

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Estandarización del test de resistencia de los flexores profundos cervicales con el Stabilizer® y
datos de normalidad del Deep Neck Flexor Endurance Test**

AUTOR: Villajos López, Helena.

TUTOR: Poveda Pagán, Emilio José.

Curso académico: 2024-2025

Convocatoria de junio.

Departamento: Patología y Cirugía.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, Emilio José Poveda Pagán, por su paciencia e implicación, y por confiar en mí y guiarme durante estos meses con calma y motivación.

A mi madre y a mi padre, Raquel y Valentín, por caminar a mi lado y pelearlo conmigo. Por vuestros sacrificios para que hoy pueda estar escribiendo esto. Por hacerme ver que sí podía, porque he podido.

A mi hermano, Mario, por hacernos mutuamente más falta de la que queremos admitir. Todos mis logros serán siempre para vosotros.

A mi abuelo, por recordarme que siempre hay un lugar donde me esperan.

A ti, Manuel. Por ser calma y también el caos que necesito. Por ser parte, de principio a fin, de lo que ahora cierro y que también lo seas de lo que aún no empieza.

A mis amigas. A Isabel, para que en todas las etapas de la vida sigamos siendo nuestro podcast favorito.

Lucía, Ainhoa, Laura, Elena, Sergio, Salma, María y Siham, sois mi matrícula de honor, mi comité de apoyo. Nuria, gracias por aparecer como si siempre hubieses estado y creer en mí. Soy afortunada de teneros.

Me lo llevo conmigo.

ÍNDICE.

1.	RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	1
2.	ABSTRACT AND KEYWORDS.....	2
3.	INTRODUCCIÓN.....	3
4.	OBJETIVOS.....	5
5.	PREGUNTA PICOT E HIPÓTESIS.....	7
5.1.	Pregunta PICOT:.....	7
5.2.	Hipótesis:	7
6.	METODOLOGÍA	8
6.1.	Diseño del estudio.....	8
6.2.	Participantes.....	8
6.3.	Variables del estudio.....	10
6.4.	Recogida de datos.	11
7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS	13
7.1.	Cálculo del tamaño muestral.....	14
8.	RESULTADOS.....	15
9.	DISCUSIÓN.....	19
10.	CONCLUSIONES.	23
11.	ANEXOS.....	24
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: descripción n y clasificación de las variables a estudio.....	10
Tabla 2: valores antropométricos medios de la muestra.....	15
Tabla 3: matriz de correlaciones de percepción de fatiga entre modalidades del test general y en función del sexo.....	17
Tabla 4: matriz de correlaciones de tiempo medio de resistencia de cada test general y en función del sexo.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: posición de la modalidad clásica	11
Figura 2: posición del Stabilizer®.....	12
Figura 3: posición de las variantes con Stabilizer®	12
Figura 4: percepción de fatiga de cada test en función del sexo	16
Figura 5: duración de cada test en función del sexo.....	17

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

INTRODUCCIÓN

El dolor cervical es una causa común de discapacidad que se relaciona frecuentemente con la disfunción de la musculatura profunda del cuello. El Deep Neck Flexor Endurance Test (DNFET) evalúa la resistencia de estos músculos, pero su modalidad clásica presenta limitaciones subjetivas. El uso del Stabilizer® puede aportar objetividad, aunque no hay consenso sobre la presión más adecuada.

OBJETIVOS

Determinar cual de las presiones (12, 14 o 16mmHg) aplicadas con Stabilizer® permite una mejor medición de la resistencia de los flexores cervicales profundos en comparación con el test clásico, con el fin de favorecer su estandarización.

METODOLOGÍA

Estudio observacional prospectivo transversal. Se analizó la percepción de fatiga, tiempos de resistencia, fiabilidad intra-sujeto y factibilidad clínica. Los participantes realizaron el test clásico y las tres modalidades con Stabilizer® (16, 14 y 12mmHg), en orden aleatorizado.

RESULTADOS

La presión de 14mmHg fue la que presentó mejores resultados, con mayor duración y menor percepción de fatiga medias y mostró buena correlación con el test clásico. Las mujeres presentaron respuestas más consistentes. Todas las modalidades fueron bien toleradas y mostraron ser aplicables clínicamente.

CONCLUSION

El uso del Stabilizer® a 14mmHg puede ser una alternativa válida, objetiva y estandarizable frente al DNFET clásico en población sana. Se recomienda su validación en población sintomática y con EMG.

PALABRAS CLAVE: población sana, flexores profundos cervicales, DNFET, Stabilizer®, resistencia muscular, biofeedback, evaluación funcional.

2. ABSTRACT AND KEYWORDS

INTRODUCTION

Neck pain is a common cause of disability, often linked to dysfunction of deep cervical flexor muscles. The Deep Neck Flexor Endurance Test (DNFET) evaluates their endurance, but its classical version presents subjective limitations. The Stabilizer® may enhance objectivity, but the optimal pressure remains unclear.

OBJECTIVES

To determine which pressure (12, 14 or 16mmHg) applied with the Stabilizer® allows for a better measurement of deep cervical flexor endurance compared to the classical test, in order to support its clinical standardization.

METHODOLOGY

A prospective cross-sectional observational study. Participants completed the classical test and three Stabilizer® variants in randomized order. Fatigue, endurance time, testing surface (plinth or mat), intra-subject reliability, and clinical applicability were analyzed.

RESULTS

The 14mmHg pressure showed the best results, with longer endurance and lower fatigue. It correlated well with the classical test. Women showed more consistent responses. All modalities were well tolerated and demonstrated clinical applicability.

CONCLUSION

Using Stabilizer® at 14mmHg may serve as a valid, objective and standardizable alternative to the classical DNFET in healthy subjects. Validation in symptomatic population and with electromyography (EMG) is recommended.

KEYWORDS: healthy population, deep cervical flexors, DNFET, Stabilizer®, muscular endurance, biofeedback, functional assessment.

