

# Diagnóstico ergonómico de los cambios posturales y evaluación de riesgo ergonómico de un operario zurdo en el manejo de un taladro de pedestal, con el uso de los métodos REBA, RULA y OCRA Checklist

RECIBIDO: 16/11/2018 ACEPTADO: 25/06/2019

FABIO EDUARDO OBANDO HERRERA <sup>1</sup>  
CARLOS IVÁN MALDONADO DÁVILA <sup>2</sup>

## RESUMEN

La presente investigación es un estudio destinado a valorar la postura y evaluar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas (LME) en miembros superiores de estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito, Ecuador. Mediante un estudio descriptivo de diez estudiantes con edad promedio de  $19,8 \pm 1,23$  años y experiencia promedio en el uso del taladro de  $1,9 \pm 1,3$  meses, se valoró el riesgo ergonómico utilizando los métodos REBA (evaluación rápida de cuerpo entero), RULA (evaluación rápida de las extremidades superiores) y OCRA Checklist (acción repetitiva ocupacional). Previamente, se evaluó la lateralidad mediante los test de Harris y Edimburgo, obteniendo el 100% de la población consistentemente zurda ( $p < 0,05$ ). Mediante la fotometría y con el apoyo del software libre Ruler se midieron los ángulos de los miembros superiores, estableciendo una base de datos para la valoración del riesgo ergonómico. Luego, a través de la correlación de Pearson se comparó la lateralidad del operario con cada método de evaluación ergonómica. Además, otras variables analizadas fueron la edad de los operarios y la experiencia en el uso del taladro de pedestal, las mismas que no aportan al riesgo de LME. En conclusión, existe un alto riesgo de LME en operarios zurdos cuando ejecutan un taladro de pedestal, y este riesgo crece con su grado de lateralidad.

**Palabras-claves:** Lateralidad; riesgos ergonómicos; REBA; RULA; OCRA Checklist.

## INTRODUCCIÓN

En la Universidad Politécnica Salesiana, con sede en Quito (Ecuador), la carrera de Ingeniería Mecánica promueve una educación integral, vinculando valores de excelencia profesional a sus estudiantes, tanto en la parte teórica como práctica. Dentro de este último, el aprendizaje del uso de las diferentes máquinas herramientas, como del taladro de pedestal, pues esta máquina tiene los mandos de fuerza en el lado derecho, lo que genera problemas a los estudiantes zurdos. Los zurdos tienen grandes dificultades para operar la máquina, las cuales en poco tiempo provocan una deficiente calidad de operación, así como fatiga y lesiones, especialmente en sus miembros superiores. A las personas que poseen lateralidad izquierda les causa dificultad entender el concepto izquierda-derecha, desarrollado por Medina y García (2010), en dispositivos diseñados para diestros, por lo que son proclives a sufrir accidentes y lesiones (Martínez *et al.*, 2013; Vallejo, 2014). Cuando se diseña una máquina, en la mayoría de casos no se consideran ciertas características puntuales del operador, tal como la lateralidad; la mayoría de las máquinas y herramientas usadas en talleres metalmecánicos tienen sus mandos al lado derecho.

En Ecuador, como en muchos países, se está impulsando estudios sobre prevención de riesgos laborales y se ha emitido el Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, dando las pautas para una cultura de prevención de riesgos laborales. La lateralidad es un factor preponderante cuando hablamos de adaptación de un individuo a un puesto de trabajo, teóricamente deberíamos considerar el diseño de máquinas con mandos especiales, adaptados a zurdos (Mondelo *et al.*, 1999; Estrada, 2015).

1 Ingeniero mecánico por la Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador); magister en Educación, con mención en Educación Superior, por la Universidad Tecnológica Americana (Quito, Ecuador); y magister en Gestión de Energías por la Universidad Técnica de Cotopaxi (Latacunga, Ecuador). Actualmente, es docente e investigador de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador) y miembro del grupo de investigación Bioingeniería y Biomecatrónica (ByB).  
E-mail: fobando@ups.edu.ec

2 Ingeniero mecánico por la Escuela Politécnica del Ejército (Latacunga, Ecuador) y magister en Gestión de Energías por la Universidad Técnica de Cotopaxi (Latacunga, Ecuador). Actualmente, es docente e investigador de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador).  
E-mail: cmaldonado@ups.edu.ec

En un ambiente de trabajo diseñado para diestros, este influye en la preferencia postural, por lo que los zurdos deben acomodarse a un nuevo mundo totalmente diferente al que están habituados (Bejarano y Naranjo, 2014). Existe una relación directa entre la lateralidad, el movimiento del cuerpo y la orientación (Casado *et al.*, 2015; Barrero *et al.*, 2015). Por ello, concluimos en que la persona con lateralidad izquierda debe realizar movimientos no programados para adaptarse, ya sea al puesto de trabajo o para operar una máquina que está diseñada para ser operada por un diestro.

En la población mundial, aproximadamente el 10% tiene preferencia por el uso de la mano izquierda; de este porcentaje se categorizan a los tipos de combinación de lateralidad (López *et al.*, 2018; Carrillo *et al.*, 2016). Existen varias versiones sobre lo que la lateralidad significa, así como también varias clasificaciones, pero la más aceptada es la que desarrolla Mayolas (2003) cuando señala que la lateralidad integral indica qué lado del cuerpo domina al otro; la lateralidad no integral, si la persona tiene un predominio neurológico distinto en sus segmentos; la lateralidad cruzada, si la persona tiene dominio neurológico distinto a su praxis; la lateralidad contrariada, si la persona es zurda o usa el lado derecho habitualmente; ambidiestro, si no tiene un predominio claro y usa alternativamente su lado derecho e izquierdo. Como manifiesta Mayolas (2003), para especificar la lateralidad de un individuo, se aplican conjuntos de pruebas psicológicas más la observación de actividades de ojos, oídos, manos, brazos, piernas y pies.

### Métodos de evaluación ergonómica

Durante el ejercicio del trabajo en un taller, operando máquinas herramientas, específicamente el taladro de pedestal, el operario zurdo está expuesto a diversos factores de riesgo, cuyo mayor riesgo está dado por la acción de posturas que ergonómicamente resultan peligrosas y las que dan como consecuencias lesiones musculoesqueléticas (LME) que varían de leves a graves condiciones incapacitantes (Sánchez *et al.*, 2017). La distribución del peso, carga o fuerza aplicada en una zona concreta del cuerpo, aumenta la posibilidad de sufrir en el tiempo una lesión (Gómez *et al.*, 2017). Por otro lado, para Asensio *et al.*, (2012) y Mondelo *et al.*, (1999), cuando se evalúa ergonómicamente a una persona para prevenir trastornos musculoesqueléticos, se debe considerar como factores de análisis los movimientos repetitivos, las elevaciones de cargas, las posturas forzadas y estáticas, el requerimiento mental, la redundancia de acciones, las vibraciones, el ambiente, etc.

Además, para Pedro (2016) y Asensio *et al.* (2012), los métodos de evaluación ergonómica (MEE) se centralizan en la observación de determinados factores como lo son las elevaciones de cargas, las posturas forzadas o la repetitividad de movimientos. De acuerdo con Diego *et al.* (2015), el método RULA permiten evaluar posturas forzadas; según Malchaire *et al.* (2011), los movimientos repetitivos se evalúan con el método OCRA; y, de acuerdo a Diego (2015), el método REBA es el adecuado.

El taladro de pedestal, como toda máquina herramienta, debe ser operada por una persona que se encuentre en posiciones adecuadas, experimente comodidad y pueda realizar el trabajo de forma eficiente (Estrada, 2015).

