



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Confiabilidad inter-observador y validez predictiva del método ergonómico  
Evaluación del Riesgo Individual (ERIN), en Colombia**

**Inter-observer reliability and predictive validity of the ergonomic method  
Individual Risk Assessment (ERIN), in Colombia.**

**Autor:**

Paola Andrea Monsalve Carmona  
Estudiante de Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo.

**Asesor**

Dr. Yordán Rodríguez Ruíz

**Universidad de Antioquia,  
Facultad Nacional de Salud Pública, Antioquia,  
Medellin, Colombia  
2020**

## Confiabilidad inter-observador y validez predictiva del método ergonómico Evaluación del Riesgo Individual (ERIN), en Colombia

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar la confiabilidad inter-observador y validez predictiva del método ERIN al evaluar puestos de trabajo de empresas colombianas.

**Resultados:** Este estudio informa una excelente confiabilidad inter-observador ( $\kappa$  0,75) para nivel de riesgo modificado (con riesgo vs sin riesgo), confiabilidad inter-observador buena para el riesgo total (ICC 0,62). La confiabilidad inter-observador para los segmentos corporales cuello, brazo, tronco, muñeca estuvo entre buena y excelente ( $\kappa$  superior a 0,60). Para las variables velocidad, esfuerzo y frecuencia del esfuerzo se identificó un acuerdo regular ( $\kappa$  0,60). Para la validez predictiva se identificó que el 89% de certeza de que una estación de trabajo clasificada con riesgo por el ERIN, realmente indica una estación con presencia de síntomas en sus trabajadores, esto partiendo del cuestionario de síntomas analizado al final de la jornada laboral, se encontró también un 78% de certeza de que una estación de trabajo que presentó riesgo por el método ERIN realmente indica una estación con presencia de Desórdenes Musculo Esqueléticos (DMEs) en sus trabajadores definido por estadísticas de los DMEs de empresa.

**Conclusión:** El presente estudio indica que el método ERIN es un método confiable y válido, es un método que permite tomar acciones inmediatas enfocadas en la prevención de riesgos por DMEs en los trabajadores y mejoras de las condiciones de trabajo. Pero es necesario seguir trabajando para establecer más estudios de la confiabilidad inter-observador y validez predictiva en varios sectores económico.

**Palabras claves:** Desórdenes musculo esqueléticos, validez, confiabilidad.

### Abstract

**Objective:** To evaluate the inter-observer reliability and predictive validity of the ERIN method when evaluating jobs in Colombian companies.

**Results:** This study reports excellent inter-observer reliability ( $\kappa$  0.75) for modified risk level (with risk vs. without risk), inter-observer reliability good for total risk (ICC 0.62). Inter-observer reliability for the neck, arm, trunk, and wrist body segments was between good and excellent ( $\kappa$  greater than 0.60). A regular agreement was identified for the variables speed, effort and frequency of effort ( $\kappa$  0.60). For predictive validity, it was identified that 89% certainty that a workstation classified as at risk by ERIN really indicates a station with the presence of symptoms in its workers, this based on the symptom questionnaire analyzed at the end of the workday, was also found 78% certainty that a workstation that presented risk by the ERIN method really indicates a station with the presence of

Musculoskeletal Disorders (MSDs) in its workers defined by statistics from the company's MSDs.

**Conclusion:** The present study indicates that the ERIN method is a reliable and valid method, it is a method that allows to take immediate actions focused on the prevention of risks by DMEs in the workers and improvements of the working conditions. But more work is needed to establish more studies of inter-observer reliability and predictive validity in various economic sectors.

**Keywords:** Musculoskeletal disorders, validity, reliability.

## Introducción

Los Desórdenes Músculo Esqueléticos (DMEs) relacionados con el trabajo son factores de riesgo ocupacionales importantes en materia de seguridad y salud en el trabajo(1)(2) además son la causa común más representativa de días perdidos de trabajo, que produce aumento de costos, lesiones humanas y es la principal causa de ausentismo y discapacidad en el mundo del trabajo(3)(1)(4), son frecuentes en todo el mundo, con un índice elevado tanto en los países desarrollados como en los países en vía de desarrollo, siendo considerados los DMEs de gran importancia (5). Y convirtiéndose en problemas significativos para cada nación, teniendo consecuencias económicas y sociales respectivamente (6).

Con estos hallazgos, ha existido un gran interés por evaluar la exposición a los factores de riesgo asociados con los DMEs, y posteriormente realizar intervenciones ergonómicas en el lugar de trabajo, buscando la efectividad de las intervenciones e implementación en la industria (7)(8)(9). Las evaluaciones a la exposición de los factores de riesgo se han concentrado en la columna lumbar, las extremidades superiores y cuello, porque la mayoría de las lesiones relacionadas con el trabajo se encuentran en estas regiones del cuerpo(2)(1).

Actualmente existen varias herramientas ergonómicas utilizadas para evaluar la exposición a los factores de riesgo relacionados con los DMEs. Estos se pueden agrupar en observacionales simples o avanzados, de medición directa o instrumental y de auto-reporte(10)(11)(12). Sin embargo, se ha concluido que las herramientas ergonómicas observacionales cumplen con características beneficiosas, de uso práctico, para ser aplicados en diversas estaciones de trabajo, permitiendo muestras grandes, a costos relativamente bajos, realizadas de forma simultánea al desarrollo de la actividad laboral sin necesidad de interrumpirla (10)(13); en estos momentos los métodos observacionales cuentan con gran aprobación por parte de ergónomos y expertos en el tema a pesar de haber sido creados para que los expertos fueran quienes los usaran (6)(13).

En Colombia se ha reconocido la necesidad de identificar y evaluar la exposición a los factores de riesgo relacionados con los DMEs de manera escalonada en la grande, mediana y pequeña empresa, y a partir de este punto transformar la condición de trabajo como parte de la prevención a los DMEs. Para lograrlo es fundamental que los instrumentos a utilizar sean de fácil aplicación, que tengan en cuenta regiones del cuerpo como la columna lumbar, las extremidades superiores y cuello, que son las regiones donde se presentan la mayoría de lesiones relacionadas con el trabajo asociados a los DMEs (2)(1), además de que puedan ser aplicados por diversas personas con entrenamientos cortos. Todo esto porque estudios determinan que en países de América Latina, incluyendo en estos Colombia la cantidad de expertos y ergónomos en el uso y conocimiento de estos métodos es muy limitado(14).

Teniendo en cuenta lo anterior, el método ergonómico que cumple con los criterios señalados es el método ERIN (Evaluación de Riesgo Individual), el cual tiene en cuenta las necesidades, limitaciones y capacidades de los no expertos y expertos,

tratando de responder a las evaluaciones ergonómicas en estaciones de trabajo en contextos reales. El método ERIN es un procedimiento sencillo y permite identificar fácilmente qué factor debe ser modificado para disminuir el riesgo de exposición. En la actualidad no hay reportes en empresas colombianas al menos publicados, de estudios que determinen la validez predictiva y la confiabilidad del método ERIN, solo se encuentran los desarrollados por el autor y artículos originales.

En la práctica el método ERIN fue diseñado a partir de herramientas y métodos ergonómicos existentes, bajo la evidencia epidemiológica sobre DMEs y las necesidades prácticas de los usuarios no expertos en la evaluación de la exposición a factores de riesgo por DMEs en estaciones de trabajo (15)(16)(17)(12).

Esta investigación pretende ofrecer evidencia sobre las características psicométricas entre ellas confiabilidad inter-observador y validez predictiva del método ERIN, en un contexto industrial, aplicándolo en diferentes actividades laborales y estaciones de trabajo, para ayudar a la orientación y definición de acciones de intervención del personal experto y no experto al momento de analizar los procesos productivos y generar efectividad en las intervenciones ergonómicas cumpliendo de esta manera con los siguientes objetivos:

- Evaluar las tareas de las estaciones de trabajo con el método ERIN, para determinar la exposición a factores de riesgo por DMEs.
- Evaluar la confiabilidad inter-observador del método ERIN.
- Determinar la validez predictiva del método ERIN tomando como referencia los síntomas y estadísticas Músculo Esqueléticas (ME).

