



# Detección de la distensibilidad de los tejidos blandos de la rodilla dominante mediante Bioimpedancia Eléctrica. Estudio Preliminar.

Carranza Mares Iliana Astrid<sup>1</sup> y Balleza-Ordaz José Marco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Iberoamericana León

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, León, Gto.

## Resumen

**Introducción.** El diagnóstico de los tejidos blandos de rodilla esta limitado a técnicas de radiaciones ionizantes poco accesibles, tales como la resonancia magnética nuclear o las imágenes de Rayos X. Nuestro grupo de investigación propone el uso de la técnica de bioimpedancia eléctrica (BE) para caracterizar la distensibilidad de los tejidos blandos de la rodilla. **Objetivo.** Caracterizar la distensibilidad de los tejidos blandos de la rodilla dominante sometida a tracción mediante el análisis FFT de la señal de BE en un grupo de participantes sanos. **Material y métodos.** Las medidas de impedancia se realizaron mediante un sistema experimental desarrollado por el Departamento de Ingeniería Física de la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, través de 4 electrodos a cinco frecuencia de la corriente de inyección, colocados a lo largo del tendón rotuliano. Las medidas de volumen del tendón se hicieron con un ultrasonido Micromaxx SonoSite. Las mediciones se hicieron de manera independiente. En este estudio participaron 10 mujeres y 14 hombres. La rodilla dominante en cada participante se sometió a tracción colocando una masa de 5 kg. El volumen del tendón se midió antes de colocar la masa (estado inicial) y después de 7 minutos de haber colocado la masa (estado final o tracción). Así mismo, los cambios de impedancia se adquirieron en ambos estados. Se realizó un análisis estadístico por medio de la prueba Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución normal de los datos. Resultados. Los datos no siguieron una distribución normal, por lo que se procedió a evaluarlos mediante una prueba no paramétrica de datos relacionados (Wilcoxon) donde obtuvimos que las determinaciones a la frecuencia de 100 kHz muestran diferencias estadísticamente significativas entre ambos estados. Los cambios de volumen mostraron una correlación entre ambos estados para el grupo de mujeres del 88% y el grupo de hombres 81%. **Conclusión.** Las diferencias entre ambos estados son detectadas a una frecuencia de 100kHz. Posiblemente a menores frecuencias no hubo diferencias significativas por la contribución de tejido óseo

