

A cross-sectional study to analyse the presence of low back pain in university students and its relationship with coffee.

J. Arista^{1,2}, J. Bohorquez^{1,2}, C. Camacho^{1,2}, I. Leon^{1,2}, and A. Razuri^{1,2}

¹Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú

²Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

jaime.arista@upch.pe, johanni.bohorquez@upch.pe, isabel.leon@upch.pe, claudia.camacho@upch.pe, andrea.razuri@upch.pe

Abstract—Low back pain (LBP) is a prevalent condition affecting a significant portion of the global population and a leading cause of physical disability. In Peru, about 70% of the population suffers from LBP, largely due to heavy physical exertion, forced postures, and prolonged poor posture, particularly among university students who spend long hours sitting. This study aims to analyze electromyography (EMG) signals of the multifidus muscles using the BiTalino device to assess chronic LBP in university students. Six students (five females and one male) from Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) participated voluntarily. Surface electromyography (SEMG) evaluations were conducted with electrodes placed at the L3 and L5 vertebrae levels. Participants performed movements including standing, forward flexion, maximum voluntary flexion, and extension. The SEMG signals were filtered, rectified, smoothed using RMS, and normalized for comparison.

The study also included a survey to explore the relationship between LBP and coffee consumption. The results highlighted the Flexion Relaxation Ratio (FRR) FLEX/MVF and EXT/MVF as effective indices for evaluating chronic LBP. This research underscores the importance of posture awareness and early intervention in managing LBP among university students.

Index Terms—Low back pain, university students, coffee and low back pain.

I. ANTECEDENTES

La lumbalgia, o dolor en la parte baja de la espalda, es una condición común que afecta a gran parte de la población mundial y es una de las principales causas de incapacidad física. En Perú, aproximadamente el 70% de la población padece de lumbalgia, atribuible a esfuerzos físicos pesados, posturas forzadas y, especialmente, a la mala postura mantenida durante largos periodos, como sucede con los estudiantes universitarios que pasan muchas horas sentados [1].

En el contexto universitario, los jóvenes están particularmente en riesgo debido a las largas jornadas de estudio que implican estar en una misma posición por tiempos prolongados. Esta situación conduce a una alteración postural y al dolor lumbar localizado. La principal respuesta de los estudiantes ante este malestar suele ser el uso de antiinflamatorios no esteroideos (AINES), aunque las soluciones más efectivas y sostenibles incluyen la mejora de la ergonomía y la fisioterapia. Las causas de la lumbalgia en los universitarios incluyen

la mala postura durante las clases, el tiempo prolongado en posiciones estáticas y el uso inadecuado de mochilas con pesos excesivos [2].

Además, el consumo de café entre los estudiantes universitarios es muy común. Según un estudio sistemático y meta-análisis. Se ha observado que el exceso de cafeína puede influir en el estilo de vida sedentario y, en consecuencia, contribuir al desarrollo de la lumbalgia. Este comportamiento sedentario, tanto en el trabajo como en el tiempo libre, se asocia con un aumento moderado del riesgo de dolor lumbar en adultos, niños y adolescentes [3]. Otra investigación realizada por García et al. (2019), han demostrado que los estudiantes universitarios son una población de alto riesgo de desarrollar lumbalgia. La problemática se agrava cuando consideramos que la fatiga muscular resultante puede tener un impacto negativo significativo en el rendimiento académico y en las actividades diarias de los estudiantes. La falta de conciencia sobre la postura correcta y el diagnóstico temprano de la lumbalgia pueden transformar un problema agudo en uno crónico, con consecuencias a largo plazo [4].

Es por eso que esta investigación abordará la lumbalgia en estudiantes universitarios, se propone realizar un análisis de señales de electromiografía (EMG) de los músculos multifidos utilizando el dispositivo BiTalino. Este dispositivo permitirá la captura precisa de señales con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz, utilizando una entrada de EMG y seis electrodos. Las señales serán medidas y extraídas utilizando el software Open Signals y se procesarán con el lenguaje de programación Python en el entorno de desarrollo integrado (IDE) Visual Studio Code.

