



Universidad de Jaén

Escuela de Doctorado

TESIS DOCTORAL



**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE
ENTRENAMIENTO ABDOMINAL
HIPOPRESIVO SOBRE LA FUNCIÓN DE
LA MUSCULATURA DEL SUELO
PÉLVICO Y ABDOMINAL PROFUNDA,
EL CONTROL POSTURAL, LA
CAPACIDAD VENTILATORIA Y LA
CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON
LA SALUD, EN MUJERES CON
DISFUNCIONES DE SUELO PÉLVICO.**

**PRESENTADA POR:
MARÍA DEL MAR MORENO MUÑOZ**

**DIRIGIDA POR:
DAVID CRUZ DÍAZ
FIDEL HITA CONTRERAS**

JAÉN, FECHA

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han estado a mi lado en este largo camino y es a ellas a las que debo agradecer mi meta de llegar hasta aquí.

Para empezar, me gustaría agradecer a mi director D. David Cruz Díaz, quien con su apoyo y conocimientos me ha guiado a lo largo de toda mi trayectoria académica, a través de cada una de las etapas de Grado, Máster y ahora, Tesis doctoral. Gracias por tu generosidad, dejarme aprender de ti, tu paciencia, ayuda y orientación continúa durante todos estos años.

Gracias a mi tutor D. Fidel Hita Contreras, por depositar su confianza en mí, por compartir sus conocimientos de estadística, por su supervisión y su interés en este proyecto.

Gracias a D. Agustín Aibar Almazán, por su aportación de principio a final en este trabajo, por su disposición en todo momento, y a nivel personal, por su apoyo, consejos y ánimos.

También quiero agradecer a las clínicas de fisioterapia Fisioélite en Jaén y Cetema en Marmolejo, en especial a José Miguel, Andrés y Javier, por brindarme sus instalaciones y recursos que fueron esenciales para llevar a cabo esta investigación.

Gracias a todas las participantes que contribuyeron en este estudio, por su colaboración, su tiempo y por la entrega e ilusión que mostraron en todo momento. Ellas sin duda, son realmente las protagonistas de este trabajo y sin ellas no hubiese podido llegar a estos resultados.

Gracias a mis amigos y familiares que tanto han escuchado la palabra “tesis”. Por todo el tiempo que no les he podido dedicar y su comprensión ante mis ausencias. En especial, quiero agradecer a mis padres, Mari y José y a mi hermana, Ana Belén, su apoyo absoluto. Ellos son los principales pilares de mi vida y los que enriquecen mis bases de responsabilidad y superación. Gracias por vuestro cariño y ánimo diario.

Por último, quiero hacer mención a Norberto, GRACIAS, GRACIAS en mayúsculas, por tú colaboración en los largos días de mediciones y haber compartido esta etapa conmigo. Por apoyarme en cada aventura que emprendo, por motivarme a seguir creciendo y no rendirme ante las adversidades. Gracias por estar siempre a mi lado, jamás llegaría a donde estoy si no estuviese rodeada de tanto amor, amor del bueno.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CdV: Calidad de Vida

CoP: Centro de Presiones

CO₂: Dióxido de Carbono

CP: Control Postural

CRADI-8: Colorectal-Anal Distress Inventory

CRAIQ-7: Colorectal-Anal Impact Questionnaire

CSF: Componente Sumario Físico

CSM: Componente Sumario Mental

DSP: Disfunciones de Suelo Pélvico

DT: Diafragma Torácico

EAH: Entrenamiento Abdominal Hipopresivo

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado

FEF1%: Porcentaje medio de volumen espirado forzado en un segundo

FEF25: Flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital espirada

FEF2575%: Flujo espiratorio medio forzado

FEF75: Flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada

FEV1: Volumen máximo espirado en el primer segundo de la espiración forzada

FVC: Capacidad Vital Forzada

GC: Grupo control

GE: Grupo Experimental

ICIQ-SF: International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form

IF: Incontinencia Fecal

IU: Incontinencia Urinaria

IUE: Incontinencia Urinaria de Esfuerzo

IUU: Incontinencia Urinaria de Urgencia

IUM: Incontinencia Urinaria Mixta

MSP: Musculatura del Suelo Pélvico

SP: Suelo Pélvico

O₂: Oxígeno

PEF: Tasa de flujo espiratorio máximo

PFDI-20: Pelvic Floor Distress Inventory Sort Form

PFIQ-7: Pelvic Floor Impact Questionnaire Sort Form

PIA: Presión Intra-Abdominal

POP: Prolapso de Órganos Pélvicos

POPDI-6: Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory

POPIQ-7: Pelvic Organ Prolapse Impact Questionnaire

S: Área de superficie

SF-12: Short Form-12 Health Survey

TrA: Transverso abdominal

UDI-6: the Urogenital Distress Inventory

UIIQ-7: Urinary Incontinence Impact Questionnaire

V: Velocidad

VP: Ventilación Pulmonar

X: Desplazamiento medio-lateral

Y: Desplazamiento antero-posterior

RESUMEN

Antecedentes: El entrenamiento abdominal hipopresivo (EAH) surgió como una alternativa de tratamiento para las disfunciones de suelo pélvico (DSP). Se ha descrito como una técnica que promueve la actividad de la musculatura del suelo pélvico y abdominal profunda. Asimismo, se ha demostrado su efecto sobre la modificación del esquema corporal y parámetros respiratorios. No obstante, no existen evidencia científica suficiente que respalden estas afirmaciones.

Objetivos: Estudiar el efecto del EAH sobre el impacto de las DSP, la función de la musculatura perineal y abdominal profunda, el control postural, la capacidad ventilatoria y la calidad de vida relacionada con la salud en mujeres con DSP.

Métodos: Se llevó a cabo un ensayo controlado aleatorizado con 130 mujeres de entre 18-60 años con DSP, que fueron asignadas aleatoriamente a un grupo experimental o un grupo control. Las mujeres del grupo experimental (n=65) recibieron dos sesiones semanales de 30 minutos a lo largo de 8 semanas de EAH y las del grupo control (n=65) no realizaron ningún tratamiento. Las medidas de resultado fueron: el impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la calidad de vida de la mujer tomado con los cuestionarios validados; Pelvic Floor Distress Inventory Sort Form (PDI-20) y Pelvic Floor Impact Questionnaire Sort Form (PFDI-7), la función muscular del suelo pélvico; evaluada con la escala de Oxford modificada, la severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria; medida con el cuestionario validado International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form (ICIQ-SF), la actividad de la musculatura abdominal profunda; estimada a través del grosor del músculo transversal abdominal con ecografía, el control postural; a través del equilibrio estático con parámetros estabilométricos, la capacidad ventilatoria evaluada con espirometría y la calidad de vida relacionada con la salud medida con el cuestionario SF-12.

Resultados: Los grupos fueron homogéneos al inicio del estudio. 119 participantes completaron esta investigación; 4 mujeres del grupo control no asistieron a las mediciones pretest y 5 a las mediciones posttest, 2 del grupo experimental no asistieron a las sesiones de EAH. Las mujeres del grupo experimental en relación a las del grupo control redujeron los síntomas de DSP (PFDI-20 $p<0.001$ y PFDI-7 $p<0.001$), así como la severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria (ICIQ-SF $p<0.001$) y mejoraron la función de la musculatura del suelo pélvico (Oxford $p<0.001$). Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pre y post- intervención en el grupo experimental en cuanto a la actividad del músculo transversal abdominal bajo la condición de contracción ($p<0.001$). Respecto al control

postural, después de la intervención se identificaron diferencias estadísticas entre ambos grupos en la superficie del Centro de Presión bajo la condición de ojos abiertos ($p = 0.001$) y la velocidad del centro de presiones en las dos condiciones (ojos abiertos, $p = 0.001$ y ojos cerrados, $p = 0.016$). Igualmente, hubo diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones en el tiempo para el grupo experimental para la superficie con ojos abiertos ($p < 0.001$), la velocidad con ojos abiertos y cerrados ($p = 0.038$ y $p = 0.006$, respectivamente) y los desplazamientos anteroposteriores del centro de presiones con los ojos abiertos ($p = 0.038$). El análisis de los parámetros espirométricos mostró un efecto principal significativo Grupo x Tiempo para tres parámetros: el porcentaje medio de volumen espiratorio forzado en un segundo ($p=0.030$), el flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada ($p<0.001$) y el flujo espiratorio medio forzado ($p=0.005$). No se mostró ninguna significación estadística respecto a los componentes del cuestionario SF-12; tan solo se hallaron diferencias en el tiempo en los dominios: rol físico ($p=0.023$), dolor corporal ($p=0.001$), vitalidad ($p<0.010$) y en la puntuación del componente sumario físico ($p=0.010$).

