venosa. La principal causa de un edema es la deficiencia de la bomba venosa de la pierna (Partsch et al., 2004; Steinhilber, et al., 2018). El edema en relación con el trabajo de pie prolongado se da debido a que se presenta mayor acumulación anormal de líquidos con mayor frecuencia en pies y piernas (ASCO, 2020) y este se puede evaluar por medio de plestimografía (Steinhilber, et al., 2018).

Existen muchos trabajos que requieren el estar de pie durante varias horas en el día, sin periodos de descanso o con cortos intervalos para estar sentado. Es por ello que es indispensable tomar acción para tratar de prevenir fatiga muscular y edema. Es importante además mencionar las diferencias con respecto al trabajo estático y el trabajo de pie prolongado para entender las mismas. Kant et al. (2010) definen el trabajo de pie prolongado como aquella actividad en la que una persona se mantiene de pie durante largos períodos de tiempo, sin la posibilidad de sentarse o descansar adecuadamente, mientras que según Barrero et al. (2010), el trabajo estático implica permanecer en una posición fija durante un largo periodo de tiempo. Sin embargo, también hay que considerar el trabajo de pie dinámico o caminando, el trabajo de pie dinámico implica permanecer de pie en un lugar fijo durante la mayor parte del tiempo laboral, realizando tareas que no necesariamente requieren caminar largas distancias. Por otro lado, el trabajo de pie caminando implica estar en movimiento constante y caminar distancias significativas durante la jornada laboral (*Balasubramanian et al. 2009*). Además, la fatiga e hinchazón de la pierna baja se comporta diferente que el trabajo de pie semi-estático (García et al., 2020).

Según Martínez, Villarreal y Cruz (2018) las principales recomendaciones para el trabajo de pie prolongado son realizar calentamientos, estiramientos, utilizar calzado cómodo, cambiar de posición e incluso caminar. Al igual que aplicar masajes y compresión en las piernas puede llegar a mejorar la circulación y reducir posibles hinchazones. Según la Sociedad Internacional de Linfología, las medias de compresión son prendas elásticas que aplican una presión gradual en las piernas para tratar trastornos venosos y linfáticos (Partsch et al., 2020). Su importancia es de valor para el ámbito médico y ergonómico porque las mismas ayudan a mejorar la circulación sanguínea y a prevenir distintos problemas médicos para las personas que tienen tipos de vida donde se ejerce una fuerza mayor para el trabajo común que las piernas deberían desarrollar. De la misma manera son útiles para prevenir y tratar los síntomas de las venas varicosas, la insuficiencia venosa crónica y la linfedema. (Rabe, E., Partsch, H., Afer, J., & Lattimer, C. 2018). Desde el punto de vista ergonómico, las medias de compresión son beneficiosas para aquellos que pasan mucho tiempo de pie o sentados en su trabajo reducen la fatiga e hinchazón en las piernas y mejoran la sensación de confort durante el día lo que hace que el día laboral sea mucho más llevadero para aquellos que trabajan de pie durante largos periodos de tiempo (García Hernández, 2017). Sin embargo, las medias de compresión se han evaluado en el trabajo de pie estático y semi-estático pero no en el trabajo de pie caminando.

Las medias de compresión se utilizan en distintos casos para el beneficio personal. Existen diferentes tipos de medias de compresión que se clasifican según la cantidad de presión que ejercen en las piernas. Existen distintos tipos de medias de compresión, entre ellas las 8-15 mmHg que son de baja compresión. Las 15-20 mmHg son de compresión moderada Mientras que las medias de compresión 20-30 mmHg y 30-40 mmHg generan un mayor nivel de presión en la pierna, sobre esos niveles se utilizan cuando existen patologías específicas en las piernas (Dixon, S. 2018). La aplicación de medias de compresión en el trabajo de pie caminando aún no ha sido explorada. Por ende, el objetivo del presente estudio es:

## **Objetivo General**

Evaluar el impacto de medias de compresión nivel 8-15 mmHg y 15-20 mmHg durante el trabajo de pie prolongado mediante mediciones de fatiga muscular, hinchazón de la pierna y molestias percibidas, en trabajadores que pasan de pie al menos 8 horas diarias, y compáralos con el uso de medias regulares

## **Preguntas de Investigación:**

- ¿12 horas de trabajo de pie caminando, realizado en condiciones reales de trabajo (**guardias de seguridad**) tienen influencia en la fatiga muscular y edema en la parte inferior de la pierna?
- ¿12 horas de trabajo de pie caminando, realizado en condiciones reales de trabajo (guardias de seguridad) causa molestias en diferentes partes del cuerpo?
- ¿Se pueden diferenciar dos niveles de medias de compresión (08 - 15 mmHg y 20 - 30 mmHg) ?

## **MÉTODO**

### **Participantes**

Este estudio se realizó en una empresa de guardias de seguridad empleada por varios sectores productivos en el Ecuador. Cerca de sesenta guardias de seguridad fueron notificados sobre el estudio e invitados a participar a través de una exposición oral en una reunión semanal de personal. Cuarenta y ocho guardias de seguridad masculinos sanos, asignados a trabajar de pie y caminando por el puesto de servicio, fueron asignados por el departamento de seguridad

y salud ocupacional de la empresa, para el estudio según los criterios de inclusión preestablecidos, mencionados después. No se incluyeron participantes mujeres debido a la falta de guardias de seguridad femeninas en la fuerza laboral elegida. Los participantes declararon tener al menos 1 año de experiencia laboral en posición de pie al menos 4 días a la semana y estar libres de enfermedades cardiovasculares, varices y cualquier dolor o síntoma musculoesquelético reciente.

Los participantes de este estudio ya contaban con una evaluación de salud ocupacional realizada por la empresa. Esta evaluación indicaba que el postulante al puesto se encuentra en condiciones favorables de salud para desarrollar de manera oportuna y con respeto inmediata las funciones que debe desempeñar su cargo, ya que este es un requisito para estar en las filas de la esta empresa de vigilancia. Esta información fue revisada por los encargados de seguridad y salud ocupacional y el equipo investigador antes de iniciar la toma de datos. (Dr. Uquillas, 2023)

## **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Todos los participantes fueron asignados al azar a un grupo de control (medias regulares) o dos grupos de intervención (medias de compresión). Luego se verificó la altura ( $\bar{X}= 1,68$ ,  $\sigma= 0,07$ ,  $p = 0.118$ ), el peso ( $\bar{X}= 75,00$ ,  $\sigma= 12,76$ ,  $p = 0.000$ ) y la edad ( $\bar{X}= 34,21$ ,  $\sigma= 11,35$ ,  $p = 0.000$ ) de los grupos para ver si diferían del lugar de estudio. Al revisar el valor p adquirido de las pruebas T se obtiene que tanto el peso como la edad son significativamente diferentes en los distintos lugares (Institución de educación superior y Florícolas de Cayambe). Los grupos que se intervinieron fueron asignados a diferentes medias de compresión las cuales eran de 8-15 mmHg (grupo: I8–15) o 20–30 mmHg (grupo: I20–30) durante todo su turno de trabajo. El grupo de control usó medias regulares no compresivas durante su turno que fueron

provistas por los investigadores para tener un control de las mismas en todo el estudio, regularizando esta medida de media. Durante la jornada experimental, todos los participantes realizaron su trabajo principal, que consistió en vigilar, recorrer el puesto de servicio priorizando la seguridad dentro del entorno que tiene a su control, estas tareas se realizaron de pie y caminando. Se realizó a dos grupos de personas, las cuales trabajan y tenían un turno normal de trabajo de 12 h, de 5:00 am a 5:00 pm, Así mismo, como un segundo grupo que realizaba sus labores diarias de 5:00 pm a 5:00 am. Mientras están de servicio, a los guardias no se les permite ningún otro descanso. Los participantes vestían uniforme similar y calzado proporcionado por la empresa de seguridad. Las medidas objetivas y subjetivas se realizaron en un ambiente de laboratorio en el aula de capacitación de la institución de seguridad.

