

VALIDACIÓN DE UNA ESCALA PARA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS ERGONÓMICOS EN CENTROS DE TRABAJO

VALIDATION A SCALE OF ERGONOMIC HAZARDS IDENTIFICATION IN WORKPLACES

José Horacio Tovalín-Ahumada*
Marlene Rodríguez-Martínez**

Resumen: De entre los peligros físicos presentes en las áreas de trabajo, los peligros ergonómicos de carácter biomecánico pueden implicar un mayor riesgo laboral para la salud. El objetivo de esta investigación fue validar un instrumento de identificación de la exposición a peligros ergonómicos y facilitar la priorización de los posibles riesgos ergonómicos en población trabajadora. Es un estudio transversal, se aplicó un cuestionario de peligros ergonómicos a 3.688 trabajadores de la industria manufacturera mexicana, bajo consentimiento informado. El cuestionario de identificación de peligros ergonómicos laborales contaba originalmente de 24 ítems dicotómicos. Para el análisis de validez concurrente se aplicó un cuestionario sobre enfermedades musculoesqueléticas diagnosticada durante los 12 meses previos y molestias musculoesqueléticas durante los 15 días previos. Inicialmente, se realizó un análisis factorial confirmatorio, se calculó la fiabilidad de la escala y se presentó una propuesta de interpretación usando los baremos 25, 50 y 75. El análisis resultó en una escala final de 14 reactivos con adecuado valor de fiabilidad (Alpha de Cronbach: 0,86 y Omega de McDonald: 0,94). El análisis de validez concurrente mostró un incremento significativo del riesgo de tener enfermedad de columna y molestias musculoesqueléticas en los trabajadores con puntajes altos de los peligros ergonómicos. Este cuestionario es de fácil aplicación, útil en la identificación de peligros ergonómicos, diferenciando su aplicación por sexo, esto que posibilita priorizar la evaluación específica, y se enfoca en la prevención de lesiones musculoesqueléticas.

Palabras clave: Peligros ergonómicos, validación confirmatoria, centros de trabajo.

Abstract: Among the physical hazards present in work areas, ergonomic hazards of a biomechanical nature may imply a greater occupational risk to health. The objective of this research was to validate an inventory to identify the exposure to ergonomic hazards, and to facilitate the prioritization of possible ergonomic risks in the working population. It is a validation study. The questionnaire of ergonomic hazards was applied to 3688 workers in the Mexican manufacturing industry under informed consent. The occupational ergonomic hazards identification questionnaire originally had 24 dichotomous items. For the concurrent validity analysis, a questionnaire on musculoskeletal diseases diagnosed during the previous 12 months and musculoskeletal discomfort during the previous 15 days was applied. A confirmatory factorial analysis was performed, the scale's reliability was calculated, and an proposal of scores for calibration is presented, using the 25, 50, and 75 percentiles. The analysis resulted in a final scale of 14 items with an adequate reliability value (Cronbach's Alpha: 0.86

*Especialización en Salud en el Trabajo, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM. Ciudad de México, México. Correo electrónico: htovalin@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4419-9392>. Autor de correspondencia.

**Carrera de Psicología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM. Ciudad de México, México. Correo electrónico: diploma.fes@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9912-8500>

and McDonald's Omega: 0.94). Concurrent validity analysis showed a significantly increased risk of back disease and musculoskeletal complaints in workers with high ergonomic hazard scores. This questionnaire is easy to apply, useful for identifying ergonomic hazards. The differentiation in its application by gender, makes it possible to prioritize the specific evaluation and focuses on the prevention of musculoskeletal injuries.

Keywords: Ergonomic hazards, confirmatory validation, workplaces.

Recepción: 03.11.2022 / Revisión: 11.11.2022 / Aceptación: 06.12.2022

Introducción

Los trabajadores en su puesto están expuestos a condiciones que afectan de forma positiva o negativa sus actividades laborales y su salud. Estas condiciones se expresan como características de la organización, ambiente y entorno inmediato y los factores físicos, químicos, psicosociales, mecánicos o ergonómicos presentes, que si tienen ciertas características pueden ser considerados peligros laborales (Sabastizagal-Vela et al., 2020).

Las condiciones de trabajo son importantes factores que pueden afectar la salud del trabajador, ser peligros laborales con una capacidad intrínseca de causar daños a la salud, en función de cargas o exigencias físicas, psicológicas y sociales.

De entre los peligros físicos presentes en las áreas de trabajo, los peligros ergonómicos de carácter biomecánico pueden implicar un mayor o menor riesgo laboral para la salud dependiendo de las condiciones de exposición. El mismo peligro, por ejemplo, la postura de acuerdo con la duración de la exposición y las condiciones laborales asociadas podrá implicar en unos casos un riesgo elevado para la salud y en otros un riesgo aceptable no mayor al que tiene la población general.

Uno de los peligros ergonómicos biomecánicos en un puesto o tarea, es la carga de trabajo. En la carga física de trabajo influyen aspectos propios del trabajador, como la edad y sexo, del puesto, la postura, y de la organización, como el diseño de la tarea. Un punto relevante asociado con la carga física es el esfuerzo físico, mismo que implica dos tipos de esfuerzo muscular, el esfuerzo muscular estático ejercido cuando la contracción de grupos musculares es continua y se mantiene en un periodo de tiempo y el esfuerzo muscular dinámico, donde hay una sucesión periódica de contracciones y relajaciones de los músculos de corta duración (Unión General de Trabajadores [UGT], 2020).

