

ESTUDIO TERMOGRÁFICO EN ÁREAS DEL BRAZO EN MUJERES AL REALIZAR TAREAS REPETITIVAS SIN FUERZA

THERMOGRAPHIC STUDY IN AREAS OF THE ARM IN WOMEN PERFORMING REPETITIVE TASKS WITHOUT STRENGTH

Miguel Ángel López Ontiveros

Universidad Autónoma Metropolitana UAM, Azcapotzalco, México
mlopez@azc.uam.mx

Enrique Ávila Soler

Universidad Autónoma Metropolitana UAM, Azcapotzalco, México
eas@azc.uam.mx

Sergio Miguel García Carranco

Universidad Autónoma Metropolitana UAM, Unidad Azcapotzalco, México
smgc@azc.uam.mx

Germán Alonso Ruiz Domínguez

Tecnológico Nacional de México / IT de Hermosillo, México
gruiz@hermosillo.tecnm.mx

Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado

Universidad Autónoma Metropolitana UAM, Unidad Azcapotzalco, México
lwra@correo.azc.uam.mx

Jesús Loyo Quijada

Universidad Autónoma Metropolitana UAM, Unidad Azcapotzalco, México
lqj@correo.azc.uam.mx

Recepción: 17/noviembre/2022

Aceptación: 22/diciembre/2022

Resumen

En el estudio se desconoce la respuesta musculoesquelético de las zonas del brazo de cinco operarias al realizar el armado de un conector eléctrico en una estación de trabajo experimental. El objetivo consistió en determinar mediante termografía las áreas e impactos del brazo de las femeninas al someter el ensamble a ritmos de trabajo distintos. La metodología empleada en las partes del brazo consideró: 1) Toma de temperaturas antes y después de la tarea. 2) Determinación

de molestias y lesiones y 3) Obtención de resultados y conclusiones. Los resultantes en los ritmos de trabajo son: 1) A mayor: Normal. (codo, antebrazo y hombro) y acelerado (mano, codo y hombro). 2) A menor: Normal. (mano y brazo) y acelerado (antebrazo y brazo). Se concluye que todas las medias de las deltas de temperaturas son diferentes por el tipo de actividad, condición físicas y edad de las evaluadas.

Palabras Clave: Brazo, ensamble, tareas repetitivas, termografía.

Abstract

In the study, the musculoskeletal response of the arm areas of five female operators when assembling an electrical connector in an experimental work station is unknown. The objective was to determine by thermography the areas and impacts of the female arm when subjecting the ensemble to different work rhythms. The methodology used in the parts of the arm considered: 1) Taking temperatures before and after the task. 2) Determination of discomfort and injuries and 3) Obtaining results and conclusions. The results in the work rhythms are: 1) A higher: Normal. (elbow, forearm and shoulder) and accelerated (hand, elbow and shoulder). 2) A minor: Normal. (hand and arm) and accelerated (forearm and arm). It is concluded that all the means of the temperature deltas are different due to the type of activity, physical condition and age of those evaluated.

Keywords: *Arm, assembly, repetitive tasks, thermography.*

1. Introducción

En la presente investigación se realizó un análisis termográfico de las partes del brazo de mujeres de diferentes edades al efectuar tareas repetitivas sin fuerza en el ensamble de un conector eléctrico durante una hora continua, empleando la termografía como herramienta de evaluación. El estudio genera información cualitativa y cuantitativa de las partes del brazo de mujeres útil para la toma de decisiones estratégicas-operativas, tales como deltas de temperatura, zonas de mayor y menor impacto musculoesquelético en las partes del brazo de mujeres. El estudio se justifica por la rápida respuesta en el corto y mediano plazo, en la

prevención de riesgos del trabajo y a la vez beneficios económicos en el sector industrial aplicado.