## Metodología

Se realizó estudio de corte transversal con la finalidad de evaluar la confiabilidad inter-observador y validez predictiva del método ERIN.

### Confiabilidad Inter-observador

#### *Descripción General*

Se planteó la confiabilidad inter-observador del método ERIN e el que participaron 39 fisioterapeutas especialistas en seguridad y salud en el trabajo, mayores de 18 años, 31 mujeres y 8 hombres, con una experiencia superior a 3 años en gestión de riesgos para la prevención de DMEs, se evaluaron 8 puestos de trabajo a través de videos previamente seleccionados y que cumplieran con los criterios definidos de calidad y tiempos establecidos. Las estaciones de trabajo evaluadas correspondieron a: 1) desmanador, 2) pegado de cajas, 3) selector, 4) surtidor de base, 5) empaque de salchichas, 6) limpieza de tajada de jamoneta, 7) lavado y corte de mollejas, y 8) empaque de salsas. En la figura 1 se ilustran cada una de estaciones de puesto de trabajo.



Figura. 1. Estaciones de trabajo

## **Procedimiento**

La confiabilidad inter-observador se realizó en tres fases: 1) Selección de videos, 2) Entrenamiento en el método ERIN, 3) Evaluación de tareas con el método ERIN por evaluadores.

En la primera fase se tomaron de forma retrospectiva 8 videos de estaciones de trabajo de varios sectores económicos, que cumplieran con los criterios de alta definición con resolución mínima 1280 X 720 p, duración no menor a 2 minutos, tiempos y ciclo de trabajo suficientes (más de 18 ciclos), estabilidad de la imagen, vista completa de estación de trabajo, enfoque completo de ángulos corporales; cada uno de los ocho videos contó con una caracterización y descripción del proceso, de las acciones técnicas representativas realizadas por el trabajador, tiempos de recuperación, productividad y eficiencia estipulada en el proceso productivo. Posteriormente, en la fase dos se realizó la capacitación y entrenamiento a los 39 evaluadores a cargo de una experta en el tema y en la aplicación del método ERIN. El entrenamiento fue teórico-práctico durante 3 horas: se inició con la definición de las variables, explicación una a una de las variables que contempla el método, y cómo se selecciona cada uno de los ítems. En esta fase participaron todos los evaluadores y la práctica consistió en la aplicación del método a un puesto de trabajo de cortador de manga disponible en video el cual fue proyectado. En la tercera fase, inmediatamente después del entrenamiento, se aplicó el método ERIN en los 8 videos seleccionados. La evaluación se realizó de manera simultánea por los 39 participantes, quienes estuvieron en el mismo auditorio presenciando los 8 videos seleccionados. Cada evaluador de manera independiente registró su evaluación en una ficha (hoja de campo) dispuesta de manera física. No se permitió intercambio de opiniones y conversaciones entre los evaluadores mientras se realizaba esta actividad. Cada hoja de campo diligenciada fue entregada a la experta quien verificaba que estuvieran registrados todos los ítems. Todos los evaluadores estuvieron en el auditorio hasta que fue entregada la última hoja de campo.

## **Análisis estadístico**

Se calculó el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) con su correspondiente intervalo de confianza del 95% con el puntaje de riesgo referido por cada evaluador en la aplicación del método ERIN. El ICC evaluó la concordancia entre los puntajes asignados por cada observador con respecto al riesgo total, empleando las mediciones individuales y de acuerdo absoluto (18), considerando que el puntaje de riesgo está dado por una variable cuantitativa continua. Para evaluar el valor obtenido al calcular un ICC, se recomiendan utilizar las categorías siguientes (19): si el ICC < 0.4, la confiabilidad es pobre; si el ICC está entre 0.4 y 0.7, la confiabilidad es de moderada a buena; y si el ICC > 0.7 la confiabilidad es excelente.

Para las demás variables del método ERIN: postura del tronco, postura del cuello, postura de la muñeca, postura del brazo, ajuste del tronco, ajuste del brazo, ajuste

de la muñeca, ajuste del cuello, movimiento, velocidad, esfuerzo y frecuencia del esfuerzo que son de naturaleza cualitativa nominal, ordinal o dicotómica, se utilizó como métrica de confiabilidad el estadístico kappa fleiss (20), para determinar el acuerdo entre los 39 evaluadores que utilizaron el método ERIN. La utilización de este método estadístico es válida, ya que fue seleccionada aleatoriamente una muestra de evaluadores y los puestos de trabajo fueron evaluados sólo una vez por cada evaluador. El coeficiente kappa puede tomar valores entre -1 y +1. Mientras más cercano a +1, mayor es el grado de concordancia inter-observador, por el contrario, mientras más cercano a -1, mayor es el grado de discordancia inter-observador. Un valor de  $\kappa = 0$  refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar. Fleiss (20) caracteriza como regulares los valores de kappa que se hallan entre 0,40 y 0,60, buenos de 0,60 a 0,75, y excelentes por encima de 0,75.

Adicional, los puntajes del método ERIN fueron clasificados en niveles de riesgo: Muy alto ( $\geq 35$ ), Alto (25-34), Medio (15-24) y Bajo (6-14). Con el nivel de riesgo resultante, se realizó el análisis de kappa ajustado, para disminuir posibles sesgos por azar. El kappa buscaba evidenciar el acuerdo entre los evaluadores en la clasificación de los riesgos en las estaciones de trabajo evaluadas. Se planteó como acuerdo relevante, la situación en que los evaluadores clasificaron en riesgo alto o riesgo muy alto la estación de trabajo y este correspondería a la categoría riesgo, y las estaciones de trabajo clasificadas por los evaluadores como riesgo medio y riesgo bajo, correspondería a la categoría sin riesgo (21)(13).

Finalmente, se estimó el TEM (del inglés, Technical Error of Measurement) una técnica usada en ergonomía para determinar que la consistencia inter-observador no esté afectada por errores de medición o el azar (8)(22)(23). Para el cálculo del TEM se aplicó la propuesta realizada por Ulijaszek y Kerr (24).

$$TEM = \sqrt{\left( \sum_{1}^{N} \left( \sum_{1}^{K} M^2 \right) - \frac{\left( \sum_{1}^{K} M \right)^2}{K} \right) / N(K - 1)}$$

Formula 1

Donde N es el número de evaluadores, K es el número de estaciones de trabajo (suponiendo una calificación por observador para cada estación de trabajo) calificadas con el ERIN y M es el riesgo total para cada estación. Las funciones  $\sum M^2$   $\sum M^2 / K$  se calculan para cada puntuación de las 8 estaciones de trabajo proporcionada por cada evaluador (39 evaluadores), luego este último se resta de la primera. Estas diferencias se suman y se dividen por N (K - 1). El TEM se obtiene tomando la raíz cuadrada de este valor.



Posteriormente para evaluar la variabilidad de las puntuaciones del riesgo en cada estación de trabajo realizada por los evaluadores, se calculó el coeficiente de confiabilidad (R) a partir del TEM, donde  $SD^2$  es una estimación de la varianza de todas las mediciones, el R varía de 0 a 1 y puede ser calculado usando la ecuación:

$$R = 1 - \frac{\text{Total TEM}^2}{SD^2}$$

*Formula 2*

## **Validez Predictiva**

Para la definición de la validez predictiva del método ERIN fueron considerados dos criterios, los síntomas ME y enfermedad asociada a los DMEs.