Otro peligro ergonómico por identificar es la realización de manejo manual de cargas, donde se considera el peso de esta, la distancia horizontal entre carga y el cuerpo, la altura del alzamiento. En la maniobra se debe observar, la postura de trabajo, posición del cuello, brazos, espalda, cadera y piernas. Además, si es necesario transportar la carga, empujar o jalarla con o sin una ayuda mecánica.

En la jornada laboral, ciertos puestos tienen tareas que implican realizar durante largos periodos ciclos de movimientos repetidos, acciones biomecánicas que implican sobre todo un esfuerzo de la extremidad superior. Esta repetitividad de movimientos se determina

registrando la duración y frecuencia de repetición del ciclo de trabajo, pausas, posturas, fuerza ejercida a lo largo de la jornada.

Finalmente, entre estos peligros ergonómicos biomecánicos a vigilar, se debe considerar la postura o posturas de trabajo sostenidas por varios segundos durante las tareas, estas posturas influyen en la fatiga, trabajo estático y trastornos musculoesqueléticos (TME) (Nogareda & Canosa, 1998). Uno de los grupos laborales más perjudicados en relación a los trastornos osteomusculares relacionados a malas posturas son los trabajadores de oficina, quienes tienen largas jornadas de trabajo, siendo el dolor de espalda el segundo trastorno osteomuscular causante de absentismo laboral, con un alto costo para la calidad de vida del trabajador y económico para los centros de trabajo y las instituciones de seguridad social al generarse numerosas discapacidades temporales o permanentes (Mendinueta-Martínez & Herazo-Beltrán, 2014).

Aunados a estos peligros ergonómicos, el uso de herramientas inadecuadas y la exposición a vibraciones pueden incrementar el riesgo de tener problemas musculoesqueléticos.

Este conjunto de peligros ergonómicos, carga física, levantamiento manual de cargas, movimientos repetitivos y posturas son los peligros ergonómicos más asociados a molestias y TME, por lo mismo deben ser identificados en los puestos para llevar a cabo procesos eficientes de vigilancia de la salud musculoesquelética y de seguimiento y evaluación de los riesgos ergonómicos en las diferentes actividades, puestos y áreas.

En el contexto de la vigilancia de los factores ergonómicos, los métodos de observación y medición directa son con frecuencia demasiado caros para ser aplicados en un número representativo de trabajadores y exposiciones variables, mientras que los cuestionarios son menos costosos y permiten identificar la presencia de peligros ergonómicos. Algunos autores han propuesto dos etapas en la vigilancia de la exposición a peligros ergonómicos laborales, una primera etapa basada en la aplicación de cuestionarios que permitan la identificación de peligros ergonómicos por los trabajadores. En la segunda etapa, una vez identificados los peligros más frecuentes y probablemente más dañinos, se puede realizar la aplicación directa en campo de métodos para la identificación, estimación o evaluación específica (Scientific Committee for Musculoskeletal Disorders of the ICOH [SCMD-ICOH], 1996; Ricci et al., 1998).

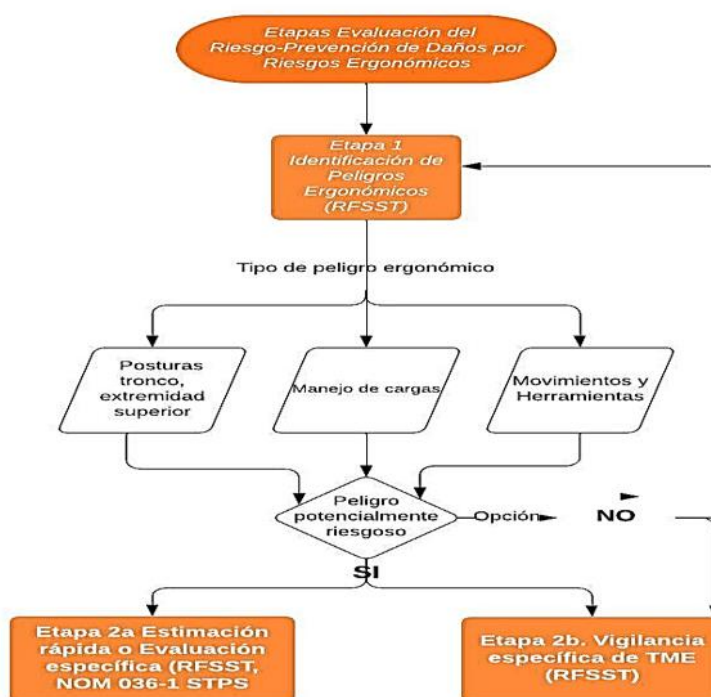
Aunque algunos estudios han evaluado la reproducibilidad y validez de cuestionarios que identifican las exposiciones a peligros ergonómicos, pocos han reportado la validez de cuestionarios de autoinforme de la exposición a riesgos biomecánicos, que sean útiles para la vigilancia de los riesgos ergonómicos, especialmente en poblaciones con alto nivel de exposición (Stock et al., 2005).