Es importante mencionar que antes de comenzar el estudio se obtuvo un consentimiento informado de cada uno de los participantes, quienes aceptaron ser parte de la investigación de manera libre y voluntaria, para poder empezar a tomar la información subjetiva y las medidas antropométricas respectivas. Este estudio fue aprobado por el comité de Ética de la Universidad San Francisco de Quito.

Para el presente estudio, las variables dependientes consistieron en la amplitud y duración de la fuerza de contracción muscular (MTF) del gastrocnemio-sóleo, el volumen de la parte inferior de la pierna y la percepción del malestar. Las mediciones se realizaron antes del inicio del turno de trabajo a las 5:00 a. m y 5:00 p.m. y, después de 12 h, hacia el final de su turno de trabajo a las 5:00 p. m y 5:00 a.m. respectivamente.

En promedio, durante las 12 h del turno, el número de pasos realizados por los grupos de control e intervención fue en 16786, con una desviación estándar de 5701,48. Realizando una comparación de lugar, en la florícola el promedio de pasos es 17527,18, mientras que en la institución educativa el promedio de pasos es de 15834,71 pasos. Tomando un alfa 0,05 tenemos un valor p de 0,35 por lo que podemos establecer que no hay evidencia significativa

para decir que la media de pasos ejecutada por los guardias en los distintos lugares es diferente. De la misma manera las personas que hicieron el trabajo en el día marcaron un promedio de pasos de 14738,16 mientras lo que trabajaron en la noche marcaron 18221,21 pasos en promedio. Tomando un alfa 0,05 y teniendo un valor p de 0,083 se establece que no hay evidencia significativa para decir que la media de pasos ejecutada por los guardias en los distintos turnos de trabajo tanto día como noche son diferentes.

Estos números más bien altos permiten catalogar el grupo de estudio como personas activas (Tudor-Locke & Rowe, 2012). Las grandes variaciones presentadas en el estudio se vieron influenciadas por distintos motivos como la distancia de la sede de trabajo en comparación al lugar en donde se realizaban las mediciones, el lugar en donde los vigilantes realizaban su turno de trabajo se encontraba en aproximadamente 2 kilómetros a la redonda.

## **Aparato y procedimiento**

### **Fuerza de contracción muscular.**

La medida MTF, que ha sido utilizada y descrita en estudios previos (García et al., 2016), consiste en aplicar estimulación eléctrica de baja frecuencia (2 Hz) a los músculos gastrocnemio y sóleo a través de la colocación de dos electrodos en esta parte de la pierna los mismos que están ubicados sobre el área del punto motor de los músculos (Botter et al., 2011) y el extremo proximal del tendón de Aquiles, respectivamente. Los pulsos eléctricos de 1 ms se administraron con una intensidad de 6 a 45 mA. La intensidad difería entre los participantes para de esta manera lograr obtener la mayor fuerza de contracción posible en los músculos respectivos con un nivel de incomodidad que llegue a ser tolerable por los participantes. La prueba MTF se realizó mientras el participante estaba sentado en un cómodo sillón con el pie izquierdo, apoyado en el piso priorizando la estabilidad a la persona, y el pie derecho sobre una plataforma inclinada equipada con un transductor de fuerza de galgas extensiométricas. La

rodilla derecha estaba atada al sillón para evitar los movimientos de la rodilla y la parte superior de la pierna durante la estimulación. El sillón se inclinó hacia atrás para obtener una postura sentada relajada con una flexión dorsal del tobillo de  $0^\circ$  y un ángulo incluido de la rodilla de  $120^\circ$ .

Cada sesión de estimulación duró alrededor de 5 min y se mostró con un programa LabVIEW (NI) personalizado a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Durante los primeros 3 min de estimulación, se observa un período de potenciación inducida por la estimulación donde la fuerza de contracción nerviosa llegaba a las 400 repeticiones para tener una estabilidad correcta para posteriormente tomar los datos correspondientes. Una vez que la fuerza alcanza un estado estacionario (coeficiente de variación de menos del 3%), se calcularon los valores promedio de tres series de 30 contracciones para obtener métricas de amplitud y duración de la sesión de estimulación, como se describe en estudios previos. (Adamo et al. 2002; García et al. 2016; Kim et al., 2014). Finalmente, todos los datos recolectados en estas mediciones se agregaron a una hoja de cálculo para su posterior análisis y correcto manejo de la cantidad de datos que se iban recolectando

### **Volumen de la parte inferior de la pierna.**

Esta métrica se obtuvo a través de un medidor de edema volumétrico (ProHealthcareProducts, EE. UU.) El procedimiento de esta actividad se basa en el principio de Arquímedes, el cual dice que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado. Para eso se llena el medidor de edema volumétrico hasta que sobrepase la boquilla de salida de agua. Se deja un tiempo hasta que el agua se estabilice y deje de gotear. Seguido de esto se solicita al participante que se siente en una posición erguida y se les indica que sumerja la parte inferior de la pierna derecha hasta el fondo del tanque de una forma lenta, esto con ángulos de rodilla y tobillo de  $90^\circ$ . Después de

esperar un tiempo hasta que ya no caigan más gotas de agua fuera del medidor de edema volumétrico. Se procede a registrar el peso de la jarra de agua eliminada para conocer el volumen que ocupaba la pierna, este procedimiento se realizó con cada uno de los participantes.