3. INTRODUCCIÓN

El dolor cervical es la cuarta causa principal de años vividos con discapacidad y afecta entre el 30% y el 50% de la población en el transcurso de un año (Avaghade RR et al., 2023) con una prevalencia del 70% en la población general (Bonilla-Barba et al., 2020). Su origen es multifactorial y puede ser mecánico (como en el caso de latigazo cervical), neuropático, secundario a otra lesión o inespecífico. (Avaghade RR et al., 2023)

En sujetos con dolor en la zona cervical, es habitual encontrar una serie de aspectos clínicos como: menor fuerza de la musculatura del cuello o desequilibrio entre esta, baja resistencia de la musculatura profunda del cuello, propiocepción cervical alterada, cabeza adelantada, reducción del rango de movimiento cervical, aspectos psicológicos (ansiedad depresión o kinesiofobia) e incluso disfunciones respiratorias, que pueden persistir incluso tras la remisión de los síntomas.(Tsiringakis et al., 2020; Falla et al., 2003)

A pesar de que la mayoría de los casos de presentan características idiopáticas, se ha propuesto que la sobrecarga de la musculatura profunda del cuello -longus capitis, longus colli, rectus capitis anterior y lateralis (Domenech et al., 2011)- podría ser la principal responsable. Está musculatura es la responsable de al menos el 80% de la estabilidad funcional del cuello, siendo la sensación de rigidez el primer síntoma percibido en pacientes con dolor de cuello (Nobe et al., 2022). La pérdida de control neuromuscular se relaciona con un aumento de la activación de la musculatura superficial del cuello (esternocleidomastoideo y escaleno anterior) y por tanto con la aparición de dolor cervical. (Tsiringakis et al., 2020)

Diversos estudios han revelado que los pacientes con dolor cervical al ejecutar el CCFT presentan una mayor activación en la musculatura superficial -principalmente esternocleidomastoideo y escalenos anteriores- junto con una menor capacidad para alcanzar la presión indicada en cada momento. Esto sugiere que existe una compensación por déficit en lo flexores profundos (Bonilla-Barba et al., 2020; Jull et al., 2004). Estas compensaciones suelen darse acompañadas de una reducción en la resistencia muscular (Domenech et al., 2011; Edmondston et al., 2011), junto a cambios en la actividad

electromiográfica, reportados en el estudio de Nobe et al., 2022. En él, mostraron que a pesar de una mayor actividad en la musculatura se presenta una menor fuerza y resistencia en dichos músculos y un desequilibrio entre la musculatura extensora y flexora usando electromiografía de superficie EMG.

La hiperactividad de la musculatura superficial favorece la aparición de una posición adelantada de la cabeza, pérdida de lordosis cervical e incapacidad de mantener la posición de flexión cráneo cervical (Domenech et al., 2011). Por todo ello, se emplea la prueba de resistencia de los músculos flexores profundos del cuello (DNFET por sus siglas en inglés) como herramienta para evaluar la capacidad de activación y resistencia de esta musculatura. Asimismo, podemos emplear esta prueba para mejorar el rendimiento y resistencia de esta musculatura, aumentar el umbral de dolor y mejora el control sensoriomotor en su tratamiento. En el estudio de Jarman et al., 2017 se estableció una media de 35,54 segundos de duración máxima del DFNET en adultos jóvenes sanos. A su vez, Tsiringankis et al., 2020 implementó a este test el uso de un manguito de presión con biofeedback o Stabilizer® y ellos y otros autores (Ashfaq & Riaz, 2021) demostraron que la realización del DNFET con el uso del Stabilizer® es efectivo en la reducción de la intensidad del dolor y condición de los músculos profundos cervicales como parte de tratamiento, especialmente si se sigue un protocolo con presiones submáximas, seguro y adecuado para sujetos con sintomatología (Norasi et al. 2022)

La prueba clásica del DNFET se realiza con la mano pero ello implica una subjetividad, por lo que nos planteamos que puede ser interesante estudiar otros niveles de presión que sean más funcionales y adaptables a todos los sujetos con el uso del Stabilizer® a diferentes presiones (16, 14 y 12mmHg).

4. OBJETIVOS

Objetivo general:

“Determinar cuál de las presiones (12, 14 o 16mmHg) utilizadas con el Stabilizer® en el test de resistencia de los flexores profundos cervicales (Deep Neck Flexor Endurance Test) permite una mejor medición de la resistencia de los flexores profundos cervicales, comparada con la evaluación manual, con el fin de favorecer su estandarización clínica, evaluado durante una única sesión en población sana.”

El objetivo general, cumple la metodología SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound):

- **S** (Específico): (pacientes con dolor de cuello), intervención (presiones con Stabilizer®) comparación (evaluación manual) y resultado (medición de resistencia).
- **M** (Medible): se pueden medir y comparar los resultados de la resistencia muscular con cada presión y con la referencia manual.
- **A** (Alcanzable): Comparar presiones en una sesión es un objetivo clínicamente viable.
- **R** (Relevante): la información puede impactar directamente en la práctica clínica al optimizar la evaluación de los flexores cervicales.
- **T** (Tiempo): se especifica que es durante una única sesión.

Objetivos específicos

1. Comparar los tiempos de resistencia obtenidos en el Deep Neck Flexor Endurance Test en su modalidad clásica y en las variantes con Stabilizer® a presiones de 12, 14 y 16 mmHg.
2. Determinar qué modalidad del test con Stabilizer® ofrece mayor consistencia y factibilidad para su uso clínico estandarizado.
3. Evaluar la fiabilidad intra-sujeto de cada modalidad del test mediante la repetición controlada de cada prueba en población sana.

4. Describir el comportamiento y tolerancia del test en población sin dolor cervical, incluyendo posibles compensaciones o aparición de síntomas como base para futuras comparaciones con población sintomática.



5. PREGUNTA PICOT E HIPÓTESIS

5.1. Pregunta PICOT:

En sujetos sanos (P), ¿la aplicación de presiones de 12, 14 y 16 mmHg con el Stabilizer® (I), comparada con la evaluación manual de referencia (C), permite una mejor medición de la resistencia de los flexores profundos cervicales (O) durante una única sesión de evaluación (T)?

- **P** (Paciente o Problema): sujetos sanos.
- **I** (Intervención): aplicación de presiones de 12, 14 y 16 mmHg con el Stabilizer® durante el test de resistencia de los flexores profundos cervicales.
- **C** (Comparación): evaluación manual de referencia.
- **O** (Outcome/Resultado): mejora en la medición de la resistencia de los flexores profundos cervicales.
- **T** (Tiempo): una única sesión de evaluación.

5.2. Hipótesis:

Si se utiliza el Stabilizer® con diferentes presiones (12, 14 y 16mmHg) durante la realización del Deep Neck Flexor Test además de la variante clásica en sujetos sanos, entonces se observarán diferencias significativas en los tiempos de resistencia, lo que permitirá identificar la modalidad más adecuada para estandarizar el test y establecer valores de normalidad.

- Hipótesis nula (Ho):

No existen diferencias significativas en los tiempos de resistencia del Deep Neck Flexor Endurance Test entre las diferentes modalidades (clásica y con Stabilizer® a 12, 14 y 16 mmHg) en sujetos sanos.

- Hipótesis alternativa:

Existen diferencias significativas en los tiempos de resistencia del Deep Neck Flexor Endurance Test entre las diferentes modalidades (clásica y con Stabilizer® a 12, 14 y 16 mmHg) en sujetos sanos.