### *Descripción General*

- 1) El criterio de síntoma ME fue determinado mediante el cuestionario de síntomas, compuesto por el diagrama del mapa corporal y la referencia específica de cada segmento corporal, diferenciando cada hemicuerpo. Este cuestionario está representado por el registro de los segmentos corporales: cuello, espalda alta, espalda baja, hombro, brazo, codo, ante brazo, mano muñeca, muslo y cadera, rodilla, pierna, tobillo pie; tanto del lado izquierdo del cuerpo como del lado derecho del cuerpo (25). Adicional a esto, se utilizó la escala visual analógica (EVA) para indicar el nivel de dolor del trabajador asociado a los DMEs; de esta forma el trabajador colocó una marca en la línea para indicar el nivel de dolor a su percepción (26)(25). La escala utilizada en este estudio consistió en una línea de 100 mm de longitud, con una etiqueta en un extremo de "No dolor" y en el otro extremo "máximo dolor" para indicar la percepción de molestias que presenta el trabajador en ese instante. El trabajador coloca la marca en la línea para indicar su intensidad. La intensidad se mide como la distancia desde el extremo izquierdo de la línea hasta la marca colocada por el trabajador. Para la definición de la presencia de síntoma se define cuando el resultado está por encima de 20 mm, de algún segmento corporal (Ver anexo 2).

Para el análisis de la validez predictiva del método ERIN con respecto al criterio presencia de síntomas ME participaron 24 trabajadores que respondieron el cuestionario de síntomas al inicio y al final de su jornada laboral, todos mayores de edad, 6 mujeres y 18 hombres, con antigüedad en la empresa superior a 3 años en una industria manufacturera del sector alimentos, que cumplían actividades en proceso en una estación de trabajo, es decir, no existía rotación de tareas por parte de los trabajadores.

Al interior de la industria se evaluaron 19 estaciones de trabajo con el método ERIN, las estaciones de trabajo fueron: 1) deshuese de pechuga, 2)

acondicionado, 3) surtir molino, 4) adobado, 5) toma de peso de pechuga, 6) ajuste de peso, 7) apertura del filete de pechuga, 8) surtido de maquina con lonjas de pollo, 9) selección de lonjas en banda transportadora, 10) porción en trozos pequeños, 11) surtido de cubetas con trozos de pollo, 12) posicionamiento de tocineta, 13) enchuzado manual, 14) pesaje de chuzo, 15) ajuste de peso en el chuzo, 16) alimentación máquina, 17) embolsado, 18) embolsado manual, y 19) aplanado de chuzo. Cada estación de trabajo es desarrollada por el mismo trabajador. Para la estación de trabajo 19) aplanado de chuzos es realizada por 4 trabajadores, estación de trabajo 12) posicionamiento de tocineta es realizada por 2 trabajadores, estación de trabajo 14) pesaje de chuzo realizada por 2 trabajadores. Para un total de 24 trabajadores. En la Figura 2 y 3 se muestra las estaciones de trabajo.



Figura. 2 (Posicionamiento de tocineta)



Figura. 3 (Aplanado de chuzo)

- 2) El criterio enfermedad asociada a los DMEs fue determinada por medio de las estadísticas de la empresa, tomando de forma retrospectiva dos años (2018 -2019) y se estipuló que por cada ausencia laboral asociada a DMEs certificada por médico, que cumpliera 3 o más días sin interrumpir, y/o ausencia laboral certificada por médico en dos momentos diferentes, pero por el mismo diagnóstico. Dentro de las estadísticas de la empresa fueron registradas enfermedades asociadas a los DMEs de 60 trabajadores mayores de 18 años, que hacen parte del área de producción de la industria manufacturera del sector alimentos.

## ***Procedimiento***

Para la validez predictiva se estipularon cuatro fases: 1) Entrenamiento, 2) Aplicación del método ERIN en campo a las tareas, 3) Evaluación de síntomas ME, y 4) Análisis de datos y registros de empresa asociados a la presencia de DMEs en trabajadores.

En la primera fase se entrenaron dos fisioterapeutas especialistas en seguridad y salud en el trabajo en la aplicación del método ERIN y entrenamiento en la aplicación del cuestionario de síntomas. El entrenamiento en ERIN fue realizado por un experto en el método durante 4 horas de forma teórica y práctica con 5 ejercicios de aplicación del método. La teoría se enfocó en la historia del método, las dimensiones, su puntuación y la forma de aplicación e interpretación. El entrenamiento en el cuestionario de síntomas se realizó durante 1 hora por el mismo experto que entrenó en el método ERIN; en este espacio se estandarizó a los dos fisioterapeutas en el instrumento y su aplicación.

En la segunda fase se realizó la valoración de 19 estaciones de trabajo del área de producción con el método ERIN, durante una jornada de 8 horas, en la industria del sector alimentos seleccionada; esta valoración fue realizada en campo por las dos fisioterapeutas, una de ellas realizó la valoración de 9 estaciones de trabajo y la otra la valoración de 10 estaciones de trabajo. Los evaluadores tuvieron la posibilidad de interactuar con los trabajadores al momento de realizar la evaluación.

En la tercera fase se identificaron los síntomas ME mediante la aplicación del cuestionario de síntomas en dos momentos, al inicio de la jornada laboral (medición inicial) y nuevamente al final de la jornada laboral (medición final) del mismo día. Se aplicó el cuestionario a cada uno de los trabajadores del área de producción, 24 en total, con la orientación de las fisioterapeutas, definiendo la intensidad de los síntomas músculo esqueléticos y segmentos corporales afectados.

Análisis de las estadísticas de empresa por DMEs.

Finalmente, se analizaron las enfermedades por DMEs, a partir de los datos registrados en empresa, respecto a las estaciones de trabajo e incapacidades reportadas por los trabajadores en los dos últimos años.

Adicional, se estableció la probabilidad de presentar síntomas ME y DMEs en los trabajadores, de acuerdo a la clasificación del riesgo de las estaciones reportado por el ERIN.

### **Análisis estadístico**

A partir del cuestionario de síntomas, se clasificaron los trabajadores según la presencia o ausencia de síntomas de acuerdo al dolor manifestado por ellos en el momento de la evaluación. Los puntajes del cuestionario superiores a 2 mm se clasificaron como presencia de síntomas. Posteriormente, se recodificó el puntaje global del método ERIN en dos categorías: 1) Sin riesgo (Nivel bajo y medio) y 2) Con riesgo (Nivel alto y muy alto).

Para cada segmento del método ERIN el riesgo se clasificó según el puntaje dado entre carga postural y movimiento así: 1) Para tronco el puntaje oscila entre 1 y 9, se consideró riesgo los puntajes entre 2 y 9; 2) Para brazo el puntaje oscila entre 1 y 9, se consideró riesgo los puntajes entre 2 y 9; 3) Para muñeca el puntaje oscila entre 1 y 6, se consideró riesgo los puntajes entre 2 y 6; y 4) Para cuello el puntaje oscila entre 1 y 7, se consideró riesgo los puntajes entre 2 y 7. Con esta información de riesgos y síntomas se construyeron tablas cruzadas con el fin de calcular la probabilidad de identificar correctamente las estaciones en riesgo según el método ERIN, de presentar desenlaces sintomáticos al final de la jornada laboral (medición final) comparado con el riesgo encontrado al inicio de la jornada laboral (medición inicial). Para el análisis se calculó la probabilidad de verdaderos positivos, falsos positivos, y la probabilidad de identificar las estaciones de trabajo con trabajadores con síntomas que serán identificadas correctamente con el método ERIN.

Adicional, se evaluó si la exposición a las estaciones de trabajo calificadas con riesgo alto según el método ERIN estaba relacionada con la presencia de DMEs en los trabajadores de las diferentes estaciones analizadas. La cantidad de sujetos con enfermedad ME fue obtenida de las estadísticas de los dos últimos años de la empresa participante. Para el análisis, se construyeron tablas 2x2 para realizar el cálculo de la probabilidad de verdaderos positivos, falsos positivos, y la probabilidad de identificar las estaciones de trabajo con trabajadores ausentados por enfermedad asociada a DMEs que serán identificadas correctamente con el método ERIN (27)(28).

