

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	1/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Manual de Prácticas de Laboratorio

Sistemas de Medición y Transductores Médicos

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Dr. Luis Jiménez Ángeles	Mtro. Serafín Castañeda Cedeño Dr. Miguel Serrano Reyes	Dra. Zaida Estefanía Alarcón Bernal	24 de enero de 2025

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	2/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Índice de prácticas

01. Medición no invasiva de la presión arterial
02. Medición de fuerza durante la contracción muscular

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	3/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 1

Medición no invasiva de la presión arterial

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	4/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Corriente alterna	Electrocución
2	Brazalete de presión	Lesiones o moretones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	5/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

OBJETIVOS

1. Explicar en qué consiste la presión de pulso o diferencial y la presión arterial media.
2. Conocer las fases presentes durante la auscultación de la presión arterial y cuál es la técnica más adecuada para tomarla.
3. Comparar los cambios ocurridos en la presión arterial sistólica, diastólica y media en reposo y después del ejercicio.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de cómputo con sistema operativo Windows 10 o superior.
- Herramienta computacional Vernier Graphical Analysis®.
- LabQuest MINI de Vernier®.
- Esfigmomanómetro electrónico de Vernier®.
- Estetoscopio.

INDICACIONES GENERALES

- a. Para la realización de la **Actividad 1**, el sujeto se abstendrá de fumar, tomar café, productos con cafeína y refrescos de cola, por lo menos 30 min antes de la medición.
- b. Las respuestas a las actividades de la sección **Cuestionario** deben ser incluidas en el informe de la práctica.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Técnica para la toma de presión arterial no invasiva (PANI)

La técnica para la medición no invasiva de la presión arterial es un método indirecto, ya que lo que se mide es la presión del aire dentro del manguito. La medición se realiza habitualmente utilizando un esfigmomanómetro de mercurio, aneróide o electrónico. En la práctica clínica los más exactos son los de mercurio, y generalmente están constituidos por:

- Un *manguito de compresión*, constituido por una bolsa inflable situada dentro de una cubierta no distensible.
- Una *fuerza de presión* constituida, habitualmente por una perilla de goma y una válvula de presión que regula la presión ejercida sobre el brazo.
- Un *manómetro* que mide la presión en milímetros de mercurio. Las dimensiones del manguito deben adaptarse al grosor del brazo.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	6/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

El esfigmomanómetro electrónico de Vernier® cuenta con: dos tubos de goma conectados al manguito de presión. Un tubo tiene un conector Luer-lock negro en el extremo y el otro tubo tiene una bomba de bulbo adjunta. Para conectar el conector Luer-lock al vástago del sensor de presión sanguínea es suficiente con una media vuelta suave.

Existen dos métodos para la toma de la presión arterial:

- ✓ **Palpatorio:** Con una mano se palpa el pulso radial o humeral y se infla el manguito, hasta que el pulso desaparece. A continuación, se procede a desinflar lentamente (2 mm/s) y cuando se palpa el pulso, la presión marcada corresponde con la presión arterial sistólica, posteriormente se continúa el desinflado hasta que el pulso se hace normal y en este punto se mide la presión diastólica.
- ✓ **Auscultatorio:** Es el más utilizado, se sitúa el estetoscopio en la flexura del codo sobre la arteria braquial, se infla el manguito hasta que desaparece el pulso radial. A continuación, se desinfla lentamente y cuando la presión en la arteria, durante la expulsión, iguala a la del manguito, la sangre supera la zona de oclusión y pasa de forma turbulenta generando una secuencia de ruidos que se denominan Korotkoff.

Se distinguen las siguientes etapas durante la toma de la presión arterial:

- Etapas 1.** Inicío de sonidos que son tenues y galopantes y van aumentando de intensidad, en este punto la presión medida corresponde a la presión arterial sistólica.
- Etapas 2.** Desaparición momentánea de sonidos o sonidos muy tenues, descritos como susurro o más o menos rasposos.
- Etapas 3.** Sonidos agudos, aunque sin lograr la intensidad de los primeros.
- Etapas 4.** Los sonidos se suavizan brusca y repentinamente siendo más silbantes.
- Etapas 5.** Los sonidos cesan totalmente, el flujo ya no es turbulento sino laminar, corresponde a la presión diastólica.