Las posiciones (ángulos) de segmentos corporales ergonómicamente idóneos para operar el taladro los plantea también Estrada (2015); estos son: flexión-tronco [0-20°], torsión-tronco [0-10°], brazo y hombro-flexión o abducción [0-20°], cabeza cuello-flexión extensión [0-10°], cabeza cuello, según el ángulo de visión, flexión extensión [-40-0°]; antebrazo-flexión [60-100°], muñeca-flexión extensión [0-15°].

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional y correlacional a diez estudiantes: ocho hombres y dos mujeres de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, con sede en Quito (Ecuador). La población contó con edades comprendidas entre 18 y 21 años, con una experiencia en el uso del taladro de pedestal entre uno y doce meses, en una jornada de trabajo de cuatro horas de clase-taller con actividades dinámicas de carga física de leve a moderada, los mismos que permanecen en promedio el 65,0% del tiempo de clase operando la máquina.

Al valorar la carga postural y el riesgo musculoesquelético se debe tomar en cuenta el nivel de requerimiento físico impuesto por el trabajo asignado y que esté dentro de los límites fisiológicos, biomecánicos y antropométricos tolerables ya que se puede exceder la capacidad de la persona con el consecuente riesgo para la salud (Montiel *et al.*, 2006).

### Medición del grado de lateralidad

La investigación se centró en una población de diez operarios evidentemente zurdos por simple inspección, con edades de 19,8±1,23 años y con 1,9±1,3 meses de experiencia en el uso del taladro de pedestal; estos operarios manifestaron, por

propia voluntad y por escrito, su deseo de hacer las pruebas prácticas de medición de lateralidad y realizar una rutina de trabajo en el taladro de pedestal.

Para medir el grado de lateralidad de los operarios se tomaron como instrumentos de medición los test de Harris y de Edimburgo (Fernández, 2001). El test de Edimburgo expone que, para un puntaje máximo de 50 puntos, la persona debe ser «consistentemente zurda»; y, para un puntaje mínimo de 10 puntos, la persona debe ser «consistentemente diestra». Además, se realizaron preguntas adicionales tomadas del test de Harris, el cual también evalúa la lateralidad considerando el pie y ojo dominantes, con un puntaje cualitativo D. D. D. para «diestro completo» e I. I. I. I. para «zurdo completo». Los resultados del test se resumen en la tabla 1.

**Mediciones de ángulos de miembros superiores**

Con el apoyo del *software* libre Ruler (ver figura 1), se midieron los ángulos de miembros superiores: flexo-extensión (Fe), aducción (Ad), abducción (Abd), rotación-articulación glenohumeral (Rag), rotación-plano horizontal (Rph), codo-extensión (Ce) y codo-flexión (Cf) de toda la población; dichos valores se resumen en las tablas 2 y 3.

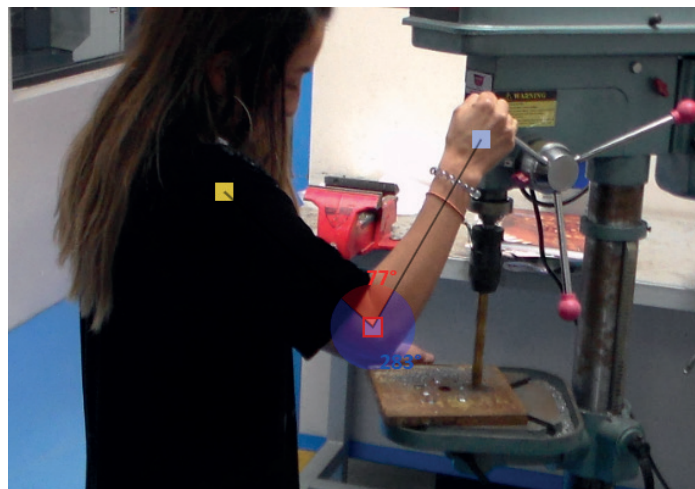
Con cada operario se trabajó en dos perforaciones, en dos diferentes materiales: acero ASTM A36 y acero SAE 1055, en placas de 12 y 22 mm de espesor, respectivamente.

Se evaluaron las posturas (ángulos corporales) para un mismo intervalo de tiempo que oscilaba entre 120 y 130 segundos para SAE 1055 (ver tabla 2) y entre 180 y 185 segundos para ASTM A36

**Tabla 1.** Resultados de los test de Harris y de Edimburgo.

| Operario | Test de Edimburgo |                        | Test de Harris |                |
|----------|-------------------|------------------------|----------------|----------------|
|          | Puntaje           | Lateralidad            | Puntaje        | Lateralidad    |
| 1        | 44                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 2        | 46                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 3        | 42                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 4        | 46                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 5        | 46                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 6        | 48                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 7        | 43                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 8        | 48                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 9        | 45                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |
| 10       | 49                | Consistentemente zurdo | I. I. I. I.    | Zurdo completo |

Fuente: elaboración propia.



**Figura 1.** Medición de ángulos con Ruler.

Fuente: elaboración propia.

(ver tabla 3). Midiendo también los intervalos de tiempo donde existe cambio de posición corporal (T<sub>cp</sub>), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla 4.

La valoración de la carga postural y el riesgo musculoesquelético se desarrolló con los métodos REBA (evaluación rápida de cuerpo entero) (Diego, 2015), RULA (evaluación rápida de las extremidades superiores) (Diego *et al.*, 2015) y OCRA Checklist (acción repetitiva ocupacional) (Malchaire *et al.*, 2011), utilizando el formato-hoja de cálculo Excel REBA, RULA

y OCRA Checklist, donde se recolectaron datos de las diferentes posturas adoptadas por los estudiantes en un ejercicio de taladrado para dos aceros ASTM A36 y SAE 1055 en placas de 12 y 22 mm de espesor, respectivamente. Se consideraron las tareas críticas y cambios de posición con un intervalo de tiempo que oscilaba entre 120 y 130 segundos para SAE 1055 y entre 180 y 185 segundos para ASTM A36, tiempo en el cual el operario manifestaba molestia o cambio de posición. Los resultados de las pruebas se presentan en las tablas 5 -7.

**Tabla 2. Ángulos corporales para acero SAE 1055.**

|     | Acero SAE 1055 |           |           |           |          |           |            |            |           |           |
|-----|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
|     | O1             | O2        | O3        | O4        | O5       | O6        | O7         | O8         | O9        | O10       |
| Fe  | 31,6±6,7       | 47,2±6,4  | 27,4±3,5  | 47,2±6,4  | 42,4±2,9 | 47,9±10,6 | 30,1±6,5   | 42,8±2,2   | 43,4±4,3  | 47,8±5,8  |
| Ad  | 7,6±1,9        | 11,0±1,6  | 7,7±2,0   | 10,3±2,1  | 10,8±1,5 | 13,7±4,9  | 7,7±1,9    | 11,2±2,5   | 10,1±1,3  | 13,3±4,6  |
| Abd | 24,2±3,4       | 36,3±6,6  | 22,9±2,7  | 31,6±4,0  | 36,0±7,0 | 53,2±22,6 | 24,2±3,6   | 53,1±21,9  | 34,8±6,2  | 55,1±29,5 |
| Rag | 10,0±1,9       | 9,4±2,9   | 7,7±2,6   | 11,2±2,8  | 9,8±3,3  | 13,8±6,3  | 8,6±2,5    | 18,3±2,5   | 10,9±3,5  | 18,1±8,5  |
| Rph | 10,8±3,6       | 17,0±4,6  | 11,3±1,8  | 17,7±2,6  | 18,1±3,2 | 49,7±23,7 | 11,0±3,7   | 40,2±15,7  | 16,3±4,8  | 40,2±22,9 |
| Ce  | 96,9±5,1       | 101,4±6,5 | 97,0±3,6  | 102,4±7,5 | 96,7±4,8 | 89,0±21,4 | 95,3±3,8   | 99,9±11,8  | 98,9±6,1  | 84,7±29,7 |
| Cf  | 102,3±10,5     | 93,2±5,3  | 108,2±8,7 | 96,6±6,3  | 94,8±5,9 | 92,4±10,9 | 103,3±10,9 | 108,6±12,9 | 102,2±6,1 | 94,6±29,5 |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3. Ángulos corporales para acero ASTM A36.**