La termografía infrarroja es una técnica en la que se obtienen imágenes con una cámara infrarroja, que mide la temperatura superficial del cuerpo [Quesada, 2017]. El análisis de imágenes infrarrojas tiene las ventajas: eficacia, seguridad, ser una técnica no invasiva e indolora, sin contacto, sin radiaciones ionizantes, sin efectos secundarios y sin contraindicaciones. Además de proporcionar la temperatura de una superficie en imágenes en tiempo real, posibilita la localización de la lesión y demuestra cambios fisiológicos a través de un examen funcional [Hildebrandt, 2010], la termografía infrarroja es una importante herramienta de apoyo para los fisioterapeutas, ayudando en la interpretación del tratamiento realizado con el deportista [Marins, 2015]. El objetivo de esta técnica no es reemplazar el examen clínico, sino realizarlo, y sirve como retroalimentación instantánea. [Hildebrandt, 2010]. La temperatura es un indicador de salud, ya que los cambios de solo unos pocos grados en la piel (cutánea o superficial) se puede utilizar como indicador de una posible enfermedad [Jones, 1998]. Por lo tanto, las aplicaciones médicas utilizan la termografía infrarroja como una herramienta de diagnóstico alternativa [Usamentiaga, 2014].

Las tareas repetitivas, son un factor de riesgo musculoesquelético cuando se da una conjunción de los dos siguientes aspectos: 1) se realiza siempre de la misma forma, usando los mismos grupos musculares, la tasa de repetición es elevada y 2) se realiza adoptando posturas forzadas. [Instituto de Biomecánica de Valencia, 2021], las lesiones por esfuerzo repetitivo son uno de varios tipos de trastornos musculoesqueléticos, que pueden ocurrir en el mediano y largo plazo y son lentos para mostrar síntomas, que ocurren principalmente en el cuello, hombro, codo, antebrazo, muñeca y manos, también aparecen en más de un área a la vez [Brunnekreef, 2012].

Los trastornos musculoesqueléticos son los trastornos ocupacionales que más dañan a los trabajadores [Carrillo-Castrillo, 2019] y ocurren de diferentes formas en varias áreas del cuerpo como la muñeca [Chiang, 2017] las manos [Tirloni, 2017] espalda [Del Carmen, 2015], hombro [Gold, 2009]. y cuello [Gold, 2017]. Los

trastornos musculoesqueléticos tienen su causa relacionada con el trabajo, se denominan trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo o Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD) [Chander, 2017]; estas son las enfermedades profesionales más comunes en Europa. En 2018 representaron el 27, 2% de las enfermedades profesionales que ocurrieron en industrias privadas en los Estados Unidos, con una media de 12 días fuera del trabajo [Bureau of Labor Statistics of EE. UU, 2018]. La prevención de las WMSD es una alternativa para la reducción de costos y bajas laborales médicas asignadas a la recuperación de la salud de los trabajadores, ya que pueden conducir a la ausencia del trabajo, causando impactos económicos y sociales en la vida de los trabajadores y las actividades de las empresas y sus países [Lotter, 2020].

La hipótesis del presente estudio es que la termografía generará información cualitativa y cuantitativa de las partes del brazo de mujeres al realizar ensamble de conector eléctrico. Esta información podría ser empleada en la toma de decisiones para evitar lesiones musculoesqueléticas en operarios.

El objetivo principal de trabajo es demostrar que la termografía puede identificar zonas de las partes del brazo de mujeres con mayor respuesta musculoesquelética al ejecutar ensambles de conectores eléctricos como tareas repetitivas.

2. Métodos

El protocolo de experimentación se llevó a cabo en el Centro Integral de Formación e Investigación de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana con una muestra de cinco personas femeninas. Durante todas las pruebas se controlaron las condiciones de temperatura y humedad.

Operarias participantes en el estudio

Las operarias participantes fueron voluntarias que pertenecen a la comunidad académica de la Universidad Autónoma Metropolitana. Las edades de las femeninas fueron 21, 22, 23, 42 y 46 años. Previo a la ejecución de la tarea se les aplicó un breve cuestionario para conocer si padecían alguna lesión musculoesquelética, todas manifestaron ser diestras y ninguna reportó lesiones.

En una reunión previa se les dio a conocer a las operarias el proceso de ensamble y se mostró la estación de trabajo. En esta misma junta todas las femininas tuvieron la oportunidad de familiarizarse con las actividades a desarrollar y aclarar dudas. Adicionalmente, se les informó que el tiempo de la prueba sería de una hora.

Estación de trabajo experimental

El área de trabajo donde se realizaron las pruebas es una estación industrial, la dimensión de la mesa de trabajo es 110 x 65.5 cm y cuenta con dos entrepaños frontales, la silla de trabajo es giratoria, ergonómica y permite ajustar alturas e inclinación del respaldo, figura 1.



Figura 1 Ensamble de conector eléctrico.