6. METODOLOGÍA

6.1. Diseño del estudio.

Este Trabajo Fin de Grado se trata de un estudio observacional transversal prospectivo. Ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche, con el Código de Investigación Responsable (COIR) para TFGs: TFG.GFI.EJPP.HVL.250219; así como por el Comité de Ética del Hospital de San Juan de Alicante con el número de referencia: 24/067 Tut (*Anexo 1*)

Para la realización de este estudio se ha seguido la metodología STROBE (von Elm et al., 2008) (*Anexo 2*) para estudios observacionales y el procedimiento empleado se ajustó a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM).

Cada sujeto leyó la HIP (*anexo 3*) y firmó y cumplimentó de manera voluntaria el consentimiento informado (*anexo 4*) previamente a su participación en el estudio. En él se informaba detalladamente en qué consiste el estudio y que en cualquier momento puede retirarse si así lo desea.

6.2. Participantes.

Se evaluaron 62 sujetos (44 mujeres (70.97%) y 18 hombres (29.03%) desde el 26 de febrero de 2025 hasta el 14 de abril de 2025. La selección de la muestra (*anexo 5*) se realizó en base a estudiantes, personas voluntarias y personal del campus de San Juan de la Universidad Miguel Hernández de Elche, reclutados a través de la propia universidad, mediante invitaciones por correo electrónico o contactos a través de redes sociales.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de inclusión:
 - Edad entre los 18 y los 65 años.
 - Hayan dado su consentimiento para la participación de este estudio.
 - Sujetos sin dolor cervical una semana previa a la realización del estudio.

- Criterios de exclusión:
 - Existencia de procesos febriles o infecciosos en el momento de la realización de la valoración.
 - Padecer cáncer.
 - Existencia de enfermedad inflamatoria músculo esquelética o cualquier otra enfermedad sistémica.
 - Antecedentes quirúrgicos de la columna cervical.
 - Traumatismos con fractura o luxación de cervicales.
 - Existencia de pinza miento neurológico cervical.
 - No haya tomado AINES las 8 horas previas al estudio u otros medicamentos que alteren la percepción del dolor.



6.3. Variables del estudio.

Las variables seleccionadas en este estudio se recogen en la *Tabla 1*:

Tabla 1: descripción y clasificación de las variables a estudio

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN	MEDIO DE MEDICIÓN	UNIDAD
Presiones (16, 14 y 12 mmHg)	IP- CTC	Cantidad de presión aplicada con el Stabilizer® durante el test.	Stabilizer®.	mmHg
Tiempo de resistencia	DP - CTC	Tiempo que cada sujeto mantiene la posición durante el test.	Cronómetro.	Segundos
Fatiga percibida	DP – CTO	Escala subjetiva (0-5) de percepción de fatiga.	Escala numérica del 0 al 5.	Escala ordinal
Valores antropométricos				
-Edad	IP – CTC	Edad del sujeto.	Cuestionario y ficha de datos en excel	Años.
-Peso	IP – CTC	Masa corporal del sujeto.		Kg
-Altura	IP – CTC	Estatura del sujeto.		Centímetros
-Sexo	IP – CLN	categoría biológica del sujeto al nacer.		Hombre/mujer

IP=independiente; DP=dependiente; CTC=cuantitativa continua; CTO=cuantitativa ordinal; CLC=cualitativa continua; CLN=cualitativa nominal; CLD=cualitativa dicotómica.

6.4. Recogida de datos.

Presión óptima con Stabilizer® respecto al test manual de referencia.

Para evitar sesgos durante la recogida de datos se aleatorizó el proceso mediante la aplicación “[Research Randomizer](#)”. Se le asignó a 4 test un número del 1 al 4 (el número 1 pertenecía al test clásico, el número 2 al test a 16mmHg, el número 3 al test a 14mmHg y el número 4 al test a 12mmHg). Se introdujeron las siguientes características para realizar la aleatorización: generar 50 número de 4 valores del 1 al 4, conjunto único, sin ordenar los números y marcadores apagados. La aleatorización se realiza para observar si el orden de realización de las pruebas influye o no en la fatiga y tiempo de resistencia. Los datos se reflejaron en una tabla de excel en la que además se añadieron las columnas para completar los valores antropométricos (edad, sexo, altura, peso y menstruación o no) y percepción de fatiga. (*Anexo 6*)

Se utilizaron Stabilizers, esterillas y cuñas para mantener las piernas flexionadas y se siguieron las siguientes indicaciones:

1. El sujeto debe firmar el consentimiento informado.
2. Según la aleatorización:
 - a. Si comienza con el test clásico:
 - I. La mano del evaluador debe posicionarse debajo de la cabeza del sujeto a evaluar. Ver *Figura 1*.



Figura 1: posición de la modalidad clásica

- II. El sujeto debe realizar una ligera retracción de mentón y despegar la cabeza hasta que note únicamente el roce de la mano del evaluador.
 - III. Mantener la posición el máximo de tiempo posible hasta que: pierda la retracción, aparezca dolor, eleve demasiado la cabeza, apoye el peso de la cabeza en la mano del evaluador, aparezca mucho temblor o activación claramente visual de la musculatura superficial.
- b. Si comienza con Stabilizer®:
- I. El sujeto deberá colocarse en decúbito supino con las piernas flexionadas y colocamos el Stabilizer® en la zona suboccipital como en la *Figura 2*.

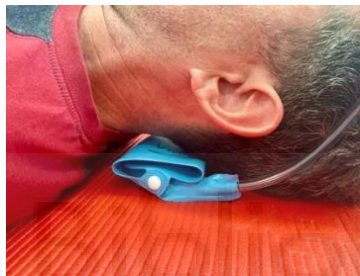


Figura 2: posición del Stabilizer®

- II. El evaluador se coloca de manera craneal al participante con la cabeza al mismo nivel y sujetando el manómetro. Véase *figura 3*.



Figura 3: posición de las variantes con Stabilizer®

- III. Aumentamos la presión del manguito hasta 20mmHg.
- IV. Pedimos al sujeto que realice una ligera retracción del mentón o hasta llevar la presión a 22mmHg.

- V. Sin perder la retracción, el sujeto debe despegar la cabeza hasta la presión indicada (16mmHg, 14mmHg o 12mmHg).
 - VI. Mantener la posición el máximo tiempo posible hasta que: haya al menos 1 fluctuación en la presión de 2 mmHg por encima o por debajo de la presión indicad, pierda la retracción, aparezca dolor, incapacidad para recuperar la presión indicada, aparezca demasiado temblor o activación claramente visual de la musculatura superficial.
3. Anotamos el tiempo de resistencia.
 4. 5 minutos de descanso en los que no se permite levantar la cabeza, solo rotaciones y/o inclinaciones si fuese necesario.
 5. Repetimos a. o b. en la misma presión o test clásico.
 6. 10 minutos de descanso y se repite el punto a o b, 3, 4 y 5 con la siguiente presión o test que le haya tocado al sujeto en la aleatorización.
 7. Finalmente, tras la segunda medición de cada test, cada participante debe proporcionar información del 0 al 5 (nada de fatiga y fatiga máxima respectivamente) respecto al test realizado.