Para la construcción de las tablas cruzadas se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Thomas Albin (28) y Rucker Nathan(27):

**Tabla 1. Tabla Cruzada**

ERIN	Síntomas / DMEs		Total
	Sí	No	
<b>Con riesgo</b>	a	b	a+b
<b>Sin riesgo</b>	c	d	c+d
<b>Total</b>	a+c	b+d	E

A partir de la información de las tablas cruzadas se calcularon los siguientes indicadores:

**Sensibilidad:**  $a / (a + c)$ , Proporción de trabajadores de estaciones de trabajo clasificadas con riesgo según ERIN que tienen presencia de síntomas/DMEs.

**Especificidad:**  $d / (b + d)$ , Proporción de trabajadores de estaciones de trabajo clasificadas sin riesgo según ERIN que no tienen presencia de síntomas/DMEs.

**Valor predictivo positivo (VPP):**  $a/(a+b)$ , Probabilidad de presentar síntomas/DMEs cuando la estación de trabajo ha sido clasificada con riesgo por ERIN.

**Valor predictivo negativo (VPN):**  $d/(c+d)$ , Probabilidad de que un trabajador no presente síntomas/DMEs cuando la estación de trabajo ha sido clasificada sin riesgo por ERIN.

**Probabilidad de falsos positivos:**  $b / (b + d)$ , Probabilidad de no presentar síntomas/DMEs cuando la estación de trabajo ha sido clasificada con riesgo por ERIN.

**Número estaciones en riesgo:** *Valor predictivo positivo*  $\cdot (a+c)$ , el número de estaciones de trabajo que verdaderamente va a producir síntomas/DMEs que serán identificados correctamente por ERIN.

**Número estaciones sin riesgo:** *Probabilidad de falsos positivos*  $\cdot (b+d)$ , el número de estaciones de trabajo que no van a producir síntomas/DMEs que serán identificados correctamente por ERIN.

**Probabilidad riesgo:** 
$$\frac{\text{Número estaciones en riesgo}}{(\text{Número estaciones en riesgo} + \text{número estaciones sin riesgo})}$$

Es decir, la probabilidad de que una estación clasificada con riesgo según ERIN realmente indique una estación que tendrá trabajadores con síntomas/DMEs.

## **Instrumentos**

### ***Método ergonómico Evaluación de Riesgo Individual ERIN***

ERIN es un método concebido para que personal no experto, que con un mínimo entrenamiento pueda realizar masivamente la evaluación de la exposición a factores de riesgo por DMEs en estaciones de trabajo (16). ERIN permite evaluar tareas estáticas y dinámicas propias del trabajo, principalmente que involucran los segmentos corporales tales como: tronco, brazo, muñeca, cuello; su postura y su frecuencia de movimiento; el ritmo, dada por la velocidad del trabajo y la duración efectiva de la tarea, la intensidad del esfuerzo, resultado del esfuerzo este percibido por el evaluador y su frecuencia, y la autoevaluación asociado a la percepción del estrés a la tarea que se está realizando (16)(17). El método recomienda la toma de acciones de acuerdo con el nivel de riesgo total, el cual puede variar entre bajo, medio, alto y muy alto. El riesgo total se calcula sumando las siete variables evaluadas para posteriormente definir el nivel de riesgo. El modelo utilizado por el método ergonómico permite identificar fácilmente la influencia de cada factor para localizar los elementos que deben ser intervenidos y las acciones recomendadas para reducir el nivel de riesgo (15)(16) (Ver anexo 1).

Para los análisis realizados se utilizó el software estadístico IBM SPSS versión 25 (SPSS, Inc. 2012)

### **Aspectos éticos**

Todos los participantes eran mayores de 18 años y accedieron voluntariamente a hacer parte del estudio. Este estudio fue aprobado por el comité de ética de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, con el acta número CI009-2019 fecha de aprobación 24 de enero 2019. Se consideraron las orientaciones éticas de la resolución 8430 de 1993.

## Resultados

### Confiabilidad Inter-observador

Al analizar el nivel de riesgo que propone el ERIN, encontramos que ninguno de los evaluadores clasifico las estaciones de trabajo con riesgo bajo. En consecuencia, evaluamos la confiabilidad inter-observador para clasificar el riesgo medio, alto o muy alto de cada estación de trabajo. En casi todas las estaciones la confiabilidad inter-observador estuvo alrededor de 0,5 y 0,6, a excepción de la estación 4 donde se observó una excelente confiabilidad ( $\kappa=0,85$ ). (tabla 2)

**Tabla 2. Confiabilidad inter-observador por nivel de riesgo.**

Estación de trabajo	Riesgo muy alto	Riesgo alto	Riesgo medio	Kappa Fleiss
Estación 1	22	13	4	0.43
Estación 2	0	20	19	0.49
Estación 3	12	26	1	0.53
Estación 4	36	3	0	0.85
Estación 5	23	16	0	0.50
Estación 6	5	28	6	0.54
Estación 7	7	30	2	0.62
Estación 8	15	24	0	0.51
<b>Kappa total</b>				<b>0.56</b>

Al analizar el nivel de riesgo basada en dos categorías: 1) riesgo y 2) sin riesgo, se encontró un acuerdo excelente en casi todas las estaciones de trabajo (a excepción de la estación 2) con estadísticos de kappa que superaron el 0,6. (tabla 3).

**Tabla 3. Confiabilidad inter-observador por riesgo y sin riesgo**

Estación de trabajo	1: Riesgo (Alto y muy alto)	2: Sin riesgo (Medio y bajo)	Kappa Fleiss
Estación 1	35	4	0.81
Estación 2	20	19	0.49
Estación 3	38	1	0.95
Estación 4	39	0	1.00
Estación 5	39	0	1.00
Estación 6	33	6	0.73
Estación 7	37	2	0.90
Estación 8	39	0	1.00
<b>Kappa total</b>			<b>0.86</b>
<b>Riesgo total</b>		<b>ICC= 0,62; IC95% 0,41 – 0,88</b>	

El riesgo total de DMEs calculado a través del puntaje otorgado por el método ERIN presentó una confiabilidad inter-observador buena (ICC= 0,62; IC95% 0,41 – 0,88) (tabla 3). Por su parte, cuando se evaluó el nivel de riesgo de DMEs (Con riesgo vs Sin Riesgo) se observó una confiabilidad inter-observador excelente (kappa > 0,75). Para los 4 segmentos corporales analizados según postura, la confiabilidad inter-observador observada fue entre bueno y excelente (kappa superior a 0,60). En el caso de la postura de muñeca, tronco y brazo el acuerdo fue bueno (kappa 0,74; 0,61 y 0,61 respectivamente), mientras para la postura del cuello (kappa= 0,80) fue excelente. Frente a la clasificación realizada por los evaluadores según presencia o ausencia de riesgo, el acuerdo fue bueno (kappa = 0,61). La confiabilidad inter-observador de movimiento de los segmentos, velocidad, esfuerzo y frecuencia del esfuerzo fue regular (kappa menor a 0,60) (tabla 4).

**Tabla 4. Confiabilidad inter-observador del método ERIN**

Variables del ERIN		Kappa Fleiss	Evaluación
Tronco	Postura	0,61	Bueno
	Movimiento	0,45	Regular
	Ajuste	0,65	Bueno
Brazo	Postura	0,61	Bueno
	Movimiento	0,54	Regular
	Ajuste	0,77	Excelente
Muñeca	Postura	0,74	Bueno
	Movimiento	0,58	Regular
	Ajuste	0,80	Excelente
Cuello	Postura	0,80	Excelente
	Movimiento	0,50	Regular
	Ajuste	0,69	Bueno
Velocidad		0,59	Regular
Esfuerzo		0,50	Regular
Frecuencia del esfuerzo		0,59	Regular
Riesgo		0,86	Excelente
<b>Riesgo Total DMEs</b>		(ICC= 0,62; IC95% 0,41 – 0,88 ).	

