

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

<http://dx.doi.org/10.35381/i.p.v4i7.1834>

Análisis de riesgo ergonómico del hombro de los trabajadores de un taller mecánico

Ergonomic risk analysis of the shoulder of workers in a mechanical workshop

Eduardo Francisco García-Cabezas

egarcia@esepoch.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO,
Riobamba, Chimborazo

Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-3547-472X>

Pablo Daniel Alejandro-Saragozín

palejandrosaragozin@gmail.com

Red de Investigación Koinonía, Riobamba, Chimborazo

Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-2016-0426>

Jefferson Omar Acosta-Espinoza

jeffacosta078@gmail.com

Red de Investigación Koinonía, Riobamba, Chimborazo

Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-2436-9104>

Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

jhonny.orozco@esepoch.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO,
Riobamba, Chimborazo

Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2353-1600>

Recibido: 01 de marzo 2022

Revisado: 10 de abril 2022

Aprobado: 15 de junio 2022

Publicado: 01 de julio 2022

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

RESUMEN

El objetivo fundamental de la investigación, consistió en analizar los riesgos ergonómico del hombro de los trabajadores de un taller mecánico. La biomecánica aplica principios y leyes mecánicas en los seres vivos, concentrando varios aspectos como la mecánica de los músculos y huesos, mecánica de los líquidos y de los gases. En cuanto lo metodológico, se aplicó la biomecánica de las extremidades superiores realizado a través de nuevas tecnologías del avance en la evaluación de riesgos ergonómicos; por esta razón, se vio la necesidad de emplear el software Clinical 3DMA. En los resultados se logró determinar mediante las pruebas ejecutadas que, el martillo y la sierra son las herramientas que pueden producir mayor daño en las articulaciones; como conclusión se obtuvo que los movimientos en las articulaciones del hombro, pueden generar afectaciones como tendinitis, epicondilitis e incluso podría provocar lesiones muy graves como es el caso de la artrosis.

Descriptores: Taller; lesión; riesgo; ergonomía; software. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The fundamental objective of the research was to analyze the ergonomic risks of the shoulder of the workers of a mechanical workshop. Biomechanics applies mechanical principles and laws in living beings, concentrating various aspects such as the mechanics of muscles and bones, mechanics of liquids and gases. Regarding the methodology, the biomechanics of the upper extremities was applied through new technologies of advancement in the evaluation of ergonomic risks; for this reason, it was necessary to use the Clinical 3DMA software. In the results, it was possible to determine through the tests carried out that the hammer and the saw are the tools that can cause the greatest damage to the joints; As a conclusion, it was obtained that the movements in the shoulder joints can generate affections such as tendinitis, epicondylitis and could even cause very serious injuries such as osteoarthritis.

Descriptors: Workshop; injury; risk; ergonomics; software. (UNESCO Thesaurus).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

INTRODUCCIÓN

La biomecánica del movimiento del cuerpo humano es una ciencia que produce gran interés en expertos físicos, entrenadores, médicos, biológicos e incluso en el área de seguridad y salud ocupacional de diversas empresas a nivel mundial. En Ecuador se han realizado varios estudios biomecánicos en los últimos años, enfocándose mayormente en la parte deportiva, además, se ha podido observar que se han generado estudios en diversos puestos de trabajo de varias empresas con el objetivo de adecuar el puesto de trabajo a las limitaciones físicas de los operarios y disminuir los trastornos músculo-esqueléticos que puede provocar una biomecánica inadecuada.

En la ciudad de Riobamba se ha podido observar que existen varios talleres automotrices en los cuales utilizan las herramientas manuales de forma empírica, y esto ha conllevado a emplear estas herramientas en actividades para las cuales no han sido diseñadas, lo cual provoca trastornos músculo-esquelético en los hombros, por esta razón se ha visto la necesidad de realizar un estudio biomecánico en el hombro al momento de utilizar las distintas herramientas manuales, con la ayuda del software CLINICAL 3DMA.

En base a las consideraciones anteriores, se realizó este estudio que tuvo como objetivo general analizar los riesgos ergonómico del hombro de los trabajadores de un taller mecánico; en ese sentido, el mismo sé que se encuentra a 500 metros a la redonda de la ESPOCH, con la finalidad de minimizar patologías como artrosis, tendinitis, distensión muscular, entre otras., en las extremidades antes mencionada que se generan por el mal uso de las herramientas manuales, gracias al software mencionado se pudo analizar cada articulación de las extremidades superiores(hombro), logrando determinar que al momento de usar de forma inadecuada las herramientas, esto genera anomalías en las articulaciones.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Biomecánica

La biomecánica es considerada como un grupo de aspectos que comprenden conceptos de mecánica, fisiología articular, fisiología muscular, anatomía y cinesiología. Tiene como objetivo analizar la fisiología de los movimientos y las posturas que presenta el ser humano al momento de realizar alguna actividad, además la biomecánica pretende ayudar a entender las difusiones y patologías que se presentan con frecuencia, logrando deducir las medidas correctivas que se deben considerar en las diferentes actividades que realiza el ser humano.