Como ejemplo de cuestionarios utilizados para identificar la presencia de peligros ergonómicos potencialmente riesgosos de acuerdo con la percepción del trabajador, Descatha et al. (2009) realizaron un estudio para evaluar la validez de un cuestionario de reporte de riesgos ergonómicos y su comparación con el reporte de riesgos en campo hecho por un técnico. Como resultado del estudio reportaron que el cuestionario se asoció significativamente con la incidencia de TME entre 1996 y 1997, con una buena sensibilidad

(97%) y baja especificidad (27%); esta asociación fue mayor que la observada entre la exposición identificada por observación directa y la frecuencia de TME. Otro instrumento reportado por Hildebrandt et al. (2001), el cuestionario DMQ para el análisis de la carga de trabajo musculoesquelética y el trabajo potencialmente peligroso asociado a fuerza, carga dinámica y estática, carga repetitiva, factores climáticos, vibraciones y factores ambientales ergonómicos, tuvo asociación significativa con molestias en la espalda baja y/o síntomas de cuello ± hombro. Coluci et al. (2009), validaron el cuestionario JFQ, este evalúa factores de riesgo ergonómicos que pueden contribuir al inicio de los síntomas osteomusculares, la versión utilizada se adaptó al portugués brasileño y presentó propiedades psicométricas satisfactorias.

En México, a partir de 2014, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo (Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS], 2014, 13 de noviembre), establece para los centros de trabajo la obligación de identificar y evaluar los factores de riesgo ergonómico, así como vigilar la presencia de TME en la población trabajadora expuesta. En 2018 (STPS, 2018, 23 de octubre), se emitió una primera norma técnica para evaluar riesgos ergonómicos. El proceso establecido para la prevención de los riesgos ergonómicos incluye: la identificación de los peligros ergonómicos, en caso de que el peligro implique un posible riesgo alto para la salud se implementa la estimación rápida contenida en la norma (método MAC) y/o la evaluación específica del grado de riesgo para la salud (ISO 11228-1 e ISO 11228-2) y las medidas preventivas o de control sugeridas (STPS, 2018, 23 de octubre). Sin embargo, en este ordenamiento legal no se incluye un instrumento para la identificación de peligros ergonómicos que facilite priorizar los problemas identificados y definir en qué casos deben aplicarse métodos específicos. En la norma tampoco se incluye un instrumento de identificación de peligros ergonómicos que apoye la vigilancia de la salud de TME (figura 1).

Figura 1. Etapas de la evaluación del riesgo ergonómico.



Un cuestionario de este tipo permite con recursos limitados, identificar las áreas con peligros ergonómicos potencialmente riesgosos mientras se realizan estudios específicos y da al área médica un criterio para establecer los grupos prioritarios de Población Ocupacionalmente Expuesta (POE) y los protocolos específicos de vigilancia de su salud.

El objetivo de este estudio es validar un instrumento que permita identificar la exposición a peligros ergonómicos para facilitar la priorización de los posibles riesgos ergonómicos y la vigilancia de las poblaciones trabajadoras ocupacionalmente expuestas (POE).

Materiales y métodos

El enfoque de esta investigación es de carácter cuantitativo. Es un estudio psicométrico para validación de una escala que identifique los peligros ergonómicos presentes en un centro de trabajo y su posible nivel de riesgo.

De manera transversal, se aplicó un cuestionario de 24 ítems basados en el estudio de Olaizola y Urbaneja (2003) que identifica los riesgos ergonómicos específicos a los que se habían expuesto trabajadores que habían sufrido una enfermedad profesional osteomuscular. Los ítems fueron medidos en una escala dicotómica de Sí (1) y No (0), los cuales valoraban cinco grupos de peligros ergonómicos: Modo de trabajo (ítem 1 al 5); Posturas en el trabajo (ítem 6 al 11); Repetición (ítem 12 al 16); Carga (ítem 17 al 21) y Uso de herramientas (ítem 22 al 24), como se muestra en la tabla 1.

La Escala de Peligros Ergonómicos (ERGO-EST) se validó con datos obtenidos de una muestra no probabilística de 3.688 trabajadores de la industria manufacturera, de los estados de Ciudad de México, Querétaro, Estado de México y Guanajuato, que completaron el cuestionario y firmaron la hoja de consentimiento informado durante el periodo 2017-2019. El 63% (2.312) de los trabajadores fueron hombres y el 37% mujeres (1.376). El 70% (2.582) tuvo escolaridad hasta preparatoria y el otro 30% (1.106) licenciatura o posgrado con una edad promedio de 35 años (DE= 10,9).

A los voluntarios estudiados se les aplicó al mismo tiempo un cuestionario sobre la presencia lesión de columna lumbar diagnosticada durante los 12 meses previos al estudio y de molestias musculoesqueléticas (dolor de cuello, espalda, mano-muñeca, brazos y/o piernas), sentirse estresado, dificultad para dormir y ansiedad, experimentados durante los 15 días previos a la aplicación.

Tabla 1. Escala inicial de evaluación ergonómica.