ACTIVIDADES

Actividad 1. Adquisición y procesamiento de datos en reposo

- 1.1.** La medición se efectuará después de 5 min en reposo. El sujeto se abstendrá de fumar, tomar café, productos con cafeína y refrescos de cola, por lo menos 30 min antes de la medición. Estará tranquilo y en un ambiente apropiado. No debe tener dolor, fiebre o alteración emocional. No se le debe hablar al sujeto durante el registro.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	7/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- 1.2. Coloque el manguito de presión arterial firmemente alrededor del brazo, aproximadamente 2 cm por encima del pliegue del codo. Las dos mangueras de goma del manguito deben colocarse sobre el bíceps (arteria braquial) y no debajo del brazo (ver la figura 1.1).



Fig. 1.1. Colocación del brazalete de presión arterial, con el sensor de presión en la parte anterior del brazo.

- 1.3. El sujeto debe estar en silencio, sentado con un buen soporte para la espalda y con el brazo descubierto y flexionado a la altura del corazón. Debe permanecer quieto durante la captura de los de datos; no debe existir movimiento del brazo o la mano durante las mediciones. No deberá tener cruzadas las piernas.
- 1.4. Haz clic en **Tomar datos** para comenzar la captura de datos. Inmediatamente bombea la bomba hasta que la presión del manguito alcance al menos 160 mm Hg. Deja de bombear y el brazalete se desinflará lentamente, la presión caerá. Durante este tiempo, el software calculará las presiones arteriales medias, sistólicas, diastólicas y el pulso. Estos valores se mostrarán en la interfaz gráfica de la herramienta computacional. Cuando la presión del manguito desciende por debajo de 50 mm Hg, el programa dejará de calcular la presión sanguínea. En este punto se puede finalizar la recopilación de datos. Libere la presión del brazalete, pero no lo retire. La aparición del primer ruido de Korotkoff marca el nivel de la PAS (presión arterial sistólica) y el quinto o cuando desaparece, la PAD (presión arterial diastólica).
- 1.5. Registre el pulso y las presiones arteriales sistólica, diastólica y media en la Tabla 1.

Tabla 1. Registro de la presión arterial en reposo.

Presión sistólica (mmHg)	Presión diastólica (mmHg)	Presión arterial media (mmHg)	Pulso (latidos/min)

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	8/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1.6. Compare los resultados obtenidos en el inciso anterior con los mostrados en la Tabla 2 para la clasificación de acuerdo con las cifras reportadas en la **NOM 030 SSA2- 2017**.

Tabla 2. Clasificación de acuerdo con las cifras de PA en el consultorio (mmHg) NOM 030 SSA22017.

Categoría	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
Presión arterial óptima “normal”	< 120	< 80
Presión arterial subóptima	120 - 129	80 - 84
Presión arterial limítrofe	130 - 139	85 - 89
Hipertensión grado 1	140 - 159	90 - 99
Hipertensión grado 2	160 - 179	100 - 109
Hipertensión grado 3	> 180	> 110

Actividad 2. Adquisición y procesamiento de datos en esfuerzo físico

2.1. Con solo el manguito de presión arterial todavía unido a su brazo (no conectado al sensor), el sujeto de estudio debe realizar una serie de ejercicios durante 5 min. Puede ser correr en su lugar, abdominales, flexiones o burpees. Al cabo de 5 min el sujeto debe sentarse y colocar su brazo sobre la superficie de la mesa.

2.2. Registre el pulso y las presiones arteriales sistólica, diastólica y media en la Tabla 3.

Tabla 3. Registro de la presión arterial posterior al ejercicio.

Presión sistólica (mmHg)	Presión diastólica (mmHg)	Presión arterial media (mmHg)	Pulso (latidos/min)

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	9/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO

1. Explique la diferencia entre los valores de la presión arterial sistólica y diastólica en reposo y después de realizado esfuerzo físico. Argumente su respuesta con los cambios fisiológicos que existen.
2. Realizando 2 mediciones para un mismo sujeto después del ejercicio, ¿cómo explica los cambios en las mediciones?
3. Después de las mediciones en ejercicio, ¿cuánto tiempo le llevó al sujeto recuperar su presión al estado de reposo? Si no se recuperó, explique por qué.
4. Discuta junto con su equipo y realicen una propuesta de un sistema para la medición de la presión arterial durante el ejercicio.
5. Explique brevemente cuáles son los principales mecanismos de regulación de la presión arterial en el corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-2009 para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-030-SSA2-2017 para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica.