II. METODOLOGÍA

A. Materiales

Para capturar las señales con precisión en nuestras evaluaciones, utilizamos dos kits BiTalino, cada uno equipado con tres electrodos para la electromiografía (EMG) y funcionando a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Empleamos el software Open Signals para la medición y extracción de estas señales. Para procesar y filtrar los datos de manera

efectiva, utilizamos el lenguaje de programación Python en la plataforma Google Colab.

B. Protocolo

Para llevar a cabo este estudio, seguimos el protocolo descrito en el paper "Flexion-relaxation and Clinical Features Associated With Chronic Low Back Pain: A Comparison of Different Methods of Quantifying Flexion-relaxation" de Alschuler et al [4]. El protocolo incluye los siguientes pasos:

1) *Selección de Participantes*: Se seleccionaron seis estudiantes universitarios (cinco mujeres y un hombre) de 18 a 24 años de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). La participación fue voluntaria y se obtuvieron los consentimientos informados. Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

a) Criterios de exclusión:

- Presencia de síndrome de Down.
- Osteoporosis de la columna vertebral.
- Agenesia del proceso odontoides.
- Enfermedades articulares primarias como la artritis reumatoide activa.
- Enfermedades óseas metabólicas o malignas.
- Fracturas.
- Hiper movilidad de la columna lumbar/sacra.
- Trastornos cardiovasculares u otros trastornos médicos que impidieran la realización de ejercicios extenuantes.
- Evidencia de radiculopatía o dolor radiante como queja principal.
- Embarazo.
- Trastornos psiquiátricos severos.

2) *SEMG y Procedimiento*: Todos los participantes se sometieron a una evaluación dinámica de electromiografía de superficie (SEMG) utilizando dos kits BiTalino. Los electrodos se colocaron en los lados derecho e izquierdo de la columna a los niveles de las vértebras L3 y L5. Una vez colocado el equipo, se pidió a los participantes que realizaran una serie de movimientos guiados verbalmente por el examinador:

- Estar de pie durante 3 segundos.
- Flexionarse hacia adelante lo más posible durante 2 segundos, manteniendo la barbilla contra el pecho.
- Mantener la posición de flexión completa durante 2 segundos.
- Volver a la posición de pie durante 2 segundos.

Se realizaron 3 ensayos por participante para asegurar la captura de todos los datos necesarios y se seleccionó la toma más limpia. Los datos fueron normalizados y analizados en función de las cuatro fases descritas anteriormente.

3) *Encuesta de Lumbalgia*: Además de las evaluaciones SEMG, se realizó una encuesta para analizar la relación entre la lumbalgia y el consumo de café en jóvenes universitarios. La encuesta, titulada *Análisis de Lumbalgia*, incluía las siguientes preguntas:

- Nombre y Apellidos
- En el último mes, ¿has sentido dolor en la parte lumbar? (Sí / No)

TABLE I: Estadísticas de las respuestas del formulario.

Variable	Número (%)
Sentido dolor lumbar (último mes)	Sí (66.67%)
Síntomas en zona lumbar (último mes)	Dolor (66.67%)
Tiempo sentado al día	>5h (66.67%)
Actividad después de estar sentado mucho tiempo	Dormir/Descansar (66.67%)
Acostumbra reclinarse	A veces (33.33%)
Dolor en actividades cotidianas	No hay molestia (83.33%)
Dolor al recoger objetos pesados	No presento dolor (83.33%)
Cambia de posición a menudo	Frecuentemente (83.33%)
Consumo de café/bebidas energizantes	1 vez por semana (66.67%)
Postura durante estudio	1 (100%)

