



Análisis biomecánico de una tarea de manipulación manual de cargas realizada por un trabajador en una panadería tradicional de Zapopan, Jalisco, México

Fredy Cándido Gutiérrez Espinosa¹, Elvia Luz González Muñoz¹
Maestría en Ergonomía, CUAAD, Universidad de Guadalajara

Introducción y objetivo

Las panaderías locales del Área Metropolitana de Guadalajara emplean métodos de producción semiautomatizados y tradicionales. Pese a tener equipos mecánicos, el pan se elabora principalmente con procesos manuales. Este estudio de caso, tuvo como objetivo analizar el puesto de trabajo del panadero responsable del horneado e identificar sus posturas durante un ciclo de trabajo (Figura 1) en el transcurso de su jornada en una panadería de Zapopan, Jalisco, para evaluar el riesgo ergonómico de la estación y herramientas, obteniendo datos que permitan establecer acciones preventivas contra trastornos musculoesqueléticos (TME).



Figura 1. Panadero ejecutando tareas manuales en su estación de trabajo. Elaboración propia.

Materiales y método

Estudio de caso transversal, no experimental, con enfoque cuantitativo, exploratorio y observacional. Se aplicó un cuestionario para obtener datos demográficos y se realizó un análisis de tareas durante un ciclo de trabajo. Se usó un dinamómetro hidráulico de mano Baseline® - Lite de 5 posiciones y un cono graduado para medir el diámetro de empuñadura. Se aplicó el método OWAS de evaluación ergonómica y el software 3DSSPP® (Universidad de Michigan, 2011) para análisis biomecánico.

Resultados

El participante fue un empleado masculino de 22 años. Los datos antropométricos y biomecánicos se presentan en la Tabla 1 junto con los de la estación de trabajo y la herramienta. Tras el análisis del puesto (Gómez Bull et al., 2012) se detectó que la tarea principal es la operación manual de la pala de madera para introducir masa al horno en postura de bipedestación. Se definieron cuatro subtareas a partir de un ciclo de trabajo de 4 segundos. La Tabla 2 las describe junto con la frecuencia y porcentaje de repetición, siendo la subtarea *Introducción completa* la de mayor frecuencia.

Se evaluaron las posturas con el método OWAS y basados en la codificación numérica, se estableció que la subtarea *Segundo desplazamiento* corresponde a un Nivel de Riesgo 3 y se requiere de acciones correctivas lo antes posible. Asimismo, las subtareas *Agarre*, *Primer desplazamiento* e *Introducción completa*, se valoraron con un Nivel de Riesgo 2, que sugiere intervención en el método de trabajo en un futuro cercano (Tabla 3).

El análisis con 3DSSPP® indicó que la subtarea *Agarre* solo puede realizarla el 55% de la población con las características antropométricas del participante que cuenten con la capacidad de fuerza en las muñecas, asimismo, existe desplazamiento del centro de gravedad en la postura en bipedestación, indicando un balance inaceptable. El *Segundo desplazamiento* indica 0% para la capacidad de fuerza del hombro, un porcentaje inaceptable para realizar la subtarea con seguridad. Las compresiones máximas reportadas sobre el disco intervertebral L4-L5 son de 935 N y 828 N, que indican un riesgo bajo para la zona lumbar (Tabla 4).

Tabla 1: Datos antropométricos y biomecánicos del operador y especificaciones de la estación.

Panadero (horneado de pan)	Dato	Estación de trabajo	Valor
Estatura	1.74 m	Temperatura del horno	200°C
Peso	95 kg	Altura a la puerta del horno (boca)	1.10 m
Fuerza de agarre mano Derecha	44 kg/f	Peso de pala de madera	8 kg
Fuerza de agarre mano Izquierda	28 kg/f	Longitud de pala de madera	3 m
Diámetro de empuñadura	43mm ø	Peso estimado de masa para pan	3.5 kg – 4 kg

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2: Análisis de subtareas, frecuencia y porcentaje de repetición.