La biomecánica aplica principios y leyes mecánicas en los seres vivos, concentrando varios aspectos como la mecánica de los músculos y huesos, mecánica de los líquidos y de los gases (Dufour & Pillu, 2018, p.4-5).

Además, se puede decir que la biomecánica se encarga del análisis desde el punto de vista mecánico, al introducirse en el estudio de los movimientos que realizan los seres vivos y por esta razón, se enfoca en el aparato locomotor (Biosca et al., 1997, p.2).

La biomecánica ayuda a extraer información pormenorizada de los diferentes movimientos que genera el cuerpo humano, además permite cuantificar y expresar en valores numéricos las acciones ejecutadas (Viladot, 2000, p.263).

Biomecánica ocupacional

Se encarga del estudio de la relación mecánica que existe cuando el ser humano, sostiene elementos con los cuales interactúa en ámbitos como el trabajo, en el hogar, cuando conducen algún vehículo, en la utilización de herramientas, entre otras., y los adapta a sus necesidades. La biomecánica ocupacional se relaciona con otra disciplina que es la ergonomía (Perdomo et al., 2018, p.2-3).

La biomecánica ocupacional es la encargada de estudiar la relación que existe entre el ser humano con sus movimientos usuales, trata de hallar soluciones a problemas de movimientos repetitivos, posturas incorrectas, etc., adaptando un determinado lugar de

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

trabajo a sus necesidades y capacidades físicas, por esta razón, la biomecánica ocupacional está íntimamente relacionada con la ergonomía (Andrade, 2017, p.253). La biomecánica ocupacional tiene como objetivo fundamental proveer de un ambiente laboral confortable, el mismo que debe adaptarse a las capacidades físicas de un trabajador o trabajadores, para alcanzar esto se realiza un estudio de interacción mecánica que se da entre el cuerpo humano y los elementos de su entorno. Esta ciencia brinda los conocimientos necesarios para solucionar inconvenientes asociados a las malas posturas, al transporte manual de cargas, buscando el aumento del rendimiento laboral de los operarios y la disminución de la fatiga (Landines & Mosquera, 2013, p.20). La biomecánica ocupacional se encarga de analizar al ser humano desde la perspectiva de una actividad o trabajo que se debe diseñar para el 90% de las personas, sin exceder valores que puedan originar daños (Becerra, 2017, p.3).

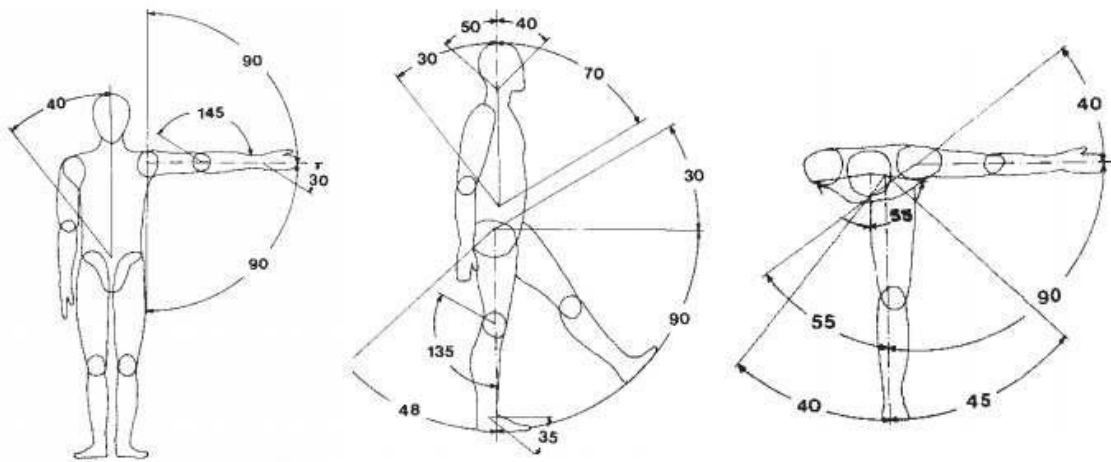


Figura 1. Capacidades operativas del cuerpo
Fuente: Becerra. (2017).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

La ergonomía

La ergonomía utiliza conocimientos científicos que permiten que los entornos de trabajo se adapten progresivamente a las características y limitaciones que presente un operario, busca además brindar un ambiente de estable y seguro (Asociación española de ergonomía, 2015, p.1). La ergonomía es una disciplina científica que se enriquece con el mejoramiento de un entorno físico. La definición de ergonomía está íntimamente relacionada con los factores humanos, los cuales se analizan por medio de la biomecánica y la antropometría, a esto se le suman los factores físicos ambientales (Cruz & Garnica, 2017, p.18).