- En el último mes, ¿cuál de estos síntomas has presentado en la zona lumbar? (Hormigueo / Dolor / Entumecimiento / No he tenido síntomas)
- ¿Cuánto tiempo pasas sentado al día? (> 2h / > 5h / > 7h / La mayor parte del día)
- Después de estudiar, ¿qué actividad realizas después de estar mucho tiempo sentado? (Hacer ejercicio / Dormir / Descansar / Consumir alimentos)
- Cuando estás sentado, ¿acostumbas a reclinarte en el respaldo de la silla? (Sí / No / A veces)
- Al realizar actividades cotidianas, ¿sientes dolor en la zona lumbar? (No hay molestia / Dolor moderado / Intenso dolor)
- ¿Presentas dolor en la zona lumbar al recoger objetos pesados? (Siempre / Algunas veces / No presento dolor)
- ¿Cambias de posición a menudo para poner tu espalda más cómoda? (Frecuentemente / Esporádicamente / Casi nunca)
- ¿Cuántas veces consumes café o bebidas energizantes en una semana? (Todos los días / Interdiario / 2 veces a la semana / 1 vez por semana)
- ¿Cuál de estas posturas tienes cuando estás estudiando? (De acuerdo a la imagen: 1 / 2 / 3 / 4)

4) Descripción de las Posturas:

- 1) **Postura 1**: Sentado con la espalda encorvada hacia adelante, sin apoyo adecuado en el respaldo.
- 2) **Postura 2**: Sentado con la espalda recta y completamente apoyada en el respaldo de la silla, formando un ángulo correcto con la pantalla.
- 3) **Postura 3**: Sentado con la espalda encorvada hacia atrás, deslizando hacia adelante en el asiento.
- 4) **Postura 4**: Sentado con la espalda encorvada hacia atrás, pero sin deslizarse en el asiento.

Las respuestas de la encuesta se resumen en la Tabla I.

C. Procesamiento de Señales

La recolección de datos se realizó a través del software Open Signals, y esta fue exportada a Google Colab para su procesamiento. Se procedió a identificar las fases de la señal, que fueron segmentadas en cuatro:

- Parado
- Flexión
- Máxima flexión

TABLE II: El promedio y la desviación estándar de la data de FRR.

Descripción	Promedio (SD)
Raw Average SEMG Phase 1	-0.0097 mV (0.0026)
Raw Maximum SEMG Phase 2	0.0994 mV (0.02891)
Raw Average SEMG Phase 3	-0.0081 mV (0.0034)
Raw Maximum SEMG Phase 4	0.1199 mV (0.0001)
FRR FLEX/MVF	3.7081 (1.9195)
FRR EXT/MVF	4.3872 (2.4333)
Max valor de flexión	5.8217 (4.6007)
Mean valor de max_flexión	2.290158345
	(2.805761198)
Max valor de extensión	6.543027179
	(3.964791051)

• Extensión

El primer paso del procesado fue utilizar un umbral para eliminar maximos atipicos, que puedan ser artefactos de la medicion. Cada una de las señales fue filtrada utilizando un filtro pasabandas de 20 a 430 Hz, donde se encuentra la mayor parte de la energía, y un filtro notch en 60 Hz para eliminar la interferencia eléctrica.

Posteriormente, se realizó una rectificación para facilitar su interpretación. Se aplicó un suavizado RMS por ventana deslizante para mejorar la representación de la actividad muscular. Por último, se normalizaron las señales para poder realizar comparaciones entre diferentes individuos.

D. Extracción de características

La característica que se utilizará para la evaluación de la lumbalgia crónica es el FRR (Flexion Relaxation Ratio) [5], que es un índice utilizado para analizar la actividad muscular durante el movimiento hacia adelante de los músculos paravertebrales lumbares.

Se utilizaron los métodos FRR FLEX/MVF y EXT/MVF, que miden la máxima actividad normalizada durante flexión (FLEX) y la máxima actividad normalizada durante extensión (EXT) en relación con la flexión máxima voluntaria (MVF). [4]

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Después de analizar las señales adquiridas de los 6 participantes, y de calcular los valores de FRR FLEX/MVF y FRR EXT/MVF, se decidió descartar a una persona debido a los valores aleatorios que se obtuvieron. Finalmente los valores obtenidos de los 5 sujetos restantes se encuentra en la Tabla II.