Trabaja 2 o más horas diarias en las siguientes condiciones		
Ítem	1	0
1. Trabaja de pie	Sí	No
2. Trabaja sentado	Sí	No
3. Sube o baja escaleras o rampas	Sí	No
4. Mantiene posturas forzadas como: arrodillado, tumbado	Sí	No
5. Está siempre en movimiento	Sí	No
6. Se agacha al trabajar	Sí	No
7. Estira su cuerpo y brazos al trabajar	Sí	No
8. Se inclina al trabajar	Sí	No
9. Se vuelve hacia atrás al trabajar	Sí	No
10. Sus manos están por encima de la cabeza	Sí	No
11. Sus codos están a la altura del pecho	Sí	No
12. Repite movimientos con los dedos	Sí	No
13. Repite movimientos de barrido	Sí	No
14. Repite movimientos de atornillado–desatornillado	Sí	No
15. Repite movimientos de tomar-dejar con las manos	Sí	No
16. Repite movimientos de tomar-dejar con los dedos	Sí	No
17. Maneja y levanta cargas/objetos de más de 6 kg	Sí	No
18. Transporte de cargas	Sí	No
19. Realiza fuerza	Sí	No
20. Sostiene cargas con las manos	Sí	No
21. Sostiene cargas con los dedos	Sí	No
22. Uso de herramientas que vibran	Sí	No
23. Flexiona o extiende la mano (al usar herramientas)	Sí	No
24. Inclina de forma lateral la mano (al usar herramientas)	Sí	No

Análisis estadístico

Inicialmente se realizó el análisis descriptivo de los reactivos comparando los puntajes por sexo y se evaluó la correlación de cada ítem con la puntuación final de la escala.

Para identificar los componentes principales independientes de la escala se empleó un análisis de reducción de factores, mediante un Análisis Factorial Exploratorio, AFE, con rotación ortogonal método Varimax. Se consideró un valor de saturación mayor a 0,40 y se analizó el número final de factores. Para analizar si los reactivos están suficientemente interrelacionados (Nunnally & Bernstein, 1995), se utilizó la prueba de esfericidad de Bartlett, estableciendo un nivel de significancia igual o menor a 0,05 y para analizar la matriz de intercorrelación de los datos se utilizó la medida de adecuación muestral de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO), con un valor esperado igual o superior a 0,70.

Los factores obtenidos en la escala exploratoria se sometieron a un análisis inicial de fiabilidad por medio de la prueba alfa de Cronbach. Posteriormente, el Análisis Factorial Confirmatorio se hizo mediante la técnica de ecuaciones estructurales, con el método de aproximación de máxima verosimilitud a fin de probar la estructura factorial obtenida, reportando los indicadores de validación del modelo propuestos por la NOM 035 STPS-2018 (STPS, 2018, 23 de noviembre). Se consideraron los siguientes valores de bondad de ajuste: GFI mayor a 0,90, error de aproximación (RMSEA) menor a 0,05; residuo cuadrático medio (RMSR) menor a 0,08; ajuste (CFI) mayor a 0,90; parsimonia de mayor con el índice de ji

cuadrada normalizada menor o igual a 5. En caso de que el valor de RMSEA no alcance 0,05, se espera que el valor de ajuste normal NFI sea mayor o igual a 0,90.

Se calculó el coeficiente de fiabilidad Omega de McDonald para escalas dicotómicas; para cada subescala se calculó el Alpha de Cronbach, Varianza Media Extraída (esperando un valor mayor a 0,50) y Fiabilidad Compuesta (esperando un valor mayor a 0,70).

De la escala final y sus dimensiones, se comparó la puntuación por sexo. Por encontrar diferencias significativas, además de calcular el baremo global se incluye la puntuación para hombres y para mujeres. Para establecer los baremos se utilizan los percentiles 25, 50 y 75.

Finalmente, para el análisis concurrente, se utilizó como punto de corte el percentil 75 de cada uno de los factores obtenidos, considerando los puntajes a ese nivel o mayor como exposición alta al peligro y se analizó la asociación de los puntajes de los diferentes peligros ergonómicos con la patología musculoesquelética reportada por los trabajadores estudiados. Como medida de asociación se calculó la Razón de Momios y su IC95%.

Resultados y discusión

Diferencias por sexo

Los valores promedio por sexo muestran que hay diferencias significativas, siendo el grupo masculino los que tienen mayor número de condiciones ergonómicas peligrosas; solo en el ítem de codos al nivel del pecho no hubo diferencias (ver tabla 2). El análisis de correlación mostró que todos los ítems correlacionan adecuadamente con el constructo excepto trabajar sentado ($r = -0,34$).

Tabla 2. Diferencias por sexo de las condiciones ergonómicas de la escala.