Enfermedades ocupacionales

Las enfermedades ocupacionales por trastorno musculo-esquelético están asociadas a las causas físicas y los factores de riesgos organizativos tales como la manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, trabajo a un ritmo elevado y estar de pie o sentado durante un largo tiempo (Morales et al., 2017, p.2). Las enfermedades ocupacionales son aquellas afectaciones crónicas que se presentan en el momento que un trabajador o funcionario realiza una actividad profesional, la misma que puede generar una incapacidad laboral (Sarango, 2019, p.9).

Biomecánica de las extremidades superiores

El miembro superior tiene la especialidad de ejecutar funciones de manipulación y presión de los elementos. Se ha podido observar que las extremidades superiores son miembros que presentan altos grados de movilidad sin perder precisión, fuerza y sobre todo la estabilidad. Cabe recalcar que el hombro presenta un sistema muy sofisticado que tiene la capacidad de generar un sinnúmero de movimientos (Destarac, 2018, p.30-31).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
 Jhonny Marcelo Orozco-Ramos



Figura 1. Músculos de las extremidades superiores.
Fuente: Liriano (2012).

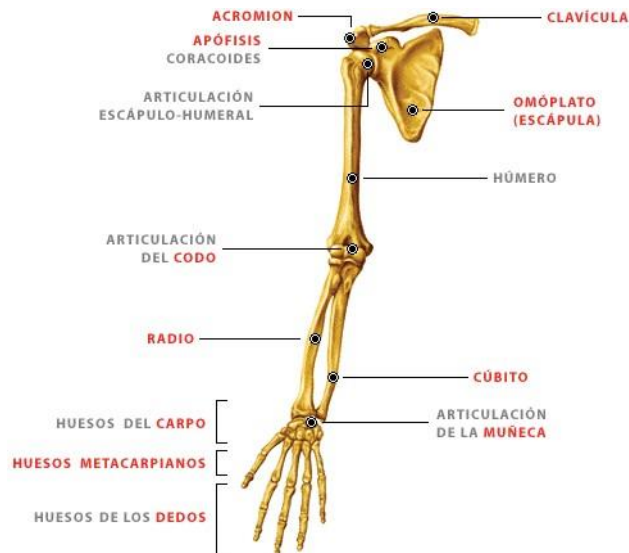


Figura 2. Partes de las extremidades superiores.
Fuente: Liriano (2012).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Biomecánica del hombro

El hombro es considerado como la articulación con mayor movilidad del cuerpo humano, y también la menos estable. Presenta tres grados de libertad, lo cual permite dirigir el miembro superior con relación a los tres ejes del espacio. El plano frontal está incluido en el eje transversal, y este permite que el hombro realice movimientos de flexo-extensión que se dan en el plano sagital, el plano mencionado se encuentra en el eje anteroposterior en donde se generan los movimientos de abducción y aducción, finalmente en el eje vertical, que está determinado por la intersección del plano frontal y el sagital es donde se generan los movimientos de extensión y flexión producidos en el plano horizontal, cuando el brazo se encuentra en abducción de 90° .

El húmero pertenece al eje longitudinal y permite la rotación interna y externa del brazo en dos maneras distintas: la rotación automática y la voluntaria. El miembro superior cuelga de manera vertical a lo largo del cuerpo humano, de tal manera que el eje longitudinal concuerda con el eje vertical. En la postura de abducción a 90° , existe una coincidencia entre el eje transversal con el eje longitudinal, y en la postura de flexión de 90° el eje longitudinal coincide con el eje anteroposterior; por esta razón se puede concluir que el hombro es la articulación comprendida de tres ejes principales y de tres grados de libertad, lo cual permite realizar movimientos de rotación externa e interna (Sanabria, 2018, p.2-3).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