### **Evaluación subjetiva.**

Al igual que en (García et al., 2021), los participantes calificaron su percepción de incomodidad en los pies, tobillos, pantorrillas, rodillas, parte superior de las piernas/cadera, parte inferior de la espalda y parte superior de la espalda en un cuestionario (Kuorinka et al., 1987). Cada una de estas áreas del cuerpo se resaltó en un boceto del cuerpo humano de un solo lado y se conectó con escalas analógicas visuales (0-10 cm), donde los descriptores de anclaje "sin malestar" y "malestar extremo" correspondían a los extremos izquierdo y derecho de cada segmento de la escala. Se instruyó a los participantes para que colocaran marcas verticales sobre las escalas para indicar el nivel de malestar que sentían en ese momento.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Para el análisis estadístico de las variables dependientes de MTF amplitud, MTF duración y Volumen, se utilizaron modelos mixtos con estructura de covarianza y componentes de varianza el cual es una técnica estadística que permite comparar efectos fijos y aleatorios. Al igual que se utiliza la estimación de máxima verosimilitud residual, el cual es una técnica estadística utilizada para estimar la varianza residual no explicada por las variables explicativas de un modelo y mejorar la precisión de las estimaciones. Aplicado a través de SAS Studio (SAS Institute Inc.). El modelo mixto para cada variable dependiente (MTF, MTD y Volumen) considera a los participantes como efectos aleatorios, mientras que el tiempo de medición y el tipo de media (Regular, C8, C20) fueron efectos fijos, también se añadieron variables como horario de medición (Día y noche), además de agregar también el

lugar (institución educativa y florícolas), con la finalidad de entender si existen diferencias significativas debido a estas condiciones. Para comparar las diferencias se realizó el post Hoc, las diferencias de medias de mínimos cuadrados se calcularon para comparaciones múltiples y se utilizó el método de ajuste de Tukey-Kramer para los valores de p debido al diseño desequilibrado.

Las variables dependientes de incomodidad de cada área del cuerpo evaluada no cumplieron con el supuesto de normalidad de datos por lo que se realizó un análisis no paramétrico. Se realizaron 2 modelos no paramétricos para evaluar el tiempo y las medias con el malestar provocado. El primer análisis es en cuanto a Kruskal Wallis el cual es utilizada para comparar tres o más grupos independientes en términos de una variable dependiente ordinal (Conover, 1999). En este caso considera a los tipos de medias como variables fijas, mientras que, a la diferencia del dolor (am – pm) como variable aleatoria. De igual manera se realizó un análisis de Friedman el cual es utilizado para comparar tres o más medidas repetidas de una muestra independiente (Muniz, 2013). En este caso considera a la molestia o parte del cuerpo como variable aleatoria mientras que el tiempo (0 -12) lo considera como variable fija, al momento de realizar el análisis.

## **RESULTADOS**

### **MTF:**

Para la amplitud del MTF, no se encontró un efecto significativo del tiempo,  $f(1,45) = 1.66$ ,  $p = 0.2042$ , ni de las medias  $f(2,45) = 2.69$ ,  $p = 0.0789$ . Tampoco se encontró significancia en la interacción entre el tiempo y las medias,  $f(2,45) = 2.69$ ,  $p = 0.0789$ . Adicionalmente, no

se encontró diferencias significativas del factor día y lugar. Sin embargo, existe cierta tendencia creciente en la media C8 en el turno de la noche (Figura 1).

	Mtf (amplitud)	
	Día y noche	Tiempo y media
<b>Media Regular</b>	No es significativo	No es significativo
<b>Media C8</b>	No es significativo	No es significativo
<b>Media C20</b>	No es significativo	No es significativo

**Tabla 1.** Resultados de MTF (amplitud) para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados.

En esta tabla 1 se pueden visualizar que ninguna media es significativa con respecto al análisis estadístico de día y noche y de tiempo y media.

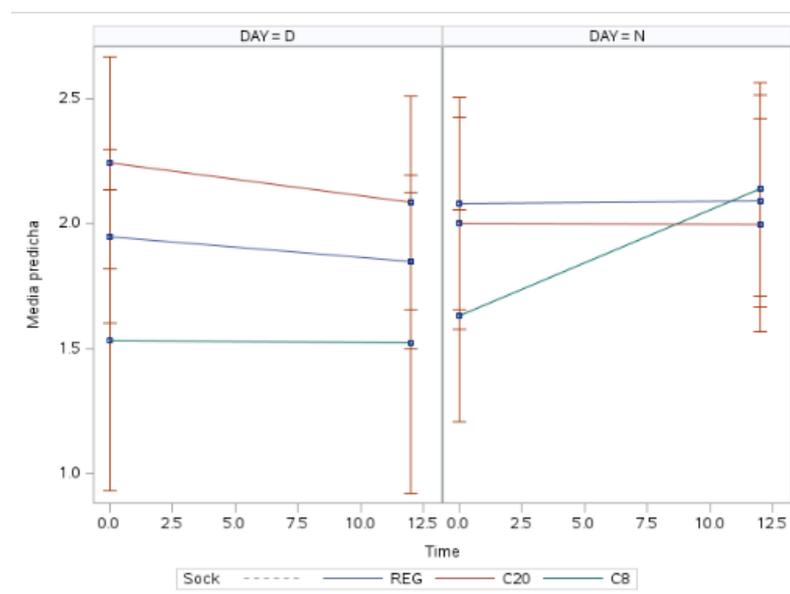


Figura 1. Cambios en la amplitud de la fuerza de contracción muscular en relación (Promedio MTF Amplitud) con respecto a la línea base (bsl). Las barras verticales indican errores

estándar. Cabe recalcar que la gráfica está dividida en D que hace referencia al día y N a la noche.

### **MTD:**

Para la duración del MTD, no se encontró un efecto significativo para el tiempo ( $F(1,45) = 0.89$ ,  $p = 0.3518$ ) o para la condición ( $F(2,45) = 1.46$ ,  $p = 0.2424$ ). Además, no se encontró una interacción significativa entre el tiempo y la condición ( $F(2,45) = 1.46$ ,  $p = 0.2424$ ). En cuanto a las tendencias observadas en las medias, se puede observar que las medias regulares y 20-30 no tienen una tendencia pronunciada, mientras que las medias 8-15 cuentan con una tendencia positiva pronunciada (Figura 2). Además, para la duración de MTD considerando el factor Día, se encontró un efecto principal significativo del tiempo ( $F(1,42) = 4.2$ ,  $p = 0.0467$ ) y de la condición ( $F(2,42) = 3.58$ ,  $p = 0.0366$ ), así como una interacción significativa entre el tiempo y condición ( $F(2,42) = 3.58$ ,  $p = 0.0366$ ) y entre el tipo de media y el día ( $F(2,42) = 3.58$ ,  $p = 0.0366$ ). También se encontró una interacción significativa entre el tiempo y el día ( $F(1,42) = 4.2$ ,  $p = 0.0467$ ) y una interacción triple significativa entre el tiempo, condición y el día ( $F(2,42) = 3.58$ ,  $p = 0.0366$ ). En post hoc, se encontró que la media C8 en el día al finalizar el trabajo ( $\bar{x} = 160,10$  ms;  $\sigma = 32,81$  ms) es significativamente diferente que su línea base.

	MTD (duración)	
	Día y noche	Tiempo y media
Media Regular	No es significativo	No es significativo
Media C8	Si es significativa (día)	No es significativo
Media C20	No es significativo	No es significativo

**Tabla 2.** Resultados de MTD (duración) para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados.

En esta tabla se puede visualizar que para este factor de control C8 resulta significativo el valor día.