Subtarea	Postura	Frecuencia	Porcentaje	Subtarea	Postura	Frecuencia	Porcentaje
1. Agarre de pala con ambas manos		25	23.15%	3. Segundo desplazamiento a fondo para colocar masa en el espacio que requiere		20	18.50%
2. Primer desplazamiento de pala con masa de panes para orientar al horno		10	9.25 %	4. Introducción completa de pala para depositar la masa en el interior del horno		53	49.10 %
Total (Tiempo de ciclo: 4 segundos)						108 (Frames)	100%

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3: Análisis OWAS.

Subtarea	Descripción de Postura / Código OWAS	Nivel de riesgo	Recomendación
1. Agarre	-Espalda doblada: 2 -Los dos brazos bajos: 1 -De pie: 2 -Carga entre 10kg y 20kg: 2	2	Requiere acciones correctivas en un futuro cercano
2. Primer desplazamiento	-Espalda doblada: 2 -Un brazo abajo y otro elevado: 2 -De pie: 2 -Carga entre 10kg y 20kg: 2	2	Requiere acciones correctivas en un futuro cercano
3. Segundo desplazamiento	-Espalda doblada: 2 -Un brazo abajo y otro elevado: 2 -Sobre rodillas flexionadas: 4 -Carga < 10kg: 1	3	Requiere acciones lo antes posible
4. Introducción completa	-Espalda doblada: 2 -Los dos brazos bajos: 1 -Sobre pierna recta: 3 -Carga < 10kg: 1	2	Requieren acciones correctivas en un futuro cercano

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4: Análisis 3DSSPP®.

Subtarea	Hallazgos en segmentos corporales con software 3DSSPP	Rango / tipo de riesgo
1. Agarre	Muñecas: 55% Balance: Inacceptable	Riesgo moderado Riesgo de caída
2. Primer desplazamiento	Muñecas: 61% Codo: 76% Compresión espalda baja L4-L5: 935 N	Riesgo moderado Riesgo moderado Riesgo bajo
3. Segundo desplazamiento	Muñecas: 56% Hombro: 0%	Riesgo moderado Riesgo de lesión
4. Introducción completa	Muñecas: 85% Compresión espalda baja L4-L5: 828 N	Riesgo moderado Riesgo bajo

Nota: Elaboración propia.

Discusión y conclusiones

Las condiciones de la estación de trabajo y las posturas derivadas, representan riesgo de moderado a alto para el trabajador con base en los datos obtenidos mediante la aplicación del análisis de tareas, OWAS y 3DSSPP®. La exposición a los factores identificados en las 4 subtareas pueden ocasionar TME a mediano o largo plazo. En el *Agarre* se exponen las muñecas y existe riesgo de caída, en el *Primer desplazamiento* riesgo en codos y muñecas, en el *Segundo Desplazamiento* en hombros y en la *Introducción completa* en espalda y la postura de las piernas. Aunque 3DSSPP® marca riesgo bajo en la zona lumbar en el modelo estático, por lo tanto, se debe considerar la combinación de posturas para prevenir aumento en la compresión de L4-L5 en el ciclo de trabajo.

La intervención ergonómica es fundamental para reducir la carga postural en estos segmentos corporales, por consiguiente, se deben realizar acciones de mejora en la estación y la herramienta usada en este caso específico. Es pertinente la instalación de soportes auxiliares para introducir el pan al horno, junto con el rediseño de la pala de madera para optimizar el agarre. Con estas medidas se busca eliminar los riesgos ergonómicos detectados, sin alterar el proceso de manufactura tradicional del pan.

Referencias

·Gómez-Bull, K. G., Hernández-Arellano, J. L., & Ibarra-Mejía, G. (2015). *A Proposed Methodology for Task Analysis in Ergonomic Evaluations*. Procedia Manufacturing, 3, 4756-4760. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.573>

·Gómez Bull, K., Mejía, G. & Hernandez Arellano, J. (2012). *Biomechanical Analysis of a Manual Materials Handling Task in a Local Manufacturing Company*.

·Manual de trastornos musculoesqueléticos (2010). Secretaria de Salud Laboral CC.OO. Castilla y León.

·Diego-Mas, J. A. (s.f.) *Evaluación postural mediante el método OWAS*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible online: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>

·University of Michigan. (2011). 3D Static Strength Prediction Program™. University of Michigan