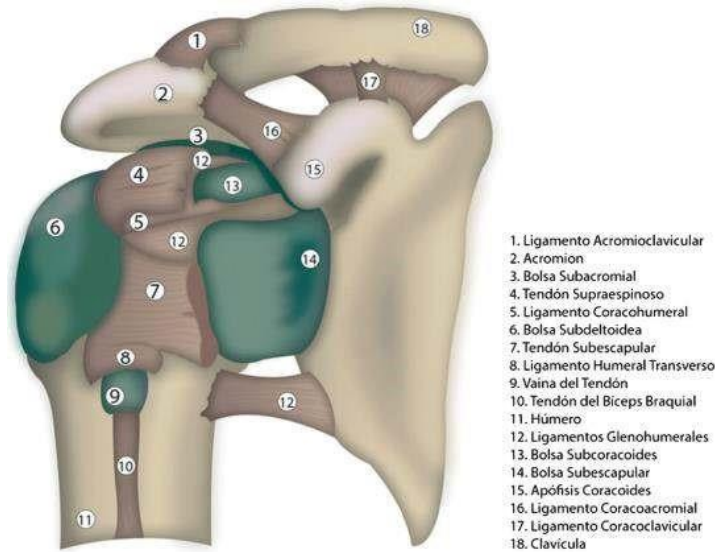


Figura 3. Articulación del Hombro.
Fuente: Sanabria (2018).

MATERIALES Y METODOS

El estudio de la biomecánica de las extremidades superiores realizado a través de nuevas tecnologías evidencia el avance en la evaluación de riesgos ergonómicos. Existen varios métodos de evaluación de riesgos biomecánicos que son de mucha ayuda al momento de realizar un estudio de este tipo, pero son tediosos y no presentan una exactitud total, ya que, las mediciones se las realizan por medio de la vista del evaluador que esta propenso a cometer errores de paralaje, por esta razón se vio la necesidad de emplear el software Clinical 3DMA que analiza la biomecánica del cuerpo humano de forma sencilla y precisa. Este estudio está enfocado en un análisis de riesgo ergonómico del hombro de los trabajadores de un taller mecánico.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Análisis de hombro y codo (Derecho)

Para el análisis del hombro y codo derecho la persona deberá ubicarse en el centro del área de captura este deberá estar de pie y con el brazo ligeramente abierto.

Los marcadores se deberán colocar de acuerdo como se especifica en la figura 4.

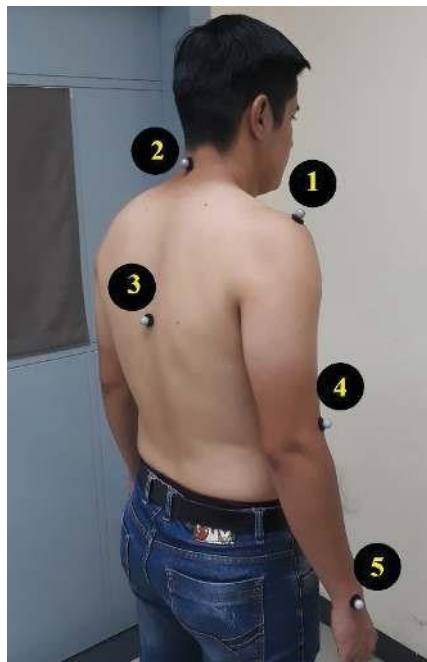


Figura 4. Ubicación de marcadores para análisis de hombro y codo derecho.

A continuación, se detalla el sitio exacto donde se ubicarán los marcadores para el análisis del hombro y codo brazo derecho:

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Tabla 1.
Ubicación anatómica de marcadores de hombro y codo brazo derecho.

N° de marcador	Nombre del marcador	Posición anatómica
1	Hombro derecho	Acromion de la escapula derecha.
2	Cuello	Vertebra C4.
3	Parte superior de columna	Vertebra T7.
4	Codo derecho	Epicóndilo lateral del humero derecho.
5	Muñeca derecha	Entre el radio derecho y cúbito.

Análisis de hombro y codo (Izquierdo)

Para el análisis del hombro y codo izquierdo la persona deberá ubicarse en el centro del área de captura este deberá estar de pie y con el brazo ligeramente abierto. Los marcadores se deberán colocar de acuerdo como se especifica en la figura 5.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos



Figura 5. Ubicación de marcadores para análisis de hombro y codo izquierdo.

A continuación, se detalla el sitio exacto donde se ubicarán los marcadores para el análisis del hombro y codo brazo izquierdo:

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
 Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Tabla 2.
 Ubicación anatómica de marcadores de hombro y codo brazo izquierdo.

N° de marcador	Nombre del marcador	Posición anatómica
1	Hombro izquierdo	Acromion de la escapula izquierda.
2	Cuello	Vertebra C4.
3	Parte superior de columna	Vertebra T7.
4	Codo izquierdo	Epicóndilo lateral del humero izquierda.
5	Muñeca izquierda	Entre el radio derecho y cúbito.