## Introducción

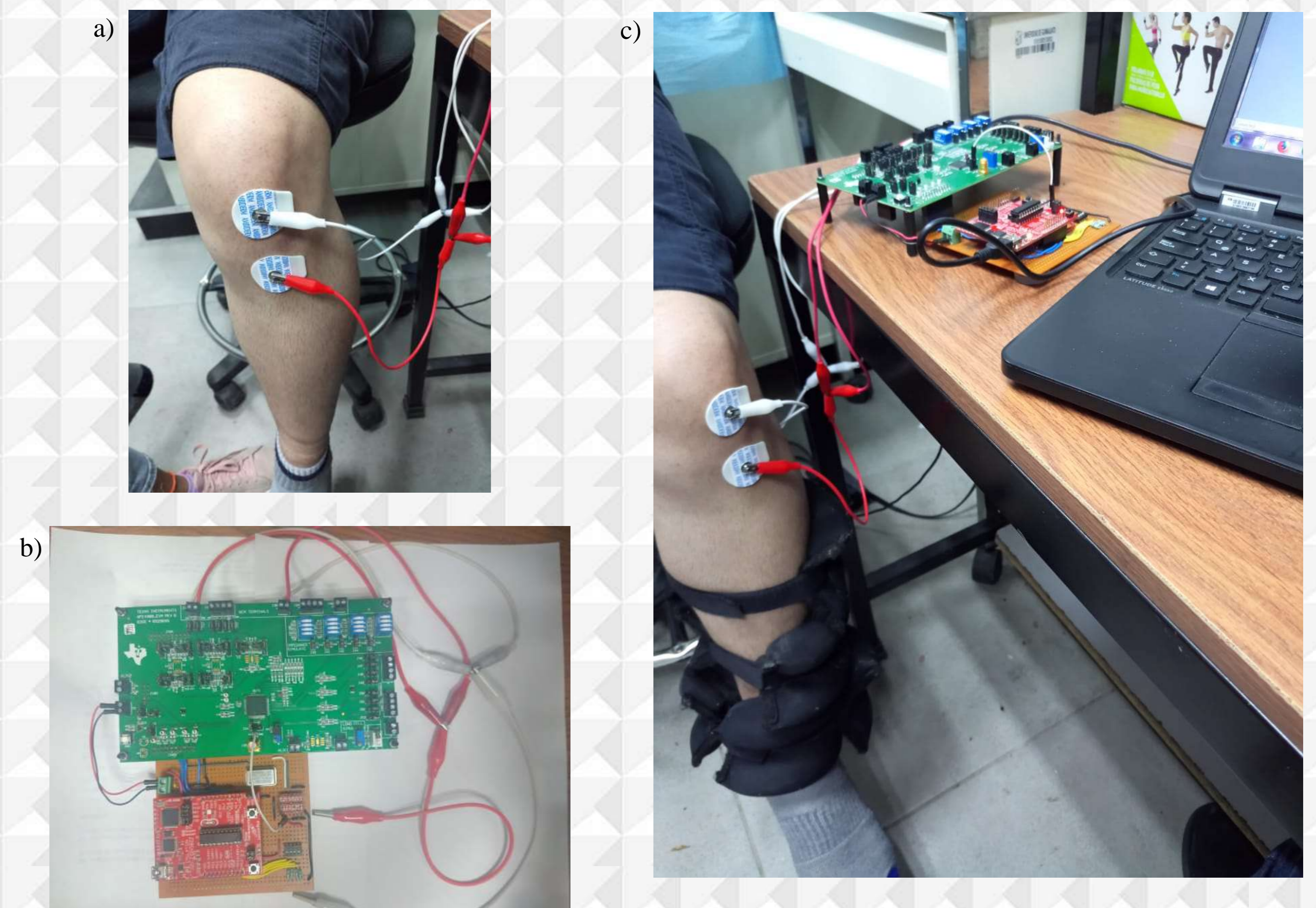
El diagnóstico de los tejidos blandos de rodilla esta limitado a técnicas de radiaciones ionizantes poco accesibles, tales como la resonancia magnética nuclear o las imágenes de Rayos X. Nuestro grupo de investigación propone el uso de la técnica de bioimpedancia eléctrica (BE) para caracterizar la distensibilidad de los tejidos blandos de la rodilla. La BE es una técnica no invasiva y libre de radiaciones que ha sido probada en distintos campos de la medicina por diferentes grupos de investigación obteniendo resultados significativos. La técnica consiste en la inyección de una corriente alterna de baja amplitud y la detección de los biopotenciales en un tejido biológico (o viceversa).

## Objetivo

El objetivo del presente trabajo de investigación es caracterizar la distensibilidad de los tejidos blandos de la rodilla dominante sometida a tracción, mediante el análisis comparativo de las determinaciones de impedancia correspondiente a la articulación antes y después de someterse a tracción