7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

El análisis estadístico se realizó con el paquete de software libre R. Las variables cualitativas se resumen mediante frecuencias y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas mediante medias y desviaciones típicas.

La hipótesis de normalidad de las variables cuantitativas se comprobó el test de Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors). Para analizar la homogeneidad de varianzas entre las distintas superficies de realización, se utilizó el test de Levene. Además, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para explorar la relación lineal entre los tiempo de resistencia obtenidos a diferentes presiones del Stabilizer® (12, 14 y 16mmHg).

Se ajustó un modelo lineal de efectos mixtos con un factor entre sujetos (sexo) y un factor intra-sujeto (4 mediciones: test clásico y Stabilizer® a 16, 14 y 12 mmHg) para evaluar si existían diferencias significativas en el tiempo de resistencia entre las distintas condiciones del test y si estas diferencias dependían del sexo de los sujetos.

Se presentan gráficamente las medias ajustadas e intervalos de confianza al 95% observados para facilitar la interpretación de los resultados.

Se considera significativo un p-valor inferior a 0.05.

7.1. Cálculo del tamaño muestral.

Para el cálculo del tamaño muestral se consideró un nivel de significación de $\alpha = 0.05$, un nivel de confianza del 95, un tamaño medio del efecto ($f = 0.25$) y una correlación mínima de 0.50 entre las medidas. Por tanto, necesitaríamos una muestra de 36 hombres y 36 mujeres, es decir, un total de 72 personas para alcanzar una potencia estadística adecuada.

8. RESULTADOS

Se evaluaron 62 sujetos, 44 mujeres (70.97%) y 18 hombres (29.03%) mostrando los valores descriptivos (media $\pm$ SD) de edad, altura y peso en la *Tabla 2*.

Tabla 2: valores antropométricos medios de la muestra

	General	Femenino	Masculino
Características	N=62	N=44	N=18
Edad	31 (13)	33 (14)	27 (11)
Altura (cm)	166 (10)	162 (8)	175 (6)
Peso (Kg)	71 (16)	66 (13)	83 (15)
Media (desviación típica)			

Percepción de fatiga.

En relación con la percepción de fatiga, no se observaron diferencias significativas entre sexos ($p = 0.2580$), aunque los hombres percibieron ligeramente más fatiga en todos los test, especialmente en el de 14mmHg (media hombres = 2.88; media mujeres = 2.26) y en el de 16mmHg (media hombres = 2.38; mujeres = 2.15). Ver *Figura 4*.

Los resultados obtenidos muestran que la presión que menos fatiga genera es la de 16mmHg (2.22 ± 1.32) y la que más la de 12mmHg (2.84 ± 1.19), siendo esta la que más se asemeja al valor de referencia, el clásico (3.14 ± 1.12). El análisis mostró diferencias significativas entre fatiga y distintos test ($p < 0.0001$), pero no por sexo ($p = 0.2580$) ni una interacción entre sexo y tipo de test ($p = 0.6392$).

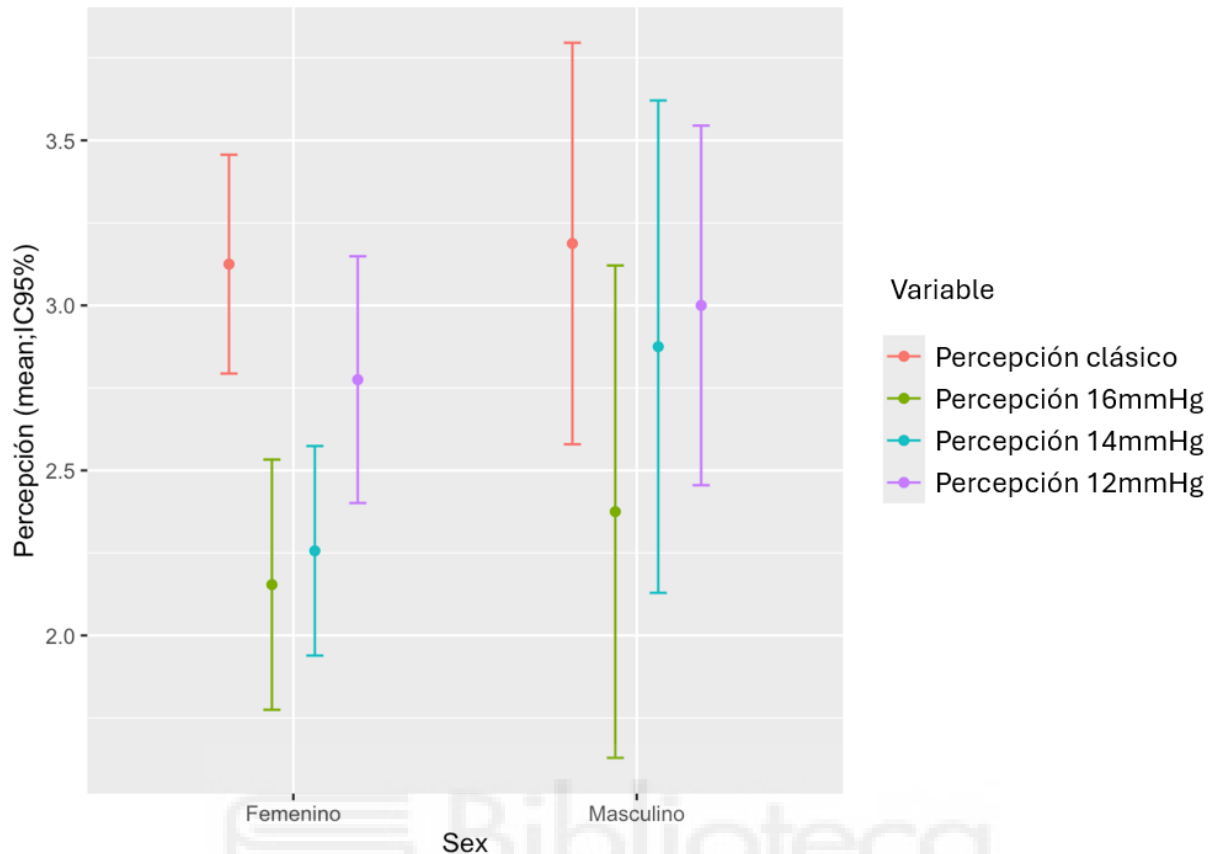


Figura 4: percepción de fatiga de cada test en función del sexo

Tiempo medio de resistencia.