Los materiales empleados en el estudio son: a) cámara termografica. b) equipo de cómputo. c) 200 conectores eléctricos. d) cronómetro y e) software de termografía y estadístico de Excel y SPSS.

Desarrollo de la tarea repetitiva

Las condiciones ambientales del área a donde se efectuaron las pruebas fueron de una temperatura de 22 a 23 °C y una humedad relativa de 34%. El sitio de ubicación de la estación de trabajo estaba aislada de corrientes aire y de cambios bruscos de temperatura.

Antes de iniciar las pruebas las participantes se mantuvieron en reposo durante 20 minutos, tiempo estimado para estabilizar la temperatura corporal. Durante el ensamble los operarios portaron camisetitas de algodón.

La tarea repetitiva consistió en realizar un ensamble del conector eléctrico, el cual está conformado de las seis siguientes partes: codo, rondanas de plástico (pequeña y grande), 2 tuercas de metal, una pequeña y otra grande. El peso aproximado del conector y tiempo promedio del ensamble es de 100 g y 35 segundos.

Las operarias realizaron el ensamble del conector durante una hora a un ritmo normal, no existieron periodos de descanso. Se programó un segundo día para efectuar la prueba a un ritmo acelerado bajo las mismas condiciones. Cabe mencionar que, el tiempo mínimo para realizar la prueba a ritmo acelerado fue de 24 segundos. En cada una de estas pruebas se tomaron los registros térmicos de las operarias antes de iniciar la prueba, minuto 0 y posteriormente en los minutos 15, 30, 45 y 60, con el objetivo de monitorear el momento donde se reportará la temperatura más alta durante la prueba.

En los tiempos antes mencionados se midieron con fotos las temperaturas a cada operaria de las posiciones frontal y trasera de los brazos derecho e izquierdo. La toma de las fotografías consistía en que se ponía de pie y se descubría el brazo, se colocaba a una distancia de 1.5 m de la cámara termografica, la cual captaba la toma completa del brazo. Las variables medidas en los tiempos 0, 15, 30, 45 y 60 minutos fueron: a) temperatura de la ejecución de la actividad de ensamble. b) ritmos de trabajo (normal y acelerado). c) posición del brazo (frontal y trasera). d) Brazo (derecho e izquierdo) y e) fatiga general (molestias o dolor). Durante las pruebas, la emisividad del equipo fotográfico fue 0.98 y la temperatura ambiente, en el ritmo normal y acelerado, estuvo entre 22.5 y 23 °C.

Análisis de parámetros térmicos

Las fotografías termográficas fueron analizadas en el software FLIR Quick Report versión 1.2. En cada una de las fotografías de las partes del brazo de mujeres se analizaron las temperaturas de las zonas del hombro, codo, antebrazo, brazo y mano en condiciones de trabajo a ritmo normal y acelerado, figuras 2 y 3. Los puntos SP1 indica el área del hombro, SP2 brazo, SP3 codo, SP4 antebrazo y SP5 mano. A cada operaria se le tomaron cuatro fotografías termografica del brazo en los tiempos 0, 15, 30, 45 y 60 minutos, siendo: frontal y trasero: derecho e izquierdo,

cabe resaltar que en cada uno de ellas se monitorearon cinco temperaturas. En cada una de las zonas del brazo de mujeres se determinaron las deltas de temperatura, con el objetivo de establecer cuáles fueron las partes donde se registraba el mayor trabajo musculoesquelético al finalizar la tarea repetitiva.

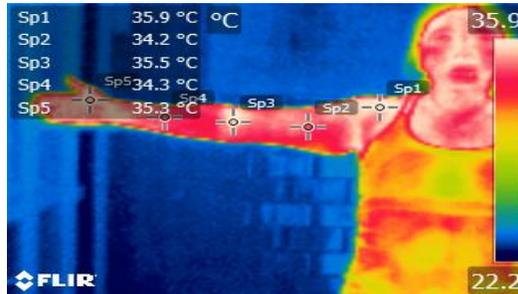


Figura 2 Fotografía termográfica brazo derecho frontal.

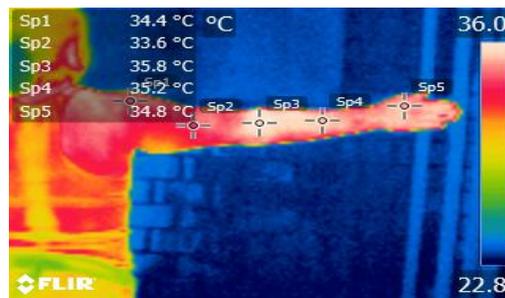


Figura 3 Fotografía termográfica del brazo derecho trasero.