Los gráficos muestran la distribución de las razones de resistencia funcional (FRR) para flexión y extensión en relación con la máxima fuerza voluntaria (MVF) según la frecuencia de consumo de café en diferentes grupos de personas (Fig 1).

FRR FLEX/MVF:

1 vez por semana: La mediana está cerca de 5, con una variabilidad que se extiende desde aproximadamente 2 hasta 6. Esto indica que hay una variabilidad considerable en este grupo.

Diario y 2 veces a la semana: Los datos son limitados y muestran muy poca variabilidad. La mediana en ambos casos

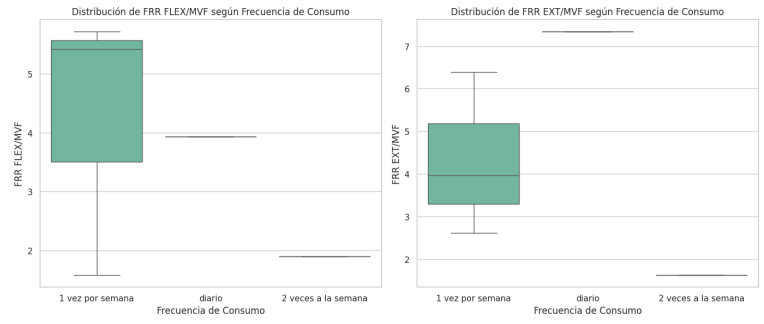


Fig. 1: Diagrama de Cajas y bigotes: FRR FLEX/MVF y FRR EXT/MVF vs frecuencia de consumo de café

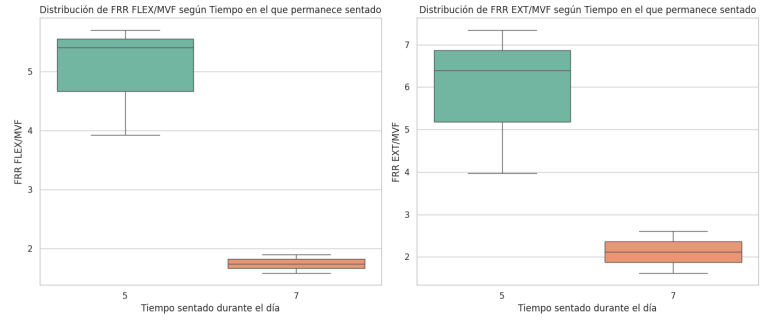


Fig. 2: Diagrama de Cajas y bigotes: FRR FLEX/MVF y FRR EXT/MVF vs Tiempo sentado

parece estar en alrededor de 4, pero la muestra es demasiado pequeña para sacar conclusiones sólidas.

Los gráficos muestran la distribución de las razones de resistencia funcional (FRR) para flexión y extensión en relación con la máxima fuerza voluntaria (MVF) según el tiempo que las personas permanecen sentadas durante el día.2.

FRR FLEX/MVF:

- 5 horas sentado: La mediana está alrededor de 5, con una variabilidad que se extiende desde aproximadamente 4 hasta poco más de 6. Esto sugiere que hay una cierta consistencia en los valores de FRR FLEX/MVF para las personas que permanecen sentadas 5 horas al día.

- 7 horas sentado: Los valores son mucho más bajos, con una mediana cercana a 2 y una variabilidad muy pequeña. Esto indica una reducción significativa en los valores de FRR FLEX/MVF en comparación con el grupo de 5 horas.

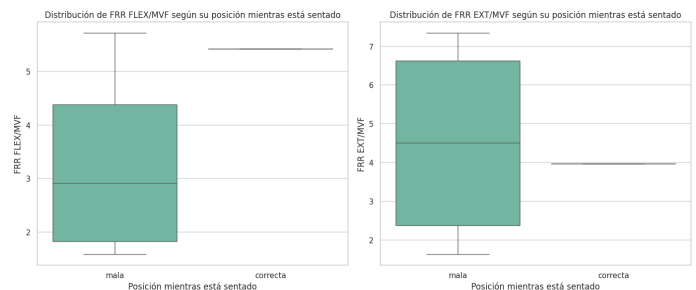


Fig. 3: Diagrama de Cajas y bigotes: FRR FLEX/MVF y FRR EXT/MVF vs Posición sentado

Estos resultados indican una posible relación entre la posi-

TABLE III: Resultados del ANOVA.