Respecto al tiempo medio de resistencia, el test que presentó mayor duración fue el de 14mmHg (27 ± 13), y el que menos el clásico (21 ± 9). Por tanto, los test con Stabilizer® son significativamente más duraderos ($p = 0.0182$). (Ver Figura 5)

Comparando entre sexos, no hubo grandes diferencias ni fueron significativas ($p = 0.4802$), ni tampoco interacción entre tipo de test y sexo ($p = 0.6941$), por lo que el patrón entre sexos es similar. Aun así, los hombres aguantaron más en el test a 14mmHg (29 ± 11) frente a las mujeres (27 ± 13), y lo mismo ocurrió en el de 16mmHg (28 ± 13 en hombres frente a 24 ± 12 en mujeres). Las respuestas de las mujeres fueron más homogéneas con medias similares y desviaciones típicas constantes (entre 12 y 13 segundos).

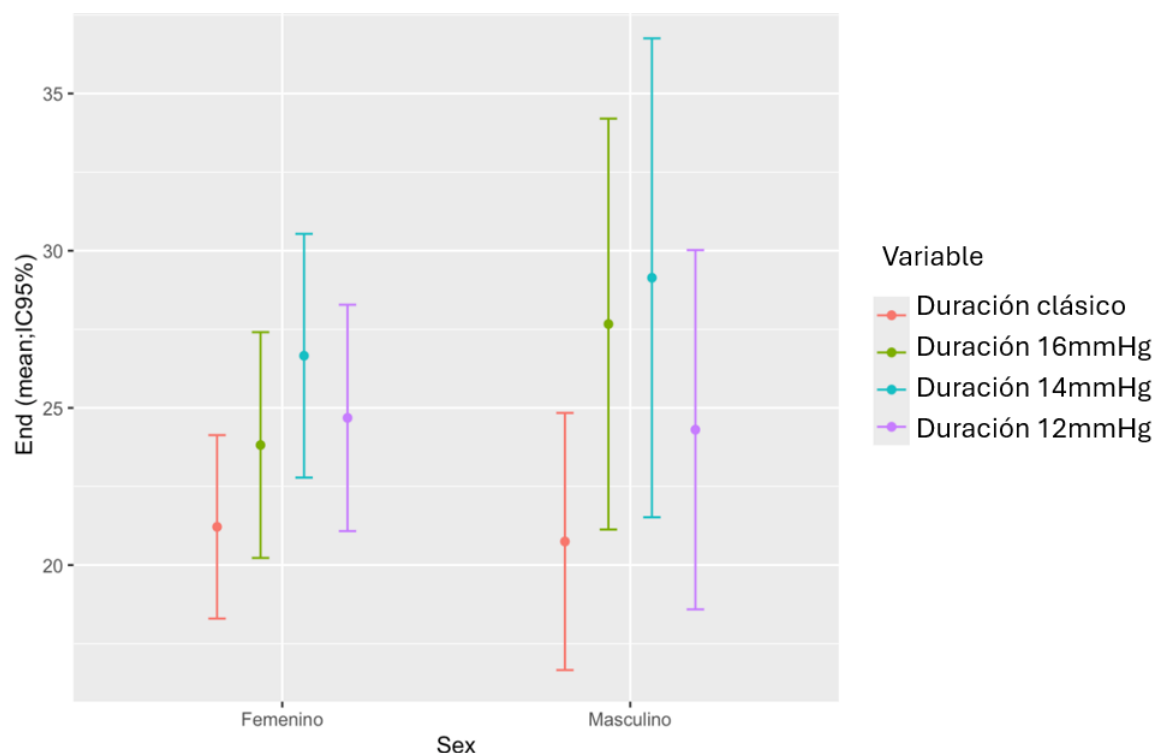


Figura 5: duración de cada test en función del sexo.

Análisis de correlación.

Tal y como se muestra en la *Tabla 3*, se observó una correlación significativa y débil-moderada entre la percepción de fatiga del test clásico y los test a 14mmHg ($r = 0.29$, $p = 0.031$) y 12mmHg ($r = 0.26$, $p = 0.049$). La correlación más fuerte se encontró entre los test de 14mmHg y 12mmHg ($r = 0.43$, $p = 0.001$). No se encontraron correlaciones significativas en función del sexo.

Tabla 3: matriz de correlaciones de percepción de fatiga entre modalidades del test general y en función del sexo.

		<u>Clásico</u>	<u>16mmHg</u>	<u>14mmHg</u>	<u>12mmHg</u>
<u>Total</u>	Clásico		0,352	0,031	0,049
	16mmHg	0,13		0,11	0,052
	14mmHg	0,29	0,22		0,001
	12mmHg	0,26	0,26	0,43	
<u>Mujeres</u>	Clásico		0,47	0,134	0,15
	16mmHg	0,12		0,298	0,155
	14mmHg	0,24	0,17		0,101
	12mmHg	0,23	0,23	0,4	
<u>Hombres</u>	Clásico		0,603	0,15	0,186
	16mmHg	0,14		0,332	0,22
	14mmHg	0,38	0,26		0,056
	12mmHg	0,35	0,32	0,49	

En relación con el tiempo de resistencia, se observó una correlación significativa y moderada entre el test clásico y los de 16mmHg ($r = 0.28$, $p = 0.025$) y 14mmHg ($r = 0.35$, $p = 0.005$).

Por sexo, las mujeres mostraron correlaciones más fuertes y significativas entre los test, especialmente entre el test clásico y el de 16mmHg ($r = 0.45$, $p = 0.002$) y el clásico y el de 14mmHg ($r = 0.41$, $p = 0.006$). En cambio, los hombres no mostraron correlaciones significativas en ninguna combinación de test. La matriz de correlación se refleja en la *Tabla 4*.

