

Implementación de un dispositivo wearable para la mejora postural de la muñeca en administrativos: estudio piloto de factibilidad

Implementation of a wearable device to improve wrist joint postural behavior in administrative workers: a pilot feasibility study

Erika Pamela Moyolema Paz^{1,3}  0009-0006-5543-0827

Aracely Sotalín Córdor²

Edmundo Navarrete Arboleda³

¹ Asociación Iberoamericana de Telesalud y Telemedicina. Madrid, España.

² Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Quito, Ecuador.

³ Universidad Técnica del Norte, Facultad de posgrados, Ibarra, Ecuador.

Fechas · Dates

Recibido: 16/01/2025

Aceptado: 09/02/2025

Publicado: 15/01/2026

Correspondencia · Corresponding Author

Erika Pamela Moyolema Paz

Erika_pamela_24_03@hotmail.com

Estimada Directora,

El síndrome del túnel carpiano representó el 73,2% de enfermedades profesionales reportadas en España, entre 2011 y 2022, y en ese último año el sistema CEPROSS registró 12.051 enfermedades profesionales, de las cuales el 44% cursaron con incapacidad temporal^(1,2). Los enfoques clínicos tradicionales suelen intervenir en fases avanzadas, cuando las opciones se limitan a tratamientos conservadores o quirúrgicos, a pesar de que el factor de riesgo de exposición ergonómica es modificable. Los dispositivos wearable permiten monitorizar posturas y emitir retroalimentaciones inmediatas, lo que podría complementar las valoraciones estáticas clásicas como el método RULA⁽³⁾; sin embargo, su implementación en trabajadores administrativos ha sido escasamente evaluada.

Presentamos los resultados de un estudio piloto cuasi-experimental prospectivo pre-post sin grupo control, realizado en trabajadores administrativos de una empresa ecuatoriana en 2023. El estudio fue aprobado por el Comité de Talento Humano (resolución No. GTH-CNT-2023-06) y todos los participantes firmaron el consentimiento informado tras recibir información sobre los objetivos, procedi-

mientos, riesgos y beneficios, antes de su inclusión. De 500 trabajadores elegibles (20-65 años, sin patología osteomuscular de muñeca previa), 150 fueron seleccionados aleatoriamente y se les aplicó una adaptación exploratoria simplificada del método RULA para la articulación radiocarpiana. Los 15 con mayor puntuación de exposición constituyeron el subgrupo al que se le aplicó una intervención multicomponente. Esta incluyó capacitación en ergonomía postural y uso de 6 horas durante una semana del dispositivo I-Wrist-Wearable (I-WW). Se trata de un dispositivo de código abierto basado en Arduino que detecta posiciones de la muñeca mediante acelerómetro-giroscopio, emite vibración ante posturas no neutras (flexión/extensión o desviación $>30^\circ$ durante más de 5 minutos o más de 15 movimientos en 30 segundos) y sincroniza los datos con una aplicación móvil.

El desenlace principal fue la frecuencia de posturas no neutras por hora, registrada sin retroalimentación activa antes (P0) y después (P1) de la intervención. La significación estadística se evaluó mediante el test de Wilcoxon y el tamaño del efecto con la *d* de Cohen. La aceptabilidad se midió mediante el System Usability Scale (SUS)⁽⁴⁾. Los resultados analíticos de la intervención con los 15 participantes seleccionados se presentan en la Tabla 1. La frecuencia media de posturas no neutras por hora se redujo de manera estadísticamente significativa de un valor basal de $6,3 \pm 1,3$ a $2,3 \pm 0,8$ posturas/hora tras la intervención. La estimación del cambio mediante la mediana de Hodges-Lehmann fue de 4,0 posturas/hora (IC 95% no paramétrico: 3,5–4,5). Dado el reducido tamaño muestral y la evidencia de no normalidad de las diferencias (Shapiro-Wilk: $W = 0,756$; $p = 0,001$), se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, confirmando la significación del cambio ($W = 120$; $p < 0,001$). La reducción relativa media de la exposición ergonómica estimada fue del 63,3% ($DE \pm 9,4\%$). Asimismo, se obtuvo una magnitud del efecto muy elevada (*d* de Cohen para datos apareados = 4,32). El sistema wearable demostró una excelente aceptabilidad con una puntuación media de $83,3 \pm 6,5$ puntos en el System Usability Scale (SUS), situando al 100% de los usuarios en rangos calificados como aceptables o superiores.

Estos hallazgos preliminares sugieren que la combinación de educación ergonómica y monitorización activa mediante tecnología wearable es factible y promueve modificaciones conductuales posturales inmediatas en el personal administrativo. La elevada aceptabilidad reportada a través del SUS refuerza la viabilidad como herramienta de prevención secundaria, facilitando la adherencia de los usuarios en sus puestos de trabajo. No obstante, la magnitud del efecto debe interpretarse con cautela debido a limitaciones metodológicas intrínsecas: el seguimiento a corto plazo (una semana), la ausencia de un grupo control, un tamaño muestral reducido, el uso de una herramienta de medición no validada psicométricamente y el posible sesgo por efecto Hawthorne o regresión a la media.

Tabla 1. Variables de comportamiento postural, exposición ergonómica y usabilidad en el subgrupo de intervención. Prueba piloto, 15 participantes.

Variable evaluada	Línea basal (Pre)	Post-intervención	Estadístico de contraste/indicador	Valor p/ Magnitud
Frecuencias de posturas no neutras (posturas/hora, Media $\pm$ DE)	6,3 $\pm$ 1,3	2,3 $\pm$ 0,8	Wilcoxon: W=120	p < 0,001
Mediana de Hodges-Lehmann (IC 95% no paramétrico)	-	4,0 (3,5 a 4,5)	d de Cohen	4,32*
Reducción relativa de exposición (%)	-	63,3% $\pm$ 9,4%	Mediana (RIC)	60%
Puntuación del Sistema de Usabilidad (SUS)	-	83,3 $\pm$ 6,5	Rango obtenido	70,0 a 95,0 (>68)

* Efecto grande.

Aunque el carácter multicomponente impide atribuir los cambios exclusivamente al dispositivo, este estudio piloto aporta una base científica de factibilidad y aceptabilidad que justifica el diseño de ensayos controlados aleatorizados a gran escala, con seguimientos a largo plazo, indispensables para determinar el impacto real y la reducción de la morbilidad por trastornos musculoesqueléticos ocupacionales. En el contexto de la medicina del trabajo, donde la detección precoz de la exposición ergonómica podría contribuir a reducir la exposición ergonómica asociada al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo.

Referencias

1. Observatorio de Enfermedades Profesionales (CEPROSS) y de Enfermedades Causadas o Agravadas por el Trabajo (PANOTRATSS). Informe Anual 2022 [Internet]. Madrid: Seguridad Social; 2023 [citado 2024 ene 10]. Disponible en: <https://www.seg-social.es/wps/wcm/connect/wss/5b153e97-94fb-4271-ad07-6b8dbf192625/Informe+anual+2022.pdf>
2. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Epidemiología de las patologías no traumáticas: 11 años de PANOTRATSS [Internet]. Madrid: INSST; 2022 [citado 2024 ene 10]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Epidemiologia+de+patologias+no+traumaticas+11+anos+de+PANOTRATSS.pdf>
3. Lowe BD, Dempsey PG, Jones EM. Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Appl Ergon*. 2019;81:102882. doi:10.1016/j.apergo.2019.102882
4. Brooke J. SUS: a quick and dirty usability scale. En: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, McClelland IL, editores. *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor & Francis; 1996. p. 189-194.