Tortora, J. (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. México: Panamericana.

Guyton, AC. (2012). *Tratado de fisiología médica*. España: Elsevier.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	10/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 2

Medición de fuerza durante la contracción muscular

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	11/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Corriente alterna	Electrocución
2	Electrodos	Reacciones alérgicas cutáneas

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	12/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

OBJETIVOS

1. Asociar la actividad eléctrica con la fuerza de la contracción muscular.
2. Observar el efecto sobre la fuerza de agarre de un esfuerzo consciente para superar la fatiga.
3. Correlacionar la fuerza de agarre y la actividad eléctrica con la fatiga muscular.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de cómputo con sistema operativo Windows 10 o superior.
- Herramienta computacional Vernier Graphical Analysis®.
- LabQuest MINI de Vernier®.
- Sensor EKG de Vernier®.
- Dinamómetro de mano de Vernier®.
- Pesas de 4 kg.
- Parches para electrodos superficiales de monitoreo.

INDICACIONES GENERALES

- a. Las respuestas a las actividades de la sección **Cuestionario** deben ser incluidas en el informe de la práctica.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Definida a grandes rasgos, la fatiga muscular no es más que un estado de agotamiento (una pérdida de fuerza o de resistencia) producido por una actividad muscular trabajosa. La *fatiga muscular fisiológica* se debe a cualquier posible combinación de fallos locales en los distintos pasos de la contracción muscular.

Según el tipo de fibra muscular y su actividad, la causa puede ser una carencia relativa de ATP, que determina que las cabezas de miosina no puedan producir la fuerza necesaria para mantener las contracciones musculares. Los bajos niveles de ATP que originan la fatiga pueden deberse a una depleción de oxígeno o glucosa en las fibras musculares o a la imposibilidad de regenerar el ATP con suficiente rapidez.

Por tanto, la depleción de glucógeno en el músculo suele producir fatiga. La acumulación de moléculas de fosfato (por degradación del ATP) puede interferir con las contracciones al ligarse a los iones calcio que deberían participar en el proceso. Una reducción del pH por la formación de ácido láctico contribuye también a la fatiga fisiológica al interferir con las reacciones químicas normales de la fibra muscular.

Sin embargo, en condiciones normales una fatiga fisiológica completa es poco frecuente. En general es la *fatiga psicológica* la que nos suele producir esa sensación de agotamiento que nos impide continuar una actividad muscular. Así pues, en la fatiga muscular fisiológica *no podemos* contraer los músculos, mientras que en la fatiga muscular psicológica sencillamente *no queremos* contraerlo porque nos sentimos cansados.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	13/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Existen diferentes factores que influyen en la fuerza de contracción muscular tales como:

- El estado metabólico: la reducción de los niveles intramusculares de ATP, fosfocreatina y glucógeno, y niveles bajos de glucosa en sangre (hipoglucemia) pueden alterar el rendimiento del músculo esquelético. La hipoglucemia también puede afectar de forma adversa la función del sistema nervioso central.
- El reclutamiento de unidades motoras es un proceso mediante el cual el sistema nervioso central activa diferentes unidades motoras para lograr la contracción muscular deseada. El principio del tamaño, propuesto por Elwood Henneman, establece que las unidades motoras se reclutan de menor a mayor tamaño, en función de la fuerza requerida.
- La relación longitud-tensión se define fácilmente como la longitud óptima que tiene el músculo para el entrecruzamiento de miofilamentos. Recordemos que las fibras musculares pueden producir más fuerza mientras más puentes cruzados se formen, o sea, mayores niveles de tensión mecánica.
- El reflejo de distensión, que involucra la contracción del músculo estirado y es un mecanismo crucial que permite al cuerpo mantener la postura y el equilibrio en diversas situaciones cotidianas. Es esencial comprender que este reflejo es un proceso automático, es decir, no requiere una intervención consciente.

La figura 2.1 ilustra los principales factores que influyen en la fuerza de contracción muscular.