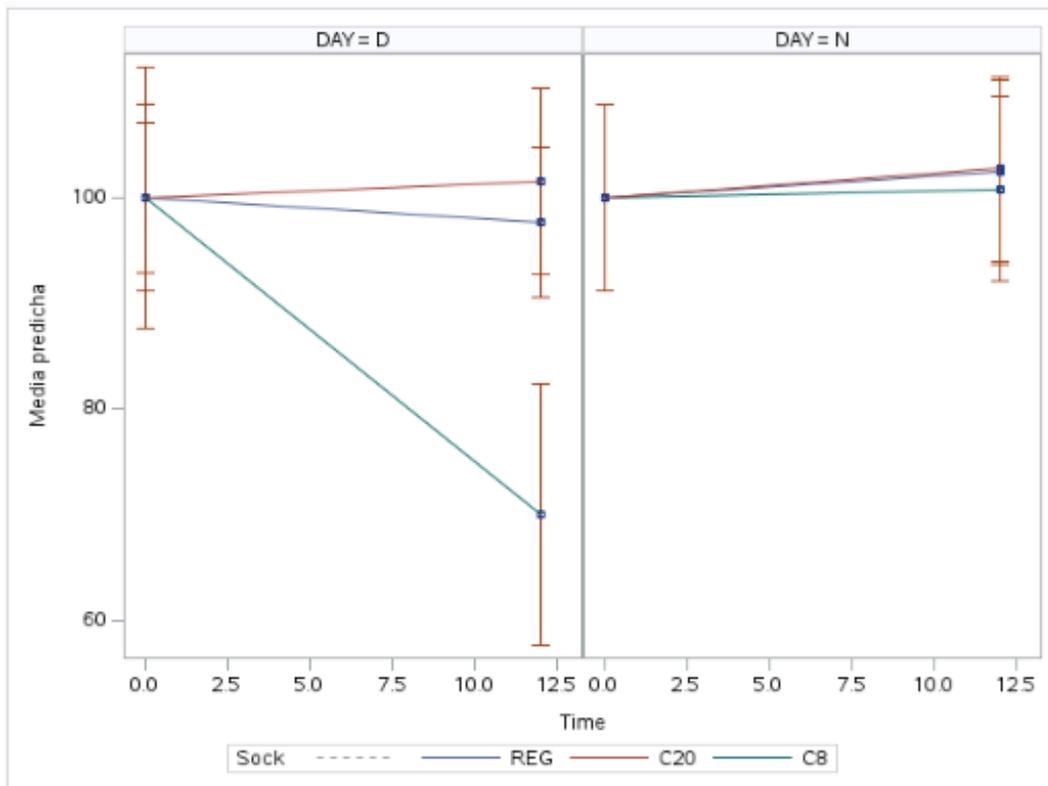


Figura 2. Cambios en la duración de la fuerza de contracción muscular en relación (Promedio MTD Duración) con respecto a la línea de base (bsl).

Las barras verticales indican errores estándar. Se evidencia al igual que en la figura anterior la diferencia entre día y noche.

### **Volumen:**

En el análisis de volumen por día se encontró un efecto principal significativo del tiempo ( $F(1,42) = 13.72, p = 0.0006$ ) y una interacción significativa entre el tiempo y condición ( $F(2,42) = 1.83, p = 0.1724$ ), así como una interacción significativa entre el tiempo y el día ( $F(1,42) = 7.41, p = 0.0094$ ) y una interacción triple significativa entre el tiempo, condición y el día ( $F(2,42) = 4.05, p = 0.0246$ ). Además, se encontró un efecto principal no significativo del día ( $F(1,42) = 0.05, p = 0.8278$ ) y condición ( $F(2,42) = 3.44, p = 0.0413$ ) y una interacción

no significativa entre la condición y el día ( $F(2,42) = 2.72, p = 0.0775$ ). El tiempo es aquel factor significativo con una estimación de 35,9315 y un error estándar de 15,1660.

En el análisis de volumen por lugar se encontró un efecto principal no significativo del tiempo ( $F(1,42) = 3.18, p = 0.0816$ ), del día ( $F(1,42) = 4.9, p = 0.0323$ ) y la condición ( $F(2,42) = 1.85, p = 0.1692$ ), así como todas las interacciones no significativas entre estas variables ( $F(2,42) < 1.0, p > 0.05$ ). De igual manera, se observó que la muestra de institución educativa no tuvo una diferencia en volumen con respecto al lugar (con un promedio de tamaño de pantorrilla de 36.86 cm y una desviación estándar de 3.79 cm para la institución educativa, en comparación con un promedio de tamaño de pantorrilla de 35.31 cm y una desviación estándar de 3.24 cm para los florícolas. No hubo diferencia entre el ancho de la

pantorrilla de los participantes en ambos lugares como muestra la prueba T ( $P=0.13$ ). Esto según los datos recolectados tras la medición de las 48 personas.

	Volumen		
	Día y noche	Tiempo y media	Lugar
Media Regular	No es significativo	El tiempo influye <b>(Existe hinchazón)</b>	Es significativo en Institución Educativa
Media C8	Si es significativa ( <b>Día</b> )	El tiempo influye <b>(Existe hinchazón)</b>	Es significativo en Institución Educativa
Media C20	No es significativo	El tiempo influye <b>(Existe hinchazón)</b>	Es significativo en Institución Educativa

**Tabla 3.** Resultados de volumen para cada media con sus diferentes factores analizados.

En esta tabla podemos observar como para todas las medias es significativo el tiempo ya que existe hinchazón. Además, se presentan una significancia en el factor día para la media C8.