Tabla 4: matriz de correlaciones de tiempo medio de resistencia de cada test general y en función del sexo

		<u>Clásico</u>	<u>16mmHg</u>	<u>14mmHg</u>	<u>12mmHg</u>
<u>Total</u>	Clásico		0,025	0,006	0,386
	16mmHg	0,28		0,833	0,497
	14mmHg	0,35	0,03		0,942
	12mmHg	0,11	0,09	-0,01	
<u>Mujeres</u>	Clásico		0,002	0,006	0,357
	16mmHg	0,45		0,328	0,942
	14mmHg	0,41	0,15		0,248
	12mmHg	0,14	0,01	0,18	
<u>Hombres</u>	Clásico		0,599	0,347	0,941
	16mmHg	-0,13		0,334	0,263
	14mmHg	0,24	-0,24		0,089
	12mmHg	0,02	0,28	-0,41	

9. DISCUSIÓN.

El presente estudio buscó determinar cual de las presiones utilizadas con el Stabilizer® (12, 14 o 16mmHg) permitía una mejor medición de la resistencia de los flexores profundos cervicales en el test de resistencia de los flexores profundos, comparándolo con la evaluación clásica para favorecer así su estandarización clínica. Para ello, analizamos la percepción de fatiga, las diferencias de tiempo de resistencia entre modalidades del DNFET, la tolerancia del test en población sana, la fiabilidad intra-sujeto y la factibilidad clínica de cada variante.

Tolerancia del test en población sana.

Se compararon 4 modalidades del test: clásica y con Stabilizer® a 16, 14 y 12mmHg. Se analizó la tolerancia del del test en población sana (percepción de fatiga) y las diferencias de tiempo de resistencia entre modalidades.

Los resultados de fatiga percibida mostraron que la presión con menor fatiga fue la de 16mmHg (2.22 ± 1.32) y con mayor fatiga la de 12mmHg (2.84 ± 1.19), lo que sugiere que cuánto más baja es la presión se requiere un mayor control neuromuscular para evitar fluctuaciones y por tanto, la percepción de fatiga aumenta. Esto coincide con lo observado en el artículo de Falla y en el de Sanghavi (Falla et al., 2003; Sanghavi et al., 2025), donde se demostró que ante una disfunción de los flexores cervicales profundos, los músculos superficiales (ECOM y escalenos), asumen el esfuerzo y al no estar diseñados para dichas tareas de control motor, se fatigan con facilidad y la percepción de fatiga aumenta. Por ello, aunque el uso de Stabilizer® proporcione resultados más objetivos respecto a la evaluación manual, la implementación de electromiografía (EMG) podría ser útil para detectar fatiga muscular de esta musculatura y reducir sesgos (Alam & Khan, 2021).

El análisis de correlaciones de fatiga indicó que la presión a 14mmHg es la que presenta mayor similitud con respecto al test clásico ($r = 0.29, p = 0.031$), aunque existe una correlación fuerte entre los test a 14 y 12mmHg ($r = 0.43, p = 0.0011$), por lo que el test a 12mmHg podría ser también óptimo en función

de las características del paciente. Por tanto, el uso del Stabilizer® resultó ser bien tolerado por los sujetos y esto concuerda con lo descrito por Iqbal et al., (2013, 2021) y Tsiringakis et al., 2020, quienes defienden el uso del Stabilizer® como biofeedback para mejorar el control motor cervical.

Diferencias de tiempo de resistencia.

En cuanto a las diferencias de tiempo de resistencia, se observó que los test realizados con Stabilizer® presentaron una mayor duración que en el test clásico, siendo la presión a 14mmHg nuevamente la que registró los mejores resultados (21 ± 9 y 27 ± 13 respectivamente), mostrando una correlación moderada y significativa entre los 14mmHg y el test clásico ($r = 0.35$ y $p = 0.005$). La mayor duración en estos casos puede ser debido a la retroalimentación aportada por el aparato, y a que las presiones aplicadas eran inferiores a la fuerza máxima habitual en jóvenes sanos (Saini et al., 2024), lo que hizo más fácil mantenerlas.

Los resultados del test clásico fueron notablemente inferiores a los reportados por Jarman et al., 2017 o por Domenech et al., 2011, quienes indicaron una media de 33.9 ± 9.6 general por Jarman y 39.1 ± 20 en hombres y 29.9 ± 13.7 en mujeres por Domenech. Estas diferencias pueden deberse a que, aun habiendo replicado la medición del test clásico, los criterios que finalizan el test pueden llegar a ser subjetivos y dependientes del sujeto y el evaluador. Aunque en este estudio los valores obtenidos en las modalidades con Stabilizer® son mayores que en la modalidad clásica, siguen siendo inferiores a los mostrados en otros artículos sin biofeedback (27 segundos de media en nuestra medición más alta frente a 35 segundos reportados por Jarman et al., 2017, el hecho de ser sujetos universitarios que realizan actividad física, podría explicar estos resultados.

Fiabilidad intra-sujeto

Respecto a la fiabilidad intra-sujeto, se observaron correlaciones significativas fuertes en mujeres en el tiempo de resistencia entre las distintas presiones y el test clásico ($r = 0.45$ entre el clásico y 16mmHg;

$r = 0.41$ entre el clásico y 14mmHg), es decir, menores desviaciones en los tiempos de resistencia. En cambio, los hombres, aunque mostraron mayor tiempo de resistencia, su dispersión también lo era. Tal vez esto pudo haber estado influido por el tamaño muestral reducido ($n = 18$), que fue menor al estimado en el cálculo del tamaño muestral ($n = 36$). En relación con la fatiga no se encontraron correlaciones significativas en función del sexo.

Este patrón de homogeneidad entre las mujeres en el tiempo de resistencia ha sido observado también por Domenech et al., 201; Lee et al., 2018 o Jarman et al., 2017, aunque este último no encontró diferencias significativas entre hombres y mujeres en los grupos de edad ni en el total combinado, las medias sí que fueron ligeramente superiores en hombres (35.57 ± 10.43) que en mujeres (31.86 ± 8.53), lo cual sigue apoyando lo observado en este y otros estudios.

Factibilidad clínica y presión óptima.

Los resultados indican que la presión a 14mmHg parece ser la mejor opción respecto a fatiga y resistencia, siendo la más adecuada para establecer un nuevo estándar del DNFET con biofeedback (Stabilizer®). Las modalidades con retroalimentación registran compensaciones menos subjetivas al poder observar fluctuaciones de presión. Además, estudios como los de Tsiringakis et al., 2020 o Jull et al., 2008 sugieren el uso del DNFET y CCFT como entrenamiento de control motor.

Limitaciones.

Entre las limitaciones del estudio se encuentran:

- La muestra es dispar, siendo el número de mujeres ($n=44$) mayor al de hombres ($n=18$) y no llegando al tamaño muestral deseado ($n_{\text{esperado}}= 36$ hombres y 36 mujeres) Esto compromete el análisis por sexo.

- En la literatura no se encontraron artículos que relacionasen el DNFET con Stabilizer® a presiones de 12,14 y 16mmHg. Todos ellos empleaban presiones superiores a partir de 22mmHg.
- Muestra exclusiva de sujetos sanos, por lo que los resultados obtenidos no son extrapolables a población con dolor cervical.
- Resultó complicado establecer un punto de corte a la hora de determinar el fallo y finalizar cada test, por lo que es ligeramente subjetivo aún en las modalidades de presión. Este sesgo podría reducirse mediante el uso de electromiografía (EMG) como se ha sugerido en otros estudios.
- No se utilizó EMG para comprobar la activación de la musculatura profunda y evitar así compensaciones con la musculatura superficial.