|     | Acero ASTM A36 |           |           |           |          |           |           |            |           |            |
|-----|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|     | O1             | O2        | O3        | O4        | O5       | O6        | O7        | O8         | O9        | O10        |
| Fe  | 32,2±8,5       | 54,7±20,1 | 31,3±6,7  | 54,7±20,1 | 42,4±2,9 | 41,4±7,6  | 29,2±5,0  | 46,6±3,8   | 42,9±3,5  | 57,7±20,1  |
| Ad  | 7,6±1,6        | 10,4±1,3  | 6,6±2,0   | 9,7±1,7   | 10,8±1,5 | 13,6±5,3  | 8,2±1,6   | 16,3±2,8   | 9,8±1,6   | 19,6±6,1   |
| Abd | 25,0±2,7       | 36,2±6,3  | 25,8±3,4  | 34,7±7,9  | 36,0±7,0 | 47,0±22,0 | 26,9±2,4  | 55,1±17,9  | 36,6±7,3  | 47,3±29,5  |
| Rag | 9,0±2,2        | 11,6±2,6  | 8,7±2,2   | 9,3±3,0   | 9,8±3,3  | 15,1±6,8  | 8,2±2,0   | 15,8±5,1   | 103±4,0   | 18,1±11,7  |
| Rph | 8,9±2,0        | 15,0±5,1  | 12,4±2,5  | 16,8±3,9  | 18,1±3,2 | 44,1±15,8 | 9,8±2,7   | 31,8±13,8  | 16,6±6,0  | 30,6±13,7  |
| Ce  | 98,4±5,0       | 98,3±5,8  | 99,3±4,8  | 101,6±5,6 | 96,7±4,8 | 80,4±21,3 | 97,6±5,6  | 95,6±8,0   | 100,1±5,8 | 106,9±25,1 |
| Cf  | 106,6±11,3     | 96,1±6,7  | 105,3±6,8 | 100,3±5,1 | 94,8±5,9 | 94,4±26,2 | 109,2±7,2 | 107,7±12,9 | 98,2±8,5  | 72,9±23,4  |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4. Tiempos de cambio de posición corporal.**

| Operario | T <sub>cp</sub> (s) |
|----------|---------------------|
| 1        | 40                  |
| 2        | 26                  |
| 3        | 48                  |
| 4        | 26                  |
| 5        | 25                  |
| 6        | 20                  |
| 7        | 38                  |
| 8        | 19                  |
| 9        | 30                  |
| 10       | 16                  |
| Media    | 28.8                |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5. Riesgo-método OCRA Checklist.**

| Operario | Derecho | Rango                   | Izquierdo | Rango     |
|----------|---------|-------------------------|-----------|-----------|
| 1        | 13,50   | No aceptable (leve)     | 2,25      | Aceptable |
| 2        | 36,40   | No aceptable (alto)     | 1,30      | Aceptable |
| 3        | 13,50   | No aceptable (leve)     | 2,25      | Aceptable |
| 4        | 36,40   | No aceptable (alto)     | 1,30      | Aceptable |
| 5        | 36,40   | No aceptable (alto)     | 1,30      | Aceptable |
| 6        | 70,13   | No aceptable (muy alto) | 2,25      | Aceptable |
| 7        | 13,50   | No aceptable (leve)     | 2,25      | Aceptable |
| 8        | 70,13   | No aceptable (muy alto) | 2,25      | Aceptable |
| 9        | 36,40   | No aceptable (alto)     | 1,30      | Aceptable |
| 10       | 70,13   | No aceptable (muy alto) | 2,25      | Aceptable |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6. Riesgo-método RULA.**

| Operario | Puntuación final (1-7) | Nivel de riesgo (1-4) |
|----------|------------------------|-----------------------|
| 1        | 5                      | 3                     |
| 2        | 6                      | 3                     |
| 3        | 5                      | 3                     |
| 4        | 6                      | 3                     |
| 5        | 6                      | 3                     |
| 6        | 7                      | 4                     |
| 7        | 5                      | 3                     |
| 8        | 7                      | 4                     |
| 9        | 6                      | 3                     |
| 10       | 7                      | 4                     |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7. Riesgo-método REBA.**

| Operario | Puntuación final (1-15) | Nivel de acción (0-4) | Nivel de riesgo |
|----------|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1        | 3                       | 1                     | Bajo            |
| 2        | 8                       | 3                     | Alto            |
| 3        | 3                       | 1                     | Bajo            |
| 4        | 8                       | 3                     | Alto            |
| 5        | 8                       | 3                     | Alto            |
| 6        | 14                      | 4                     | Muy alto        |
| 7        | 3                       | 1                     | Bajo            |
| 8        | 14                      | 4                     | Muy alto        |
| 9        | 8                       | 3                     | Alto            |
| 10       | 14                      | 4                     | Muy alto        |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8 se presenta un resumen de todas las variables analizadas por operador.

## RESULTADOS

El análisis de correlación entre las variables determinó la relación directa de ellas: lateralidad-OCRA

( $r=0.953$ ,  $\text{sig}<0.05$ ), lateralidad-RULA ( $r=0.962$ ,  $\text{sig}<0.05$ ), lateralidad-REBA ( $r=0.959$ ,  $\text{sig}<0.05$ ); todas estas variables con un valor de significación bilateral menor a 0.05, lo que nos indica una correlación muy fuerte entre variables. Las demás variables que presentaron una correlación inversa fueron: edad-OCRA ( $r=-0.456$ ,  $\text{sig}>0.05$ ), expe-

**Tabla 8. Resumen de variables.**

| Operario | Edad | Experiencia | Lateralidad | OCRA  | RULA | REBA |
|----------|------|-------------|-------------|-------|------|------|
| 1        | 19   | 4           | 44          | 13,5  | 5    | 3    |
| 2        | 21   | 1           | 46          | 36,4  | 6    | 8    |
| 3        | 21   | 3           | 42          | 13,5  | 5    | 3    |
| 4        | 19   | 2           | 46          | 36,4  | 6    | 8    |
| 5        | 20   | 4           | 46          | 36,4  | 6    | 8    |
| 6        | 21   | 1           | 48          | 70,13 | 7    | 14   |
| 7        | 21   | 1           | 43          | 13,5  | 5    | 3    |
| 8        | 18   | 1           | 48          | 70,13 | 7    | 14   |
| 9        | 20   | 1           | 45          | 36,4  | 6    | 8    |
| 10       | 18   | 1           | 49          | 70,13 | 7    | 14   |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9. Correlación experiencia-riesgo ergonómico.**

|             |                        | Experiencia | OCRA   | RULA   | REBA   |
|-------------|------------------------|-------------|--------|--------|--------|
| Experiencia | Correlación de Pearson | 1           | -0,533 | -0,529 | -0,532 |
|             | Sig. (bilateral)       |             | 0,113  | 0,116  | 0,114  |
| OCRA        | Correlación de Pearson | -0,533      | 1      | 0,993  | 0,998  |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,113       |        | 0,000  | 0,000  |
| RULA        | Correlación de Pearson | -0,529      | 0,993  | 1      | 0,998  |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,116       | 0,000  |        | 0,000  |
| REBA        | Correlación de Pearson | -0,532      | 0,998  | 0,998  | 1      |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,114       | 0,000  | 0,000  |        |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 10. Correlación edad-riesgo ergonómico.**