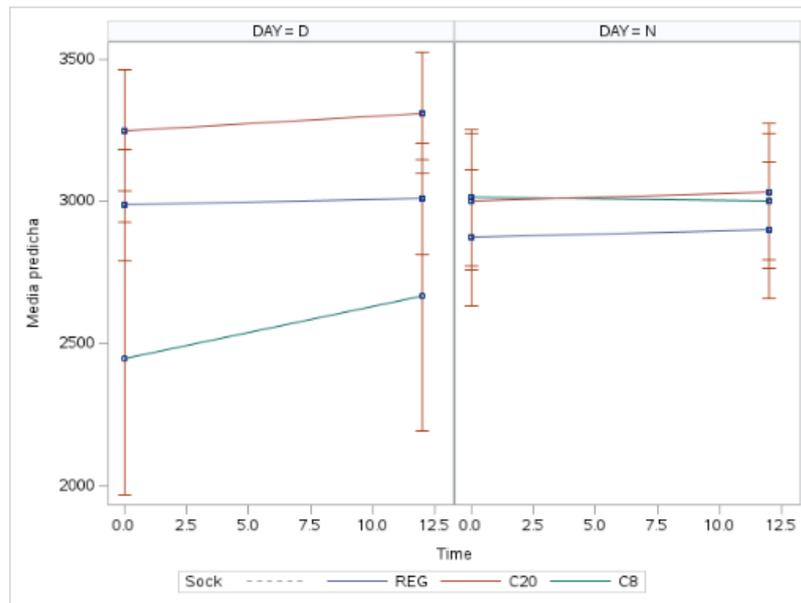
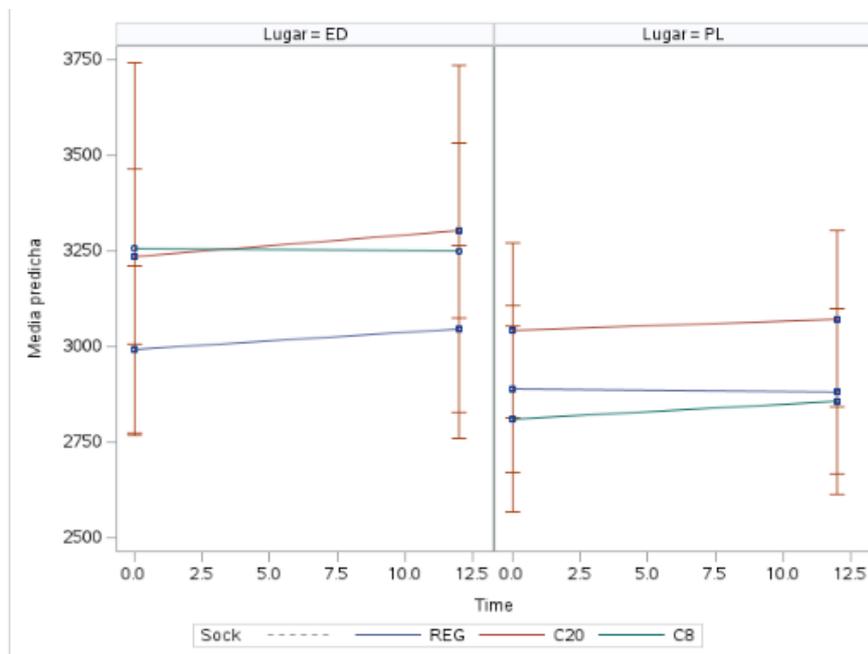


Figura 3. Cambios en el volumen de la parte inferior de la pierna (Promedio del volumen) con respecto al (bsl). Las barras verticales indican errores estándar. Además, se evidencia la diferencia entre día y noche.



**Figura 4.** Cambios en el volumen de la parte inferior de la pierna (Promedio del volumen) con respecto al (bsl). Las barras verticales indican errores estándar. Además, se evidencia la

diferencia ente los lugares donde se realizó el estudio donde PL es equivalente a plantación y ED es institución educativa.

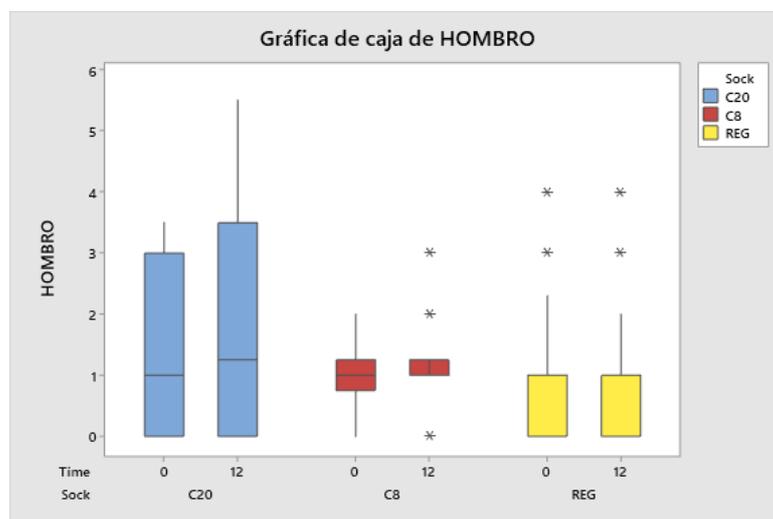
### **Evaluación del malestar por parte del sujeto.**

En cuanto a la evaluación del malestar por parte del sujeto, en primer lugar, se realizó un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis para relacionar la condición con la percepción de malestar en las diferentes partes del cuerpo, pero no se encontraron resultados significativos. Seguido del primer análisis, se realizó el análisis no paramétrico de Friedman en el cual se relaciona la parte del cuerpo con el tiempo. Al realizar este análisis, se encontró 4 partes del cuerpo y adicionalmente la fatiga. Las partes con mayor molestia son el hombro ( $P = 0.0168$ ), pierna baja ( $P = 0.0101$ ), tobillo ( $P = 0.0036$ ), pie ( $P=0.0237$ ) y la fatiga ( $P= <.0001$ ), estos valores P indican que existe una diferencia significativa en la percepción de malestar entre las diferentes partes del cuerpo en relación con el tiempo.

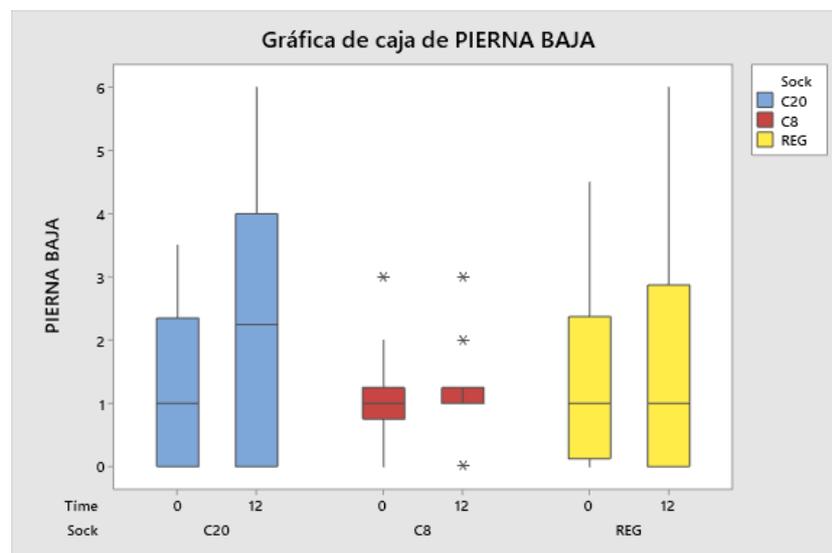
	<b>Incomodidad</b>	
	<b>Tiempo</b>	<b>Control</b>
<b>Media Regular</b>	Existe mayor dolor en: <b>hombro, rodilla, tobillo, pie y fatiga</b>	No es significativo
<b>Media C8</b>	Existe mayor dolor en: <b>hombro, rodilla, tobillo, pie y fatiga</b>	No es significativo
<b>Media C20</b>	Existe mayor dolor en: <b>hombro, rodilla, tobillo, pie y fatiga</b>	No es significativo

**Tabla 4.** Resultados de percepción de malestar o incomodidad (Encuesta) para cada una de las medias con sus diferentes factores analizados.