Software de evaluación de seguridad y salud ocupacional

Los softwares para la evaluación de seguridad y salud ocupacional en la actualidad son paquetes informáticos que permiten medir factores y examinar los riesgos que presenta el operario al momento de estar realizando las actividades laborales en tiempo y espacios reales, contando con toda una normativa que de fiabilidad al momento de realizarlo. Esta clase de softwares favorecen y aceleran el tiempo al momento de realizar estos estudios ya que entregan datos y resultados con mayor certeza y exactitud que cuando se usa un método tradicional (Freire, 2019).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Clinical 3DMA

Clinical 3DMA es un producto potencial dentro de la familia “3DMA” pues todo este sistema está diseñado para capturar imágenes en movimiento 3D utilizado para varios estudios del cuerpo humano. Todo este sistema está diseñado para desempeñar un estudio biomecánico 3D con la facilidad que este tipo de análisis se lo puede realizar en todo el cuerpo o en una parte del mismo en tiempo real a gran precisión, a gran velocidad y en un espacio tridimensional sacando de todo esto resultados biomecánicos relevantes (Saragozín y Espinoza, 2021). }

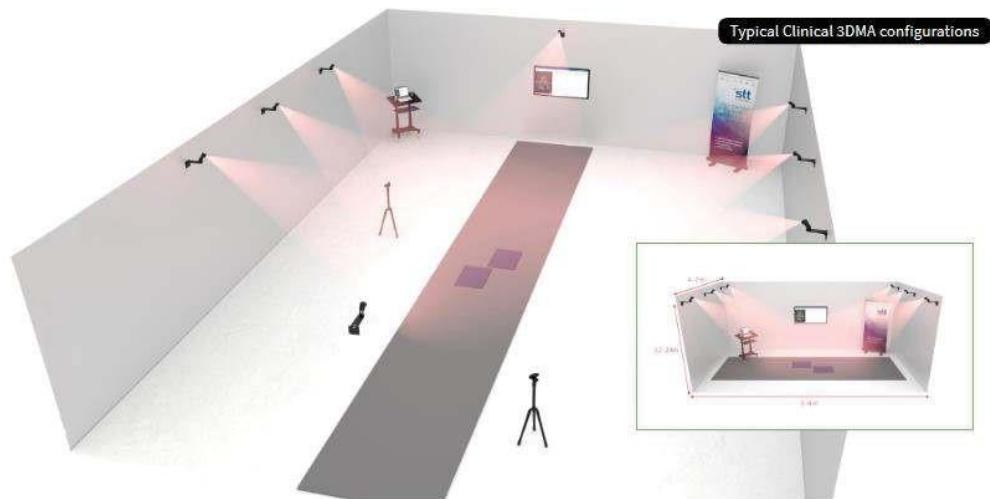


Figura 6. Configuración Del Clinical 3DMA.
Fuente: STT SYSTEMS (2018).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

RESULTADOS

Análisis de hombro derecho herramienta sierra

Análisis de flexoextensión del hombro derecho utilizando de forma correcta la sierra

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 7 a). En la figura 1 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 6 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $72,92^\circ$ y una extensión máxima de $5,91^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

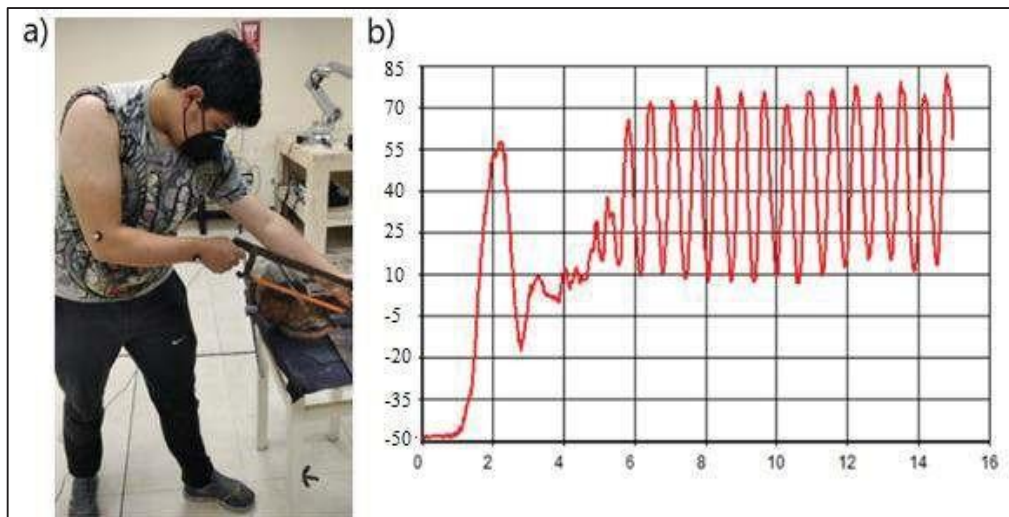


Figura 7. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del hombro derecho.