	Masculino			Femenino			Total			Diferencias medias
	Media	N	DE	Media	N	DE	Media	N	DE	
1. Pie	0,75	2312	0,45	0,66	1376	0,49	0,72	3688	0,47	0,10***
2. Sentado	0,43	2312	0,51	0,53	1376	0,51	0,47	3688	0,51	-0,10***
3. Escalera	0,47	2312	0,54	0,42	1376	0,50	0,45	3687	0,52	0,05***
4. Arrodillado	0,23	2312	0,42	0,16	1376	0,37	0,20	3688	0,40	0,07***
5. Movimiento	0,81	2312	0,40	0,72	1376	0,45	0,78	3687	0,42	0,09***
6. Agacha	0,57	2312	0,50	0,45	1376	0,50	0,52	3687	0,50	0,12***
7. Estira	0,72	2312	0,45	0,60	1376	0,49	0,67	3688	0,47	0,12***
8. Inclina	0,63	2312	0,48	0,53	1376	0,50	0,59	3688	0,49	0,10***
9. Atrás	0,42	2312	0,49	0,31	1376	0,46	0,38	3688	0,49	0,11***
10. Cabeza	0,23	2312	0,42	0,17	1376	0,38	0,21	3687	0,41	0,06***
11. Codos	0,56	2312	0,50	0,54	1376	0,50	0,55	3688	0,50	0,02
12. Dedos	0,70	2312	0,46	0,76	1376	0,42	0,73	3688	0,45	-0,06***
13. Barrido	0,40	2312	0,49	0,30	1376	0,46	0,36	3687	0,48	0,10*
14. Atornillado	0,31	2312	0,46	0,22	1376	0,41	0,28	3688	0,45	0,09***
15. Tomar dejar-manos	0,73	2312	0,45	0,69	1376	0,46	0,71	3687	0,45	0,04***
16. Tomar dejar-dedos	0,69	2312	0,46	0,65	1376	0,48	0,67	3688	0,47	0,04***
17. Maneja-levanta cargas	0,56	2312	0,50	0,30	1376	0,46	0,46	3688	0,50	0,26***

	Masculino			Femenino			Total			Diferencias medias
	Media	N	DE	Media	N	DE	Media	N	DE	
18. Transporte cargas	0,47	2312	0,51	0,21	1376	0,41	0,37	3688	0,49	0,26***
19. Fuerza	0,58	2312	0,49	0,39	1376	0,49	0,51	3686	0,50	0,20***
20. Sostiene-manos	0,53	2312	0,51	0,38	1376	0,49	0,47	3687	0,51	0,15***
21. Sostiene-dedos	0,42	2312	0,51	0,28	1376	0,45	0,37	3687	0,49	0,14***
22. Vibra	0,25	2312	0,43	0,13	1376	0,34	0,21	3688	0,41	0,12***
23. Flexión mano	0,52	2312	0,51	0,39	1376	0,49	0,47	3688	0,51	0,13***
24. Lateral mano	0,41	2312	0,54	0,29	1376	0,46	0,37	3688	0,52	0,12***
SUMA	12,38	2305	5,78	10,08	1376	5,09	11,52	3679	5,64	2,30***

Análisis factorial

Con los 24 ítems se obtuvieron valores de esfericidad y muestreo adecuados (KMO: 0,91; Chi cuadrada= 29671,634, gl=276, p=0,000).

La extracción inicial mostró seis factores que explican el 59,9% del total de la varianza. Se eliminaron del análisis estar de postura de pie o sentado, que es una condición solo para el registro (ítem 1 y 2) y se volvió a correr el análisis. Los ítems 3 y 13 no cargaron en algún componente y los ítems 4, 5 y 9 se excluyeron al obtener una saturación muy baja. Nuevamente se volvió a correr el análisis de reducción de ítems con rotación Varimax y finalmente se obtuvieron cinco componentes con adecuados valores de extracción (KMO= 0,90, Chi cuadrada= 25140,57, gl= 153, p= 0,000) y una varianza explicada del 58,83% (ver tabla 3).

Tabla 3. Matriz de componentes rotados.

	Componente				
	1	2	3	4	5
Ítem 17	0,777				
Ítem 18	0,769				
Ítem 20	0,751				
Ítem 19	0,718				
Ítem 21	0,614				
Ítem 8		0,746			
Ítem 6		0,714			
Ítem 7		0,708			
Ítem 5		0,544			
Ítem 9		0,523			
Ítem 22			0,764		
Ítem 24			0,752		
Ítem 14			0,715		
Ítem 23			0,582		
Ítem 12				0,748	
Ítem 16				0,734	
Ítem 15				0,704	
Ítem 11					0,704
Ítem 10					0,685
Ítem 4					0,482

Nota. Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación:

Normalización Varimax con Kaiser. a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Se obtuvo la fiabilidad de la escala con 17 elementos, obteniendo un valor de Alfa de Cronbach adecuado (0,88) sin mostrar mejora sustancial al eliminar algún otro ítem. Con esta matriz de componentes se inició el análisis confirmatorio.

Análisis factorial confirmatorio

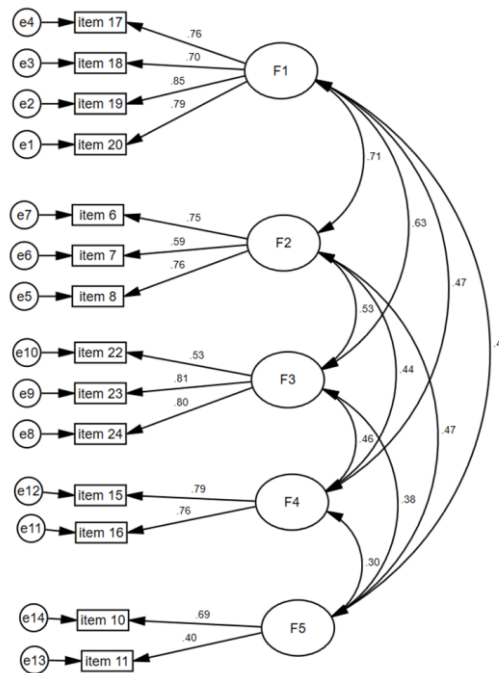
Se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio mediante la técnica de ecuaciones estructurales usando el método de aproximación de máxima verosimilitud.