Las deltas de temperatura de las partes del brazo de mujeres se calcularon al realizar la sustracción de la temperatura del tiempo máximo y mínimo, es decir, los registros del minuto 60 y 0 del ensamble con tareas repetitivas, ecuación 1. Donde T es la temperatura de una parte del brazo medida.

$$D = T_{\text{minuto } 60} - T_{\text{minuto } 0} \quad (1)$$

3. Resultados

Las deducciones del análisis se clasificaron en los siguientes tres puntos: 1) Reporte de temperatura a ritmo normal en partes del brazo de mujeres. 2) Reporte de temperatura a ritmo acelerado en partes del brazo de mujeres y 3) Comparativo de temperatura por cambio de velocidad de normal a acelerada.

Reporte de temperatura a normal en partes del brazo de mujeres

Para el caso de las cinco operarias se determinaron cambios de temperatura a ritmo normal. La figura 4 reporta las deltas de temperatura de cada femenina para ambos brazos en las posiciones frontal y trasera. En general, las deltas de temperatura se reportaron de la siguiente manera: a) alta en codo, antebrazo, hombro y mano derecha y b) baja en brazo. Dónde: FD, TD, FI y TI significando Frente derecho, Trasero derecho, Frente izquierdo y Trasero izquierdo.

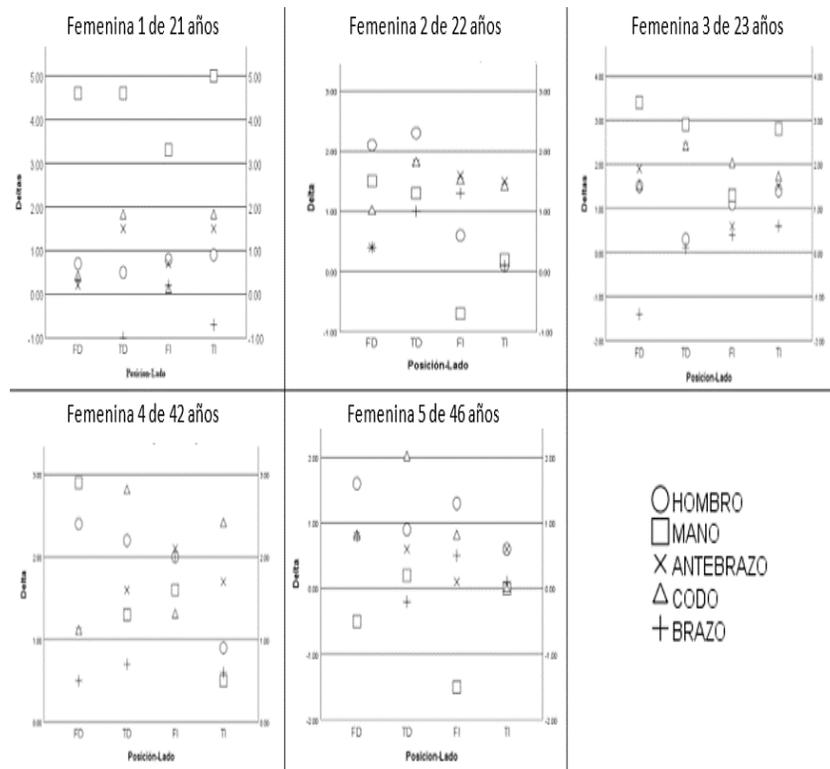


Figura 4 Tareas repetitivas de las partes del brazo de mujeres a ritmo normal.

La figura 4 muestra el comportamiento individual de las deltas de temperatura de las femeninas evaluadas, se deduce que el incremento y decremento son resultado del trabajo muscular frontal, a las tareas repetitivas y particularidades de cada operaria.

Las molestias de las tareas repetitivas del ensamble de conector eléctrico a ritmo normal fueron: a) molestia en espalda completa. b) entumecimiento de mano derecha. c) dolor en codo, brazo, manos, muñeca, muslo y hombro izquierdo. d)

dolor intenso en codo derecho. e) hormigueo en dedo pulgar izquierdo y f) molestias en dedo medio derecho.