Análisis de flexoextensión del hombro derecho utilizando la sierra con un brazo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 8 a). En la figura 8 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
 Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango de flexión máxima de $73,37^\circ$ y una extensión máxima de $5,76^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

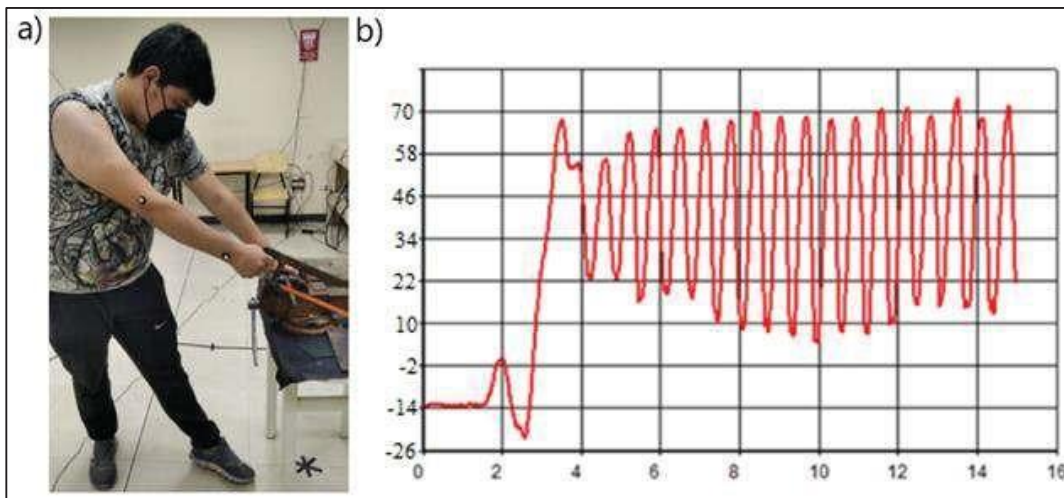


Figura 8. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del hombro derecho.

Análisis del uso de la sierra del hombro derecho

Tabla 3.

Resumen análisis de flexoextensión al usar la sierra del hombro derecho.

	Flexión	Extensión
Uso correcto sierra	$72,92^\circ$	$5,91^\circ$
Sierra usando una mano	$73,37^\circ$	$5,76^\circ$

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Como se puede ver en la tabla 3 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre flexión $72,92^\circ$ y extensión $5,91^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

Análisis de hombro izquierdo herramienta sierra

Análisis de flexoextensión del hombro izquierdo utilizando de forma correcta la sierra

En este entorno experimental se simuló la manera correcta del uso de la sierra, el cual se debe realizar con los dos brazos, como se observa en la figura 9 a). En la figura 9 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra de forma correcta en donde se encontró un rango de flexión máxima de $54,09^\circ$ y una extensión máxima de $0,77^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso correcto de la sierra.

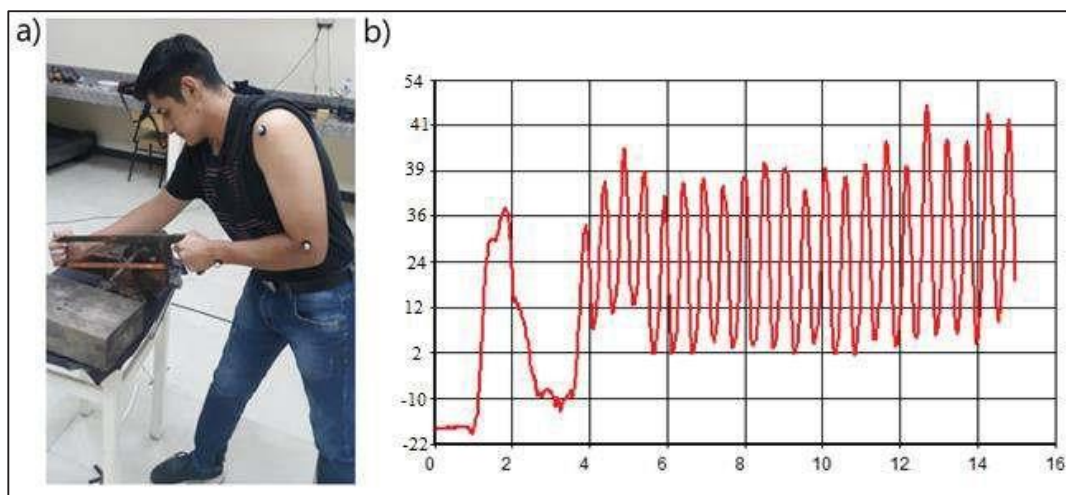


Figura 9. Entorno de utilización correcta de la sierra, análisis del hombro izquierdo.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
 Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Análisis de flexoextensión del hombro izquierdo utilizando la sierra con un brazo