En el modelo confirmatorio, se evaluaron tres modelos, dejando al final el que mostró las mejores medidas de ajuste y conservando los lineamientos ergonómicos de las normas ISO 11228-1, 2 y 3. Los ítems 3, 4, 5, 9 y 13 fueron eliminados del modelo final y se incluyeron los ítems 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24, categorizados en cinco dimensiones (ver tabla 4 y figura 2).

Tabla 4. Resumen del modelo de ecuaciones estructurales final.

Medida	Indicador	Valor	Calificación		
			Baja	Media	Alta
Medidas absolutas de ajuste	Estadístico-Ratio de Verosimilitud Chi-Cuadrado (X ²)	9,5	x		
	Índice de Bondad de Ajuste (GFI)	0,98			x
	Residuo Cuadrático Medio (RMSR)	0,01			x
	Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA)	0,04			x
Medidas del ajuste incremental	Índice Ajustado de Bondad de Ajuste (AGFI)	0,96			x
	Índice del Ajuste Normal (NFI)	0,96			x
	Índice de Ajuste Comparado (CFI)	0,96			x

Figura 2. Modelo estructural de la escala final de condiciones ergonómicas en el trabajo.



Nota. Modelo estructural de la escala incluye los ítems 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23 y 24, quedando excluidos los ítems 3, 4, 5, 9, 13, 14, 21 que generaba covariación con otros ítems. Las categorías de agrupación fueron F1: Manejo y transporte de cargas; F2: Posturas forzadas; F3: Uso de herramientas; F4: Repetición en manos-dedos y F5: Postura de tronco.

Escala final

La puntuación promedio final de la escala muestra diferencias significativas por sexo tanto en la escala completa ($t= 13,36$) como en las subescalas F1 al F5 ($t= 16,11$; $t= 8,98$; $t= 10,07$; $t= 2,73$; $t= 3,37$ respectivamente) como se muestra en la tabla 5. La Varianza Media Extraída y la Fiabilidad Compuesta fue adecuada, excepto para la subescala F5 (tabla 5). La escala final de condiciones ergonómicas con 14 reactivos obtuvo un valor de fiabilidad de Alpha de Cronbach de 0,86 y una fiabilidad Omega de McDonald de 0,94 (tabla 6).

Tabla 5. Estadísticas de la escala final.

	Masculino				Femenino				Diferencia media	VME	FC
	N	Media	DE	MEE	N	Media	DE	MEE			
Global	2312	7,26	4,11	0,08	1376	5,51	3,59	0,09	1,75***	-	-
F1	2312	2,05	1,68	0,03	1376	1,19	1,46	0,04	0,86***	0,60	0,96
F2	2312	1,88	1,17	0,02	1376	1,52	1,24	0,03	0,36***	0,50	0,92
F3	2312	1,14	1,19	0,02	1376	0,77	0,99	0,03	0,37***	0,53	0,94
F4	2312	1,41	0,82	0,02	1376	1,33	0,83	0,02	0,08***	0,60	0,93
F5	2312	0,78	0,75	0,02	1376	0,70	0,67	0,02	0,08***	0,32	0,80

Nota: DE: Deviación estándar; MEE: Media de error estándar; VME: varianza media extraída; FC: fiabilidad compuesta. *** $p < 0,001$.

Tabla 6. Escala final de peligros ergonómicos.

Trabaja 2 o más horas diarias en las siguientes condiciones:		
Sección inicial de identificación de la postura corporal durante el trabajo que se realiza:		
Trabaja de pie	Sí	No
Trabaja sentado	Sí	No
Condiciones ergonómicas. Alpha= 0,86; Media= 6,59; DE= 4,1	1	0
F1: Manejo y transporte de cargas. Alpha= 0,86; Media= 1,72; DE= 1,7		
1. Maneja y levanta cargas/objetos de más de 3 kg	Sí	No
2. Transporte de cargas	Sí	No
3. Realiza fuerza	Sí	No
4. Sostiene cargas con las manos	Sí	No
F2: Posturas forzada tronco. Alpha= 0,74; Media= 1,74; DE= 1,2		
5. Se agacha al trabajar	Sí	No
6. Estira su cuerpo y brazos al trabajar	Sí	No
7. Se inclina al trabajar	Sí	No
F3: Uso de herramientas. Alpha= 0,76; Media= 1; DE= 1,1		
8. Uso de herramientas que vibran	Sí	No
9. Flexiona o extiende la mano (al usar herramientas)	Sí	No
10. Inclina de forma lateral la mano (al usar herramientas)	Sí	No
F4: Repetición movimientos manos-dedos Alpha= 0,75; Media= 1,38; DE= 0,83		
11. Repite movimientos de tomar-dejar con las manos	Sí	No
12. Repite movimientos de tomar-dejar con los dedos	Sí	No
F5 Postura forzada extremidades superiores. Alpha= 0,43; Media= 1,75; DE= 0,72		
13. Sus manos están por encima de la cabeza	Sí	No
14. Sus codos están a la altura del pecho	Sí	No

Validez concurrente

El análisis de validez concurrente del instrumento analizó su asociación con el reporte de enfermedades, molestias musculoesqueléticas y accidentes de trabajo.