Reporte de temperatura a ritmo acelerado en partes del brazo de mujeres

Los cambios de deltas de temperatura que se generaron en las partes del brazo de mujeres por tareas repetitivas a ritmo acelerado con ensambles de conector eléctrico se presentan la figura 5, de las cuales se resaltan la alta en mano, hombro y codo y baja en antebrazo y brazo.

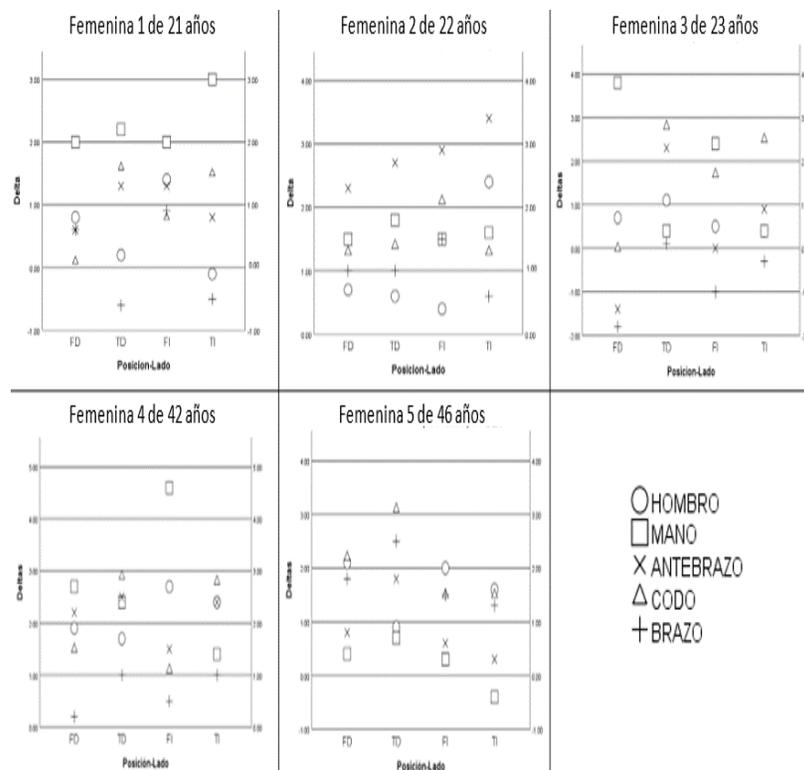


Figura 5 Tareas repetitivas en las partes del brazo de mujeres a ritmo acelerado.

La figura 5 muestra el comportamiento individual de las deltas de temperatura de las femeninas evaluadas y deduce que hubo incremento o decremento derivados de la velocidad del proceso. Los efectos detectados de las tareas repetitivas en las partes del brazo de mujeres fueron: a) dolor en hombro izquierdo. b) dolor en espalda completa. c) dolor en brazo, antebrazo, codo, nudillos, dedos (pulgarc, medio e índice) y hombro derecho y d) molestias en zona lumbar.

Cambio de Temperatura de ritmo normal a acelerado

La tabla 1 muestra el cambio del comportamiento de temperatura de ritmo normal a acelerado de las partes del brazo de mujeres que realizaron tareas repetitivas con ensambles de conector eléctrico, los cambios sufridos fueron incremento (>) o decremento (<).

Tabla 1 Comportamiento de temperatura de ritmo normal a acelerado de las partes del brazo de mujeres.

Posición-Lado-Ritmo/ partes del brazo de mujeres	FDN-FDA (%)	FIN-FIA (%)	TDN-TDA (%)	TIN-TIA (%)
Hombro	<42	>24	<42	>46
Brazo	>24	<20	>68	>28
Codo	>6	>30	>20	>46
Antebrazo	>2	>24	>54	>20
Mano	<30	>36	<56	<50

Fuente: Elaboración propia.

Dónde: FDN-FDA, FIN-FIA, TDN-TDA, TIN-TIA significan Frente derecho normal-frente derecho acelerado, Frente izquierdo normal-frente izquierdo acelerado, Trasero derecho normal-Trasero derecho acelerado y Trasero izquierdo normal-Trasero izquierdo acelerado. La tabla 1 deduce que las partes del brazo de mujeres no trabajaron de la misma forma, por el aumento de cambios de temperatura en las zonas monitoreadas durante el experimento derivado de los movimientos de la operación y condiciones de las femeninas. En cuanto a la productividad del ritmo normal ha acelerado, se incrementó la cantidad de ensambles de conector eléctrico en: 43, 53, 39, 45, 29 piezas en las edades de 21, 22, 23, 42 y 46 años.