## Materiales y Métodos

- Sistema de Impedancia eléctrica (EBMS, Electrical Bioimpedance Measuring System).** (Figura 1) Los cambios de impedancia se realizaron con un equipo experimental diseñado y construido por el Depto. de Ingeniería Física de la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato. Este sistema de impedancia inyecta una corriente de 3.75  $\mu$ A a las frecuencias de 16KHz, 32KHz, 50KHz, 64KHz y 100 KHz. Estas medidas se obtuvieron a través de dos electrodos (AMBIDERM Pediátricos Ag/AgCl, No.T718 ) colocados a lo largo del tendón patelar.
- Sistema de Ultrasonido.** Los volúmenes del tejido blando se midieron antes y después de someter la rodilla a tracción con un sistema de ultrasonido Micromaxx SonoSite, utilizando un transductor lineal.
- Voluntarios.** En este estudio se analizó un grupo de 24 participantes compuesto por 14 hombres y 10 mujeres. Todos ellos sin patologías en las rodillas dominantes.
- Procedimiento.** Las determinaciones de los cambios de impedancia y volumen se realizaron de manera independiente. La primera aproximación se realizó sin someter la rodilla a tracción (peso de 4.534 kg). Primero se tomó la medida de volumen y después se colocaron los electrodos a lo largo del tendón patelar. Posteriormente, se colocaron las polainas en el tobillo (el peso recargado en el empeine) durante un tiempo de 7 minutos. Posteriormente, se adquirieron las medidas de impedancia y se obtuvo el volumen del tendón en este estado.
- Análisis estadístico.** Los datos se analizaron con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar que estos siguen una distribución normal. Posteriormente, se analizó con un prueba de datos relacionados. Finalmente, se compararon las determinaciones de volumen con los cambios de impedancia a cada frecuencia de la corriente de inyección.



**Figura 1.** Montaje del sistema experimental a) Colocación de electrodos a lo largo del tendón rotuliano b) Sistema EBMS-DIF-DCI-UG c) Montaje del experimento rodilla-equipos de impedancia.

## Resultados Diferencias en ambos estados

Los resultados que se evidenciaron fueron:

1. Los datos no siguieron una distribución normal (KS,  $p < 0.05$ ). Por lo que se usó una prueba no paramétrica de datos relacionados (Wilcoxon). De los resultados obtenidos se evidenció que las determinaciones a 100 KHz fueron estadísticamente significativas entre ambos estados.

	Estadísticos de contraste <sup>a</sup>									
	H16KCP - H16KSP	H32KCP - H32KSP	H50KCP - H50KSP	H64KCP - H64KSP	H100KCP - H100KSP	M16KCP - M16KSP	M32KCP - M32KSP	M50KCP - M50KSP	M64KCP - M64KSP	M100KCP - M100KSP
Z	-.722 <sup>b</sup>	-.039 <sup>b</sup>	-1.790 <sup>c</sup>	-1.164 <sup>b</sup>	-3.297 <sup>c</sup>	-.663 <sup>b</sup>	.000 <sup>d</sup>	-.510 <sup>c</sup>	-.153 <sup>b</sup>	-.2805 <sup>c</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.470	.969	.074	.245	.001	.508	1.000	.610	.878	.005

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

c. Basado en los rangos negativos.

d. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

## Resultados, Diferencias entre volúmenes (entre grupos)

Las diferencias de volumen obtenidas con el sistema de ultrasonido entre ambos estados de la rodilla en el grupo de hombres fue de  $-0.779 \pm 1.421$  cm<sup>3</sup> ( $p$ :NS), con una correlación de 81% ( $p < 0.01$ ). En cambio, en el grupo de mujeres se evidenció una diferencia de  $-0.107 \pm 1.452$  cm<sup>3</sup> ( $p$ :NS), con una correlación del 88% ( $p = 0.001$ ).

## Conclusión

Las diferencia de ambos estados de la rodilla (estado basal y en tracción) se pueden detectar a una frecuencia de los 100 KHz de la corriente de inyección. Posiblemente, la contribución del tejido óseo afecta las mediciones a frecuencias inferiores a los 100 KHz.

## Referencias

- Jimenez Mares M.C., Moreno González Terán G., Vargas-Luna M., Huerta-Franco M.R., Balleza-Ordaz J.M. Análisis de la calibración del módulo de impedancia AFE4300EVM destinado para aplicaciones clínicas. En Memoria, Congreso Internacional de Investigación e innovación. Año 2- Número 1 – Abril 2018. ISSN 2448-6035.
- Moreno González Terán G., Jimenez Mares M.C., Balleza-Ordaz M. Caracterización matemática del sistema de calibración de la tarjeta de impedancia eléctrica AFE4300 para su uso en el campo clínico. En Memorias XL Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica. Tecnologías para un México Saludable. Pag. 245-248. 2017. dx.doi.org/10.24254/CNIB.17,45