Al analizar el segmento del tronco en sus 3 variables: Postura, movimiento y ajuste, se observó en la mayoría de estaciones el acuerdo inter-observador fue regular o bueno, a excepción del ajuste en la estación 3 y 4, y del movimiento del tronco en la estación 5 que presentaron acuerdos excelentes. Para los demás segmentos de brazo, muñeca y cuello se observaron tendencias similares. Por su parte, el acuerdo



entre los evaluadores para la clasificación del riesgo con el método ERIN fue excelente en la mayoría de estaciones de trabajo (tabla 5).

**Tabla 5. Confiabilidad inter-observador del método ERIN según estación de trabajo**

Estación	Variables del ERIN	Kappa Fleiss	Evaluación	
Estación 1	Tronco	Postura	0,58	Regular
		Movimiento	0,42	Regular
		Ajuste	0,50	Regular
	Brazo	Postura	0,46	Regular
		Movimiento	0,47	Regular
		Ajuste	0,81	Excelente
	Muñeca	Postura	0,90	Excelente
		Movimiento	0,55	Regular
		Ajuste	0,90	Excelente
	Cuello	Postura	0,70	Bueno
		Movimiento	0,49	Regular
		Ajuste	0,73	Bueno
	Velocidad		0,81	Excelente
Esfuerzo		0,57	Regular	
Frecuencia del esfuerzo		0,52	Regular	
Riesgo		0,81	Excelente	
Estación 2	Tronco	Postura	0,73	Bueno
		Movimiento	0,42	Regular
		Ajuste	0,58	Regular
	Brazo	Postura	0,53	Regular
		Movimiento	0,61	Bueno
		Ajuste	0,90	Excelente
	Muñeca	Postura	0,56	Regular
		Movimiento	0,36	Regular
		Ajuste	0,70	Bueno
	Cuello	Postura	1,0	Excelente
		Movimiento	0,47	Regular
		Ajuste	0,90	Excelente
	Velocidad		0,45	Regular
Esfuerzo		0,49	Regular	
Frecuencia del esfuerzo		0,35	Regular	
Riesgo		0,49	Regular	
Estación 3	Tronco	Postura	0,73	Bueno
		Movimiento	0,47	Regular
		Ajuste	0,81	Excelente
	Brazo	Postura	0,61	Bueno
		Movimiento	0,50	Regular
		Ajuste	0,61	Bueno
	Muñeca	Postura	0,73	Bueno
		Movimiento	0,50	Regular
		Ajuste	1,0	Excelente
	Cuello	Postura	0,51	Regular
		Movimiento	0,46	Regular
		Ajuste	0,49	Regular
	Velocidad		0,44	Regular
Esfuerzo		0,38	Regular	
Frecuencia del esfuerzo		0,49	Regular	
Riesgo		0,95	Excelente	
Estación 4	Tronco	Postura	0,40	Regular
		Movimiento	0,46	Regular
		Ajuste	0,95	Excelente
	Brazo	Postura	0,95	Excelente
		Movimiento	0,50	Regular
		Ajuste	0,95	Excelente

		Postura	0,81	Excelente	
	Muñeca	Movimiento	0,50	Regular	
		Ajuste	0,73	Bueno	
		Postura	1,0	Excelente	
	Cuello	Movimiento	0,76	Excelente	
		Ajuste	0,90	Excelente	
		Velocidad	0,60	Bueno	
		Esfuerzo	0,37	Regular	
		Frecuencia del esfuerzo	0,90	Excelente	
		Riesgo	1,0	Excelente	
<b>Estación 5</b>	Tronco	Postura	0,50	Regular	
		Movimiento	0,81	Excelente	
		Ajuste	0,73	Bueno	
	Brazo	Postura	0,69	Bueno	
		Movimiento	0,77	Excelente	
		Ajuste	0,54	Regular	
	Muñeca	Postura	0,67	Bueno	
		Movimiento	0,53	Regular	
		Ajuste	0,90	Excelente	
	Cuello	Postura	0,90	Excelente	
		Movimiento	0,37	Regular	
		Ajuste	0,53	Regular	
			Velocidad	0,55	Regular
			Esfuerzo	0,61	Bueno
			Frecuencia del esfuerzo	0,55	Regular
		Riesgo	1,0	Excelente	
<b>Estación 6</b>	Tronco	Postura	0,57	Regular	
		Movimiento	0,30	Regular	
		Ajuste	0,54	Regular	
	Brazo	Postura	0,56	Regular	
		Movimiento	0,45	Regular	
		Ajuste	0,85	Excelente	
	Muñeca	Postura	0,95	Excelente	
		Movimiento	0,77	Bueno	
		Ajuste	0,56	Regular	
	Cuello	Postura	0,81	Excelente	
		Movimiento	0,35	Regular	
		Ajuste	0,49	Regular	
			Velocidad	0,66	Bueno
			Esfuerzo	0,54	Regular
			Frecuencia del esfuerzo	0,58	Regular
		Riesgo	0,73	Bueno	
<b>Estación 7</b>	Tronco	Postura	0,73	Bueno	
		Movimiento	0,36	Regular	
		Ajuste	0,56	Regular	
	Brazo	Postura	0,62	Bueno	
		Movimiento	0,68	Bueno	
		Ajuste	0,77	Excelente	
	Muñeca	Postura	0,49	Regular	
		Movimiento	0,90	Excelente	
		Ajuste	0,90	Excelente	
	Cuello	Postura	0,64	Bueno	
		Movimiento	0,33	Regular	
		Ajuste	0,90	Excelente	
			Velocidad	0,73	Bueno
			Esfuerzo	0,41	Regular
			Frecuencia del esfuerzo	0,90	Excelente
		Riesgo	0,90	Excelente	
<b>Estación 8</b>	Tronco	Postura	0,61	Bueno	
		Movimiento	0,34	Regular	
		Ajuste	0,50	Regular	

Brazo	Postura	0,40	Regular
	Movimiento	0,33	Regular
	Ajuste	0,73	Bueno
Muñeca	Postura	0,81	Excelente
	Movimiento	0,53	Regular
	Ajuste	0,70	Bueno
Cuello	Postura	0,85	Excelente
	Movimiento	0,73	Bueno
	Ajuste	0,61	Bueno
	Velocidad	0,51	Regular
	Esfuerzo	0,62	Bueno
	Frecuencia del esfuerzo	0,43	Regular
	Riesgo	1,0	Excelente

Todos los evaluadores presentaron un acuerdo bueno para calificar la calidad de los videos seleccionados para el análisis de confiabilidad inter-observador en las 8 estaciones de trabajo analizadas ( $\kappa > 0,60$ ). El acuerdo de los evaluadores para calificar la dificultad de los videos de las estaciones de trabajo osciló entre regular y bueno (Tabla 6).

**Tabla 6. Calidad y dificultad de los videos para análisis de confiabilidad**

Estación	Dificultad					kappa	Excelente	Calidad				kappa
	Muy fácil	Fácil	Ni fácil ni difícil	Difícil	Muy difícil			Muy buena	Buena	Justa	Pobre	
Estación 1	6	26	7	*	*	0,49	30	9	*	*	*	0,64
Estación 2	3	31	5	*	*	0,65	31	8	*	*	*	0,67
Estación 3	11	7	21	*	*	0,39	7	32	*	*	*	0,70
Estación 4	19	20	0	*	*	0,49	33	6	*	*	*	0,73
Estación 5	8	15	16	*	*	0,34	29	10	*	*	*	0,61
Estación 6	6	31	2	*	*	0,65	29	10	*	*	*	0,61
Estación 7	2	11	26	*	*	0,51	9	30	*	*	*	0,64
Estación 8	0	26	13	*	*	0,54	31	8	*	*	*	0,67

El coeficiente de confiabilidad (R), de los datos brutos continuos dio como resultado 0.99. Es decir, aproximadamente el 1% de la variación total en los puntajes brutos se debió a la variación entre evaluadores, este 1% es atribuible al error de medición.