En la tabla 7 se observa que el Factor 1 “manejo y transporte de cargas”, se asoció significativamente con mayores probabilidades de accidentes de trabajo y lesiones de manos; el Factor 2 “posturas forzadas de tronco”, se asoció con accidentes y lesiones en manos; el Factor 3 “uso de herramientas” se relacionó con una mayor probabilidad de lesiones en manos, accidentes y lesión lumbar; el Factor 4 “movimientos repetitivos” con lesiones de mano y el Factor 5 “posturas forzadas de extremidad superior” mayor riesgo de accidentes y lesiones de mano y a nivel lumbar.

Tabla 7. Razón de Momios (I.C. 95%) en expuestos a peligros ergonómicos nivel alto y reporte de lesiones musculoesqueléticas y accidentes de trabajo.

	F1 Manejo y transporte de cargas	F2 Postura forzada de tronco	F3 Uso de herramientas	F4 Movimientos repetitivos	F5 Postura forzada de extremidad superior
Lesión lumbar			1,29 (1,04-1,61)		1,57 (1,21- 2,04)
Lesión en manos	1,77 (1,38-2,26)	1,32 (1,04-1,69)	2,21 (1,73-2,82)	1,71 (1,31-2,24)	1,79 (1,34-2,38)
Accidente de trabajo	2,38 (1,80-3,14)	1,72 (1,30-2,26)	1,88 (1,43-2,48)		2,38 (1,76-3,23)

Baremación del instrumento

La tabla 8 muestra la baremación de la escala total y por sexo. Usando los percentiles 25, 50 y 75, se propone la interpretación de los niveles de riesgo por cada peligro ergonómico (tabla 8) y por el sexo del trabajador.

Tabla 8. Niveles de riesgo propuesto por sexo y dimensión.

Percentiles	Condiciones ergonómicas		
	General	Masculino	Femenino
25	0-5 aceptable	0-7 aceptable	0-4 aceptable
50	6-10 medio	8-11 medio	5-8 medio
75	> a 10 inaceptable	> a 11, inaceptable	> a 8, inaceptable
	Manejo y transporte de cargas		
25	0 aceptable	0 aceptable	0 aceptable
50	1-3 medio	1-4 medio	1-2 medio
75	> a 3 inaceptable	> a 4 inaceptable	> a 2 inaceptable
	Posturas forzadas		
25	0 aceptable	0 aceptable	0 aceptable
50	1 medio	1 medio	1 medio
75	2 o más, inaceptable	2 o más, inaceptable	2 o más, inaceptable
	Uso de herramientas		
25	0 aceptable	0 aceptable	0 aceptable
50	1 medio	1 medio	1 medio
75	2 o más, inaceptable	2 o más, inaceptable	2 o más, inaceptable
	Repetición en manos-dedos		
25	0 aceptable	0 aceptable	0 aceptable
50	1 medio	1 medio	1 medio
75	>1 inaceptable	>1 inaceptable	>1 inaceptable
	Postura forzada de tronco		
25	0 aceptable	0 aceptable	0 aceptable
50	1 medio	1 medio	1 medio
75	>1 inaceptable	>1 inaceptable	>1 inaceptable

Conclusiones

El cuestionario ERGO-EST es una herramienta de fácil uso, tiene la ventaja significativa de medir la percepción de los trabajadores sobre el riesgo al que están expuestos, considerando, para ello, la evaluación simultánea de diversos factores de riesgo ergonómico, permitiendo de manera rápida identificar factores de riesgo ergonómicos derivados del manejo y transporte de cargas, posturas forzadas, uso de herramientas, repetición en manos-dedos y postura forzada de tronco.

Los factores absolutos de ajuste del índice de bondad de ajuste (GFI), error de aproximación cuadrático medio (RMSEA), índice de error de cuadrático medio (RMR) e índice de ajuste comparado son adecuados. También las medidas de ajuste incremental del modelo se mostraron aceptables con el número de coeficientes estimados necesarios para conseguir el nivel de ajuste en sus índices de bondad de ajuste (AGFI), índice no normalizado de ajuste (NNFI) e índice de ajuste comparado (CFI). El modelo estructural del instrumento muestra un ajuste absoluto no aceptable del valor de ji cuadrada al obtener un valor mayor a 5, lo que pudo haberse afectado por la inclusión de preguntas asociadas a posturas de tronco que obtenían un nivel de carga menor a 0,70, pero por ser estas posturas importantes

peligros ergonómicos, se decidió conservar los reactivos de baja carga para mantener una concordancia teórica de los riesgos críticos asociados a posturas de tronco expresadas en la normatividad y la literatura (Ricci et al., 1998; ISO-11228-1, 2003; ISO-11228-2, 2007; STPS, 2018, 23 de noviembre).