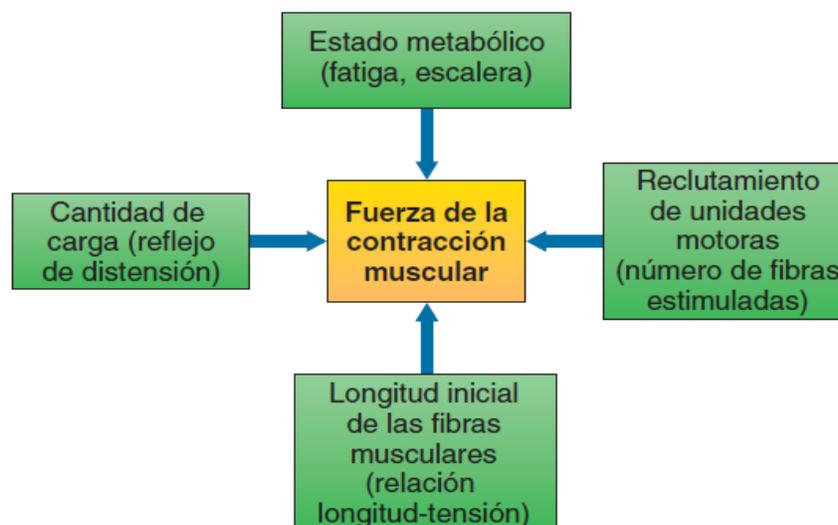


Fig. 2.1. Principales factores que influyen en la fuerza de contracción muscular.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	14/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDADES

Actividad 1. Instalación y operación del equipo

- 1.1. Conecte, en cualquier canal, el dinamómetro de mano y el sensor EKG al decodificador LabQuest Mini, y este, a su vez, al equipo de cómputo.
- 1.2. Ejecute la herramienta computacional Vernier Graphical Analysis y verifique que la variable bajo estudio sea detectada automáticamente. Verifique, además, que el LED en el decodificador LabQuest Mini esté en color verde.

Actividad 2. Adquisición y procesamiento de datos con el dinamómetro

En esta actividad se requiere un sujeto de estudio y un instructor. Se evaluará el efecto de la fatiga en la acción del músculo para realizar contracciones isométricas sostenidas y repetitivas de los músculos del brazo y la mano con un dinamómetro de mano.

- 2.1. El sujeto de estudio deberá estar sentado en una silla con la espalda recta y los pies firmes en el suelo. Su codo debe estar en un ángulo de 90° y no debe estar colocado en ningún soporte. Deberá sostener el dinamómetro con su mano dominante, tal y como se muestra en la figura 2.2. Se le deberá instruir que no aplique fuerza en el dinamómetro hasta que su instructor se lo indique.

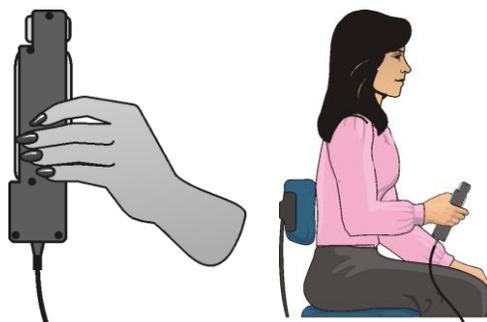


Fig. 2.2. Sujeción del dinamómetro.

- 2.2. El instructor le indicará al sujeto que cierre sus ojos o colocarlo en una posición que no pueda visualizar la pantalla del equipo de registro. Después, deberá indicarle que sujete el sensor con toda la fuerza posible. El instructor dará clic en **Tomar datos** para iniciar la captura de datos.
- 2.3. Presionar el botón **Modo** (parte inferior izquierda) y configure la toma de datos como se muestra en la siguiente figura:

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	15/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Configuración de recopilación de datos ✕

Modo En el Tiempo ▼

Unidades de tiempo s ▼

Tasa 100 Muestras/s

Intervalo 0,01 s/Muestra

Comenzar toma de datos Manualmente Evento por disparo

Finalizar Toma de Datos Despues 90 s duracion Manualmente

Total de muestras 9001

Registro remoto Desactivada activado

Marcado de datos Desactivada activado

CANCELAR HECHO

Fig. 2.3. Configuración de la toma de datos.