**Tabla 7. Technical Error of Measurement TEM**

TEM	0,65
R	0,99

## Validez predictiva

En la muestra de 24 trabajadores evaluados para determinar la capacidad predictiva del ERIN con respecto a la presencia de síntomas, se observó una proporción de 38% y 47% (respectivamente para inicio y final de la jornada) de trabajadores con síntomas que laboraron en una estación de trabajo clasificada con riesgo según ERIN. Por su parte, el 38% y 60% de trabajadores en el inicio y final de la jornada laboral no presentaron síntomas y estaban en estaciones de trabajo calificadas sin riesgo según el ERIN. Adicional, se encontró una probabilidad de 0,5 y 0,8 respectivamente en el inicio (medición inicial) y final (medición final) de la jornada laboral para determinar verdaderos positivos, es decir, trabajadores que presentaron síntomas en estaciones de trabajo clasificadas inicialmente con riesgo alto según ERIN. Adicional, el número de estaciones de trabajo que verdaderamente producen síntomas y son identificados correctamente por ERIN fue de 8,7 y 15,5 respectivamente para el inicio y final de la jornada laboral. Por su parte, un total de 5 y 2 estaciones de trabajo (inicio y final de la jornada laboral) que no reportaron síntomas en los trabajadores, fueron identificadas correctamente por el ERIN. Al inicio y final de la jornada laboral se tuvo un porcentaje de 63% y 89% de certeza de que una estación de trabajo clasificada con riesgo por el ERIN, realmente indicaba una estación con presencia de síntomas en sus trabajadores (Tabla 1).

La certeza encontrada al inicio y final de la jornada de que una estación clasificada según el ERIN con riesgo realmente indicara presencia de síntomas en sus trabajadores según los segmentos corporales oscilo entre 3% y 42%, respectivamente para tronco (3,5% y 42,0%), brazo (3,2% y 7,7%), muñeca (5,2% y 10,7%) y cuello (3,9% y 12,9%) (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla cruzada síntomas de ME y riesgo según ERIN

ERIN	Medición inicial			Medición final		
	Cuestionario síntomas		Total	Cuestionario síntomas		Total
	Con síntomas	Sin síntomas		Con síntomas	Sin síntomas	
<b>Global</b>						
Con riesgo	6	5	11	9	2	11
Sin riesgo	10	3	13	10	3	13
Total	16	8	24	19	5	24
Sensibilidad		6/16=0,38			9/19=0,47	
Especificidad		3/8=0,38			3/5=0,60	
Valor predictivo positivo		6/11=0,55			9/11=0,82	
Valor predictivo negativo		3/13= 0,23			3/13 = 0,23	
Probabilidad falsos positivos		5/8= 0,63			2/5= 0,40	
Número estaciones en riesgo		0,55*16 = 8,73			0,82*19= 15,5	
Número estaciones sin riesgo		0,63*8= 5,04			0,40*5= 2,0	

ERIN	Medición inicial			Medición final		
	Cuestionario síntomas		Total	Cuestionario síntomas		Total
	Con síntomas	Sin síntomas		Con síntomas	Sin síntomas	
Probabilidad de riesgo	8,73 / (8,73 + 5,04) = 0,634			15,5 / (15,5 + 2,0) = 0,886		
<b>Tronco</b>						
Con riesgo	1	11	12	5	7	12
Sin riesgo	4	8	12	7	5	12
Total	5	19	24	12	12	24
Sensibilidad	1/5=0,2			5/12=0,42		
Especificidad	8/19=0,42			5/12=0,42		
Valor predictivo positivo	1/12=0,08			5/12=0,42		
Valor predictivo negativo	8/12=0,67			5/12=0,42		
Probabilidad falsos positivos	11/19= 0,58			7/12= 0,58		
Número estaciones en riesgo	0,08*5 = 0,40			0,42*12= 5,04		
Número estaciones sin riesgo	0,58*19= 11,02			0,58*12= 6,96		
Probabilidad de riesgo	0,40/ (0,40 + 11,02) = 0,035			5,04 / (5,04 + 6,96) = 0,420		
<b>Brazo</b>						
Con riesgo	4	20	24	6	18	24
Sin riesgo						
Total	4	20	24	6	18	24
Sensibilidad	4/4= 1			6/6=1		
Especificidad	0/20=0			0/18 =0		
Valor predictivo positivo	4/24=0,17			6/24=0,25		
Valor predictivo negativo	-			-		
Probabilidad falsos positivos	20/20= 1			18/18= 1		
Número estaciones en riesgo	0,17*4 = 0,67			0,25*6= 1,5		
Número estaciones sin riesgo	1*20= 20			1*18= 18		
Probabilidad de riesgo	0,67/ (0,67 + 20) = 0,032			1,5 / (1,5 + 18) = 0,077		
<b>Muñeca</b>						
Con riesgo	5	19	24	7	17	24
Sin riesgo						
Total	5	19	24	7	17	24
Sensibilidad	5/5=1			7/7=1		
Especificidad	0/19=0			0/17=0		
Valor predictivo positivo	5/24=0,21			7/24=0,29		
Valor predictivo negativo	-			-		
Probabilidad falsos positivos	19/19= 1			17/17= 1		
Número estaciones en riesgo	0,21*5 = 1,04			0,29*7= 2,04		
Número estaciones sin riesgo	1*19= 19			1*17= 17		

ERIN	Medición inicial			Medición final		
	Cuestionario síntomas		Total	Cuestionario síntomas		Total
	Con síntomas	Sin síntomas		Con síntomas	Sin síntomas	
Probabilidad de riesgo	1,04 / (1,04 + 19) = 0,052			2,04 / (2,04 + 17) = 0,107		
<b>Cuello</b>						
Con riesgo	4	18	22	7	15	22
Sin riesgo		2	2		2	2
Total	4	20	24	7	17	24
Sensibilidad	4/4=1			7/7=1		
Especificidad	2/20=0,1			2/17=0,12		
Valor predictivo positivo	4/22=0,18			7/22=0,32		
Valor predictivo negativo	2/2=1			2/2=1		
Probabilidad falsos positivos	18/20= 0,90			15/17= 0,88		
Número estaciones en riesgo	0,18*4 = 0,73			0,32*7= 2,23		
Número estaciones sin riesgo	0,90*20= 18			0,88*17= 14,96		
Probabilidad de riesgo	0,73 / (0,73 + 18) = 0,039			2,23 / (2,23 + 14,96) = 0,129		

Para el Criterio enfermedad asociada a los DMEs determinada por datos estadísticos de la empresa, en la muestra de 60 trabajadores con reporte de enfermedad por DMEs, se evaluó la capacidad predictiva del método ERIN para clasificar enfermedad. En este sentido, se encontró una sensibilidad del 74% para identificar individuos con enfermedad por DMEs en estaciones clasificadas con riesgo según ERIN; y una especificidad del 72% para identificar trabajadores sanos cuando la estación de trabajo había sido identificada sin riesgo según ERIN. También, se encontró una probabilidad de 0,8 para determinar verdaderos positivos, es decir, trabajadores con presencia de DMEs en estaciones de trabajo clasificadas con riesgo alto según el método ERIN. Adicional, el número de estaciones de trabajo que verdaderamente están relacionadas con presencia de DMEs y son identificados correctamente por el método ERIN fue de 31. Por su parte, aproximadamente 9 estaciones que no reportaron presencia de DMEs y fueron identificadas correctamente por el ERIN. Se encontró un porcentaje de 78% de certeza de que una estación de trabajo que presentará riesgo por el método ERIN realmente indica una estación con presencia de DMEs en sus trabajadores (Tabla 2).