Conclusiones: Un programa de 8 semanas de EAH en mujeres con DSP: disminuye de manera significativa los síntomas asociados a las DSP y la incontinencia urinaria, mejora la función y contractibilidad de la musculatura perineal y abdominal profunda, aporta beneficios para el equilibrio estático y el control postural, así como para la capacidad ventilatoria y pulmonar. Sin embargo, respecto a la calidad de vida relacionada a la salud, no se mostraron mejoras estadísticamente significativas.

ABSTRACT

Background: Abdominal Hypopressive Training (AHT) emerged as an alternative treatment for pelvic floor dysfunctions (PFD). It has been described as a technique that produces activity on the pelvic floor musculature and deep trunk muscles. It has also been shown its effect on body schema and respiratory parameters. However, there is a gap in the scientific literature to support these claims.

Aims: To study the effect of AHT on the impact of PFD, perineal and deep trunk muscles function, postural control, ventilatory capacity and health-related quality of life in women with PFD.

Methods: A randomised controlled trial was performed with 130 women aged 18 to 60 with PFD, who were randomly assigned to an experimental group or a control group. Participants of the experimental group (n=65) received two sessions of 30 min per week for 8 weeks of AHT and women of the control group (n=65) engaged in no treatment. The outcome measures were: The impact of pelvic floor dysfunctions on women's quality of life taken with the validated questionnaires; Pelvic Floor Distress Inventory Sort Form (PDI-20) and Pelvic Floor Impact Questionnaire Sort Form (PFDI-7), pelvic floor muscle function; assessed with the modified Oxford scale, severity and symptoms associated with urinary incontinence; measured with the validated International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form (ICIQ-SF), deep abdominal muscle activity; estimated through transverse abdominal muscle thickness with ultrasound, postural control; across static balance with stabilometric parameters, ventilatory capacity assessed with spirometry and health-related quality of life measured with the SF-12 questionnaire.

Results: The groups were homogeneous at baseline and 119 participants completed this study; 4 women of control group did not attend the pretest and 5 the Posttest, 2 women of experimental group did not assist to AHT sessions. Women of the experimental group in contrast of the control group reduced PFD symptoms (PFDI-20 $p < 0.001$ and PFDI-7 $p < 0.001$), as well as urinary incontinence severity and associated symptoms (ICIQ-SF $p < 0.001$) and improved perineal function (Oxford $p < 0.001$). There were statistically significant differences between pre- and post-intervention measurements in experimental women in transverse abdominal muscle activity under contraction conditions ($p < 0.001$). According the postural control, statistical differences were detected between groups after AHT in the surface of the centre of pressure open-eyes ($p = 0.001$) and the velocity of centre of pressure under both conditions (open eyes, $p = 0.001$ and closed eyes, $p = 0.016$). Similarly, there were statistically significant differences

between measurements over time for experimental group in the surface under open eyes ($p < 0.001$), velocity under open and closed eyes ($p = 0.038$ and $p = 0.006$, respective) and anteroposterior displacements of the centre of pressure under open eyes ($p = 0.038$). Analysis of spirometric parameters showed a significant Group x Time main effect for three parameters: mean percentage forced expiratory volume in one second ($p=0.030$), forced expiratory flow at 75% of exhaled vital capacity ($p<0.001$) and mean forced expiratory flow ($p=0.005$). No statistical significance was shown for the components of the SF-12 questionnaire; only differences over time were found in the domains: physical role ($p=0.023$), bodily pain ($p=0.001$), vitality ($p<0.010$) and in the physical summary component score ($p=0.010$).

Conclusions: An 8-week programme of AHT in women with PFD: decreases symptoms associated with PFD and urinary incontinence, improves pelvic floor musculature and deep trunk muscles function and contractility, provides benefits for static balance and postural control, as well as ventilatory capacity. However, no improvement in health-related quality of life were found.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	13
1.	La pelvis ósea.....	13
2.	Suelo pélvico	15
2.1.	Anatomía de la musculatura del suelo pélvico	15
2.2.	Anatomía de ligamentos y sistema de suspensión del suelo pélvico	18
2.3.	Inervación e irrigación.....	20
2.4.	Fisiología del suelo pélvico.....	21
3.	Disfunciones de suelo pélvico	22
3.1.	Incontinencia urinaria	23
3.2.	Repercusión de la incontinencia urinaria en la calidad de vida	25
3.3.	Incontinencia fecal	26
3.4.	Prolapso de órganos pélvicos.....	27
3.5.	Disfunciones sexuales	28
4.	Impacto del factor obstétrico en el suelo pélvico	29
5.	Musculatura abdominal profunda	32
5.1.	Anatomía y función	32
5.2.	Relación de la musculatura abdominal y el suelo pélvico.....	35
6.	Impacto del factor obstétrico en la pared abdominal	37
7.	Diafragma torácico	38
7.1.	Anatomía y función	38
8.	Equilibrio y control postural.....	40
8.1.	Papel de la musculatura abdominal en el control postural.	41
8.2.	Papel del suelo pélvico en el control postural	43
8.3.	Papel del diafragma torácico en el control postural	46
9.	Respiración, capacidad ventilatoria y pulmonar	48
9.1.	Papel del suelo pélvico en la respiración	53

9.2.	Papel de la musculatura abdominal en la respiración	55
10.	Control de gestión de presiones	57
11.	Actividad física y ejercicio en la mujer	58
11.1.	Impacto de la actividad física y el ejercicio en el suelo pélvico femenino.....	60
12.	Entrenamiento abdominal hipopresivo	62
12.1.	Historia	62
12.2.	Descripción del método	63
12.3.	Fundamentos técnicos	64
12.4.	Beneficios	66
II.	OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	70
III.	METODOLOGIA.....	72
1.	Diseño del estudio.....	72
2.	Población.....	72
3.	Asignación a los grupos	73
4.	Calculo del tamaño de la muestra.....	73
5.	Grupos e intervención.....	74
6.	Variables e instrumentos	76
7.	Análisis estadístico	87
IV.	RESULTADOS	88
1.	Análisis descriptivo de la muestra.....	88
2.	Parámetros relacionados con la función perineal y el impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud de la mujer	92
3.	Parámetros relacionados con el control postural y la actividad de la musculatura abdominal profunda.....	97
4.	Parámetros relacionados con la capacidad ventilatoria	99
5.	Parámetros relacionados con la calidad de vida	101
V.	DISCUSIÓN.....	103

1.	Efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la función perineal y el impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud de la mujer.	103
2.	Efectos del entrenamiento abdominal hipopresivo sobre parámetros relacionados con el control postural y la actividad de la musculatura abdominal profunda en mujeres	106
3.	Efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la capacidad ventilatoria en mujeres.	109
4.	Efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la calidad de vida en mujeres.....	112
5.	Limitaciones	113
VI.	CONCLUSIONES	115
VII.	CONCLUSIONS	117
VIII.	REFERENCIAS	119
IX.	ANEXOS.	135

I. INTRODUCCIÓN

1. La pelvis ósea

La pelvis ósea está compuesta por: el hueso sacro, el hueso cóccix y dos huesos ilíacos. Cada hueso ilíaco se compone de tres estructuras óseas: isquion, ilion y pubis, que se fusionan en el acetábulo. Las articulaciones intrínsecas que componen la pelvis son: la articulación de la sínfisis púbica que une ambos huesos ilíacos por la parte anterior, la articulación sacroilíaca que articula los dos huesos ilíacos con el sacro por la parte posterior y la articulación sacrococcígea que une el sacro al cóccix por la parte inferior.(1) Las articulaciones extrínsecas son: la articulación lumbosacra que articula la pelvis con el raquis, a través del sacro con la última vértebra lumbar (L5) y la articulación coxofemoral entre el acetábulo del ilíaco y el hueso fémur. A través de estas conexiones, la pelvis desempeña un importante papel en: el sostén de las vísceras abdominales, el andamiaje de la Musculatura del Suelo Pélvico (MSP), el parto y la marcha, al transmitir la fuerza del peso del raquis (a la altura de L5) entre los miembros inferiores (Figura 1).(2,3)

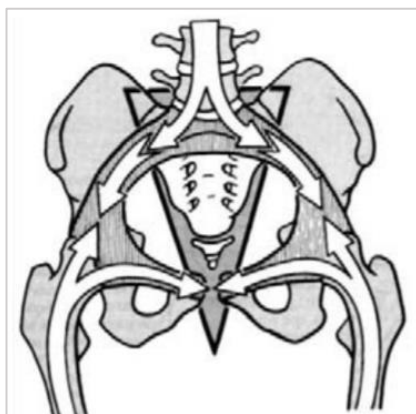


Figura 1: Transferencia de carga entre el raquis y miembros inferiores (2)