- 2.4. Registre 10 segundos sin aplicar fuerza al sensor para ajustar el valor de “cero” mediante el botón indicado por **Fuerza** en la parte inferior derecha.
- 2.5. Después de transcurridos los primeros 30 s instruya al sujeto aplicar más fuerza al dinamómetro durante 10 s, es decir de 30 a 40 s, y así sucesivamente, como muestra la Tabla 1.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	16/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 1. Registro de la fuerza ejercida.

Intervalo de tiempo (s)	Fuerza máxima (N)	$\Delta F_{\text{máx}}$ (N)	Pendiente
0 - 30 (reposo)			
30 - 40			
40 - 50 (reposo)			
50 - 60			
60 - 70 (reposo)			
70 - 80			
80 - 90 (reposo)			

2.6. Determine la fuerza máxima ejercida durante los diferentes intervalos de tiempo utilizando la herramienta gráfica de **Mostrar estadísticas** (como muestra la figura 2.4) por cada contracción realizada. Para esto se deberá sombrear el intervalo bajo análisis. Registra en la Tabla 1 las fuerzas máximas obtenidas y la diferencia.

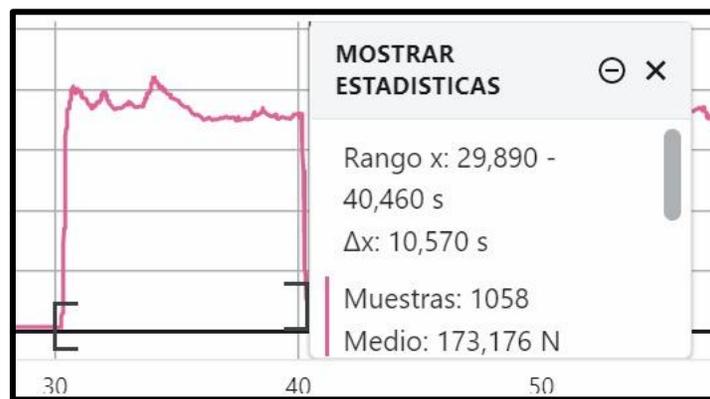


Fig. 2.4. Mostrar estadísticas.

2.7. Para cada uno de los intervalos de la Tabla 1, determine la pendiente, m , con la herramienta **Ajuste de curva lineal**, como muestra la figura 2.5. Registre las pendientes en la siguiente Tabla 1.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	17/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

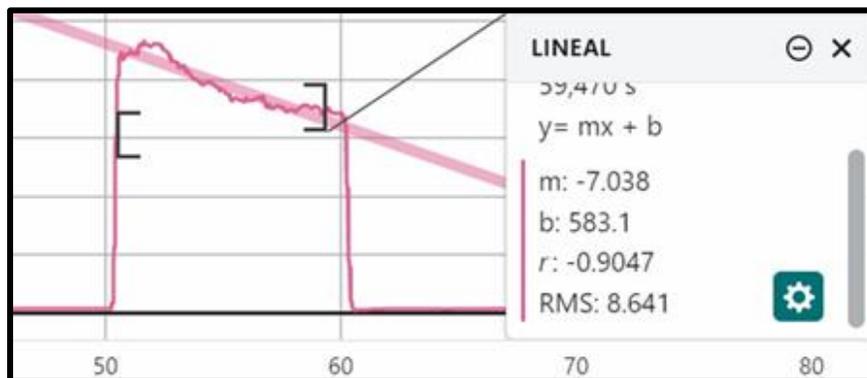


Fig. 2.5. Pendiente.

Esta cuantificación de la fuerza de contracción muscular tiene el propósito de aportar una idea de la capacidad que tiene el sujeto de mantener esfuerzo de presión durante un determinado espacio de tiempo; circunstancia que es solicitada en multitud de tareas de la vida cotidiana y en tareas laborales. La curva normal debería mostrar una pendiente de ascenso rápida hasta alcanzar el valor máximo de fuerza y posteriormente la pendiente de caída que corresponde a la capacidad para mantener la tensión durante un determinado espacio de tiempo. La estimación de los déficits en esta prueba se realiza mediante el análisis comparativo de las curvas obtenidas por ambas manos y se considera tanto el valor de la máxima fuerza alcanzada como el comportamiento de la pendiente de caída de la fuerza de contracción.