Fortalezas.

Como fortalezas encontramos la aleatorización de las pruebas, el uso de un mismo protocolo riguroso para todas las mediciones y la inclusión de un análisis estadístico avanzado, lo que aumenta la calidad de las conclusiones y mejora la validez interna del estudio.

Futuras investigaciones.

En futuras investigaciones se recomienda aplicar el uso de EMG en las mediciones para corroborar la activación de la musculatura profunda y minimizar sesgos ya que su uso no está completamente estandarizado (Haig & McGuire, 2024; McGuire & Haig, 2024) y aplicar el protocolo en población sintomática. Además, se recomienda realizar más estudios a las presiones implementadas en este estudio para aumentar la fiabilidad de los resultados.

10. CONCLUSIONES.

Se han cumplido los objetivos planteados:

1. Se observaron diferencias en los tiempos de resistencia entre la modalidad clásica y las variantes con Stabilizer®, siendo la presión de 14mmHg la que obtuvo mejor equilibrio entre duración y percepción de fatiga.
2. El análisis mostró que esta presión presenta una adecuada consistencia y factibilidad clínica.
3. La fiabilidad intra-sujeto fue adecuada en mujeres, que presentaron menor dispersión en los resultados.
4. El test fue bien tolerado en sujetos sanos, sin aparición relevante de síntomas.

Por tanto, los resultados sugieren que el uso del Stabilizer® a 14mmHg, en comparación con la evaluación manual, podría representar una alternativa válida, objetiva y óptima para estandarizar el DNFET y la resistencia de los flexores profundos del cuello en población sana, siendo necesario validar estos hallazgos con EMG y en población sintomática en futuras investigaciones.

11. ANEXOS

ANEXO 1: APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA DEL HOSPITAL DE SAN JUAN DE ALICANTE.

<https://drive.google.com/file/d/1hxDxzQY8wjvXTjQ3-DokTnjPl2v2GhSY/view?usp=drivesdk>

ANEXO 2: Guía STROBE.

Titulo y resumen	Punto	Recomendación
	1	(a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado
Introducción		
Contexto/fundamentos	2	Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación que se comunica
Objetivos	3	Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada
Métodos		
Diseño del estudio	4	Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio
Contexto	5	Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los períodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos
Participantes	6	(a) Estudios de cohortes: proporcione los criterios de elegibilidad, así como las fuentes y el método de selección de los participantes. Especifique los métodos de seguimiento Estudios de casos y controles: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el proceso diagnóstico de los casos y el de selección de los controles. Proporcione las razones para la elección de casos y controles Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes (b) Estudios de cohortes: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de parejas y el número de participantes con y sin exposición Estudios de casos y controles: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de las parejas y el número de controles por cada caso
Variables	7	Defina claramente todas las variables: de respuesta, exposiciones, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporcione los criterios diagnósticos
Fuentes de datos/medidas	8*	Para cada variable de interés, proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida
Sesgos	9	Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo
Tamaño muestral	10	Explique cómo se determinó el tamaño muestral
Variables cuantitativas	11	Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos se definieron y por qué
Métodos estadísticos	12	(a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes (<i>missing data</i>) (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se aparearon casos y controles Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo (e) Describa los análisis de sensibilidad
Resultados		
Participantes	13*	(a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados (b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase (c) Considere el uso de un diagrama de flujo
Datos descriptivos	14*	(a) Describa las características de los participantes en el estudio (p. ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión (b) Indique el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés (c) Estudios de cohortes: resume el período de seguimiento (p. ej., promedio y total)
Datos de las variables de resultado	15*	Estudios de cohortes: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen a lo largo del tiempo Estudios de casos y controles: describa el número de participantes en cada categoría de exposición, o bien proporcione medidas resumen de exposición Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen
Resultados principales	16	(a) Proporcione estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej., intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un período de tiempo relevante
Otros análisis	17	Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)
Discusión		
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio
Limitaciones	19	Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo
Interpretación	20	Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes
Generabilidad	21	Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa)
Otra información		
Financiación	22	Especifique la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que se basa el presente artículo

ANEXO 3: ENLACE A LA HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE. (HIP)

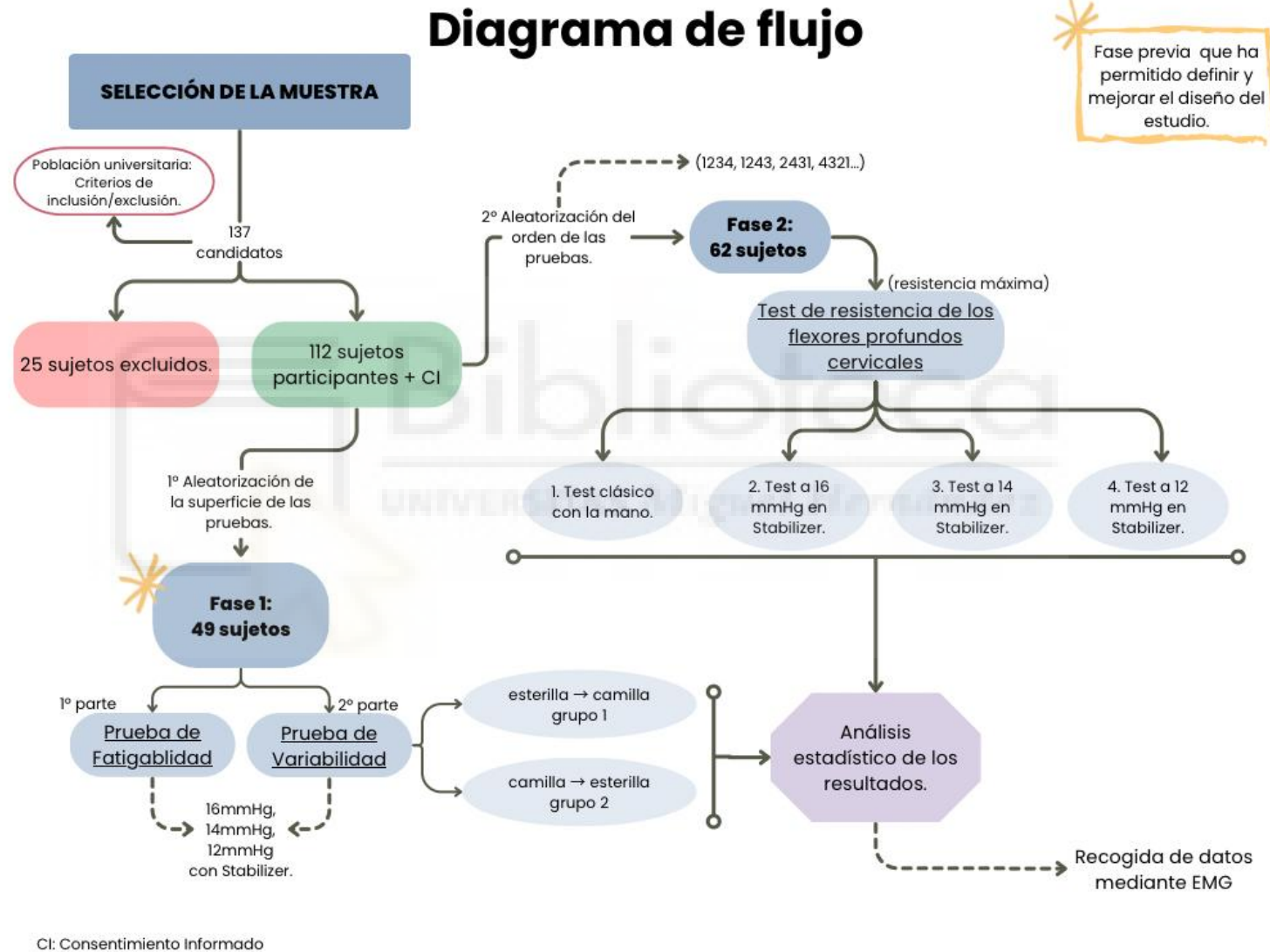
<https://drive.google.com/drive/folders/11870QbEzLZMK9WLJJuVDMuvvSFxPSy5L>