ANOVA	p
frecuencia	FLEX: 0.718 EXT: 0.309
posición	FLEX: 0.39 EXT: 0.877
tiempo	FLEX: 0.02 EXT: 0.06

ción sentada y la resistencia funcional. Las personas que mantienen una posición correcta mientras están sentadas parecen tener valores más consistentes de FRR, lo que podría reflejar una mejor resistencia muscular. La posición incorrecta al estar sentado parece estar asociada con una mayor variabilidad en los valores de FRR, lo que podría sugerir un impacto negativo en la resistencia funcional. 3.

Por otro lado, según el análisis de varianza realizado (ANOVA) para frecuencia de consumo de café, posición adoptado durante su tiempo sentado y periodos de tiempo sentado, se obtuvieron los resultados de la Tabla III. - Los valores p para la frecuencia en las fases de flexión (0.718) y extensión (0.309) son ambos mayores que 0.05. Esto indica que no hay una diferencia significativa en la frecuencia de SEMG entre los grupos en estas fases. - Los valores p para la posición en las fases de flexión (0.39) y extensión (0.877) también son mayores que 0.05. Esto sugiere que no hay una diferencia significativa en la posición de SEMG entre los grupos en estas fases. - El valor p para el tiempo en la fase de flexión (0.02) es menor que 0.05, lo que indica una diferencia significativa en la SEMG en función del tiempo en la fase de flexión. El valor p para el tiempo en la fase de extensión (0.06) es mayor que 0.05 pero cerca del umbral de significancia, sugiriendo una tendencia hacia una diferencia significativa en la SEMG en función del tiempo en la fase de extensión.

IV. CONCLUSIONES

- **Prevalencia de Lumbalgia en Estudiantes Universitarios:** La investigación confirmó que la lumbalgia es una afección prevalente entre los estudiantes universitarios. Alrededor del 66.67% de los participantes reportaron haber sentido dolor lumbar en el último mes. Esto resalta la necesidad de abordar esta condición de manera temprana y efectiva.
- **Importancia del FRR (Flexion Relaxation Ratio):** Los índices FRR FLEX/MVF y FRR EXT/MVF resultaron ser efectivos para evaluar la lumbalgia crónica en los participantes. Estos índices proporcionan una medida clara de la actividad muscular durante la flexión y extensión, permitiendo una evaluación objetiva del dolor lumbar y la disfunción muscular.
- **Relación con el Consumo de Café:** Aunque los datos no mostraron una correlación directa y estadísticamente significativa entre la frecuencia del consumo de café y los valores de FRR, se observó una tendencia a una variabilidad considerable en aquellos que consumen café una vez por semana. Es posible que otros factores relacionados con el estilo de vida también influyan en estos resultados.

- **Impacto del Tiempo Sentado y Postura:** El análisis de ANOVA indicó que el tiempo sentado tiene una relación significativa con los valores de FRR FLEX, sugiriendo que periodos prolongados en posiciones estáticas pueden contribuir a la lumbalgia. La postura adoptada durante el tiempo sentado también mostró cierta influencia, aunque no significativa en este estudio, destacando la necesidad de fomentar buenas prácticas posturales entre los estudiantes.
- **Intervenciones y Recomendaciones:** La investigación subraya la importancia de implementar intervenciones ergonómicas y de fisioterapia para mitigar la lumbalgia en estudiantes universitarios. Promover la conciencia sobre la postura correcta, pausas activas durante las sesiones de estudio y ejercicios específicos para fortalecer la musculatura lumbar son estrategias clave para prevenir y gestionar el dolor lumbar.
- **Limitaciones del Estudio:** La muestra de participantes fue pequeña y limitada a una única universidad, lo cual puede restringir la generalización de los resultados. Futuros estudios deberían considerar una muestra más amplia y diversa para validar estos hallazgos y explorar otros factores que puedan influir en la lumbalgia entre estudiantes universitarios.