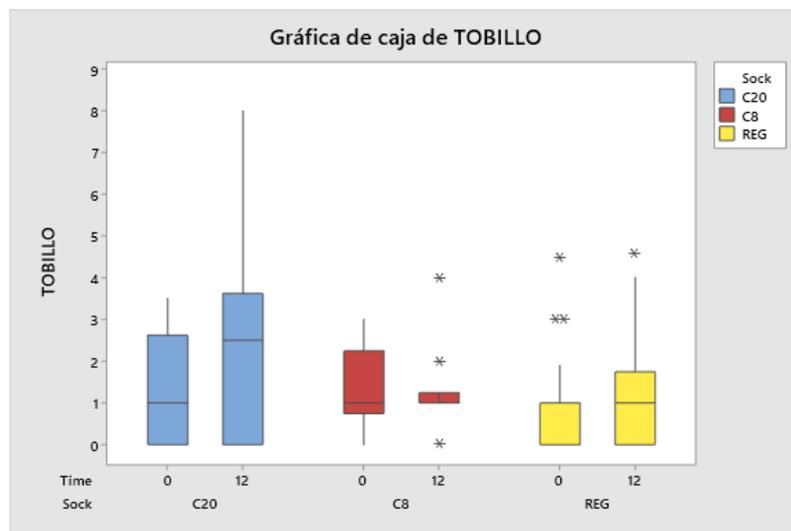
En esta tabla se puede observar que si se evalúa la incomodidad con respecto al tiempo con cada control existe mayor dolor en hombro, rodilla, tobillo y pie, además de que muestra que los participantes tienen fatiga después de 12 horas de trabajo continuo de trabajo de pie prolongado caminando.



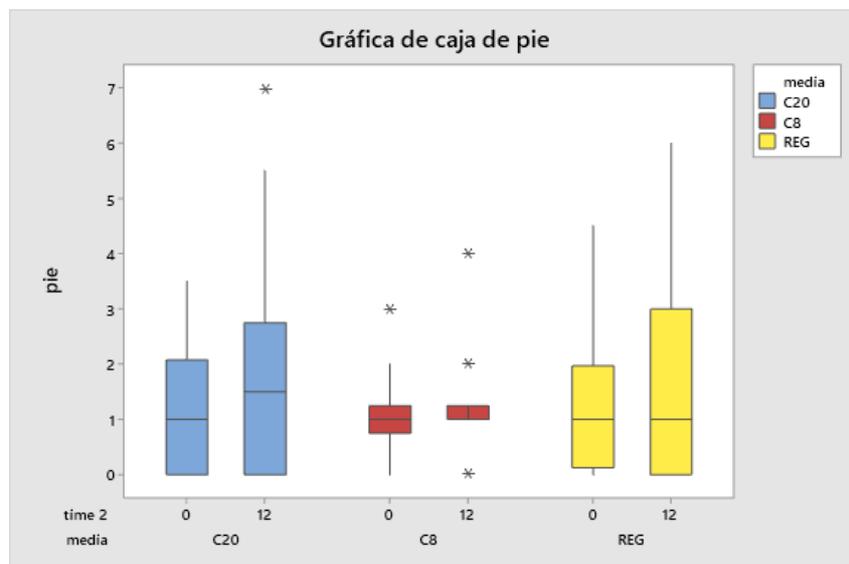
**Figura 5.** Cambios en la percepción de malestar del hombro, a pesar de que el control no es significativo, se grafican los 3 tipos.



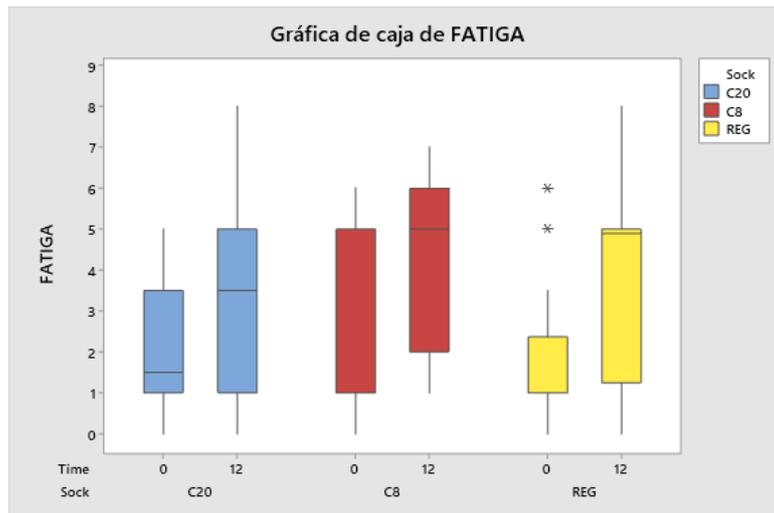
**Figura 6.** Cambios en la percepción de malestar de la pierna baja, a pesar de que el control no es significativo, se grafican los 3 tipos.



**Figura 7.** Cambios en la percepción de malestar de tobillo, a pesar de que el control no es significativo, se grafican los 3 tipos.



**Figura 8.** Cambios en la percepción de malestar de pie, a pesar de que el control no es significativo, se grafican los 3 tipos.



**Figura 9.** Cambios en la percepción de fatiga, a pesar de que el control no es significativo, se grafican los 3 tipos.

## DISCUSIÓN

En comparación con las medias regulares, el método de intervención tenía como objetivo disminuir los efectos negativos del trabajo de pie en la parte inferior de la pierna. la fatiga muscular, el edema y la incomodidad. El estudio se realizó usando medias con C8-15 o C20-30 mmHg de compresión, respectivamente. La mayoría de los indicadores medidos molestias, edema y amplitud de la contracción muscular indican que no hay mayor diferencia significativa entre el tipo de medias, excepto en duración de la contracción muscular. Sin importar el tipo de media, en los volúmenes de la pierna baja y las molestias son significativamente mayores al finalizar 12 horas de trabajo caminando.

**Trabajo de pie prolongado MTF, volumen y percepción de malestar en los participantes con medias regulares.**

En cuanto a amplitud y duración (MTF, MTD) no hay evidencia significativa que demuestre que las medias que se usan normalmente (regulares) influyan en la fatiga, de hecho, tampoco la afecta el lugar, ni el horario de la medición. Sin embargo, en García (2021) se menciona que, con medias regulares, la fatiga muscular de la parte inferior de la pierna es más baja, la cual se puede medir mediante la magnitud del MTF.

La hinchazón (indicado por medio de la pletismografía) muestra que no existe un valor significativo que diferencie la función del tipo de media, es decir, que todas las medias tienen resultados similares en cuanto a hinchazón. Al realizar el análisis de hinchazón por lugar de igual manera se tiene que no existe una diferencia significativa entre medias por lo que el lugar no influye en la misma. Sin embargo, sin importar el tipo de media si existe un incremento de volumen o hinchazón durante las horas trabajadas. Como menciona García (2015), Se espera un volumen alto al momento de usar medias regulares debido a que estar de pie durante mucho tiempo induce fatiga muscular duradera. Sin embargo, también menciona que cuando se utilizaron medias regulares el volumen de la pierna aun no era significativo despues de las 6 horas de trabajo de pie.