|      |                        | Edad   | OCRA   | RULA   | REBA   |
|------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Edad | Correlación de Pearson | 1      | -0,456 | -0,443 | -0,450 |
|      | Sig. (bilateral)       |        | 0,185  | 0,200  | 0,192  |
| OCRA | Correlación de Pearson | -0,456 | 1      | 0,993  | 0,998  |
|      | Sig. (bilateral)       | 0,185  |        | 0,000  | 0,000  |
| RULA | Correlación de Pearson | -0,443 | 0,993  | 1      | 0,998  |
|      | Sig. (bilateral)       | 0,200  | 0,000  |        | 0,000  |
| REBA | Correlación de Pearson | -0,450 | 0,998  | 0,998  | 1      |
|      | Sig. (bilateral)       | 0,192  | 0,000  | 0,000  |        |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11. Correlación lateralidad-riesgo ergonómico.**

|             |                        | Lateralidad | OCRA  | RULA  | REBA  |
|-------------|------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| Lateralidad | Correlación de Pearson | 1           | 0,953 | 0,962 | 0,959 |
|             | Sig. (bilateral)       |             | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| OCRA        | Correlación de Pearson | 0,953       | 1     | 0,993 | 0,998 |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,000       |       | 0,000 | 0,000 |
| RULA        | Correlación de Pearson | 0,962       | 0,993 | 1     | 0,998 |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,000       | 0,000 |       | 0,000 |
| REBA        | Correlación de Pearson | 0,959       | 0,998 | 0,998 | 1     |
|             | Sig. (bilateral)       | 0,000       | 0,000 | 0,000 |       |

Fuente: elaboración propia.

riencia-OCRA ( $r=-0.533$ ,  $\text{sig}>0.05$ ), edad-RULA ( $r=-0.443$ ,  $\text{sig}>0.05$ ), experiencia-RULA ( $r=-0.529$ ,  $\text{sig}>0.05$ ), edad-REBA ( $r=-0.450$ ,  $\text{sig}>0.05$ ), experiencia-REBA ( $r=-0.532$ ,  $\text{sig}>0.05$ ), con un valor de significación bilateral mayor a 0.05, lo que indica una relación no tan fuerte de variables.

## DISCUSIÓN

La investigación presentada explica que cuando una persona zurda opera el taladro de pedestal acoge posturas incorrectas, lo que genera el riesgo de adquirir LME, esencialmente en sus miembros inferiores, los cuales no afectaron al experimento, ya durante el estudio que estos no adoptaron posiciones fuera de lo normal.

Además, los individuos analizados luego de realizar el trabajo con el taladro manifestaron su molestia, con el argumento de que «es difícil porque tenemos que operar los mandos con nuestra mano más débil».

Toda industria, sea esta grande o pequeña, incluso un centro de estudio que posea máquinas herramientas, genera tareas con movimientos repetitivos e inclusive aparecen las sobrecargas de trabajo. A nivel mundial, se considera que entre 30 y 50% de los trabajadores están expuestos a riesgos que generan LME, lo que impacta en la productividad y, por tanto, en la economía de la industria (Rodríguez y Heredia, 2013; Sánchez *et al.*, 2017).

Las tareas con movimientos repetitivos son comunes dentro de trabajos en empresas de metalmeccánica, así como también en la gran mayoría de las industrias y centros de trabajo modernos, lo que puede dar lugar a LME, causa importante de enfermedad y lesiones.

Los requerimientos físicos frecuentemente exceden las capacidades del trabajador y surge fatiga, la misma que puede ser mental y física, con cuadros de dolor y malestar; si no se toman los correctivos adecuados, se puede llegar a disminuir la calidad de trabajo, incluso a la incapacidad para la ejecución del trabajo asignado (Seguel y Valenzuela, 2014).

## CONCLUSIONES

Los resultados de los métodos REBA, RULA y OCRA Checklist establecieron que, de la población estudiada (operarios zurdos), existe el 30% con un riesgo «leve», el 40% tiene un riesgo «alto» y el 30% tiene un riesgo «muy alto» de sufrir LME en

miembros superiores para las diferentes maniobras del proceso de uso del taladro de pedestal.

La edad y la experiencia en el manejo del taladro de pedestal son variables que estadísticamente tienen una relación inversa respecto al riesgo de sufrir LME; es decir, mientras más altas sean la edad y la experiencia, menor será el riesgo de sufrir estas lesiones. Este resultado se nota directamente en la realidad, ya que el operario con más experiencia crea hábitos de trabajo que poco a poco disminuye el riesgo de padecer lesiones.

Existe una estrecha relación entre el grado de lateralidad y la adopción de posturas no adecuadas cuando se opera el taladro de pedestal. Mientras más «zurda» sea una persona, esta tiende a adquirir posturas que a la larga podrían generarle LME en sus miembros superiores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Asensio, S.; Bastante, M. y Diego, J. (2012). *Evaluación ergonómica del puesto de trabajo*. Madrid, España: Paraninfo.
- [2] Barrero, M.; Vergara, E. y Martín, P. (2015). Avances neuropsicológicos para el aprendizaje matemático en educación infantil: la importancia de la lateralidad y los patrones básicos del movimiento. *Educación Matemática en la Infancia*, 4(2), 22-31.
- [3] Bejarano, M. y Naranjo, J. (2014). Lateralidad y rendimiento deportivo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(161), 200-204.
- [4] Casado, Y.; Llamás, F. y López, V. (2015). Inteligencias múltiples, creatividad y lateralidad, nuevos retos en metodologías docentes enfocadas a la innovación educativa. *REIDOCREA*, 4, 343-358.
- [5] Carrillo, S.; Cevallos, T. y Romoleux, A. (2016). *Enseñanza de la lecto-escritura en la comprensión y expresión oral y escrita en niños zurdos en el primer año*. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Machala, Machala.
- [6] Diego, J.; Poveda, R. y Garzón, D. (2015). Influences on the use of observational methods by practitioners when identifying risk factors in physical work. *Ergonomics*, 58(10), 1660-1670.
- [7] Diego, J. (2015). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.

- [8] Estrada, J. (2015). *Ergonomía básica*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- [9] Fernández, T. (2001). *Zurdos y derechos: manual para el estudio de los izquierdos*. México, D. F., México: Plaza y Valdez Editores.
- [10] Gómez, L.; Rivera, S.; Granado, M. y Suárez, O. (2017). Lesiones más comunes en pescadores deportivos y la aplicación de medicina natural y tradicional. *PODIUM Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 12(3), 242-249.
- [11] López, R.; Rodríguez, A. y Prieto, R. (2018). Actividades de aprendizaje mediadas por tecnologías informáticas. *Tecnología Educativa*, 2(2), 76-82.
- [12] Malchaire, J.; Gauthy, R.; Piette, A. y Strambi, F. (2011). *A classification of methods for assessing and/or preventing the risks of musculoskeletal disorders*. Lovaina, Bélgica: European Trade Union Institute.
- [13] Martínez, G.; Martel, S.; Hernández, J. y Balderrama, C. (2013). Análisis de las necesidades de diseño de productos y herramientas para personas zurdas. *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*, 5(1), 441-446.
- [14] Mayolas, C. (2003). Un nuevo test de valoración de la lateralidad para los profesionales de la educación física. *Educación Física y Deportes*, (71), 14-22.
- [15] Medina, A. y García, M. (2010). Ser zurdo, una discapacidad para la educación técnica. En P. Arnaiz, M. D. Hurtado y F. Javier Soto (Coords.), *25 años de integración escolar en España: tecnología e inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario* (pp. 1-5). Murcia, España: Consejería de Educación, Formación y Empleo.
- [16] Mondelo, P.; Gregori, E. y Barrau, P. (1999). *Ergonomía 1: fundamentos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.
- [17] Montiel, M.; Romero, J.; Lubo, A.; Quevedo, A.; Rojas, L.; Chacín, B. y Sanabria, C. (2006). Valoración de la carga postural y riesgo musculoesquelético en trabajadores de una empresa metalmeccánica. *Salud de los Trabajadores*, 12(1), 61-69.
- [18] Pedro, A. (2016). *Valoración e intervención de la actitud postural en la estática en la población escolar 10-13 años*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Cádiz, Sevilla.
- [19] Rodríguez, Y. y Heredia, J. (2013). Individual Risk Assessment Method. *Hacia la Promoción de la Salud*, 18(1), 41-56.
- [20] Sánchez, C.; Rosero, C.; Galleguillos, R. y Portero, E. (2017). Evaluación de los factores de riesgo musculo-esqueléticos en área de montaje de calzado. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), 69-80.
- [21] Seguel, F. y Valenzuela, S. (2014). Relación entre la fatiga laboral y el síndrome burnout en personal de enfermería de centros hospitalarios. *Enfermería Universitaria*, 11(4), 119-127.
- [22] Vallejo, A. (2014). *Expresión plástica y su relación con el desarrollo psicomotriz de las niñas de primer año de educación básica de la escuela «María auxiliadora» de la ciudad de Riobamba*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Loja, Loja.