La pelvis ósea presenta forma de embudo y se divide en tres planos: el estrecho superior, limitado por las crestas ilíacas, promontorio sacro y zona superior de la sínfisis púbica; el estrecho medio que discurre por la zona media del sacro, isquiones y zona posterior del pubis, en él se inserta el diafragma pélvico; y el estrecho inferior que pasa por las tuberosidades isquiáticas y el ápice del cóccix, donde se inserta el diafragma urogenital (Figura 2).(4) Aparecen distinciones en cuanto a la morfología pélvica entre ambos sexos en lo que respecta al tamaño del espacio dentro de la cavidad pélvica. La pelvis femenina presenta un sacro más ancho, un ángulo subpúbico más amplio y espinas isquiáticas menos prominentes. Esto permite una apertura pélvica más amplia en las mujeres que funciona como canal de parto, lo que facilita el paso de la cabeza del neonato.(1) A lo largo del tiempo, la pelvis ósea ha ido evolucionando

debido en gran medida a la posición erguida, a la marcha bípeda y al aumento de la capacidad craneal, que permitió el acortamiento de las alas ilíacas, el aumento de su anchura y la de los estrechos superiores e inferiores, así como a la verticalización de la pelvis y la lateralización de la cavidad de la cadera y del eje del fémur.(5)

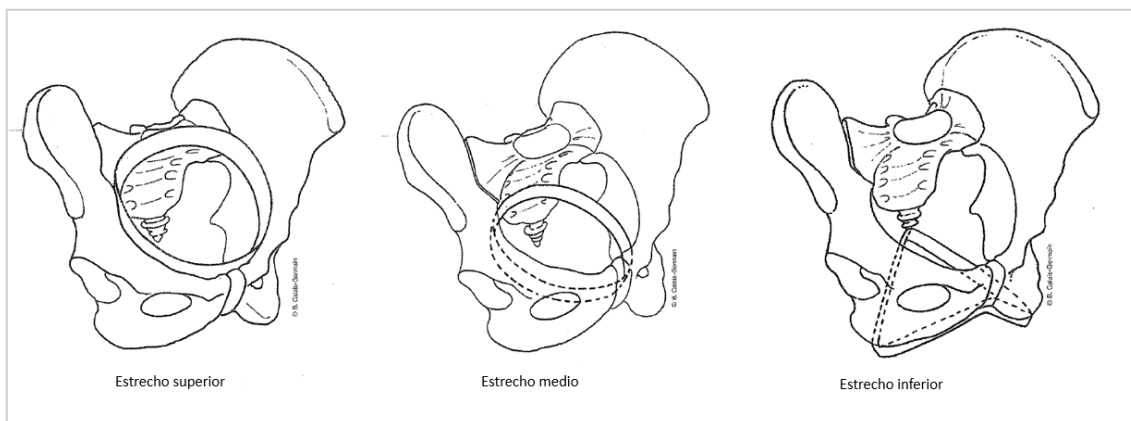


Figura 2: Estrechos de la pelvis. (224)

Generalmente, los movimientos de la pelvis se describen como rotaciones alrededor de uno de los ejes cardinales. La rotación alrededor del eje sagital, se denomina “anteversión pélvica” cuando las espinas ilíacas anterosuperiores se mueven hacia anterior y caudal, mientras las espinas ilíacas posterosuperiores se mueven hacia arriba. La rotación alrededor del eje frontal ocurre cuando un lado de la pelvis se mueve hacia caudal mientras el otro lado se mueve a craneal, y a menudo se conoce como oblicuidad pélvica. La rotación alrededor del eje transversal se conoce como rotación anterior o posterior y de nuevo, se basa en el movimiento del lado contralateral a la cadera que controla el movimiento. Por el contrario, la “retroversión pélvica” se produce cuando las espinas ilíacas anterosuperiores se mueven hacia posterior y craneal mientras que las espinas ilíacas posterosuperiores se mueven hacia abajo. Se ha considerado “pelvis neutra” cuando la sínfisis del pubis se encuentra en un mismo plano que la espina iliaca anteroposterior y esta definición se amplía para indicar que la línea entre ambas espinas ilíacas; anterosuperior y posterosuperior, es horizontal y sin inclinación (Figura 3).(1)

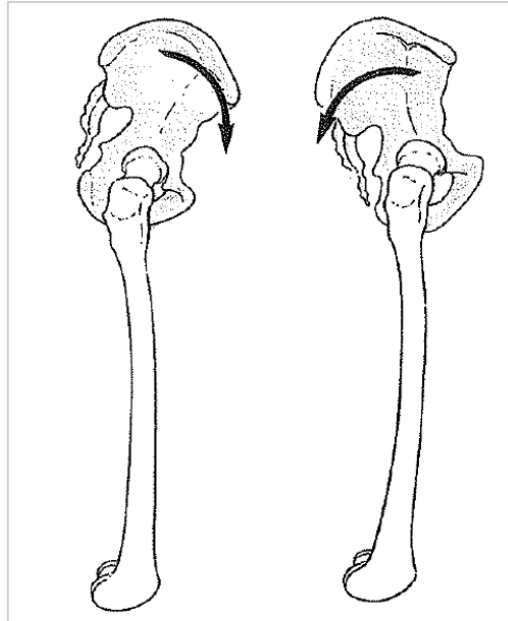


Figura 3: Movimiento de anteversión y retroversión pélvica (224)

2. Suelo pélvico

2.1. Anatomía de la musculatura del suelo pélvico

El suelo pélvico (SP) conforma el suelo de la pelvis menor y en mayor escala de la cavidad abdomino-pélvica. Está compuesto por músculos, ligamentos y fascias que constituyen la parte convexa de una cúpula osteoarticular sobre la que se apoyan las vísceras pélvicas (vejiga, útero y recto) y recaen las presiones que se generan en las cavidades torácica y abdominal.(3) Por comodidad descriptiva, se acostumbra a considerar varias planos para comprender mejor el suelo pélvico. Tal disposición es completamente artificial y solo responde parcialmente a las exigencias de la anatomía sistemática en la descripción de músculos, fascias, vasos y nervios.(5)

- Plano superficial o diafragma urogenital (5,6)

Para algunos autores el concepto de diafragma es impropio, puesto que no existe separación real y prefieren referirse a este plano con el nombre de “periné”. El periné está formado por un conjunto de tejidos blandos situados superficialmente al diafragma pélvico. Es la región que cierra caudalmente la pelvis menor, ofrece una forma romboidea de eje mayor antero-posterior de pubis a cóccix y de eje menor medio-lateral entre ambas tuberosidades isquiáticas que divide este rombo en dos triángulos (Figura 4).

El superior, es el triángulo urogenital, con el vértice situado en la sínfisis púbica, en él se encuentran las raíces de los genitales externos tanto femeninos como masculinos y en el caso de la mujer se encuentra perforado por los orificios para la uretra y la vagina. El triángulo urogenital, se encuentra dividido en dos compartimentos: el superficial y profundo, ambos divididos a través de la membrana perineal. En el compartimento superficial se encuentra la celda peneana en el hombre y la celda bulboclitórica en la mujer y contiene: los cuerpos eréctiles, los músculos bulbocavernosos (también conocidos como bulboesponjosos), los músculos isquiocavernosos, el músculo transverso superficial del periné, la porción perineal de la uretra esponjosa en el hombre y las glándulas de Bartholin en la mujer. En el compartimento profundo se encuentran los músculos: transverso profundo del periné, esfínter estriado de la uretra, compresor uretral y el esfínter uretrovaginal.

En cuanto al triángulo posterior, llamado triángulo anorrectal, constituye una estructura similar tanto en el hombre como en la mujer. Entre sus límites se encuentran las tuberosidades isquiáticas y el cóccix y se encuentra perforado por el orificio anal.

Ambos triángulos, urogenital y anorrectal, encuentran su base en la línea imaginaria entre ambas tuberosidades isquiáticas, donde se encuentra el cuerpo perineal conocido como núcleo fibroso central del periné. En este punto convergen los músculos pélvicos y los esfínteres para dar soporte al suelo pélvico.