La validación concurrente del cuestionario muestra que los factores del instrumento expresan el nivel de exposición a distintos peligros ergonómicos y cuando su nivel de exposición es elevado, se asocia con una mayor probabilidad de reporte de trastornos musculoesqueléticos. Lo anterior lo vuelve un instrumento útil para las acciones de vigilancia de la salud musculoesquelética.

El cuestionario ERGO-EST es un cuestionario de identificación de los peligros y su aplicación no sustituye la evaluación detallada de la biomecánica y la exposición por cada región del cuerpo, ni suple a los diversos métodos ergonómicos para estimación o evaluación específica disponibles (Asensio-Cuesta et al., 2012). La propuesta de interpretación de las puntuaciones de cada dimensión obtenida mediante el análisis de cada factor de riesgo permite la identificación de los factores de riesgo más críticos y la priorización de intervenciones ergonómicas tempranas con el fin de establecer mejoras.

Además, es un instrumento de rápida aplicación, alta aceptación entre los trabajadores y no requiere técnicas especiales de formación para su aplicación. Al acompañar este cuestionario con el levantamiento de molestias por segmentos corporales, permite la atención temprana y la disminución de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral.

Referencias

- Asensio-Cuesta, S., Bastante-Ceca, M. J., & Diego-Más, J. A. (2012). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Editorial Paraninfo.
- Coluci, M., Alexandre, N. M., & Rosecrance, J. (2009). Reliability and validity of an ergonomics-related Job Factors Questionnaire. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(6), 995-1001. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2009.08.011>
- Descatha, A., Roquelaure, Y., Caroly, S., Evanoff, B., Cyr, D., Mariel, J., & Leclerc, A. (2009). Self-administered questionnaire and direct observation by checklist: comparing two methods for physical exposure surveillance in a highly repetitive tasks plant. *Applied Ergonomics*, 40(2), 194-198. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.04.001>
- Hildebrandt, V. H., Bongers, P. M., Van Dijk, F. J. H., Kemper, H. C. G., & Dul, J. (2001). Dutch Musculoskeletal Questionnaire: Description and basic qualities. *Ergonomics*, 44(12), 1038-1055. <https://doi.org/10.1080/00140130110087437>
- International Organization for Standardization. (2003). *ISO 11228-1:2003. Ergonomics-Manual handling. Part 1: Lifting and carrying*. <https://www.iso.org/standard/26520.html>
- International Organization for Standardization. (2007). *ISO 11228-2:2007. Ergonomics-Manual handling. Part 2: Pushing and pulling*. <https://www.iso.org/standard/26521.html>
- Mendinueta-Martínez, M. E., & Herazo-Beltrán, Y. (2014). Percepción de molestias musculoesqueléticas y riesgo postural en trabajadores de una institución de educación superior. *Revista Científica Salud Uninorte*, 30(2), 170-179. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/6738>
- Nogareda, S., & Canosa, M. M. (1998). *NTP 477: Levantamiento manual de cargas: Ecuación del NIOSH*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_477.pdf/ac6514ab-a43f-4fe4-bb93-ac1a65d9c19d
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. J. (1995). *Teoría psicométrica (3ª ed)*. Editorial Mc Graw Hill Latinoamericana.
- Olaizola, I., & Urbaneja, F. (2003). *Enfermedades profesionales osteomusculares y factores de riesgo ergonómicos: Estudio trasversal*. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. https://www.osalan.euskadi.eus/publicaciones//contenidos/libro/ergonomia_200330/es_200330/index.shtml
- Ricci, M. G., De Marco, F., & Occhipinti, E. (1998). Criteria for the health surveillance of workers exposed to repetitive movements. *Ergonomics*, 41(9), 1357-1363. <https://doi.org/10.1080/001401398186360>
- Sabastizagal-Vela, I., Astete-Cornejo, J., & Benavides, F. G. (2020). Condiciones de trabajo, seguridad y salud en la población económicamente activa y ocupada en áreas urbanas del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(1), 32-41. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.371.4592>
- Scientific Committee for Musculoskeletal Disorders of the ICOH. (1996). Musculoskeletal disorders: work-related risk factors and prevention. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 2(3), 239-246. <https://doi.org/10.1179/oeh.1996.2.3.239>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014, 13 de noviembre). *Reglamento federal de seguridad y salud en el trabajo*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018, 23 de octubre). *NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018#gsc.tab=0

- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018, 23 de noviembre). *NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas.* https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html
- Stock, S. R., Fernandes, R., Delisle, A., & Vézina, N. (2005). Reproducibility and validity of workers' self-reports of physical work demands. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 31(6), 409-437. <https://doi.org/10.5271/sjweh.947>
- Unión General de Trabajadores. (2020). *Prevención de riesgos laborales y condiciones de trabajo.* <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiNi8ix7tT7AhWllkQIHQBKwQFnoECBAQAQ&url=http%3A%2F%2Fportal.ugt.org%2Fcampanas%2Fcondicionesdetrabajo.pdf&usg=AOvVawooZ-KOPvsBsg64roBIO3ZU>