# Ergonomic diagnosis of postural changes and ergonomic risk assessment of a left-handed user in the operation of a drill press, using the REBA, RULA and OCRA Checklist methods

RECEIVED: 16/11/2018 ACCEPTED: 25/06/2019

FABIO EDUARDO OBANDO HERRERA <sup>1</sup>  
CARLOS IVÁN MALDONADO DÁVILA <sup>2</sup>

## ABSTRACT

This investigation is a study aimed at assessing posture and evaluating the risk of musculoskeletal injuries (MSI) in upper limbs of mechanical engineering students at the Universidad Politécnica Salesiana in Quito, Ecuador. Through a descriptive study of ten students with an average age of  $19.8 \pm 1.23$  years and average drill-use experience of  $1.9 \pm 1.3$  months, ergonomic risk was assessed using REBA (Rapid Entire Body Assessment), RULA (Rapid Upper Limb Assessment), and OCRA (Occupational Repetitive Action) Checklist methods. Previously, Harris and Edinburgh tests were used to evaluate laterality, which resulted in a 100% consistently left-handed population ( $p < 0.05$ ). Upper limb joint angles were measured using photometry and the free software Ruler, establishing a database for ergonomic risk assessment. Next, Pearson's correlation was used to compare the operator's laterality with each ergonomic evaluation method. Additionally, other variables analyzed were the operators' age and their experience using the drill press, which do not contribute to the risk of MSI. In conclusion, a high risk of MSI exists for left-handed users when they operate a drill press, and this risk increases with their degree of laterality.

**Keywords:** Laterality; ergonomic risks; REBA; RULA; OCRA Checklist.

## INTRODUCTION

The Mechanical Engineering School at the Universidad Politécnica Salesiana, based in Quito (Ecuador), promotes a comprehensive education, instilling values of professional excellence to its students, both in theory and practice. The latter includes learning to use different machine tools, such as the drill press, whose controls are located on the right side, which causes problems for left-handed students. They experience great difficulty when operating the machine, which quickly causes poor operation quality, as well as fatigue and injuries, especially in their upper limbs. People with left laterality find it difficult to understand the left-right concept, developed by Medina and García (2010), on devices designed for right-handed people, so they are prone to accidents and injuries (Martínez *et al.*, 2013; Vallejo, 2014). In most cases, certain specific characteristics of the operators, such as laterality, are not considered when a machine is designed; most of the machines and tools used in metalworking shops have their controls on the right side.

In Ecuador, as in many other countries, studies on occupational risk prevention are being promoted and the *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo* [Occupational Safety and Health and Improvement of the Work Environment Regulation] has been issued, providing guidelines for a culture of occupational risk prevention. Laterality is a predominant factor when talking about adapting an individual to a job, so theoretically the design of machines with special controls, adapted to left-handed people should be considered (Mondelo *et al.*, 1999; Estrada, 2015).

1 Mechanical Engineer from the Escuela Politécnica Nacional (Quito, Ecuador); Master in Education, with a major in Higher Education from the Universidad Tecnológica Americana (Quito, Ecuador); and Master in Energy Management from the Universidad Técnica de Cotopaxi (Latacunga, Ecuador). Currently working as Professor and researcher of Mechatronics Engineering at the Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador) and a member of the Bioingeniería y Biomecatrónica (ByB) research group.  
E-mail: fobando@ups.edu.ec

2 Mechanical Engineer from the Escuela Politécnica del Ejército (Latacunga, Ecuador) and Master in Energy Management from the Universidad Técnica de Cotopaxi (Latacunga, Ecuador). Currently working as Professor and researcher of Mechatronics Engineering at Universidad Politécnica Salesiana (Quito, Ecuador).  
E-mail: cmaldonado@ups.edu.ec

In a work environment designed for right-handers, which influences postural preference, left-handers must adapt to a new world, totally different from the one they are used to (Bejarano & Naranjo, 2014). There is a direct relationship between laterality, body movements and orientation (Casado *et al.*, 2015; Barrero *et al.*, 2015); therefore, it is concluded that a person who is left-lateralized for hands must make unnatural movements in order to adapt, either to their workplace or to operate a machine that is designed to be operated by a right-handed person.

Approximately 10% of the world population prefers to use their left-hand; of this percentage, the types of laterality combination are categorized (López *et al.*, 2018; Carrillo *et al.*, 2016). There are several versions about the meaning of laterality, as well as several classifications, but the most accepted is the one developed by Mayolas (2003) who points out that homogeneous laterality occurs when one side of the body dominates the other; non-homogeneous laterality, if the person has a different neurological predominance in their segments; crossed laterality, if the person has a different neurological predominance in their segments; opposite laterality, if the person is left-handed and uses the right side regularly; ambidextrous, if there is no clear predominance and the person alternately uses their right and left side. As Mayolas (2003) states, to specify the laterality of an individual, batteries of psychological tests are applied as well as the observation of activities of eyes, ears, hands, arms, legs and feet.

### Ergonomic Assessment Methods

While operating machine tools in a workshop, specifically the drill press, the left-handed operator is exposed to various risk factors, whose greatest risk is caused by postures that are ergonomically dangerous and result in musculoskeletal injuries (MSI) that vary from mild to severe disabling conditions (Sánchez *et al.*, 2017). The distribution of weight, load or force applied to a specific area of the body increases the possibility of suffering an injury over time (Gómez *et al.*, 2017). On the other hand, according to Asensio *et al.*, (2012) and Mondelo *et al.*, (1999), when a person is ergonomically evaluated to prevent musculoskeletal disorders, the analysis factors that should be considered are: repetitive movements, load elevation, forced and static postures, mental requirements, redundancy of actions, vibrations, the environment, etc.

Furthermore, for Pedro (2016) and Asensio *et al.* (2012) Ergonomic Assessment Methods (EAM) are centralized in the observation of certain factors such

as lifting loads, forced postures or repetitive movements. According to Diego *et al.* (2015), the RULA method allows for the evaluation of forced postures; according to Malchaire *et al.* (2011), repetitive movements are evaluated with OCRA, and, according to Diego (2015), REBA is the adequate method.

As with any machine tool, the drill press must be operated by a person who is in a suitable position, experiences comfort and can perform the work efficiently (Estrada, 2015).