4. Discusión

El protocolo de investigación mostró los impactos en el funcionamiento muscular de las partes del brazo de mujeres derivados de las tareas repetitivas del ensamble del conector eléctrico, estos efectos pudieron ser visibles con ayuda de la termografía, el ritmo normal se aprecia que con base en las deltas de temperatura registradas en las partes del cuerpo la mayor respuesta musculoesquelética se presentó en el codo, antebrazo, hombro y mano derecha. Para el caso de ritmo

acelerado es la mano, hombro y codo los que presentaron mayores deltas de temperatura, en este sentido los resultados se complementan y constata con lo realizado por [Latko, 1999] en un estudio mencionan que se examinó la relación de las tareas repetitivas y otros factores físicos estresantes con la prevalencia de molestias en las extremidades superiores, tendinitis y síndrome del túnel carpiano. En el método participaron trescientos cincuenta y dos trabajadores de tres empresas. Los niveles de exposición laboral para la repetición y otros factores físicos estresantes se cuantificaron utilizando una técnica de calificación observacional. Las exposiciones ergonómicas se evaluaron en una escala de 10 puntos, donde 0 corresponde a ausencia de tensión y 10 a tensión máxima. La selección de trabajo se basó en la repetición (tres categorías: alta, media y baja) para garantizar una amplia gama de exposiciones. Las evaluaciones físicas de todos los trabajadores participantes fueron realizadas por médicos profesionales e incluyeron un cuestionario autoadministrado, un examen físico y pruebas electrodiagnósticas limitadas. Los resultados encontrados fueron que la repetitividad del trabajo está significativamente asociada con la prevalencia de molestias reportadas en la muñeca y manos. Los ángulos cociente de probabilidad (OR) son de 1.17 a 3.23 unidad de repetición alta versus baja, un OR de 1.23 por unidad de repetición origina tendinitis en la extremidad superior distal; un OR de 2.32 causa síntomas compatibles con el síndrome del túnel carpiano.

También se encontró una asociación entre la repetitividad del trabajo y el síndrome del túnel carpiano, indicado la combinación de los resultados de electrodiagnósticos positivos y síntomas consistentes con el síndrome del túnel carpiano (OR de 1.22 por unidad de repetición; OR de 3.11 para repetición alta versus baja). Las conclusiones indican que el trabajo repetitivo está relacionado con molestias en las extremidades superiores, tendinitis y síndrome del túnel carpiano en los trabajadores. Se necesita más investigación con una gama más amplia de exposiciones para evaluar los efectos de otras tensiones físicas solo y en combinación.

Respecto a las partes del brazo de mujeres que reportaron las deltas de temperatura más elevadas del ritmo normal y acelerado fueron el hombro y la mano, con un

incremento del 42 y 30% respectivamente para la área frontal derecha y de 46 y 56% para la parte trasera derecha, lo anterior concuerda con lo propuesto por [Colim, 2020] quien realizó un estudio con dos objetivos que son: a) probar si los cambios de temperatura de la piel son sensibles a las condiciones de trabajo durante las tareas de levantamiento y b) analizar las posibles diferencias en los cambios de piel entre individuos con diferentes niveles de obesidad. El método aplicado fue: imágenes termográficas y la evaluación de 29 participantes con diferentes niveles de obesidad, para una tarea de elevación repetitiva entre el piso y la altura de los hombros, con una periodicidad de 7 segundos hasta 2 minutos. Las imágenes termográficas se registraron en 16 regiones de interés, divididas en vistas anterior y posterior del cuerpo. El análisis de los datos se realizó a partir del diferencial de temperatura de la piel, calculado como la diferencia de los cambios de temperatura algebraica entre la temperatura de la piel medido antes y después de la tarea. Los resultados mostraron una relación entre los participantes obesos y la presencia de mayor enfriamiento en las regiones de interés estudiado. Estos resultados corroboran que la obesidad es un factor de riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo y también proporciona evidencia de que la termografía infrarroja puede ser una herramienta útil para evaluar el desempeño biomecánico de los participantes.