En este entorno experimental se simuló la manera incorrecta del uso de la sierra, cuando se realiza la acción con un solo brazo, como se observa en la figura 10 a). En la figura 10 b), el posicionamiento inicial toma un lapso de 4 segundos, después de esto se empieza a realizar la acción con la sierra a una mano en donde se encontró un rango de flexión máxima de $51,56^\circ$ y una extensión máxima de $-5,65^\circ$, estos rangos serán referenciales del uso inadecuado de la sierra.

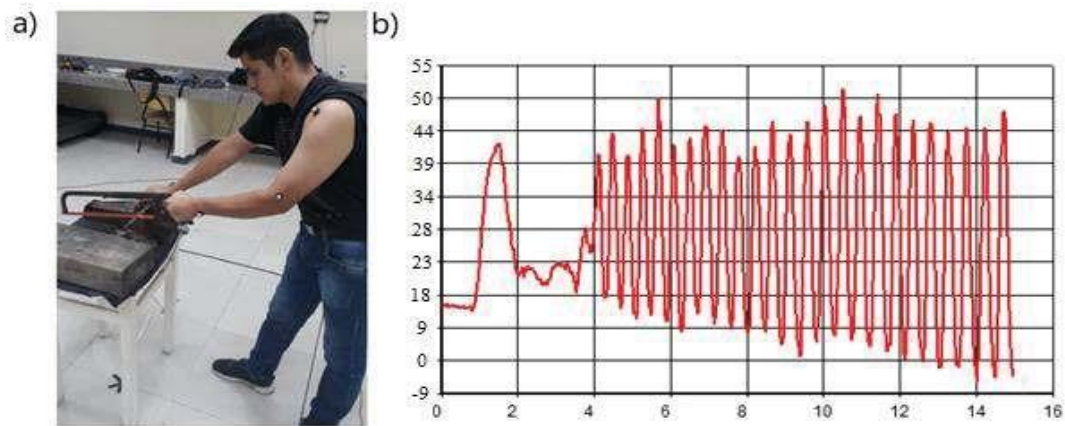


Figura 10. Entorno de utilización incorrecta de la sierra, análisis del hombro izquierdo.

Análisis del uso de la sierra del hombro izquierdo

Tabla 4.

Resumen análisis de flexoextensión al usar la sierra del hombro izquierdo.

	Flexión	Extensión
Uso correcto sierra	$54,09^\circ$	$0,77^\circ$
Sierra usando una mano	$51,56^\circ$	$-5,65^\circ$

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Como se puede ver en la tabla 4 luego del análisis individual del manejo adecuado e inadecuado de la sierra se obtuvo que los límites ideales para el uso correcto de la sierra se encuentra entre flexión $54,09^\circ$ y extensión $0,77^\circ$, los demás rangos a nivel superior e inferior de estos valores implicaría daños en el codo, a corto plazo (Tendinitis, Epicondilitis) y largo plazo, permanente y degenerativo (Artrosis). Cabe mencionar que los resultados pueden variar de acuerdo a la persona en la que esté realizando el estudio.

Factores de riesgos ergonómicos presentes en el uso de herramientas manuales

Luego de haber analizado cada una de las pruebas realizadas, se determinó que el riesgo ergonómico con mayor influencia en la manipulación de las herramientas manuales es:

Movimientos repetitivos

Se considera que una acción presenta movimientos repetitivos cuando se realizan 30 movimientos en menos de un minuto, por lo cual todas las herramientas estudiadas a excepción del punzón, cincel y tijeras, presentan este riesgo ergonómico, el mismo que puede provocar enfermedades profesionales como las que se mencionan en el análisis de cada herramienta.

CONCLUSIONES

El estudio biomecánico que se realizó a través del software Clinical 3DMA, se logró determinar mediante las pruebas ejecutadas que, el martillo y la sierra son las herramientas que pueden producir mayor daño en las articulaciones, debido que al utilizar el martillo se generan movimientos repetitivos en la articulación del hombro y al momento de usar la sierra se generan estos movimientos en las articulaciones del hombro, lo cual puede generar afectaciones como es el caso de la presencia de tendinitis, epicondilitis e incluso podría provocar lesiones muy graves como es el caso