Estrada (2015) also proposes the positions (angles) of ergonomically suitable body segments to operate the drill, which are: trunk flexion [0-20°], trunk torsion [0-10°], arm and shoulder flexion or abduction [0-20°], head and neck flexion and extension [0-10°], head neck, depending on viewing angle, extension and flexion [-40-0°]; forearm flexion [60-100°], wrist flexion extension [0-15°].

### MATERIALS AND METHODS

An observational and correlational study was carried out on ten students: eight men and two women from the Mechanical Engineering School of the Universidad Politécnica Salesiana, based in Quito (Ecuador). The population was aged between 18 and 21 years and had between one and twelve months' experience using the drill press, working in a four-hour class/workshop including dynamic activities of light to moderate physical activity; on average, they spent 65% of class time operating the machine.

When assessing the postural load and musculoskeletal risk, it must be considered that the level of physical requirement imposed by the assigned work is within the tolerable physiological, biomechanical and anthropometric limits, otherwise, the capacity of the person might be exceeded and result in a health risk (Montiel *et al.*, 2006).

### Measuring laterality degree

The research focused on a population of ten evidently left-handed workers by simple inspection, aged  $19.8 \pm 1.23$  years and with  $1.9 \pm 1.3$  months of experience using the drill press. These operators expressed, by their own will and in writing, their desire to participate in practical tests of laterality measurement and perform a work routine on the drill press.

Harris and Edinburgh tests were used as measuring instruments (Fernández, 2001) to measure the operators' degree of laterality. The Edinburgh test states that the person must be "consistently

left-handed” in the case of a maximum score of 50 points and “consistently right-handed” in the case of a minimum score of 10 points. Moreover, additional questions were taken from the Harris test, which also assesses laterality considering the dominant foot and eye, with a qualitative score R. R. R. R. for “completely right-handed” and L. L. L. L. for “completely left-handed”. The test results are summarized in Table 1.

**Upper limbs angle measurements**

With the support of free software Ruler (see figure 1), the upper limb angles were measured: flexo-extension (Fe), adduction (Ad), abduction (Abd), glenohumeral rotation-articulation (Gra), horizontal plane-rotation (Hpr), elbow-extension (Ee) and elbow-flexion (Ef) of the entire population. These values are shown in Tables 2 and 3.

Each operator worked in two perforations, in two different materials: ASTM A36 steel and SAE 1055 steel, 12 mm and 22 mm thick plates, respectively.

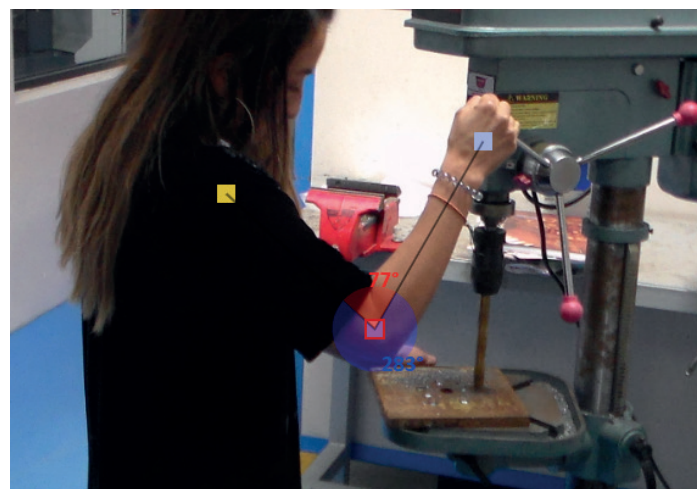
The postures (body angles) were evaluated for the same time intervals, ranging from 120 to 130 seconds for SAE 1055 (see Table 2) and from 180 to 185 seconds for ASTM A36 (see Table 3). The time intervals during changes of body position (Tcbp) were also measured and the results are shown in the following table:

The assessment of postural load and musculoskeletal risk was developed using REBA (Rapid Entire Body Assessment) (Diego, 2015), RULA (Rapid Upper Limb Assessment) (Diego *et al.*, 2015) and OCRA Checklist (Occupational Repetitive Action) (Malchaire *et al.*, 2011); REBA, RULA and OCRA Checklist in Excel were used, where data were co-

**Table 1.** Harris and Edinburgh tests results.

| Operator | Edinburgh test |                          | Harris test |                        |
|----------|----------------|--------------------------|-------------|------------------------|
|          | Score          | Laterality               | Score       | Laterality             |
| 1        | 44             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 2        | 46             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 3        | 42             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 4        | 46             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 5        | 46             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 6        | 48             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 7        | 43             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 8        | 48             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 9        | 45             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |
| 10       | 49             | Consistently left-handed | L. L. L. L. | Completely left-handed |

Source: Prepared by the authors



**Figure 1.** Measuring angles with Ruler.

Source: Prepared by the authors.

lected on the different positions adopted by the students in a drilling exercise for ASTM A36 steel and SAE 1055 steel, 12 and 22 mm thick plates, respectively. Critical tasks and position changes were considered, with a time interval ranging from 120 to 130 seconds for SAE 1055 and between 180 and 185 seconds for ASTM A36, time in which the operator manifested discomfort or change of position. The test results are presented in the tables 5-7.

Table 8 shows a summary of all the variables analyzed per operator.

**RESULTS**

The correlation analysis between the variables determined their direct relationship: laterality-OCRA ( $r=0.953$ ,  $sig<0.05$ ), laterality-RULA ( $r=0.962$ ,  $sig<0.05$ ), laterality-REBA ( $r=0.959$ ,  $sig<0.05$ ). All these variables with a two-tailed significance value less than 0.05, which indicates a very strong correlation between variables. The other variables presented an inverse correlation: age-OCRA ( $r=-0.456$ ,  $sig>0.05$ ), experience-OCRA ( $r=-0.533$ ,  $sig>0.05$ ), age-RULA ( $r = -0.443$ ,  $sig>0.05$ ), experience-RULA ( $r = -0.529$ ,

**Table 2.** Body angles for SAE 1055 steel.

| SAE 1055 steel |            |           |           |           |          |           |            |            |           |           |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
|                | O1         | O2        | O3        | O4        | O5       | O6        | O7         | O8         | O9        | O10       |
| Fe             | 31.6±6.7   | 47.2±6.4  | 27.4±3.5  | 47.2±6.4  | 42.4±2.9 | 47.9±10.6 | 30.1±6.5   | 42.8±2.2   | 43.4±4.3  | 47.8±5.8  |
| Ad             | 7.6±1.9    | 11.0±1.6  | 7.7±2.0   | 10.3±2.1  | 10.8±1.5 | 13.7±4.9  | 7.7±1.9    | 11.2±2.5   | 10.1±1.3  | 13.3±4.6  |
| Abd            | 24.2±3.4   | 36.3±6.6  | 22.9±2.7  | 31.6±4.0  | 36.0±7.0 | 53.2±22.6 | 24.2±3.6   | 53.1±21.9  | 34.8±6.2  | 55.1±29.5 |
| Gra            | 10.0±1.9   | 9.4±2.9   | 7.7±2.6   | 11.2±2.8  | 9.8±3.3  | 13.8±6.3  | 8.6±2.5    | 18.3±2.5   | 10.9±3.5  | 18.1±8.5  |
| Hpr            | 10.8±3.6   | 17.0±4.6  | 11.3±1.8  | 17.7±2.6  | 18.1±3.2 | 49.7±23.7 | 11.0±3.7   | 40.2±15.7  | 16.3±4.8  | 40.2±22.9 |
| Ee             | 96.9±5.1   | 101.4±6.5 | 97.0±3.6  | 102.4±7.5 | 96.7±4.8 | 89.0±21.4 | 95.3±3.8   | 99.9±11.8  | 98.9±6.1  | 84.7±29.7 |
| Ef             | 102.3±10.5 | 93.2±5.3  | 108.2±8.7 | 96.6±6.3  | 94.8±5.9 | 92.4±10.9 | 103.3±10.9 | 108.6±12.9 | 102.2±6.1 | 94.6±29.5 |

Source: Prepared by the authors.

