

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **DESIGN OF AN ERGONOMIC BACK SUPPORT TO PREVENT LUMBAR INJURIES**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Gino Leonardo Solis Sparrow**

**Código 20181817**

**Jair Dario Angeles Morales**

**Código 20182246**

**Asesor**

**Marcos Fernando Ruiz-Ruiz**

Lima – Perú

Octubre de 2024

**Propuesta**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

**Título**

Design of an ergonomic back support to prevent lumbar injuries

**Autor(es)**

[20181817@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20181817@aloe.ulima.edu.pe)

[20182246@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20182246@aloe.ulima.edu.pe)

Universidad de Lima

**Resumen:** El dolor lumbar es un problema generalizado entre las personas que realizan tareas que requieren periodos prolongados de posicionamiento estático. La prevalencia de este problema musculoesquelético ha aumentado en los últimos tiempos. El objetivo de este estudio es conceptualizar un sistema de apoyo ergonómico orientado específicamente a evitar las lesiones lumbares relacionadas con los hábitos sedentarios. Mediante un experimento exhaustivo que incluye el análisis de los respaldos ergonómicos existentes y el posterior desarrollo de un prototipo mediante procesos de escaneado, diseño y fabricación en 3D. Se realizó un estudio con un grupo de participantes voluntarios, para evaluar la eficacia del accesorio lumbar de nuevo diseño. Los resultados revelan que el producto ergonómico contribuye a aumentar la duración del mantenimiento de una postura correcta y a reducir la presión sobre la espalda. postura correcta, una reducción de la presión sobre las vértebras lumbares cruciales (L4/L5 y L5/S1) y una mejora y una mejora general de los niveles de comodidad. Esta innovación es prometedora para abordar los crecientes retos asociados al dolor lumbar en el contexto de los modernos entornos de trabajo sedentarios. Es por ello que se formuló la siguiente pregunta: ¿el diseño de un respaldo ergonómico previene las lesiones músculo-esqueléticas en la zona baja de la espalda en personas que trabajan en un escritorio y tienen un estilo de vida sedentario? El diseño metodológico del estudio se basa en un enfoque experimental. Se desarrolla un prototipo de un respaldo ergonómico utilizando diseño y fabricación con escaneo 3D, y se prueba su efectividad en un grupo de participantes. La metodología incluye la comparación del desempeño de los participantes con y sin el respaldo ergonómico en un entorno controlado, midiendo variables como la postura, la compresión lumbar de las vértebras L4/L5 y L5/S1, y la concentración durante la realización de tareas.

**Palabras Clave:** Diseño 3D, Diseño y Usabilidad, Diseño para la Seguridad, Factores Humanos, Diseño de Interacción.

**Abstract:** Low back pain is a widespread issue among individuals engaged in tasks requiring prolonged periods of static positioning. This musculoskeletal challenge has seen a surge in prevalence in recent times. The focal point of this study is to conceptualize an ergonomic support system specifically geared towards averting lumbar injuries linked to sedentary habits. Through a comprehensive experiment involving the analysis of existing ergonomic backrests and the subsequent development of a prototype using 3D scanning, design, and manufacturing processes, a solution was crafted. A study, incorporating a group of voluntary participants, was executed to assess the efficacy of the newly designed lumbar accessory. Findings reveal that the ergonomic product contributes to an increase in the duration of maintaining a correct posture, a reduction in pressure on crucial lumbar vertebrae (L4/L5 & L5/S1), and an overall enhancement in comfort levels. This innovation holds promise for addressing the escalating challenges associated with low back pain in the context of modern sedentary work environments. Therefore, the following question was asked: does the design of an ergonomic backrest prevent musculoskeletal injuries in the lower back in people who work at a desk and have a sedentary lifestyle? The methodological design of the study is based on an experimental approach. A prototype of an ergonomic back support is developed using 3D scanning design and fabrication, and its effectiveness is tested on a group of participants. The methodology includes comparing the performance of participants with and without the ergonomic backrest in a controlled environment,

measuring variables such as posture, lumbar compression of the L4/L5 and L5/S1 vertebrae, and concentration during task performance.