**Tabla 2. Tabla cruzada de clasificación de la enfermedad Osteomuscular según el nivel de riesgo de ERIN**

Nivel riesgo ERIN	Enfermedad ME		Total
	Si	No	
Alto riesgo	28	6	34
Bajo riesgo	10	16	26
Total	38	22	60

Nivel riesgo ERIN	Enfermedad ME		Total
	Si	No	
Sensibilidad		28/38=0,74	
Especificidad		16/22=0,72	
Valor predictivo positivo		28/34 =0,82	
Valor predictivo negativo		16/26=0,62	
Probabilidad falsos positivos		6/ 22 = 0,28	
Número estaciones en riesgo		0,82 * 38 = 31,3	
Número estaciones sin riesgo		0,28 * 22 = 8,96	
Probabilidad de riesgo		31, 3 / (31,3 + 8,96) = 0,78	

## Discusión

### Confiabilidad Inter-observador

En este estudio, se evaluó la confiabilidad inter-observador y se encontraron niveles de confiabilidad buena para el ICC obtenido de 0,62 asociado al riesgo total, en relación al nivel de riesgo modificado (con riesgo vs sin riesgo) obteniendo confiabilidad excelente ( $\kappa > 0,75$ ). Esto indica el buen acuerdo de los 39 observadores al evaluar estas dos variables. Para los 4 segmentos corporales cuello, brazo, tronco, muñeca los acuerdos fueron de buenos a excelentes ( $\kappa$  superior a 0,60). En el caso de la postura de muñeca el acuerdo fue bueno ( $\kappa$  0,74), al identificar un acuerdo bueno para el segmento muñeca entre los 39 evaluadores hace concluir que las modificaciones realizadas por el autor en la variable muñeca, aumentando los ángulos de extensión ( $>45^\circ$ ) y flexión de muñeca ( $>45^\circ$ ), determinan un mayor acuerdo entre ellos(29). En las variables de velocidad, esfuerzo y frecuencia del esfuerzo el acuerdo fue regular con una  $\kappa$  menor a 0,60. El acuerdo entre los evaluadores para clasificar el riesgo por las 8 estaciones de trabajo fue excelente en la mayoría de estaciones de trabajo exceptuando, la estación de trabajo número 2 que hace referencia al *Pegado de cajas*, sin embargo al realizar el análisis en relación a la percepción de los evaluadores para determinar la dificultad al evaluar las estaciones de trabajo estas oscilan entre regular y bueno, y al determinar la calidad de los videos por parte de los 39 evaluadores, todos presentaron acuerdos buenos. Al analizar la definición del acuerdo entre los 39 evaluadores para la estación de trabajo número 2 *pegado de cajas*, en la dificultad del video se identifica ( $\kappa$  de 0,65) interpretado como bueno y en relación a la calidad del video se identifica ( $\kappa$  de 0,67) interpretado como bueno. Es decir que no se puede definir que la calidad del video y dificultad de la estación del puesto de trabajo sea la responsable del nivel de acuerdo regular obtenido para la estación de trabajo número 2.

Una limitación de este estudio es el tamaño de la muestra de 39 evaluadores por supuesto, un mayor número de evaluadores habría aumentado la confianza de los

parámetros obtenidos. Sin embargo, 39 evaluadores es más alto que en la mayoría de los otros estudios de confiabilidad mencionados, y por razones prácticas, el criterio de inclusión de fisioterapeutas especialistas en seguridad y salud en el trabajo con experiencia en evaluación de riesgos, fue difícil obtener un mayor número de evaluadores. Del mismo modo, un mayor número de tareas laborales habría mejorado el estudio, pero estimamos que las ocho tareas fueron suficientes y que habría sido difícil pedir a los participantes que evaluaran un mayor número de tareas laborales.

Aunque el material de evaluación consistió en una selección de videos que incluyeran estaciones de trabajo de diversos sectores económicos, diversos grados de niveles de riesgo, todavía hay muchas ocupaciones y tareas de trabajo que no se incluyeron. Sin embargo, debido a la amplia selección de categorías de trabajo, los resultados actuales deberían representar bastante bien las tareas laborales.

Sin embargo, es necesario seguir trabajando para establecer protocolos de entrenamiento y formación teórico práctica en la aplicación del método, y garantizar observadores entrenados y calibrados y así esperar resultados similares de confiabilidad buena con otros evaluadores y características individuales diferentes como análisis de estaciones de trabajo que correspondan a otros sectores económicos y actividades de las realizadas en este estudio.

### **Validez predictiva**

A partir de la validez predictiva se muestra una propiedad inherente del método ERIN para clasificar las estaciones de trabajo que tienen riesgo. El método ERIN es una herramienta válida, puede ayudarnos en la práctica a definir cómo la presencia de riesgo evaluado en la estación de puesto de trabajo realmente indica que es una estación con presencia de DMEs para los trabajadores. La capacidad de análisis del método para identificar correctamente los trabajos "peligrosos" y trabajos "seguros". En este estudio se determinaron dos variables específicas para determinar la presencia de los DMEs, fue mediante los síntomas ME (al inicio de la jornada laboral y al final de la jornada laboral), y mediante la presencia de DMEs por datos estadísticos de empresa. Es importante precisar que todos los resultados obtenidos por presencia de síntomas siempre fueron superiores al final de la jornada laboral en relación a los obtenidos al inicio de la jornada laboral, lo que permite determinar, que al someter a los trabajadores a contracciones y elongaciones musculares por más número de veces, realizando las mismas tareas, ejecutando sus respectivas actividades laborales, y además realizando mayor número de ciclos de trabajo, se generan más síntomas de fatiga, dolor y tensión muscular, identificándolo claramente al final de su jornada laboral. En este estudio se demostró que el método ERIN da la certeza de que una estación de trabajo, calificada como riesgo por el mismo método, realmente es una estación con presencia de DMEs en sus trabajadores, lo cual se comprobó mediante la probabilidad de riesgo, a través del cuestionario de síntomas, que evidencio el 63% al inicio de la jornada laboral y el 89% al final de la jornada laboral. Adicionalmente se encontró, mediante los datos



estadísticos de empresa, el 78% certeza de que una estación de trabajo que presentara riesgo, en realidad es una estación con presencia de DMEs en sus trabajadores.

La sensibilidad del método determinada por el cuestionario de síntomas al final de la jornada laboral fue de 0.47 lo que indica que el método ERIN identificó correctamente 47% a los trabajadores asociados a la presencia de síntomas, sin embargo al tomar en cuenta los resultados obtenidos por la presencia de DMEs mediante los datos estadísticos de empresa, se identifica que la sensibilidad del método fue del 74% indicando que el método ERIN identificó correctamente el 74% de los trabajadores asociados a la presencia de síntomas, demostrando buenos niveles de sensibilidad. En este estudio la especificidad definida por el cuestionario de síntomas al finalizar la jornada laboral fue del 0.60, y la especificidad definida mediante la presencia de DMEs definidos por empresa fue del 0.72, lo cual nos permite determinar que el método ERIN es efectivo para identificar estaciones de trabajo que exponen y no exponen a los trabajadores a un mayor riesgo de DMEs, sin embargo teniendo una capacidad mayor para identificar las estaciones de trabajo de mayor riesgo que las estaciones de trabajo de menor riesgo.

Cabe anotar para próximas investigaciones se sugiere que la determinación de los trabajadores con presencia de DMEs sea realizada mediante una evaluación semiológica osteomuscular por personal del área de la salud experto en estas pruebas y de esta forma determinar si verdaderamente el trabajador cuenta con un signo y síntoma osteomuscular determinado por prueba semiológica específica para cada segmento corporal como pueden ser: columna cervical: maniobra de Neri, de nobercout, de spurling. Para miembro superior: maniobras de hawkins, de yergason, de speed, de patte. Para muñeca y mano: signo de tinel, prueba de phalen, phalen invertido. Para columna lumbar: prueba lasegue, signo de schober entre otras (31) y así determinar con mayor precisión la presencia o ausencia de signo y enfermedad ME y no dejarlo a la respuesta subjetiva, a la percepción del trabajador como en el caso de los cuestionarios o a la definición de estadísticas por DMEs con las que cuenta la empresa.