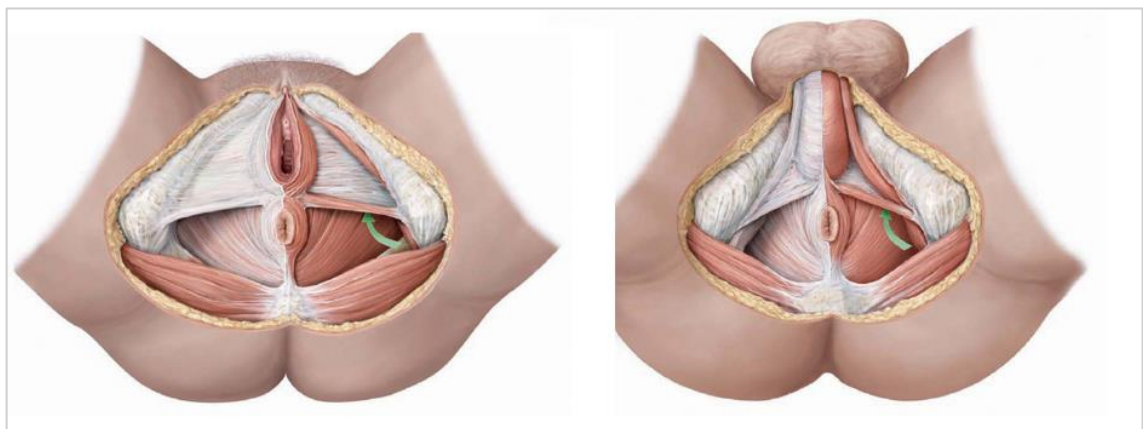


Figura 4: Plano superficial o diafragma urogenital (223)

- Plano profundo o diafragma pélvico

El diafragma pélvico es la estructura más profunda del SP y está compuesto por: el músculo elevador del ano y el músculo isquiococcígeo (Figura 5).

Músculo elevador del ano

Es un músculo par, delgado, aplanado y formado por tres fascículos: el iliococcígeo, el puborrectal y el pubococcígeo. En la zona más anterior se encuentra situado el haz pubococcígeo. Se origina en la zona superior del hueso púbico y en la parte anterior del arco tendinoso y encuentra su inserción en el cóccix y el ligamento ano-coccígeo. En la parte posterior del elevador del ano, se encuentra el haz del iliococcígeo. Originado en la parte más posterior del arco tendinoso de las fascia del musculo obturador interno y en la espina isquiática, busca su inserción en el cóccix y rafe anococcígeo. Por último, el puborrectal se sitúa inferior al pubococcígeo y forma alrededor del recto un cabestrillo en forma de "U". Su acción esfinteriana tracciona de la unión anorrectal hacia delante, contribuyendo a la continencia. (5,7)

Músculo isquiococcígeo

Es un músculo par, triangular y plano situado posterior al elevador del ano y anterior al músculo piramidal. Se origina en la espina ciática, la cara más profunda del ligamento sacrociático menor y en la fracción posterior del músculo obturador interno. Se inserta en el borde y parte de la cara anterior del cóccix. Este músculo presenta función de sostén.

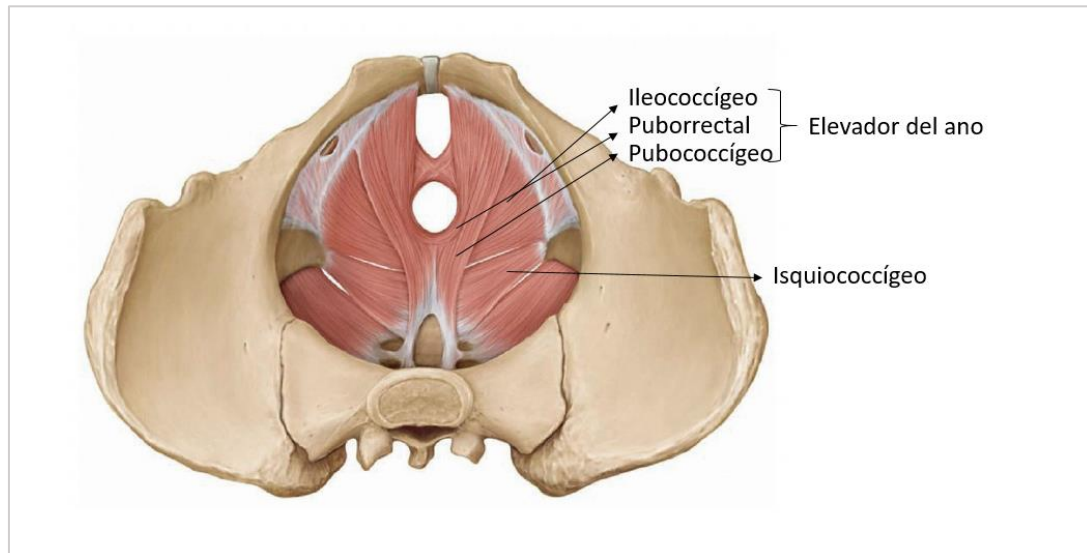


Figura 5: Plano profundo o diafragma pélvico (223)

Los músculos iliococcígeo, el isquiococcígeo y algunos haces del pubococcígeo se disponen horizontalmente, en una disposición plana, formando el soporte de los órganos pélvicos. Esta disposición se vuelve oblicua, en forma de embudo, cuando hay lesiones directas o neurológicas. Muchos autores han considerado la disposición del SP como la parte caudal de un embudo, sin embargo, esta divergencia se debe a la ausencia total de contracción de los

músculos en cadáveres sobre los que eran tomadas las imágenes anatómicas, y ya la resonancia magnética, es decir, la anatomía viva, demuestra la disposición horizontal de sus haces.(5,8)

Al describir la musculatura del suelo pélvico, se debe incluir los músculos piramidal y obturador interno, que aunque no forman parte intrínseca del SP, recubren las paredes laterales de la pelvis. El músculo piramidal, se origina en la zona anterior del sacro junto con el ligamento sacrotuberoso, y se inserta en el límite superior del trocánter mayor. Cuando el sacro está fijo, el piramidal tiene función de rotación externa si la articulación de la cadera está extendida y de abducción si se encuentra flexionada. Cuando el fémur está fijo, produce retroversión en la pelvis. El músculo obturador interno, también es un rotador externo de cadera, surge del ilion, isquion y la membrana obturadora hasta unirse al trocánter mayor, distal al piriforme (Figura 6).(5)

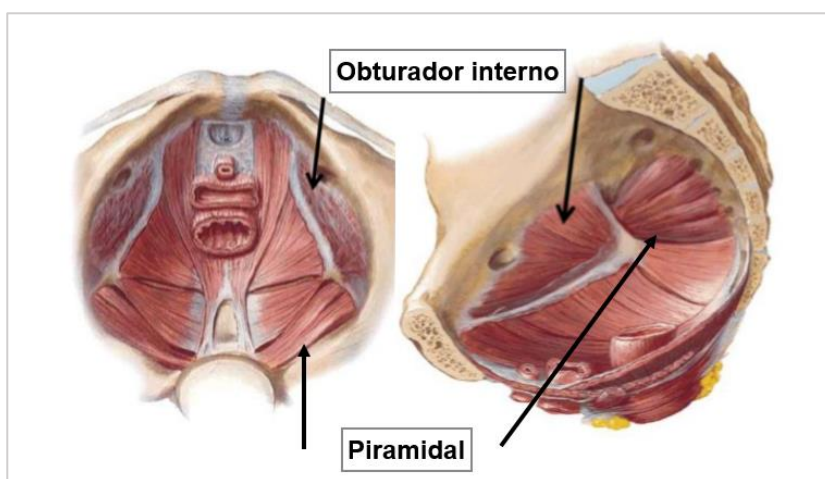


Figura 6: Músculos piramidal y obturador interno (223)

2.2. Anatomía de ligamentos y sistema de suspensión del suelo pélvico

El sistema fascial visceral está constituido por el tejido conjuntivo, que varía en composición, grosor, fuerza y elasticidad dependiendo de las necesidades fisiológicas y mecánicas de cada región. Forma una red tridimensional que se fija, en el pubis por la parte anterior, en las paredes laterales de la pelvis y en la espina isquiática por la zona más lateral y en el cuerpo perineal por la región inferior. Es una fascia flexible, muy vascularizada y compuesta por colágeno, fibras musculares lisas y elastina.(9)

Fascia endopélvica

La fascia visceral se conoce como fascia endopélvica y tiene dos importantes funciones. La primera es la de sostén; de manera que la vejiga, los dos tercios superiores de la vagina y el recto, se encuentren suspendidos en posición horizontal sobre el músculo elevador del ano. Esta disposición horizontal asegura que durante aumentos de presión intraabdominal (PIA) estas vísceras queden atrapadas entre la tensión del sistema fascial y la contracción del músculo elevador del ano. La segunda función es servir de conductor flexible y soporte al sistema neurovascular y linfático del SP.(9)