Actividad 3. Adquisición y procesamiento de datos en el antebrazo

- 3.1. Tome datos durante 10 s para ajustar el valor de “cero” mediante el botón indicado por **Potencial** en la parte inferior derecha.
- 3.2. Se deberán colocar tres electrodos en el brazo derecho del sujeto de estudio. El electrodo rojo y verde sobre el músculo del antebrazo en su área ventral. Cada uno a 5 y 10 cm desde el epicóndilo medial respectivamente, por medio de una línea imaginaria que conecta el epicóndilo y el dedo medio (ver figura 2.6). El sujeto de estudio deberá descubrirse la manga de la camisa o playera para colocarle los electrodos sobre su piel en la región anatómica que se indica. Así mismo, el sujeto de estudio deberá contar con la piel rasurada y aseada en los sitios donde se coloquen los electrodos, para garantizar un mejor contacto del electrodo con la piel y evitar lesiones.
- 3.3. El sujeto de estudio debe estar sentado con la espalda recta y los pies firmes apoyados en el suelo. El codo debe estar en un ángulo de 90° con el brazo sin soporte.
- 3.4. Configurar la recopilación de datos a una frecuencia de muestreo de 250 muestras/s y durante 130 s.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	18/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

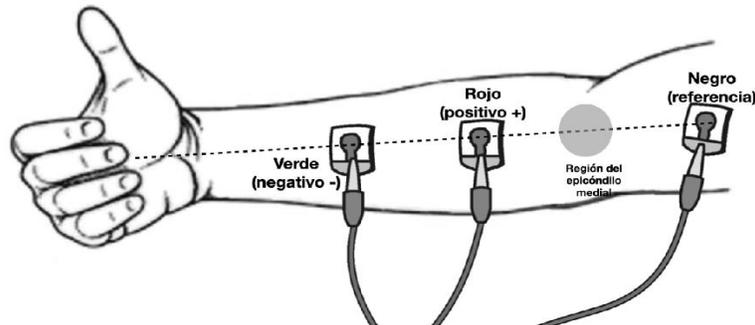


Fig. 2.6. Colocación de los electrodos de registro en el sujeto de estudio.

- 3.5. El instructor le indicará al sujeto que sujete el dinamómetro y aplique toda la fuerza posible. El instructor dará clic en Tomar Datos para capturar los datos. El sujeto de estudio deberá realizar su máximo esfuerzo presionando el sensor durante 30 segundos. Al segundo 30, se le pedirá que aplique aún más fuerza. Esta actividad debe ser registrada durante 130 segundos según los intervalos de la Tabla 2.
- 3.6. Determine la fuerza media ejercida durante diferentes intervalos de tiempo y registra en la Tabla 2 las fuerzas medias de cada intervalo de 20 s.
- 3.7. Registre la información obtenida en el EMG, valores máximo y mínimo, en la Tabla 2 de cada intervalo. Calcula la diferencia de voltaje en cada intervalo.

Tabla 2. Registro de datos en el antebrazo.

Intervalo de tiempo (s)	Fuerza media (N)	EMG		
		Máximo (mV)	Mínimo (mV)	Δ mV
0 - 30 (reposo)				
30 - 50				
50 - 70 (reposo)				
70 - 90				
90 - 110 (reposo)				
110 - 130				

	Manual de prácticas del Laboratorio de Sistemas de Medición y Transductores Médicos	Código:	MADO-105
		Versión:	01
		Página	19/19
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	24 de enero de 2025
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas de Biomédicos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO

Conteste junto con su equipo las siguientes preguntas e inclúyalas en el informe de la práctica:

- a. Explique con argumentos basados en la fisiología de la contracción muscular los resultados obtenidos en las Tablas 1 y 2.
- b. Con el conocimiento obtenido en esta práctica, ¿Qué tomaría en consideración para el control de un dispositivo que es manejado por señales mioeléctricas? Imagine, por ejemplo, una silla de ruedas, una prótesis de miembro superior, entre otros.
- c. ¿Existen músculos particularmente resistentes a la fatiga? ¿Se le ocurre algún ejemplo?

BIBLIOGRAFÍA

Patton, Kevin T. (2013). *Anatomía y fisiología*. Madrid: Elsevier.

Manual de prácticas de Fisiología Vernier®.

Silverthorn (2014). *Fisiología humana: un enfoque integrado*. México: Panamericana

Koeppen, M. (2010). *Fisiología*. Berne y Levy. España: Elsevier.