La metodología de este estudio permitió que otros investigadores puedan reproducir los resultados encontrados, accediendo a la posibilidad de que los resultados obtenidos sean también hallados por otros que procedan experimentalmente de manera similar y en condiciones semejantes.



## Anexo 2. Cuestionario de síntomas

HORA		FECHA		
HH	MM	DD	MM	AAAA

### REGISTRO DE SÍNTOMAS MUSCULARES

MEDICIÓN		CÓDIGO DE PARTICIPANTE		
<input type="checkbox"/> INICIAL	<input type="checkbox"/> FINAL	EMPRESA	PUESTO	SUJETO

1. Cuello

No dolor |-----| Máximo dolor

2. Espalda alta

No dolor |-----| Máximo dolor

#### Lado izquierdo del cuerpo

3. Hombro

No dolor |-----| Máximo dolor

4. Brazo

No dolor |-----| Máximo dolor

5. Codo

No dolor |-----| Máximo dolor

7. Ante brazo

No dolor |-----| Máximo dolor

8. Mano muñeca

No dolor |-----| Máximo dolor

9. Muslo y cadera

No dolor |-----| Máximo dolor

10. Rodilla

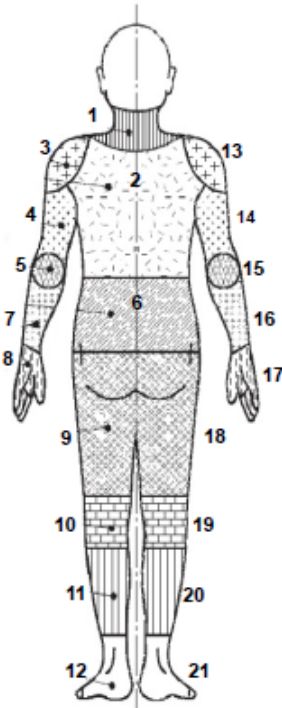
No dolor |-----| Máximo dolor

11. Pierna

No dolor |-----| Máximo dolor

12. Tobillo pie

No dolor |-----| Máximo dolor



6. Espalda baja

No dolor |-----| Máximo dolor

#### Lado derecho del cuerpo

13. Hombro

No dolor |-----| Máximo dolor

14. Brazo

No dolor |-----| Máximo dolor

15. Codo

No dolor |-----| Máximo dolor

16. Ante brazo

No dolor |-----| Máximo dolor

17. Mano muñeca

No dolor |-----| Máximo dolor

18. Muslo y cadera

No dolor |-----| Máximo dolor

19. Rodilla

No dolor |-----| Máximo dolor

20. Pierna

No dolor |-----| Máximo dolor

21. Tobillo pie

No dolor |-----| Máximo dolor

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. David G, Woods V, Li G, Buckle P. The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Appl Ergon*. 2008;39(1):57–69.
2. National Institute for Occupational Safety and Health. Musculoskeletal disorders and workplace factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention. 1997;(July):1–590. Available from: <https://certisafety.com/pdf/mdwf97-141.pdf> <http://www.cdc.gov/niosh>
3. Da Costa BR, Vieira ER. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *Am J Ind Med*. 2010;53(3):285–323.
4. Taylor P, Lee T, Han C, Lee T. Analysis of Working Postures at a Construction Site Using the OWAS Method. *Int J Occup Saf Ergon*. 2013;19(July):245–50.
5. Saberipour B, Ghanbari S, Zarea K, Gheibizadeh M, Zahedian M. Investigating prevalence of musculoskeletal disorders among Iranian nurses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Epidemiol Glob Heal* [Internet]. 2019;7(3):513–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2018.06.007>
6. Buckle P, Devereux J. Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Citeseer* [Internet]. 2002;33:207–17. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?cluster=5878916485553067887&hl=en#0>
7. Punnett L, Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14(1):13–23.
8. Schwartz AH, Albin TJ, Gerberich SG. Intra-rater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool. *Int J Ind Ergon* [Internet]. 2019;71(January):111–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jergon.2019.02.010>
9. Dempsey PG. Effectiveness of ergonomics interventions to prevent musculoskeletal disorders: Beware of what you ask. *Int J Ind Ergon*. 2007;37(2):169–73.
10. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med (Chic Ill)* [Internet]. 2005;55(3):190–9. Available from: <https://academic.oup.com/occmed/article-lookup/doi/10.1093/occmed/kqi082>

11. Takala EP, Viikari-Juntura E. Loading of shoulder muscles in a simulated work cycle: comparison between sedentary workers with and without neck-shoulder symptoms. *Clin Biomech.* 1991;6(3):145–52.
12. Viña S. ERIN : método práctico para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos ERIN : método práctico para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos. 2011;
13. Takala EP, Pehkonen I, Forsman M, Hansson GÅ, Mathiassen SE, Neumann WP, et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scand J Work Environ Heal.* 2010;36(1):3–24.
14. Alcaide-marzal J, Poveda-bautista R, València UP De. Errors Using Observational Methods for Ergonomics Assessment in Real Practice. *J Hum Factors Ergon Soc.* 2017;
15. Ruiz YR. ERIN: A Practical Tool for Assessing Exposure to Risks Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders. IEA 2018 [Internet]. 2019;818:369–79. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-96098-2>
16. Rodríguez Y, Viña S, Montero R. ERIN: Un método observacional para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos. *Conv Cient Ing y Arquít [Internet].* 2010;(11901):1–7. Available from: <http://ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2010/951/100>
17. Ruiz YR. Individual Risk Assessment (ERIN): Method for the Assessment of Workplace Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders. In: *Ergonomics and Product Desing.* 2018. p. 1–27.
18. Mcgraw KO. Forming Inferences About Some Intraclass Correlation Coefficients. 1996;l(1):30–46.
19. Stephens J, Vos GA, Stevens EM, Moore JS. Test – retest repeatability of the Strain Index. 2006;37:275–81.
20. Fleiss J I, Cohen J. Large sample standard errors of kappa and weighted kappa. 1969;72(5):323–7.
21. Fleiss JL. Measuring nominal scale agreement among many reterers. *Psychol Bull.* 1971;76(5):378–82.
22. De Onis M. Reliability of anthropometric measurements in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatr Int J Paediatr.* 2006;95(SUPPL. 450):38–46.
23. de Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull.* 2004;25(1 SUPPL. 1):27–36.

24. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* [Internet]. 1999;44:165–77. Available from: <https://www.cambridge.org/core>
25. Straker LM. Body discomfort assessment tools. *Occup Ergon Eng Adm Control*. 2003;26-1-26–14.
26. Cameron JA. Assessing work-related body-part discomfort: Current strategies and a behaviorally oriented assessment tool. *Int J Ind Ergon*. 1996;18(5–6):389–98.
27. Rucker N, Moore JS. Predictive Validity of the Strain Index in Manufacturing Facilities. 2010;(March 2015):37–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/104732202753306177> PLEASE
28. Albin TJ. Measuring the validity and reliability of ergonomic checklists. *Work*. 2012;43(3):381–5.
29. Hernández Arellano J luis;, Maldonado Macías A, Castillo Martinez JA. Handbook of industrial engineering: Technology and Operations Management. . Physical Tasks: Analysis, Design, and Operation. New York. 2001;2798.
30. Sampieri RH, Collado CF, María del Pilar Baptista Lucio. Metodología de la Investigación. Vol. 136, *Journal of Experimental Psychology: General*. 2007. 23–42 p.
31. Gerstner J. Manual de Semiología del Aparato Locomotor. Aspromedica, editor. 2018. 1–430 p.