Este conjunto fascial estabiliza los órganos intrapélvicos en sentido anteroposterior, lateral y vertical. Forma un entramado de fibras que cruzan, envuelven y se fusionan con estos órganos, que en conjunto dan lugar al sistema de suspensión visceral. Los engrosamientos de la fascia endopélvica componen los tabiques, que separan los órganos entre si y los ligamentos.(9)

Delancey (10) divide este sistema de suspensión en tres niveles (Figura 7):

- **Primer nivel de suspensión**, formado por los ligamentos uterosacros y cardinales, que estabilizan el segmento inferior del útero, el cuello uterino y el tercio proximal de la vagina en posición posterior y horizontal, suspendidos sobre el elevador del ano.
- **Segundo nivel de suspensión**, estabiliza los dos tercios superiores de la vagina, la vejiga y el recto en un plano horizontal, situado en la línea de la espina isquiática a través de las fascias pubocervical y rectovaginal. Ambas estructuras son flexibles, con forma trapezoidal y paralela y se insertan sobre las paredes laterales de la pelvis, concretamente en el arco tendinoso de la fascia pélvica, engrosamiento de la fascia parietal del elevador del ano.
- **Tercer nivel de suspensión**, se encuentra perpendicular a los dos planos anteriores, lo que define la dirección vertical del tercio inferior de la uretra, el canal anal y la vagina. Está constituido por la fusión de tejidos fasciales del tercio inferior de la vagina, de alrededor de la uretra distal y el canal anal, y se inserta sobre el músculo pubococcígeo y puborrectal, la membrana perineal y el cuerpo perineal.

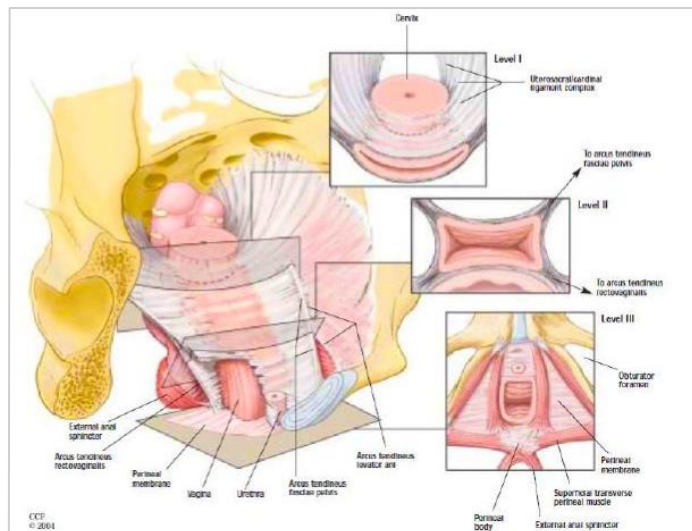


Figura 7: Niveles de suspensión según Delancey et al. (11)

Además del tejido fascial, según Petros et al.,(11) hay otros ligamentos que desempeñan un rol importante en la estabilización de la vejiga y la uretra y entre los más importantes encontramos los ligamentos: uretral externo, pubouretral y pubovesical.

El grado de tensión de esta red tridimensional dependerá en gran medida del tono y la fuerza de la MSP, debido a la relación que existe entre ambas estructuras. (9) El tono de los músculos del SP consiste en un estado intermedio entre la relajación y la contracción, útil para la función de soporte; los peculiares y sofisticados controles centrales neurológicos aseguran la ausencia de agotamiento muscular, presente también en las fibras contraídas; hay que añadir la solidez de las estructuras fasciales cuya composición incluye mucho tejido muscular liso, que junto con la musculatura estriada asegura la adecuada tensión de soporte.(5)

2.3. Inervación e irrigación

La musculatura del suelo pélvico recibe inervación a través de vías somáticas, viscerales y centrales. La inervación cutánea de la zona inferior del tronco, el periné y la parte proximal del muslo esta mediada por los nervios ilioinguinal, iliohipogástrico y genitofemoral (L1-L3). Quizás, desde el punto de vista clínico, el nervio más relevante sea el nervio pudendo y sus ramas, que procede de las ramas de S2-S4 del plexo sacro. Este nervio inerva el clítoris/pene, los músculos bulboesponjosos e isquiocavernosos, el periné, el esfínter uretral, el esfínter anal externo y el ano. Contribuye al orgasmo, la continencia, la sensación genital externa y la eyaculación. Así, el músculo elevador del ano podría estar inervado directamente por las raíces nerviosas del sacro S3-S5.(3)

De la irrigación del SP se encarga la arteria iliaca interna, que acompañada por la vena del mismo nombre entra en la pelvis menor, anterior a la articulación sacroiliaca y se divide en ramas parietales y viscerales. Entre las arterias parietales se encuentran: la arteria iliolumbar, la arteria glútea superior e inferior, la arteria obturatriz, la arteria umbilical y la arteria pudenda interna. Esta última es la más importante para el SP que proporciona la rama rectal inferior, arteria perineal y los ramos labiales posteriores. En cuanto a las ramas viscerales se destacan la arteria uterina, vaginal, uretral, rectales superior, media e inferior (Figura 8).(12)

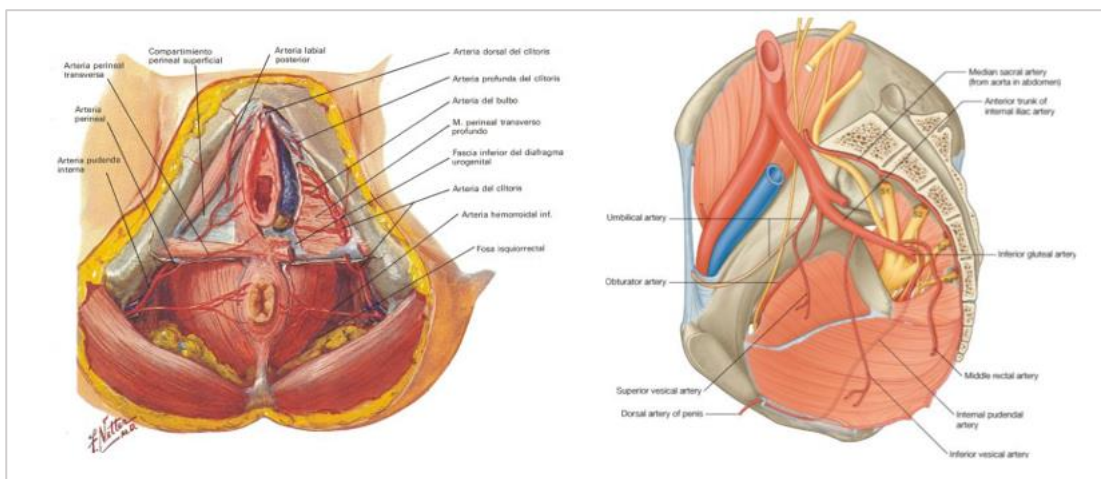


Figura 8: Irrigación del SP.(223)

2.4. Fisiología del suelo pélvico

Los músculos de estas estructuras músculo-fasciales se contraen, se relajan, se sinergizan, se antagonizan, se estabilizan en función de la actividad o reposo de los de los órganos pélvicos (llenado, vaciado vesical). Sus fibras son en 2/3 de tipo I, fibras rojas de contracción lenta y en 1/3 de tipo II de contracción rápida. Su actividad no solo cumple con las funciones viscerales, sino también con su soporte, asegurando su posición correcta. Contribuyen en la postura, la deambulación y en problemas correlativos como la respiración, lo que conlleva al sinergismo y el antagonismo con otros grupos musculares de diferentes partes del cuerpo.(5)

La MSP sirve de apoyo a los órganos pélvicos a través de la coordinación y relajación de sus fibras. Ante un aumento de la PIA, la musculatura perineal se contrae de forma refleja provocando un aumento ascendente que causa el cierre de la vagina, esfínteres anal y uretral. Por lo que la contracción de este conjunto muscular es crucial para mantener la continencia, así como la relajación de esta musculatura lo es para que se produzca la micción y defecación voluntaria.(3)

La micción se produce cuando se contrae el músculo detrusor de la vejiga y se relaja el músculo esfínter uretral, lo que es controlado por el control nervioso autónomo involuntario, fundamentalmente bajo influencias parasimpáticas. Al mismo tiempo, la MSP se relaja voluntariamente, sobretodo el músculo pubococcígeo. La cooperación de estas acciones es fundamental para preservar la continencia urinaria y permitir la micción en un momento y lugar socialmente aceptables.(3)