Finalmente, el aumento de velocidad del ritmo de trabajo generó variación, incremento o decreció en las deltas de temperatura, reflejándose en mayor cantidad porcentual de piezas ensamblada en 119, 124, 115, 120 y 114% en las edades de 21, 22, 23, 42 y 46, en este sentido. [Quintana, 2003] menciona un estudio muestra de formidables demandas físicas y mentales impuestas a los operadores que van mucho más allá del alcance tradicional del ensamblaje manual.

Esta investigación proporciona un marco para el diseño del ensamblaje electrónico manual al identificar los criterios de diseño limitantes desde una perspectiva de factores humanos que afectan la productividad. La recopilación y el análisis in vivo de datos biomecánicos y de rendimiento, que proporcionaron la base para cuantificar los riesgos ergonómicos y las relaciones de productividad, validaron los criterios de diseño.

Las diferencias que existen entre la investigación realizada y los casos de estudio básicamente son el tipo de actividad o giro, la muestra analizada y las variables o condiciones sometidas de cada situación. Se demuestra que la termografía es una herramienta que se ha usado desde hace tiempo en diversas ramas para mitigar problemática en los campos de la medicina e ingeniería, por lo que este tipo de estudios en el futuro serían de beneficio económico para la industria o de ayuda para evitar trastornos musculoesqueléticos en operarios que realizan tareas repetitivas.

Es importante mencionar que el estudio cumple con lo planeado al inicio porque generó información cualitativa y cuantitativa de las partes del brazo de mujeres al realizar ensambles de conectores eléctricos, a la vez se determinaron las zonas del brazo que sufren impacto y las razones están en cuestiones de enfermedades laborales y accidentes de trabajo.

5. Conclusiones

El estudio determinó los efectos que tiene las partes del brazo de mujeres que son sometidos a tareas repetitivas sin fuerza y condiciones ambientales.

Se cumplió con el objetivo del estudio, determinar los impactos en las partes del brazo de mujeres que ocurren en el ensamble de un conector eléctrico con tareas repetitivas a partir de la termografía.

Los ritmos de velocidad de trabajo tienen una influencia directa, dado que, en la investigación, se encontró que cuando aceleraba la operación algunos niveles de las deltas de temperatura decrecieron.

Las partes del brazo de mujeres que tuvieron variaciones positivas o negativas, es debido a la cantidad y frecuencia de ensambles, ritmos de trabajo y condiciones de la operación.

El protocolo de investigación genera información de necesidad a cualquiera organización, por lo que se incentiva a aplicarse esta metodología a futuros estudios, en un mayor número de mujeres y analizando su desempeño por edades. Se recomienda realizar un análisis futuro donde se analicen varones y mujeres con el propósito de determinar los daños musculoesqueléticos en tareas repetitivas y si

ambos utilizan los mismos grupos musculares frontales en las tareas repetitivas de ensamblar un conector eléctrico.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Brunnekreef, J. J., Thijssen, D. H., Osterhof, J., & Hopman, M. T. (2012). Bilateral changes in forearm oxygen consumption at rest and after exercise in patients with unilateral repetitive strain injury: A case-control study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, No. 42, 4 pág. 371–378. doi: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2012.3751>.
- [2] Bureau of Labor Statistics of EE. UU. (2018). Survey of data on occupational injuries and illnesses. Washington, EE. UU: Bureau of Labor Statistics of EE. UU. Retrieved 04 01, 2021, from <https://www.bls.gov/iif/soii-chart-data-2018.htm>.
- [3] Carrillo-Castrillo, J. A., Pérez-Mira, V., Del Carmen Pardo-Ferreira, M., & Rubio-Romero, J. C. (2019). Analysis of the necessary research on work-related musculoskeletal disorders in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, No. 16, 10 pág. 1682. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph16101682>.
- [4] Chander, D., & Cavatorta, M. P. (2017). An observational method for Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA). *International Journal of Industrial Ergonomics*, No. 57 pág. 32–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.11.007>.
- [5] Chiang, C. L., Liao, C. Y., & Hsien-Wen, K. (2017). Postures of upper extremity correlated with carpal tunnel syndrome (CTS). *En t. J. Occup. Medicina. Reinar. Health*, No. 30, pág. 281–290. doi:10.13075/ijomeh.1896.00566.
- [6] Del Carmen Flores-Olivares, B., Yoguez-Seoane, A., Susarrey-Huerta, O., & del Carmen Gutiérrez-Torres, C. (2015). Preliminary Study on the Evaluation of Musculoskeletal Risks through Infrared Thermography for Drummers. *Procedia Manufacturing*, No. 3, pág. 4415–4420. doi: [Procedia Manufacturing](https://doi.org/10.1016/j.profm.2015.12.007).