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

de la artrosis; las demás herramientas también podrían provocar estas afectaciones en las articulaciones de las extremidades superiores, pero con menor riesgo.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades y personal administrativo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, al Talento Humano de la Carrera de Ingeniería Industrial y a sus docentes, por darnos la oportunidad de desarrollar este estudio, lo cual es de valiosos aportes para futuras investigaciones y para la sociedad.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Andrade - Carrillo, J. (2017) Dominio técnico, instalaciones y seguridad en sala de entrenamiento polivalente. [Technical domain, facilities and security in a multipurpose training room]. IC editorial. España. Disponible en: <https://n9.cl/s3ob2>.
- Asociación Española de Ergonomía. (2015) ¿Qué es la ergonomía? - Asociación Española de Ergonomía. [What is ergonomics? - Spanish Association of Ergonomics]. blog. España. Disponible en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>.
- Becerra, A. (2017) Biomecánica. [Biomechanics]. La Habana. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312615589_Biomecanica.
- Biosca, F., García Fojeda, A., & Vàlios, J. (1997) La biomecánica: una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva. [Biomechanics: a tool for the evaluation of sports technique]. *Apunts. Educación Física i Esports*. 1(47), pp. 15-20. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/45665702.pdf>
- Cruz, J. y Garnica, A. (2017) Ergonomía aplicada. [Applied ergonomics]. 4ª ed. Ecoe Ediciones. México. Disponible <https://n9.cl/e1wkk>.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

- Destarac - Eguizabal, M. (2018) Modelado músculo-esquelético del miembro superior y desarrollo del sistema de control de un dispositivo de rehabilitación de hombro. [Musculoskeletal modeling of the upper limb and development of the control system of a shoulder rehabilitation device]. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.50231>.
- Dufour, M., & Pillu, M. (2018) Biomecánica Funcional. Miembros, Cabeza, Tronco.[Functional Biomechanics. Limbs, Head, Trunk]. 2ª ed, Barcelona - España: ELSEVIER. Disponible en <https://n9.cl/kvm9d>.
- Freire, S. (2019) Análisis de ergonomía física en los galponeros de una granja avícola. [Analysis of physical ergonomics in the sheds of a poultry farm]. Tesis de Grado de Maestría Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Disponible <https://n9.cl/6fo2c>.
- Landines, L., & Mosquera, D. (2013) El cuerpo como fundamento para el diseño de vestuario Estudio morfológico y anatómico del cuerpo humano a través de la biomecánica y la ergonomía. [The body as a foundation for costume design Morphological and anatomical study of the human body through biomechanics and ergonomics]. Tesis de grado. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Disponible en <https://n9.cl/gx26v>.
- Liriano - Liz, E. (2012) Examen de la extremidades superiores e inferiores. blog. [Examination of the upper and lower extremities. Blog]. Disponible en <https://n9.cl/fkruc>.
- Morales - Perrazo, L., Salazar- Aldás, D., Collantes - Vaca, M., & Freire, J. (2017) Ergonomía del trabajo de enfermeras en el manejo manual de pacientes con metodología REBA y MAPO. [Ergonomics of the work of nurses in the manual handling of patients with REBA and MAPO methodology] *Revista Digital Del Medio Ambiente Ojeando La Agenda*. Ecuador, 1(2) pp. 1-17. Disponible en: <https://n9.cl/ggwec>.
- Perdomo, J., Pegudo, A., & Capote, T. (2018) Premisas para la investigación biomecánica en la cultura física. [Premises for biomechanical research in physical culture] *Revista Cubana Educación Superior*. 2 pp. 104-114. Cuba. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v37n2/rces08218.pdf>.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Pablo Daniel Alejandro Saragozín; Jefferson Omar Acosta Espinoza
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

- Sanabria, N. & Osoria, A. (2018) Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. [Shoulder biomechanics and physiological bases of Codman exercises]. *Revista CES MEDICINA*. 27(2) pp. 205-215. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v27n2/v27n2a08.pdf>.
- Sarango, D. (2019) Incidencia de las enfermedades profesionales en el Ecuador. [Incidence of occupational diseases in Ecuador]. Tesis de grado de Maestría. Universidad Nacional SEK, Quito, Ecuador, Disponible en: <https://n9.cl/t19cx>.
- Saragozín, P. y Espinoza, J. (2021) Estudio de la Biomecánica de las extremidades superiores durante el trabajo con herramientas manuales en entornos experimentales utilizando el Software Clinical 3DMA. [Study of the Biomechanics of the upper extremities during the work with manual tools in experimental environments using the Clinical 3DMA Software]. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Chimborazo. Ecuador, Disponible en: <https://n9.cl/qzdev>.
- Viladot - Voegeli, A.(2000) Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. [Basic lessons on biomechanics of the musculoskeletal system]. 1ª ed, Barcelona - España: Springer. Disponible en: <https://n9.cl/6owxq>