**Keywords:** 3D Design, Design and Usability, Design for Safety, Human Factors, Interaction Design.

**Línea de investigación IDIC – ULIMA**

**Área y Sub-áreas de Investigación:**

Ergonomics & Human Factors. Ergonomic Basics, Work Capacity and Fatigue, Design of Repetitive Tasks, Design for Standing and Sitting

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS)** relacionado (s) al tema de investigación.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se ha identificado que el problema de los puestos de trabajo tipo oficina (escritorios) es la falta de ergonomía, y algunas de las soluciones propuestas desde los artículos revisados promueven una lista de consejos basados en una buena postura al sentarse en respaldos (Papalia et al. 2022). Además, se demostró que existe conocimiento y predisposición a sentarse correctamente entre el público que padece dolor musculoesquelético (Bontrup et al. 2019). Adicionalmente, se presenta la solución de utilizar medidas antropométricas en el diseño de ambientes donde se ubica un grupo de estudiantes, lo que demuestra que los modelos actuales de puestos de estudio no están orientados ergonómicamente, y se presentaron casos de usuarios jóvenes con dolor musculoesquelético (Incekara 2022). El tipo de lesión lumbar más común está relacionada con las vértebras L4/L5 y L5/S1 debido a sus rangos de mayor intensidad de dolor durante un periodo más largo, y la generación de problemas degenerativos con el paso del tiempo (Skryabin et al. 2023).

Se realizó una revisión de 5 de los diferentes diseños que poseen características ergonómicas desde 1985 hasta el 2022 para identificar como aportan cada una a la reducción de lesiones lumbares.

Ante el problema previamente planteado, ¿el diseño de un respaldo ergonómico previene las lesiones músculo-esqueléticas en la zona baja de la espalda en personas que trabajan en un escritorio y tienen un estilo de vida sedentario?

### OBJETIVOS

Objetivo principal: El objetivo de este estudio es diseñar un respaldo ergonómico que prevenga las lesiones lumbares causadas por un estilo de vida sedentario y largas horas en un puesto de trabajo de escritorio.

Objetivo secundario: Mediante la creación y prueba de un prototipo funcional de respaldo, este estudio podría proporcionar una visión sobre el efecto que un accesorio ergonómico tiene en la reducción de lesiones lumbares y dolores de espalda que distraen al usuario de la realización de sus actividades.

### JUSTIFICACIÓN

La justificación del estudio radica en la alta prevalencia del dolor lumbar entre personas que realizan tareas que requieren estar sentados durante períodos prolongados, especialmente en entornos de trabajo de oficina con baja ergonomía. El problema se ha exacerbado por el aumento de trabajos sedentarios y la falta de herramientas ergonómicas adecuadas, lo que ha llevado a un incremento en los problemas musculoesqueléticos, especialmente en la zona lumbar.

### HIPÓTESIS (Si aplica)

El diseño de un respaldo ergonómico sí previene las lesiones músculo-esqueléticas en la zona baja de la espalda en personas que trabajan en un escritorio y tienen un estilo de vida sedentario.

### DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación es de tipo experimental con enfoque cuantitativo y alcance explicativo, diseñada para evaluar el impacto de un respaldo ergonómico en la prevención de lesiones lumbares. Se utilizan técnicas como pruebas con participantes, análisis de compresión lumbar mediante software y cuestionarios para evaluar confort y concentración. El desarrollo de la investigación incluye la revisión de la literatura, diseño del prototipo mediante escaneo e impresión 3D, una prueba piloto para ajustes, experimentación en un entorno controlado, análisis estadístico de los datos y discusión de resultados. Las principales limitaciones incluyen el tamaño reducido de la muestra, la población específica (jóvenes sanos), la realización en un entorno controlado, restricciones tecnológicas que podrían afectar la durabilidad del prototipo, y la variabilidad individual entre participantes que podría influir en los resultados.

### NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

### REFERENCIAS

Angarita, A., Roy, M., Lacasse, A., Léonard, G., Rainville, P., Marin, M., Tufa, I., Gentile, E. and Pagé, M. Trajectories of pain and depressive symptoms among people living with low back pain during the COVID-19 pandemic: a 24-month longitudinal study. *PAIN Reports*, 9(4), e1165, 2024.

Błaszczuk, A. and Ogurkowska, M., The use of electromyography and kinematic measurements of the lumbar spine during ergonomic intervention among workers of the production line of a foundry. *PeerJ*, 10, e13072, 2022.

Bontrup, C., Taylor, W.R., Fliesser, M., Visscher, R., Green, T., Wippert, P. and Zemp, R., Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers. *Applied Ergonomics*, 81, 2019.

Diffrient, N. United States of America Patent n° WO0074531, 2000.

Incekara, C., Designing ergonomic post-Covid-19 school furniture. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(2), 37-48, 2022.

Lehmans, J., France Patent n° WO8504084, 1985.

Lin, H., Averkiou, M., Kalogerakis, E., Kovacs, B., Ranade, S., Kim, V. and Bala, K., Learning material-aware local descriptors for 3D shapes. *2018 International Conference on 3D Vision*, 150-159, 2018.

Matsugaki, R., Ishimaru, T., Hino, A., Muramatsu, K., Nagata, T., Ikegami, K., Tateishi, S., Tsuji, M., Matsuda, S. and Fujino, Y., Low back pain and telecommuting in Japan: Influence of work environment quality. *Journal of Occupational Health*, 64(1), 2022.

Matthews, J., United States of America Patent n° US008616651, 2013.

Mrotz, W., United States of America Patent n° EP0403450, 1990.

Norman, C. and Heidmann, R., United States of America Patent n° US20050275263, 2005.

Papalia, G., Petrucci, G., Russo, F., Ambrosio, L., Vadalà, G., Iavicoli, S., Papalia, R. and Denaro, V., COVID-19 Pandemic Increases the Impact of Low Back Pain: A Systematic Review and Metanalysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4599, 2022.

Šagát, P., Bartík, P., Prieto, P., Tohánean, D. and Knjaz, D., Impact of COVID-19 Quarantine on Low Back Pain Intensity, Prevalence, and Associated Risk Factors among Adult Citizens Residing in Riyadh (Saudi Arabia): A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7302, 2020.

Skryabin, E., Nazarova, A., Zotov, P., Denisov, K. and Akselrov, M., Lumbosacral transitional vertebrae in children and adolescents with a lumbar injury: diagnosis, frequency, and clinical symptoms. *Genij Ortopedii*, 29(1), 43-48, 2023.

Taylor, C. and Keepers, T., United States of America Patent n° US20220047442, 2022.

## ANEXOS.

### Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** DESIGN OF AN ERGONOMIC BACK SUPPORT TO PREVENT LUMBAR INJURIES
- **Autores:** Gino Leonardo Solis Sparrow, Jair Dario Angeles Morales
- **Co autor(es):** Marcos Fernando Ruiz-Ruiz, Oskar Eduardo Sakay Rodriguez

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 7th European International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- **Organizador:** IEOM Society International
- **Sede:** Augsburg, Germany

- Año: 2024
- Pp:
- Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes): <https://index.ieomsociety.org/index.cfm>







## 5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

### Grupos de coincidencias

-  **4 Sin cita o referencia 5%**  
Coincidencias sin una citación ni comillas en el texto
-  **0 Falta citas 0%**  
Coincidencias que siguen siendo muy similar al material fuente
-  **0 Falta referencia 0%**  
Las coincidencias tienen comillas, pero no una citación correcta en el texto
-  **0 Con comillas y referencia 0%**  
Coincidencias de citación en el texto, pero sin comillas

### Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.