- [7] Colim, A., Arezes, P., Flores, P., Vardasca, R., & Braga, A. C. (2020). Thermographic differences due to dynamic work tasks on individuals with different obesity levels: a preliminary study, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*, No. 8, 3 pág. 323-333. doi:10.1080/21681163.2019.1697757.
- [8] Gold, J.E., Cherniack, M., Hanlon, A. et al. (2009). Skin temperature in the dorsal hand of office workers and severity of upper extremity musculoskeletal disorders. (2009). *International Archives of Occupational and Environmental Health*, No. 82, pág. 1281-1292. doi: <https://doi.org/10.1007/s00420-009-0450-5>.
- [9] Gold, J. E., Hallman, D. M., Hellström, F., Björklund, M., Crenshaw, A. G., Mathiassen, S. E., Ali, S. (2017). Systematic review of quantitative imaging biomarkers for neck and shoulder musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, No. 18, pág. 395. doi: <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1694-y>.
- [10] Hildebrandt, C., Raschner, C., & Ammer, K. (2010). An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. *Sensors (Basel)*, No. 10, 5 pág. 4700-4715. doi: <https://dx.doi.org/10.3390/s100504700>.
- [11] Instituto de Biomecánica de Valencia. (2021). ERGODEP. (U. p. Valencia, Editor) Retrieved 03 30, 2021, from Riesgos y recomendaciones generales-Tareas repetitivas: <http://ergodep.ibv.org/documentos-de-formacion/2-riesgos-y-recomendaciones-generales/508-tareas-repetitivas.html#:~:text=Las%20tareas%20repetitivas%20son%20aquellas,largo%20de%20la%20jornada%20laboral>.
- [12] Jones, B. (1998). A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. *IEEE transactions on medical imaging*, No. 17, 6 pág. 1019–1027. doi:10.1109/42.746635.
- [13] Latko, W. A., Armstrong, T. J., Franzblau, A., Ulin, S. S., Werner, R. A., & Albers, J. W. (1999). Cross-Sectional Study of the Relationship Between

- Repetitive Work and the Prevalence of Upper Limb Musculoskeletal Disorders. Wiley-Liss, Inc, No. 36, 2 pág. 248-259. doi: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0274\(199908\)36:2%3C248::aid-ajim4%3E3.0.co;2-q](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0274(199908)36:2%3C248::aid-ajim4%3E3.0.co;2-q).
- [14] Lotter, O., Lieb, T., Breul, V., & Molsner, J. (2020). Is repetitive workload a risk factor for upper extremity musculoskeletal disorders in surgical device mechanics? A cross-sectional analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, No. 17, 4 pág. 1383. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17041383>.
- [15] Marins, J. C., Fernández-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., Fernandes, A. A., & Sillero-Quintana, M. (2015). Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. Una revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte/ International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, No.15, 60 pág. 805-824. Retrieved 04 01, 2021, from https://www.redalyc.org/pdf/542/54243097012_2.pdf.
- [16] Quesada, J. I., Palmer, R. S., & Anda, R. M. (2017). Physical principles of infrared thermography and human thermoregulation. In: Quesada JI. Application of infrared thermography in sports science. *Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering*, 1, pág. 25-48. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-47410-6_2.
- [17] Quintana, R., & Hernandez-Masser, V. (2003). Limiting design criteria framework for manual electronics assembly. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, No. 13, 2 pág. 165-179. doi: <https://doi.org/10.1002/hfm.10033>.
- [18] Tirloni, A. S., Dos Reis, D. C., Ramos, E., & Moro, A. R. (2017). Thermographic evaluation of the hands of pig slaughterhouse workers exposed to low temperatures. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, No. 14, pág. 838. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph14080838>.
- [19] Usamentiaga, R., Venegas, P., Guerediaga, J., Vega, L., Molleda, J., & Bulnes, F. G. (2014). Infrared Thermography for Temperature Measurement and Non-Destructive Testing. *Sensors*, No. 14, 7, pág. 12305-12348. doi: <https://doi.org/10.3390/s14071230>.