En la encuesta de malestar (indicada por calificaciones más altas) hay mayor molestia en el hombro, rodilla, tobillo, pie y fatiga para la media regular. Algunos de estos efectos se ajustan a resultados previos que muestran que estar de pie durante mucho tiempo y caminando induce fatiga muscular duradera. Como explica McCallum (2020), quien dice que para las personas que caminan largas distancias por motivos laborales o recreativos, el uso de medias regulares puede aumentar la percepción de malestar y dolor en las piernas, así como provocar hinchazón y edema. Además, este estudio de campo difiere en comparación a otros estudios que presentan que valores como fatiga muscular de la parte inferior de la pierna indicada por una magnitud de MTF y MTD son significativos (García, 2021).

Trabajo de pie prolongado MTF, volumen y percepción de malestar en los participantes con medias de compresión.

Al final de las 12 horas diarias de trabajo de pie, y después de realizar una división de factores en dos grupos (Día y Noche, Tiempo y Media), para dos distintos análisis se puede observar que la fatiga muscular de la parte inferior de la pierna (indicada por una magnitud de MTF y MTD) la condición tiene un valor  $p$  no significativo. Sin embargo, al analizar MTD (amplitud) incluyendo el factor día se tiene un valor  $p$  significativo, debido a una tendencia principalmente en la media C8, pero por la cantidad de mediciones puede ser no concluyente. Además, parece no tener una mayor influencia en el nivel de la fuerza que generan los músculos del gastrocnemio y el soleo, esto difiere del estudio de García en (2021) en donde se menciona que en personas que realizan el trabajo de pie prolongado las medias de compresión si ayudan a reducir la fatiga muscular, hinchazón e incomodidad sin embargo este estudio fue realizado en personas semi-estáticas y no en personas que caminaron todo el turno de trabajo.

En cuanto a fatiga, tras las mediciones de MTF y MTD podemos verificar que la fatiga no se presenta en el momento de las mediciones, inmediatamente después del turno de trabajo. Sin embargo, García (2015) menciona que los efectos a largo plazo de la fatiga pueden ser más pronunciados entre 30 minutos y una hora después de la tarea agotadora. Es importante mencionar que en C8 se presenta un decremento en el MTD, el cual puede deberse a distintos factores sin embargo, García (2021) Menciona que las medias de compresión parecen atenuar con éxito el desarrollo de fatiga, edema y molestias musculares en la parte inferior de las piernas de igual manera Ibegbuna et al (2003) & Maton et al (2006) mencionan que la reducción se atribuye a la presión hidrostática intramuscular que contribuye a la reducción de acumulación de sangre venosa que ayuda al bombeo muscular. Esto es un aspecto a considerar para futuros estudios, en este caso no se pudo medir por la complejidad de los horarios de los guardias de seguridad.

De manera similar, en el estudio de volumen o hinchazón (indicado por un mayor valor en la pletismografía), se encontró que hay un aumento significativo en todas las medias. Sin embargo, es importante destacar que la media C8 muestra un nivel de significancia aún mayor en comparación con las demás medias. Esto se debe a que tenemos un número limitado de medidas para la media C8 en comparación con las otras variables evaluadas. No se observa una reducción en el volumen, sino un aumento en todas las medias. Además, se muestra el análisis entre el día y la noche, siendo el día el cual muestra un mayor nivel de significancia para esta media, Existen estudios previos que respaldan los efectos beneficiosos de las medias de compresión en la reducción de edemas en personas que trabajan de pie. Sin embargo, es importante destacar que en nuestro estudio no se observa una reducción significativa en el volumen, a diferencia de lo mencionado por García en 2021. No afirmamos una comparación directa entre nuestros resultados y los resultados previos. Es cierto que la falta de cambio en los datos no implica necesariamente una reducción en el volumen. En nuestro estudio, puede que las medias de compresión no hayan afectado al reducir edemas tras las horas de trabajo que compara con los hallazgos de García. Con respecto al estudio estadístico donde se mide el tiempo y la media, se muestra que el tiempo influye en su hinchazón y en todos los demás tipos de media y que la institución educativa muestra un incremento del volumen como se explicó anteriormente para las medias regulares.

En el análisis de incomodidad se muestran resultados parecidos a los de la media regular, donde se presentan en ambas medias de compresión (C20, C8) un aumento en la molestia en tres partes del cuerpo (Hombro, Rodilla, Tobillo y Pie) y un incremento en la percepción de fatiga general, lo que indica que las personas que trabajan de pie con medias de compresión se cansan igual que con medias regulares.

Estos resultados difieren de estudios previos donde se muestra que las medias de compresión aportan a las personas que trabajan de pie, así como dice Sangkhum et al. (2019).

El uso de medias de compresión durante la caminata puede reducir la fatiga muscular y mejorar el flujo sanguíneo en las piernas, lo que puede disminuir el riesgo de desarrollar venas varicosas y otros trastornos circulatorios. Siendo importante puntualizar que el estudio de campo de Sangkhum et al. es realizado no a personas que realizan largas jornadas de trabajo si no a personas que caminan. Sin embargo, esta comparación da una pauta importante para futuros estudios relevantes a este tema relacionado a personas que trabajan en posición de pie prolongado caminando.

### **LIMITACIONES**

Una de las limitaciones del presente estudio fue el tamaño de la muestra, que se vio limitado por la cantidad de medias de compresión disponibles. Aunque se hizo todo lo posible por incluir a la mayor cantidad de participantes posible, el tamaño de la muestra podría haber sido mayor si se hubieran contado con más medias de compresión disponibles. Esto sucedió en particular en la media C8, la cual se recomienda considerar en futuros estudios para tener resultados más robustos.

Otra limitación del estudio fue la distancia entre los puntos de medición, lo que obligó a realizar dos medidas diarias en lugar de una. Además, la población considerada solo incluyó a guardias de seguridad móviles en una determinada área geográfica, lo que podría limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones con diferentes características.

Además, debido a limitaciones de tiempo de estudio y presupuesto, no se pudo comprar más medias de compresión para continuar haciendo mediciones. Esto limitó la cantidad de datos que se pudieron recopilar y, por lo tanto, la capacidad del estudio para obtener conclusiones más sólidas.

Otras limitaciones que se notaron en el estudio son que, aunque se utilizaron muchos participantes acostumbrados a trabajar de pie en entornos laborales reales, este estudio solo incluyó a participantes masculinos saludables por la falta de guardias de seguridad femeninas en la población estudiada. Se debe considerar a las mujeres que trabajan de pie caminando largos períodos y a las con insuficiencia venosa varicosa preexistente, o antecedentes de trombosis venosa profunda o embolia pulmonar en futuros estudios. Finalmente, solo se examinaron dos tipos de medias de compresión, por lo que puede ser necesario investigar otros niveles de compresión para poder llegar a resultados más concluyentes. Además, un diseño de medición repetida equilibrado entre todas las medias de compresión y grupo de control a utilizar es una propuesta ideal para futuros estudios.