REFERENCES

- [1] A. J. Cervantes-Soto, A. R. García-Saib, X. Y. Torres-Bonilla, G. Castellanos-Magdaleno, y G. Mercado-Mercado, "Diagnóstico de lumbalgia en estudiantes universitarios del área de salud en Tepic, Nayarit," *Medicina Legal de Costa Rica*, vol. 36, no. 1, pp. 149-162, Jan.-Mar. 2019. [En línea]. Disponible: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100043.
- [2] S. Bravo-Cucci, Liliana Gaspar Llana, Daniela Sepulveda Ravines, Benji Sotomayor Palacios, and Fernando Ore Puma, "Dolor lumbar crónico y la conducta sedentaria en estudiantes universitarios de medicina," *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 22, no. 1, pp. 1-12, Mar. 2024, doi: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.12020>.
- [3] S. B. Mahdavi, S. Kordi, M. R. Mansournia, F. N. Hafezi-Nejad, F. Rostami-Moez, and N. Mansournia, "Association between sedentary behavior and low back pain; A systematic review and meta-analysis," *Health Promotion Perspectives*, vol. 11, no. 2, pp. 166-178, 2021, doi: [10.34172/hpp.2021.21](https://doi.org/10.34172/hpp.2021.21).
- [4] K. N. Alschuler, R. Neblett, E. Wiggert, A. J. Haig, and M. E. Geisser, "Flexion-relaxation and Clinical Features Associated With Chronic Low Back Pain: A Comparison of Different Methods of Quantifying Flexion-relaxation," *Clinical Journal of Pain*, vol. 25, no. 9, pp. 760-766, Nov. 2009, doi: [10.1097/AJP.0b013e3181b014c8](https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3181b014c8).
- [5] P. J. Watson, C. K. Booker, C. J. Main, and A. C. N. Chen, "Surface electromyography in the identification of chronic low back pain patients: the development of the flexion relaxation ratio," *Clinical Biomechanics*, vol. 12, no. 3, pp. 165-171, 1997. doi: [10.1016/s0268-0033\(97\)00065-x](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(97)00065-x).



Johanni is a biomedical engineering student with a special interest in molecular and clinical engineering. She is enthusiastic about innovation and the development of medical technology, as well as projects related to biosensors. Johanni is proactive, ready to face any challenges, and has strong leadership abilities. She also possesses excellent organizational skills and works well in teams.



Isabel is a biomedical engineering student in her seventh semester, focusing on biomedical signals and imaging along with clinical engineering. She is committed to developing and creating medical devices that improve the quality of life for patients. Currently, she is an intern at the Innovation and Development Laboratory (LID).



Jaime Arista was born in 2000, in Lima, Peru, is a biomedical engineering student interested in clinical engineering and materials science. He is particularly drawn to the development of materials and their potential applications in biosensors and coatings, as well as the implementation of medical equipment in healthcare centers.



Claudia Camacho was born in 2002 and is currently pursuing a degree in Biomedical Engineering at Universidad Peruana Cayetano Heredia. Her interests include medical imaging, electromyography, biomechanics, and rehabilitation technologies.



Andrea Razuri was born in 2002, originally from Lima, Peru, is currently in her seventh semester studying Biomedical Engineering with a focus on Clinical Engineering at the Pontifical Catholic University of Peru. Passionate about enhancing patient care, she explores the interface between engineering and medicine to improve life quality. She has actively participated in key projects like the creation of a UVC ray disinfection system for personal protective gear in high-demand environments. This initiative not only utilized her academic knowledge

practically but also honed her teamwork and critical problem-solving skills. She is committed to furthering her expertise, especially in utilizing biomedical engineering for diagnosing and treating neurological disorders.