La defecación es mediada por la relajación simultánea de los músculos puborrectal y del esfínter anal, aumentando así el ángulo anorrectal y permitiendo el paso de las heces. La relajación del esfínter anal es un reflejo del sistema nervioso autónomo, principalmente bajo control parasimpático. La MSP está bajo control voluntario para facilitar la defecación en un momento y lugar aceptables en la sociedad, como ocurre con la micción.(3)

La función sexual también está coordinada por los músculos perineales, los genitales y el sistema nervioso autónomo. En el caso de las mujeres, los factores físicos y psicológicos promueven la excitación que conlleva a la vasocongestión generalizada y las glándulas de Bartholin a la lubricación del introito vaginal. Durante el orgasmo, la MSP y el útero tienen repetidas contracciones; esta acción es coordinada por el nervio pudendo. En los varones, la erección está bajo control parasimpático, lo que permite que los músculos estriados del SP se contraigan para promover la rigidez. La eyaculación es principalmente un reflejo de la medula espinal a medida que el semen es expulsado con fuerza de la uretra. Así pues, tanto la respuesta sexual femenina como la masculina están bajo el control del sistema nervioso autónomo, siendo la fase de excitación controlada por el parasimpático y el orgasmo por la simpática.(3)

3. Disfunciones de suelo pélvico

Cualquier deterioro de la MSP puede afectar a su función y provocar diferentes anomalías designadas como 'disfunciones del suelo pélvico (DSP)'. La función desordenada corresponde a un aumento de la actividad (hiperactividad/ hipertonicidad) o una actividad disminuida (hipoactividad/ hipotonicidad) o una coordinación inadecuada de la musculatura del suelo pélvico. Los aspectos clínicos de las DSP pueden ser urológicos, ginecológicos o colorrectales y, a menudo, están interrelacionados. Entre ellas se encuentran: la incontinencia urinaria (IU), la incontinencia fecal (IF), el prolapso de órganos pélvicos (POP), el dolor pélvico o las disfunciones sexuales. Las DSP presentan disminución en la calidad de vida (CdV), repercusión social, sanitaria y económica. (13,14) Sin embargo, son concebidas de baja

preferencia en relación con otros problemas de salud, sencillamente porque no son considerados una amenaza para la vida.(15)

La proporción de mujeres con una o más DSP es del 25%, y aumenta con la edad hasta el 53%.(16) Se estima que entre el 3 y el 6% de las mujeres desarrollaran alguno de estos síntomas a lo largo de su vida. Según los pronósticos de la Organización Mundial de la Salud, en el año 2050, alrededor de un tercio de las mujeres entre los 45 y 65 años de edad sufrirán DSP.(17)

La etiología de las DSP es multifactorial pero existe una fuerte asociación con el factor obstétrico y el envejecimiento. Otro factor predisponente es el aumento de la PIA; como la tos crónica, el estreñimiento, la obesidad, ciertos trabajos en lo que es necesario cargar pesos de forma repetida, la postura y la marcha incorrecta y la asimetría esquelética. Así como la presencia de enfermedades del tejido conectivo, la lesión del nervio espinal, la lesión o dolor de la zona lumbar y los antecedentes familiares.(14,18)

La fisioterapia perineal se considera el tratamiento de primera elección entre los pacientes que sufren DSP, debido a su carácter no invasivo, su efectividad en la disminución de los síntomas clínicos, la posibilidad de combinarla con otros tratamientos, la baja probabilidad de efectos adversos y su coste de bajo-moderado. El objetivo de la fisioterapia se basa en reeducar el reflejo perineal ante el esfuerzo, promover la conciencia y correcta contracción de la MSP.(6) La fisioterapia perineal utiliza técnicas manuales internas y/o externas para el tratamiento del suelo pélvico tales como, las técnicas manuales, estimulación eléctrica neuromuscular, la biorretroalimentación, la fisioterapia invasiva y el ejercicio terapéutico, entre otras.(19) La elección del tratamiento debe adaptarse a sus necesidades específicas y a menudo es necesario un enfoque multidisciplinar. (14)

3.1. Incontinencia urinaria

La Sociedad Internacional de Continencia define la incontinencia urinaria como “la pérdida involuntaria de orina que se puede demostrar de forma objetiva y que ocasiona un problema social y de higiene a la persona que la padece”.(20)

La IU afecta a ambos sexos, aunque se ha descrito una mayor prevalencia en mujeres que en hombre; 51.1% frente a 13,9%.(21) Un estudio de 2017 reporta que el 43,3% de las mujeres de entre 30-80 años de edad reportaron IU en Jaén Capital.(20) Cabe destacar que a

pesar de que existe un gran número de mujeres afectadas por IU, un porcentaje muy pequeño son las que “se deciden” a acudir a un profesional sanitario. La mayoría de las mujeres esconden sus síntomas, bien porque lo contemplan como un problema sin solución o lo asemejan a algo “normal” de la edad, lo aceptan y aprenden a vivir con ello. En otras ocasiones, son los profesionales sanitarios los que muestran falta de comprensión, minimizan y normalizan las limitaciones que supone en la vida cotidiana de la paciente.(22)

Entre los factores de riesgo relacionados con la IU destacan: el género femenino, la edad, la menopausia, el hipoestrogenismo, la raza (las mujeres blancas presentan 3 veces más de IU que las mujeres de color), la obesidad, el factor obstétrico (embarazo, parto vaginal, el peso del recién nacido), la histerectomía, antecedentes uroginecológicos (POP, debilidad de suelo pélvico, cirugía uroginecológica, estreñimiento, infecciones), diabetes mellitus, cardiopatías, enfermedad de Parkinson, accidentes cerebrovasculares, demencia, tabaquismo, ingesta de fármacos, asma, presencia de dolor lumbo-pélvico.(23,24)

Se han definido varios tipos de IU según criterios sintomáticos y urodinámicos siendo los más frecuentes: Incontinencia urinaria de esfuerzo (IUE), incontinencia urinaria de urgencia (IUU) e incontinencia urinaria mixta (IUM).

- Incontinencia urinaria de esfuerzo

La IUE es la forma más prevalente de IU en mujeres, se presenta entre un 3 y un 58.4%, (21) y se define como la pérdida involuntaria de orina asociada a un esfuerzo físico tras un aumento de la PIA (reír, toser, correr, etc.). Se produce debido a un desequilibrio entre la presión intravesical y la presión uretral, como consecuencia de un defecto en los mecanismos encargados de la resistencia uretral. Bien debido a una hipermovilidad uretral; donde los mecanismos de sostén uretrales no realizan una función correcta y se desciende la posición correcta anatómica, y/o bien por un fallo esfinteriano intrínseco, debido a la insuficiente coaptación de las paredes de la uretra que producen una disminución en la resistencia de la uretra.(23)

- Incontinencia Urinaria de Urgencia

La IUU es la pérdida involuntaria de orina acompañada o inmediatamente precedida de urgencia. Por urgencia se entiende cuando el paciente experimenta la aparición repentina de deseo miccional intenso y claro, difícil de retrasar. Suele ser consecuencia de una contracción

involuntaria del músculo detrusor de la vejiga, cuando esto ocurre se denomina “hiperactividad vesical” y puede ir acompañado o no de pérdida de orina. Es la forma más común de IU en el hombre (40-80%) y entre un 11-20% de las mujeres la padecen.(23)

- Incontinencia Urinaria Mixta

La IUM es la percepción de pérdida involuntaria de orina que se asocia tanto a urgencia como al esfuerzo. Se estima que entre un 30 y un 40% de la población femenina con IU tienen síntomas de IUM.(23)

3.2. Repercusión de la incontinencia urinaria en la calidad de vida

Entender la salud como un estado de completo bienestar psíquico, físico y social y no simplemente como la ausencia de dolencia o enfermedad, aporta un concepto positivo que proyecta sobre el concepto de “calidad de vida”. Según la Organización Mundial de la Salud, la calidad de vida es: "La percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno".(22)

Las personas que padecen alguna DSP y en especial IU, ven afectada de forma notoria su CdV con una gran repercusión social, sanitaria y económica. Esto es dependiente en su mayor medida de la gravedad de los síntomas y tipo de disfunción, pero también de las actividades profesionales y aficiones de la mujer.(22,25)