## CONCLUSIONES

En conclusión, se ha demostrado que trabajar de pie durante 12 horas caminando puede tener un impacto negativo en la hinchazón de la pierna baja. Además, se ha encontrado que la incomodidad es mayor en el tobillo, hombro, pie y pierna baja. Si bien la media C8 muestra un incremento en su fuerza, se necesita realizar más mediciones para confirmar este resultado. La fuerza de contracción muscular no depende del día, lugar o tipo de media utilizada, aunque la duración de la contracción muscular puede verse afectada por la cantidad de medias C8 utilizadas. El volumen de la pierna también se ve afectado por el tiempo, lo que se manifiesta en la hinchazón después de 12 horas. En cuanto a la incomodidad, se encontró impactos significativos en el pie, hombro, pierna baja, tobillo e incluso la fatiga general, sin importar el tipo de media

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Antle DM, Vézina N, Messing K, Côté JN. *Development of discomfort and vascular and muscular changes during a prolonged standing task. Occup Ergon.* 2013; 11(1): 21-33.
- Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). (2021). *Requisitos de descansos y pausas para empleados.*
- American Society of Clinical Oncology. (2020). *Retención de líquidos o edema. En Manejo de los efectos secundarios físicos.*
- American Society of Hematology. (2021). *Blood Clots.*
- Balasubramanian, V., Adalarasu, K., & Regulapati, R. (2009). *Comparing dynamic and stationary standing postures in an assembly task. International Journal of Industrial Ergonomics, 39(5), 649-654.*
- Barrero, L. H., Henao, D., & Tellez, J. (2010). *Trabajo estático: definición, identificación de factores de riesgo y acciones preventivas. CES Medicina, 24(1), 71-81.*
- Cho, C. Y., Hwang, S. H., Lim, J. H., Park, S. Y., Park, S. H., & Kim, S. J. (2018). *Effects of anti-fatigue mats and shoe insoles on physical fatigue and subjective discomfort during prolonged standing work. Annals of occupational and environmental medicine, 30, 1-10. doi: 10.1186/s40557-018-0236-x*
- después del trabajo desde pie. Factores humanos, 57, 1162–1173. https://*
- Dianat, I., Kord, M., Yahyazade, P., & Stedmon, A. W. (2014). *Work-related risk factors for low back pain in nurses: a systematic review. International journal of occupational safety and ergonomics, 20(4), 447-455.*

- Dixon, S. (2018). *Compression stockings: types, indications, and use. British journal of community nursing, 23(Sup3), S24-S30. doi: 10.12968/bjcn.2018.23.Sup3.S24*  
*doi.org/10.1177/0018720815590293*
- Enoka, R. M. (2018). *Fatigue of muscle. En Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (Eds.), Principles of neural science (6th ed., pp. 1181-1201). McGraw-Hill Education.*
- García Hernández, G. (2017). *Medias de compresión elástica. Revista de Enfermería del Instituto Mexicano del Seguro Social, 25(2), 99-104.*
- García, M. -G., Läubli, T. y Martin, BJ (2015). *Fatiga muscular a largo plazo*
- Garcia, M. G., Roman, M. G., Davila, A., & Martin, B. (2021). *Effects of compression stockings on muscle fatigue, edema, and discomfort during prolonged standing work. Human Factors, 63(7), 1083-1096.*
- Gómez-Campos R, Cossio-Bolaños MA, Brousett Minaya M, Fogaca-Hochmuller RT. *Mecanismos implicados en la fatiga aguda. Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte. 2010;10(40):537-555.*
- Guerra-García MM, Valdés-Ramos R, López-Rodríguez G, et al. *Propiedades cardioprotectores del ajo: una revisión narrativa. Arch Cardiol Mex. 2016;86(3):233-243.*
- Hong, Q., Zhu, X., Lin, L., & Zhang, Y. (2021). *The effects of standing work on musculoskeletal symptoms: A systematic review and meta-analysis. Applied Ergonomics, 93, 1-10. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103336*
- Hsiao, H., Chiang, H. Y., Wu, C. C., Li, Y. J., Liu, W. C., & Shih, Y. H. (2014). *The effects of compression stockings on physiological responses and leg fatigue in standing work. Applied ergonomics, 45(5), 1311-1316.*

- Kant, I., Bültmann, U., Schröer, C., Beurskens, A. J., van Amelsvoort, L. G., & Swaen, G. M. (2010). *An epidemiological approach to study fatigue in employees working in long shifts: the role of work, individual and lifestyle characteristics. Journal of Psychosomatic Research, 69(4), 419-427.*
- Karthikeyan, P., & Krishnamurthy, K. (2013). *Study of the health hazards among workers in the garment industries of Tirupur, Tamilnadu. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine, 17(3), 115-119.*
- Lavilla, F. (2022). *Edemas. Universidad de Navarra.*
- Martínez, D., Villarreal, D., & Cruz, C. (2018). *Medias de compresión para el tratamiento de las piernas cansadas. Revista Médica Clínica Las Condes, 29(6), 829-835.*
- McCallum, S., Robertson, L., Barnes, M., Allan, J., & Woodcock, J. (2020). *The effect of wearing regular socks versus compression socks on venous blood flow and symptomatology during a 4-h walk in healthy adults. Journal of Applied Physiology, 129(1), 104-113.*
- Menéndez, S. (2020). *enfermedades cardiovasculares. Institut d' Estudis de la Salut, Barcelona. (3-15)*
- Munasinghe, A., Gamage, P., & Lamawansa, M. D. (2016). *A cross sectional study on prevalence and risk factors for varicose veins among school teachers in Galle District, Sri Lanka. BMC public health, 16(1), 914.*
- Partsch, H., Flour, M., Smith, P. C., & International Society of Lymphology. (2020). *Indications for compression therapy in venous and lymphatic disease consensus based on experimental data and scientific evidence. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 7, 1-31.*

- Rabe, E., Partsch, H., Hafner, J., & Lattimer, C. (2018). *Compression stockings for the treatment of venous diseases: An evidence-based consensus statement. Phlebology, 33(1\_suppl), 1-24. doi: 10.1177/0268355517749210*
- Sangkhum, N., Klaphajone, J., & Pongpirul, K. (2019). *The effect of compression stockings on muscle fatigue during a 10 km run. Journal of the Medical Association of Thailand, 102(1), 7-12.*
- Sarango, S. (2021). *En el Ecuador existen 68 737 guardias de seguridad registrados, según Policía. El Comercio.*
- Tudor-Locke, C., & Bassett, D. R. Jr. (2004). *How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. Sports Medicine, 34(1), 1-8.*
- Tudor-Locke, C., & Rowe, D. A. (2012). *Using cadence to study free-living ambulatory behaviour. Sports Medicine, 42(5), 381-398.*
- Uquillas, J. (18 de enero de 2023). *Entrevista personal [Entrevista realizada en la empresa de seguridad en Quito, Ecuador].*
- Zander, J. E., King, P. M., & Ezenwa, B. N. (2004). *Influence of flooring conditions on lower leg volume following prolonged standing. International Journal of Industrial Ergonomics, 34, 279-288*