**Table 3.** Body angles for ASTM A36 steel.

| ASTM A36 steel |            |           |           |           |          |           |           |            |           |            |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|                | O1         | O2        | O3        | O4        | O5       | O6        | O7        | O8         | O9        | O10        |
| Fe             | 32.2±8.5   | 54.7±20.1 | 31.3±6.7  | 54.7±20.1 | 42.4±2.9 | 41.4±7.6  | 29.2±5.0  | 46.6±3.8   | 42.9±3.5  | 57.7±20.1  |
| Ad             | 7.6±1.6    | 10.4±1.3  | 6.6±2.0   | 9.7±1.7   | 10.8±1.5 | 13.6±5.3  | 8.2±1.6   | 16.3±2.8   | 9.8±1.6   | 19.6±6.1   |
| Abd            | 25.0±2.7   | 36.2±6.3  | 25.8±3.4  | 34.7±7.9  | 36.0±7.0 | 47.0±22.0 | 26.9±2.4  | 55.1±17.9  | 36.6±7.3  | 47.3±29.5  |
| Gra            | 9.0±2.2    | 11.6±2.6  | 8.7±2.2   | 9.3±3.0   | 9.8±3.3  | 15.1±6.8  | 8.2±2.0   | 15.8±5.1   | 10.3±4.0  | 18.1±11.7  |
| Hpr            | 8.9±2.0    | 15.0±5.1  | 12.4±2.5  | 16.8±3.9  | 18.1±3.2 | 44.1±15.8 | 9.8±2.7   | 31.8±13.8  | 16.6±6.0  | 30.6±13.7  |
| Ee             | 98.4±5.0   | 98.3±5.8  | 99.3±4.8  | 101.6±5.6 | 96.7±4.8 | 80.4±21.3 | 97.6±5.6  | 95.6±8.0   | 100.1±5.8 | 106.9±25.1 |
| Ef             | 106.6±11.3 | 96.1±6.7  | 105.3±6.8 | 100.3±5.1 | 94.8±5.9 | 94.4±26.2 | 109.2±7.2 | 107.7±12.9 | 98.2±8.5  | 72.9±23.4  |

Source: Prepared by the authors.

**Table 4.** Time intervals during changes of body position.

| Operator | Tcbp (s) |
|----------|----------|
| 1        | 40       |
| 2        | 26       |
| 3        | 48       |
| 4        | 26       |
| 5        | 25       |
| 6        | 20       |
| 7        | 38       |
| 8        | 19       |
| 9        | 30       |
| 10       | 16       |
| Mean     | 28.8     |

Source: Prepared by the authors.

**Table 5. OCRA Checklist risk-method.**

| Operator | Right | Range                      | Left | Range      |
|----------|-------|----------------------------|------|------------|
| 1        | 13.50 | Not acceptable (low)       | 2.25 | Acceptable |
| 2        | 36.40 | Not acceptable (high)      | 1.30 | Acceptable |
| 3        | 13.50 | Not acceptable (low)       | 2.25 | Acceptable |
| 4        | 36.40 | Not acceptable (high)      | 1.30 | Acceptable |
| 5        | 36.40 | Not acceptable (high)      | 1.30 | Acceptable |
| 6        | 70.13 | Not acceptable (very high) | 2.25 | Acceptable |
| 7        | 13.50 | Not acceptable (low)       | 2.25 | Acceptable |
| 8        | 70.13 | Not acceptable (very high) | 2.25 | Acceptable |
| 9        | 36.40 | Not acceptable (high)      | 1.30 | Acceptable |
| 10       | 70.13 | Not acceptable (very high) | 2.25 | Acceptable |

Source: Prepared by the authors.

**Table 6. RULA risk-method.**

| Operator | Final score (1-7) | Risk level (1-4) |
|----------|-------------------|------------------|
| 1        | 5                 | 3                |
| 2        | 6                 | 3                |
| 3        | 5                 | 3                |
| 4        | 6                 | 3                |
| 5        | 6                 | 3                |
| 6        | 7                 | 4                |
| 7        | 5                 | 3                |
| 8        | 7                 | 4                |
| 9        | 6                 | 3                |
| 10       | 7                 | 4                |

Source: Prepared by the authors.

**Table 7. REBA risk-method.**

| Operator | Final score (1-15) | Action level (0-4) | Risk level |
|----------|--------------------|--------------------|------------|
| 1        | 3                  | 1                  | Low        |
| 2        | 8                  | 3                  | High       |
| 3        | 3                  | 1                  | Low        |
| 4        | 8                  | 3                  | High       |
| 5        | 8                  | 3                  | High       |
| 6        | 14                 | 4                  | Very high  |
| 7        | 3                  | 1                  | Low        |
| 8        | 14                 | 4                  | Very high  |
| 9        | 8                  | 3                  | High       |
| 10       | 14                 | 4                  | Very high  |

Source: Prepared by the authors.

sig> 0.05), age-REBA ( $r=-0.450$ , sig>0.05), experience-REBA ( $r=-0.532$ , sig>0.05), with a two-tailed significance value greater than 0.05, which indicates a not so strong relationship between variables.

**DISCUSSION**

This research explains that when a left-handed person operates a drill press, he adopts incorrect postures and this represents a risk of MSI, primarily in

their upper limbs; lower limbs did not adopt unusual positions during the study, so they did not affect the experiment.

In addition, the individuals analyzed expressed their discomfort after working with the drill, arguing that “it is difficult because we have to operate the controls with our weaker hand”.

Every industry, whether large or small, even a study center with machine tools, produces tasks with re-

**Table 8.** Variables summary.

| Operator | Age | Experience | Laterality | OCRA  | RULA | REBA |
|----------|-----|------------|------------|-------|------|------|
| 1        | 19  | 4          | 44         | 13.5  | 5    | 3    |
| 2        | 21  | 1          | 46         | 36.4  | 6    | 8    |
| 3        | 21  | 3          | 42         | 13.5  | 5    | 3    |
| 4        | 19  | 2          | 46         | 36.4  | 6    | 8    |
| 5        | 20  | 4          | 46         | 36.4  | 6    | 8    |
| 6        | 21  | 1          | 48         | 70.13 | 7    | 14   |
| 7        | 21  | 1          | 43         | 13.5  | 5    | 3    |
| 8        | 18  | 1          | 48         | 70.13 | 7    | 14   |
| 9        | 20  | 1          | 45         | 36.4  | 6    | 8    |
| 10       | 18  | 1          | 49         | 70.13 | 7    | 14   |

Source: Prepared by the authors.

**Table 9.** Ergonomic risk-experience correlation.

|            |                       | Experience | OCRA   | RULA   | REBA   |
|------------|-----------------------|------------|--------|--------|--------|
| Experience | Pearson's correlation | 1          | -0.533 | -0.529 | -0.532 |
|            | Sig. (2-tailed)       |            | 0.113  | 0.116  | 0.114  |
| OCRA       | Pearson's correlation | -0.533     | 1      | 0.993  | 0.998  |
|            | Sig. (2-tailed)       | 0.113      |        | 0.000  | 0.000  |
| RULA       | Pearson's correlation | -0.529     | 0.993  | 1      | 0.998  |
|            | Sig. (2-tailed)       | 0.116      | 0.000  |        | 0.000  |
| REBA       | Pearson's correlation | -0.532     | 0.998  | 0.998  | 1      |
|            | Sig. (2-tailed)       | 0.114      | 0.000  | 0.000  |        |

Source: Prepared by the authors.