Los estudios describen un gran impacto negativo en la CdV que se expresa sobre el entorno social (mayor aislamiento, menor interacción, abandono de aficiones), el psicológico (apatía, pérdida de la autoestima, depresión, sentimiento de culpabilidad), el físico (limitaciones o abandono de la práctica deportiva), el sexual (evitación de la pareja, pérdida de la actividad sexual), el ámbito laboral (absentismo, menos relación) y el ámbito doméstico (adoptando precauciones especiales con la ropa, protección de la cama). Tanto es así, que las mujeres con IU acaban adoptando hábitos comportamentales para paliar su problema como: el aislamiento y retracción social, la reducción de ingesta de líquidos, la utilización de absorbente y los cambios en los hábitos miccionales (aumentando la frecuencia).(23) Estos cambios pueden desencadenar

otras DSP u otros problemas de salud de modo que los profesionales de atención primaria deben proporcionar confianza en la población femenina y valorar los cambios en las actividades cotidianas con el objetivo de realizar un diagnóstico precoz y poder actuar oportunamente sobre dichas disfunciones.(17)

3.3. Incontinencia fecal

La incontinencia fecal (IF) se define como la pérdida involuntaria de contenido rectal (gases, heces líquidas o sólidas) a través del canal anal y la incapacidad de posponer una evacuación hasta que sea socialmente conveniente. Se adjunta a la definición una duración del problema de al menos un mes y una edad de al menos 4 años con el control logrado previamente.(26) Es una de las DSP con más efectos significativos sobre la CdV. Afecta aproximadamente al 18% de la población y su prevalencia puede aumentar con la edad; afectando entre el 0.5 y el 1% de las personas menores de 65 años y entre el 3 y el 8% en mayores de 65 años. Sin embargo, la considerable vergüenza, el aislamiento social y el estigma dificultan que los pacientes notifiquen su problema y busquen atención médica.(27,28) Dependiendo de las circunstancias presentes, la incontinencia fecal se clasifica comúnmente como: incontinencia pasiva (secreción involuntaria sin conciencia); incontinencia de urgencia (alta a pesar de los intentos activos de retener el contenido); y filtración fecal (filtración de heces con continencia y evacuación extremadamente normales).(26)

La continencia es el resultado de una interacción equilibrada entre el complejo del esfínter anal ("tapón"), la consistencia de las heces, la función del reservorio rectal y la función neurológica.(26) Factores como la enfermedad sistémica, el efecto emocional, la motilidad intestinal, la consistencia de las heces, la eficacia de la evacuación, la estabilidad del suelo pélvico y la integridad del esfínter, desempeñan un papel en la regulación normal. Un fallo en cualquiera de estos mecanismos puede dar lugar a un deterioro de la capacidad de controlar los gases o las heces.(27)

Una gran cantidad de etiologías se han asociado con el desarrollo de IF. La diarrea o urgencia rectal y los hábitos intestinales alterados, la enfermedad de colon irritable, la enfermedad inflamatoria intestinal, el estreñimiento y la incontinencia por rebosamiento son los factores de riesgo independientes más frecuentes. Sin embargo, la causa estructural más común es el factor obstétrico y sus secuelas (desgarro perineal, IU, rectocele, debilidad de MSP, lesión del nervio pudendo), junto con las cirugías anorrectales. La edad avanzada, el índice de masa corporal elevado, realizar trabajos de esfuerzo continuado, el tabaquismo, los problemas

de columna vertebral o los trastornos mentales también son factores que predisponen a la IF.(26-28)

3.4. Prolapso de órganos pélvicos

El prolapso de órganos pélvicos (POP) se define como una protrusión o herniación de los órganos pélvicos a través de las paredes vaginales y el suelo pélvico. La prevalencia reportada es muy variada y aumenta con la edad, las tasas se encuentra entre el 3 y el 50% ya que cuando se realiza un examen físico, del 41 al 50% de las mujeres tienen algún grado de prolapso, pero solo el 3% de las pacientes manifiestan síntomas.(29,30)

Se ha reconocido que el tejido conectivo, la fascia endopélvica y los ligamentos del SP, son los responsables de mantener los órganos pélvicos en su sitio y que las lesiones en cada nivel de soporte provocan daños en una zona específica.(30) Así, el POP puede ocurrir en el compartimento anterior, medio o posterior de la pelvis:(31)

- **Compartimento anterior:** Prolapso hacia la vagina de la uretra (uretrocele) o la vejiga (cistocele) o ambos (cistouretrocele)
- **Compartimento medio:** Descenso del útero o de la bóveda y enterocele (hernia de la bolsa de Douglas)
- **Compartimento posterior:** Prolapso del recto hacia la vagina (rectocele).

El cistocele es el tipo más común de prolapso (34% de los casos), seguido del descenso uterino y luego el rectocele.(31,32)

Además se han determinado cuatro grados para clasificar el descenso del POP por la vagina en reposo y tras una maniobra de Valsalva: 0; ausencia de POP, 1 (leve); ligero descenso del órgano que se mantiene en el interior de la vagina, 2 (moderado); el órgano desciende hasta el introito vaginal, 3 (grave); el órgano sobrepasa el introito vaginal y sale al exterior tras una maniobra de Valsalva y 4 (muy grave); el órgano se encuentra totalmente exteriorizado incluso en reposo.(9)

La etiología es multifactorial y todos los factores de riesgo asociados contribuyen a la debilidad del tejido conectivo del SP, donde el factor obstétrico es el más frecuente y dañino. El índice de masa corporal elevado u obesidad, la raza, los antecedentes familiares de POP, la edad y menopausia, intervenciones quirúrgicas ginecológicas previas, histerectomía,

tabaquismo con tos crónica, estreñimiento y la deficiencia de estrógenos son otros de los factores etiológicos a desencadenar un POP.(29,30,32)

El POP es dinámico y los síntomas pueden variar de un día a otro o incluso en el mismo día, según el nivel de actividad de la persona, el compartimento afectado y el grado de POP. La presencia de POP suele ir acompañado de otras DSP; de las personas con prolapso, el 40% tiene IU de esfuerzo, el 37% tiene vejiga hiperactiva y el 50% tienen IF. El prolapso de órganos pélvicos puede afectar negativamente la actividad sexual, la imagen corporal y la calidad de vida.(29) Entre sus síntomas se pueden manifestar: síntomas urinarios; IU, aumento de la frecuencia miccional, IUU, flujo urinario deficiente o prolongado, reducción manual para iniciar o completar el vaciado, síntomas digestivos; dificultad defecatoria, IF, sensación de evacuación incompleta, protuberancia rectal durante o después de la defecación, síntomas sexuales; incapacidad para tener relaciones, dispareunia, falta de sensación, anorgasmia, IU durante la actividad sexual, u otros síntomas locales; sensación de presión o pesadez vaginal, sensación de “bulto” en la vagina, dolor lumbar, presión o dolor abdominal, secreción purulenta o sangrado.(31)

3.5. Disfunciones sexuales

La salud sexual es una de las partes esenciales de la CdV de las personas y se define por la Organización Mundial de la Salud como “un estado de bienestar físico, emocional, mental y social relacionado con la sexualidad”. (33) A lo largo de la vida, se producen modificaciones en la función sexual que pueden desencadenar la aparición de disfunciones sexuales, estas, son más frecuentes en la mujer que en el hombre (43% vs 31%).(34)

La disfunción sexual se refiere a una cadena de experiencia psiquiátrica, individual y de pareja que se manifiesta como una disfunción en la excitación y/o deseo sexual, el orgasmo y la aparición de dolor durante el coito. La disfunción sexual femenina es uno de los problemas más comunes que afecta aproximadamente al 40-45% de las mujeres y se ha indicado que entre el 30 y el 60% de las mujeres han sufrido una disfunción sexual al menos una vez en su vida.(33,35)

Las disfunciones sexuales femeninas se clasifican en: trastornos del interés o deseo sexual, trastornos de la excitación (tanto subjetivamente como afectación de la respuesta física), trastorno orgásmico, trastorno del dolor sexual referido a la dispareunia (dolor recurrente o persistente al intentar penetración y/o coito vaginal con el pene) y al vaginismo (dificultad persistente o recurrente de la mujer para permitir la entrada del pene, un dedo y/o cualquier objeto en la vagina, a pesar de la existencia de deseo expreso de la mujer de hacerlo, que suele

ir acompañado de una contracción involuntaria de la MSP) y trastornos de excitación sexual persistente.(34)

Estas alteraciones de la función sexual están relacionados con: la menopausia y la edad, padecer diabetes mellitus, el embarazo, el parto y la lactancia, haber tenido cirugías pélvicas previas, las lesiones medulares, el dolor crónico, la fibromialgia, el desajuste hormonal, la ingesta de ciertos fármacos y los aspecto psicológicos e interpersonales (trastornos depresivos, ansiedad, baja autoestima, inestabilidad emocional).(34)