ANEXO 4: Consentimiento informado.

<https://drive.google.com/file/d/1c3EnPSKEIWALFR0j8MH7PlnC4f6-ZDU/view?usp=drivesdk>



ANEXO 5: diagrama de flujo de obtención de la muestra.



Fase previa que ha permitido definir y mejorar el diseño del estudio.

ANEXO 6: cuadro de Excel para la recogida de datos de la fase 2.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1r6kok7gg7v91->

[SBztziYS7tg91cQyrBp/edit?usp=drivesdk&ouid=117694304128494803662&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1r6kok7gg7v91-SBztziYS7tg91cQyrBp/edit?usp=drivesdk&ouid=117694304128494803662&rtpof=true&sd=true)



12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mukhtar Alam, M., & Ali Khan, A. Electromyography-based fatigue assessment during endurance testing by different vibration training protocols. *Iran Rehabil J.* 2021;19(1):85–98. doi:10.32598/irj.19.1.1150.1.
- Ashfaq R, Riaz H. Effect of pressure biofeedback training on deep cervical flexors endurance in patients with mechanical neck pain: A randomized controlled trial. *Pak J Med Sci.* 2021;37(2):550–5.
- Avaghade RR, Shinde SB, Dhane SB. Effectiveness of McKenzie approach and segmental spinal stabilization exercises on neck pain in individuals with cervical postural syndrome: An experimental study. *J Educ Health Promot.* 2023;12:225.
- Bonilla-Barba L, Florencio LL, Rodríguez-Jiménez J, Falla D, Fernández-de-las-Peñas C, Ortega-Santiago R, et al. Women with mechanical neck pain exhibit increased activation of their superficial neck extensors when performing the cranio-cervical flexion test. *Musculoskelet Sci Pract.* 2020;49:102222.
- Domenech MA, Sizer PS, Dedrick GS, McGalliard MK, Brismée JM. The deep neck flexor endurance test: normative data scores in healthy adults. *PM R.* 2011;3(2):105–110.
- Edmondston S, Björnsdóttir G, Pálsson T, Solgård H, Ussing K, Allison G. Endurance and fatigue characteristics of the neck flexor and extensor muscles during isometric tests in patients with postural neck pain. *Man Ther.* 2011;16(4):332–338.

- Falla D, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Myoelectric manifestations of sternocleidomastoid and anterior scalene muscle fatigue in chronic neck pain patients. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(3):488–495.
- Falla DL, Jull GA, Hodges PW. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(19):2108–2114.
- Haig AJ, McGuire TJ. Anatomical study and proposed EMG technique for the cervical paraspinal muscles. *PM R.* 2024;16(2):165–173.
- Iqbal ZA, Alghadir AH, Anwer S. Efficacy of deep cervical flexor muscle training on neck pain, functional disability, and muscle endurance in school teachers: a clinical trial. *Biomed Res Int.* 2021;2021:7190808.
- Iqbal ZA, Rajan R, Khan SA, Alghadir AH. Effect of deep cervical flexor muscles training using pressure biofeedback on pain and disability of school teachers with neck pain. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(6):657–661.
- Jarman NF, Brooks T, James CR, Hooper T, Wilhelm M, Brismée J-M, et al. Deep neck flexor endurance in the adolescent and young adult: normative data and associated attributes. *PM R.* 2017;9(10):969–975.
- Jull G, Kristjansson E, Dall’Alba P. Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther.* 2004;9(2):89–94.

- Lee SC, Lee YR, Yu SK, Seo DK. Deep neck flexor endurance in university students: normative data and reliability. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2018;7(4):186–190.
- McGuire T, Haig AJ. A review of electromyography techniques of the cervical paraspinal muscles. *PM R*. 2024;16(3):287–294.
- Nobe R, Yajima H, Takayama M, Takakura N. Characteristics of surface electromyograph activity of cervical extensors and flexors in nonspecific neck pain patients: A cross-sectional study. *Medicina*. 2022;58(12):1770.
- Norasi H, Koenig J, Mirka GA. Development and assessment of a method to estimate the value of a maximum voluntary isometric contraction electromyogram from submaximal electromyographic data. *J Appl Biomech*. 2022;38(2):76–83.
- Saini K, Singh G, Kothiyal S. Normative value of deep neck flexors muscle strength measurement using pressure biofeedback unit and sphygmomanometer: An observational study. *J Bodyw Mov Ther*. 2024;39:1–3.
- Sanghavi S, Reddy OV, Kameswari G, Madhavi K. Evaluation of deep neck flexors endurance in subjects with non-specific neck pain versus normal subjects of student population by using sphygmomanometer: An observational study. *Int J Sci Res (IJSR)*. 2025;14(2):1056–1059.
- Tsiringakis G, Dimitriadis Z, Triantafylloy E, McLean S. Motor control training of deep neck flexors with pressure biofeedback improves pain and disability in patients with neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskelet Sci Pract*. 2020;50:102220.

- von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. Gac Sanit. 2008;22(2):144–150.