**Table 10.** Ergonomic risk-age correlation.

|      |                       | Age    | OCRA   | RULA   | REBA   |
|------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Age  | Pearson's correlation | 1      | -0.456 | -0.443 | -0.450 |
|      | Sig. (2-tailed)       |        | 0.185  | 0.200  | 0.192  |
| OCRA | Pearson's correlation | -0.456 | 1      | 0.993  | 0.998  |
|      | Sig. (2-tailed)       | 0.185  |        | 0.000  | 0.000  |
| RULA | Pearson's correlation | -0.443 | 0.993  | 1      | 0.998  |
|      | Sig. (2-tailed)       | 0.200  | 0.000  |        | 0.000  |
| REBA | Pearson's correlation | -0.450 | 0.998  | 0.998  | 1      |
|      | Sig. (2-tailed)       | 0.192  | 0.000  | 0.000  |        |

Source: Prepared by the authors.

**Table 11.** Ergonomic risk-laterality correlation.

|            |                       | Laterality | OCRA  | RULA  | REBA  |
|------------|-----------------------|------------|-------|-------|-------|
| Laterality | Pearson's correlation | 1          | 0.953 | 0.962 | 0.959 |
|            | Sig. (2-tailed)       |            | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| OCRA       | Pearson's correlation | 0.953      | 1     | 0.993 | 0.998 |
|            | Sig. (2-tailed)       | 0.000      |       | 0.000 | 0.000 |
| RULA       | Pearson's correlation | 0.962      | 0.993 | 1     | 0.998 |
|            | Sig. (2-tailed)       | 0.000      | 0.000 |       | 0.000 |
| REBA       | Pearson's correlation | 0.959      | 0.998 | 0.998 | 1     |
|            | Sig. (2-tailed)       | 0.000      | 0.000 | 0.000 |       |

Source: Prepared by the authors.

petitive movements and work overloads. Globally, it is considered that between 30% and 50% of workers are exposed to risks that produce MSI, which impacts on productivity and, therefore, on industry economics (Rodríguez & Heredia, 2013; Sánchez *et al.*, 2017).

Tasks with repetitive motions are common in metalworking companies, as well as in most modern industries and workplaces; this can lead to MSI, which is an important cause of illness and injuries.

Physical requirements frequently exceed the worker's capabilities and therefore fatigue arises; it can be mental and physical, with cases of pain and discomfort. If appropriate corrective measures are not taken, the quality of the work performed may decrease, going as far as not being able to perform the assigned task (Seguel & Valenzuela, 2014).

## CONCLUSIONS

The results of the REBA, RULA and OCRA Checklist methods established that, of the population studied (left-handed operators), 30% has a "low" risk, 40% has a "high" risk and 30% has a "very high" risk of suffering MSI in upper limbs due to the different maneuvers when using drill press.

Age and experience operating the drill press are variables that statistically have an inverse relationship with respect to the risk of suffering MSI; that is, the higher the age and experience, the lower the risk of suffering these injuries. This result is clearly visible in reality, since the most experienced operators create work habits that gradually decrease the risk of injury.

There is a close relationship between the degree of laterality and the adoption of inappropriate positions when working with the drill press. The more "left-handed" a person is, the more the person tends to acquire positions that in the long run could cause MSI in their upper limbs.

## REFERENCES

- [1] Asensio, S.; Bastante, M. y Diego, J. (2012). *Evaluación ergonómica del puesto de trabajo*. Madrid, España: Paraninfo.
- [2] Barrero, M.; Vergara, E. y Martín, P. (2015). Avances neuropsicológicos para el aprendizaje matemático en educación infantil: la importancia de la lateralidad y los patrones básicos del movimiento. *Educación Matemática en la Infancia*, 4(2), 22-31.
- [3] Bejarano, M. y Naranjo, J. (2014). Lateralidad y rendimiento deportivo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(161), 200-204.
- [4] Casado, Y.; Llamás, F. y López, V. (2015). Inteligencias múltiples, creatividad y lateralidad, nuevos retos en metodologías docentes enfocadas a la innovación educativa. *REIDOCREA*, 4, 343-358.
- [5] Carrillo, S.; Cevallos, T. y Romoleux, A. (2016). *Enseñanza de la lecto-escritura en la comprensión y expresión oral y escrita en niños zurdos en el primer año*. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Machala, Machala.
- [6] Diego, J.; Poveda, R. y Garzón, D. (2015). Influences on the use of observational methods by practitioners when identifying risk factors in physical work. *Ergonomics*, 58(10), 1660-1670.
- [7] Diego, J. (2015). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.
- [8] Estrada, J. (2015). *Ergonomía básica*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- [9] Fernández, T. (2001). *Zurdos y derechos: manual para el estudio de los izquierdos*. México, D. F., México: Plaza y Valdez Editores.
- [10] Gómez, L.; Rivera, S.; Granado, M. y Suárez, O. (2017). Lesiones más comunes en pescadores deportivos y la aplicación de medicina natural y tradicional. *PODIUM Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 12(3), 242-249.
- [11] López, R.; Rodríguez, A. y Prieto, R. (2018). Actividades de aprendizaje mediadas por tecnologías informáticas. *Tecnología Educativa*, 2(2), 76-82.
- [12] Malchaire, J.; Gauthy, R.; Piette, A. y Strambi, F. (2011). *A classification of methods for assessing and/or preventing the risks of musculoskeletal disorders*. Lovaina, Bélgica: European Trade Union Institute.
- [13] Martínez, G.; Martel, S.; Hernández, J. y Balderrama, C. (2013). Análisis de las necesidades de diseño de productos y herramientas para personas zurdas. *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*, 5(1), 441-446.
- [14] Mayolas, C. (2003). Un nuevo test de valoración de la lateralidad para los profesionales de la educación física. *Educación Física y Deportes*, (71), 14-22.

- [15] Medina, A. y García, M. (2010). Ser zurdo, una discapacidad para la educación técnica. En P. Arnaiz, M. D. Hurtado y F. Javier Soto (Coords.), *25 años de integración escolar en España: tecnología e inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario* (pp. 1-5). Murcia, España: Consejería de Educación, Formación y Empleo.
- [16] Mondelo, P.; Gregori, E. y Barrau, P. (1999). *Ergonomía 1: fundamentos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.
- [17] Montiel, M.; Romero, J.; Lubo, A.; Quevedo, A.; Rojas, L.; Chacin, B. y Sanabria, C. (2006). Valoración de la carga postural y riesgo musculoesquelético en trabajadores de una empresa metalmeccánica. *Salud de los Trabajadores*, 12(1), 61-69.
- [18] Pedro, A. (2016). *Valoración e intervención de la actitud postural en la estática en la población escolar 10-13 años*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Cádiz, Sevilla.
- [19] Rodríguez, Y. y Heredia, J. (2013). Individual Risk Assessment Method. *Hacia la Promoción de la Salud*, 18(1), 41-56.
- [20] Sánchez, C.; Rosero, C.; Galleguillos, R. y Portero, E. (2017). Evaluación de los factores de riesgo musculoesqueléticos en área de montaje de calzado. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), 69-80.
- [21] Seguel, F. y Valenzuela, S. (2014). Relación entre la fatiga laboral y el síndrome burnout en personal de enfermería de centros hospitalarios. *Enfermería Universitaria*, 11(4), 119-127.
- [22] Vallejo, A. (2014). *Expresión plástica y su relación con el desarrollo psicomotriz de las niñas de primer año de educación básica de la escuela «María auxiliadora» de la ciudad de Riobamba*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Loja, Loja.