4. Impacto del factor obstétrico en el suelo pélvico

Durante el embarazo, se producen cambios hormonales como: el aumento de la progesterona, que tiene un efecto relajante sobre el músculo liso, la disminución de la relaxina, que afloja y promueve la debilidad del SP, y la disminución de los niveles de colágeno; que hacen que el embarazo por sí mismo sea un factor de riesgo de DSP. La IUE es el tipo de DSP más frecuente puesto que el embarazo está asociado a disminución de la tonicidad de la MSP, disminución de la capacidad vesical y aumento de la frecuencia miccional por el peso del útero sobre la vejiga.(36) La incontinencia urinaria va aumenta en frecuencia a lo largo del embarazo: en el primer trimestre es de 17 a 25% y en el tercer trimestre de 36 a 67%, en general se estima una prevalencia de IU del 58.1% durante el embarazo.(37,38) Además, alguna forma de IF puede estar presente durante el embarazo en madres primerizas, con una prevalencia de 12 a 35% para la incontinencia de gases y del 2 al 9.5% para la pérdida de heces.(38) Entre los factores de riesgo a sufrir DSP relacionados con el embarazo incluyen: la edad materna avanzada, la obesidad, el tabaquismo, el estreñimiento, IU anterior al embarazo y la diabetes mellitus. (36)

En el parto vaginal, el músculo elevador del ano debe distenderse [(longitud de tejido bajo estiramiento/ longitud de tejido original) * 100] entre un 25 y un 245% de su capacidad y pasar de 15-25 cm² a 60-80 cm² permitiendo que el hiato del elevador se ensanche pueda concluir la salida del neonato.(39,40) Y esta enorme variabilidad podría explicar por qué este músculo no alcanza su límite elástico en un número considerable de mujeres y sucede una lesión o traumatismo perineal, definido como la pérdida de continuidad entre las fibras de la porción puborrectal a nivel de su inserción en el pubis.(40) Esta lesión perineal puede ocurrir de forma espontáneo; en forma de avulsión o desgarro perineal, que se clasifica en varios grados según las estructuras dañadas, o a través de una episiotomía. La episiotomía es un procedimiento que consiste en una incisión perineal con el fin de aumentar el diámetro del introito vaginal, indicado para evitar el posible desgarro perineal, debe realizarse por un profesional sanitario y su uso es

muy controvertido.(41) En España se realiza en un 54.08% de los partos eutócicos y en un 92.62% de los partos instrumentales.(42) Asimismo, más del 85% de las mujeres que tienen un parto vaginal sufren algún grado de desgarro perineal, afortunadamente la incidencia disminuye con los partos posteriores a un 68.8% en mujeres multíparas.(43)

Entre los factores de riesgo que contribuyen a esta lesión se incluyen: el tiempo prolongado de pujo y del periodo expulsivo, la utilización de instrumentos durante el periodo expulsivo del parto y el peso elevado del recién nacido.(44,45) Cabe destacar que la mayoría de las DSP aparecen tras el primer parto vaginal, ya que la prevalencia de tener una DSP es más frecuente en mujeres multíparas que en mujeres nulíparas, por lo que la paridad enfatiza el papel del trauma obstétrico como factor de riesgo.(45)

La denervación, la interrupción y el daño del sistema de soporte del SP tras el trauma perineal puede conllevar a complicaciones a corto y largo plazo como y a la aparición de DSP como: incontinencia urinaria o fecal, prolapso de órganos pélvicos, debilidad de la MSP, dispareunia y dolor perineal persistente que afecta considerablemente a la salud y calidad de vida de la mujer.

La mayoría de los estudios que analizan las secuelas del embarazo y el parto sobre las DSP, señalan la IU como el problema más frecuente, siendo la IUE la que se presenta con más frecuencia, aunque existe un aumento pequeño pero significativo de aparecer IUU después del parto.(38) La prevalencia de IU durante el embarazo es mayor que durante el post-parto, aun así, esta prevalencia sigue siendo más alta que antes del embarazo.(46) Las cifras en los estudios que estudian la prevalencia de IU durante el periodo postparto son muy variables y van desde el 30% en los tres primeros meses hasta el 47% en el primer año postparto.(47) Entre los factores conocidos que se asocian con mayor riesgo de IU postparto incluyen: padecer IU previa, el estreñimiento, la edad materna superior a 35 años, la multiparidad, un índice de masa corporal elevado y un periodo gestacional mayor o igual a 37 semanas. Respecto al tipo de parto se ha considerado que las mujeres que tienen parto vaginal (con o sin trauma perineal) tienen un riesgo de 2.5 veces mayor de sufrir IUE en comparación con las que han tenido una cesárea.(38,39,46,47)

En relación al periodo postparto, se han identificado varios mecanismos que pueden facilitar las pérdidas de orina:(39)

- Las lesiones perineales o pélvicas asociadas al parto vaginal y a la tracción abdominal prolongada durante la expulsión del feto pueden ser responsables del sobrestiramiento y compresión de los nervios pélvicos, provocando isquemia, neurapraxia o compromiso de la función nerviosa (lesión del nervio pudendo).
- El parto puede debilitar tanto la estructura facial como el tejido conectivo que sostiene el cuello vesical y la uretra, favoreciendo la hipermovilidad uretral.
- Cualquier lesión del músculo elevador del ano durante el parto puede dar lugar a una fibrosis y posteriormente a un debilitamiento de la MSP.

Los daños sobre la parte posterior del SP y que influyen sobre la función anorrectal son menores después del parto, aun así las mujeres pueden experimentar pérdida involuntaria de heces, sólidas o líquidas e incluso gases. Los síntomas persistentes a los tres meses postparto pueden ser del 19 al 46% para los gases, y del 2.4 al 8% para la pérdida involuntaria de heces.(38) Se han considerados dos factores asociados a estas disfunciones: el principal riesgo es la lesión directa del esfínter anal externo tras la aparición de desgarró perineal de tercer o cuarto grado durante la segunda fase del parto. Así, entre el 17 al 62% de las mujeres con IF tuvieron un traumatismo perineal grave. La segunda condición tiene que ver con la tracción excesiva del nervio pudendo, estudios electrofisiológicos han documentado la aparición de lesiones nerviosas en el 42% de las mujeres tras un parto vaginal. La primera se ha considerado más relevante para el desarrollo de IF en primíparas y la segunda en las múltiparas.(46,48)

En cuanto a los POP, el factor obstétrico y la multiparidad, son los principales factores asociados a su aparición. Las mujeres con un solo hijo muestran una probabilidad cuatro veces mayor de experimentar POP en comparación con las nulíparas. El parto vaginal y sobretodo el acompañado por fórceps tiene un papel importante en la predisposición de esta disfunción, ya que cuando sucede un trauma perineal, la vagina pierde su posición horizontal sobre el músculo elevador del ano, dado al daño sufrido en el sistema de suspensión, lo que favorece el descenso de las vísceras pélvica.(29,30)

Existe un gran impacto sobre la función sexual de la mujer antes y después del parto, ya que generalmente las relaciones íntimas disminuyen durante el embarazo y no regresa a sus niveles iniciales durante el postparto. Durante el embarazo esto se atribuye generalmente a: el sentimiento de culpa con respecto a las relaciones sexuales durante el embarazo, la imagen corporal alterada, el menor sentido del encanto hacia la pareja, el miedo a lastimar al feto, al aborto y al parto prematuro.(34,35) De igual modo, varios factores afectan la disfunción sexual posparto, incluido el número de partos, la lactancia materna, el tipo de parto, la episiotomía, la

fatiga y la disfunción física y psicológica, incluyendo la depresión posparto.(35) Síntomas como sufrir dispareunia (dolor durante el coito), falta de deseo sexual, falta de lubricación, falta de sensación y dificultad para lograr el orgasmo, sangrado o irritación después del sexo pueden afectar a la respuesta sexual de la mujer durante el periodo postparto. Las tasas de prevalencia de disfunciones sexuales femeninas varían del 41% al 83% a los 2-3 meses posparto y al 64% a los 6 meses, esta alta prevalencia tiene un impacto significativo en la CdV de la mujer. Entre los factores etiológicos asociados a desencadenar una disfunción sexual después del parto se encuentra la paridad y el trauma perineal; las mujeres primíparas experimentan más dispareunia que las multíparas que puede explicarse por tasas más altas de traumatismo perineal grave y parto instrumental en primíparas.(35,49) Además, el modo de parto es también un factor predisponente a sufrir dispareunia postparto: el parto vaginal asistido se incrimina con un aumento de al menos el doble de casos en contraste con el parto vaginal con periné íntegro.(34)

5. Musculatura abdominal profunda

5.1. Anatomía y función

La pared abdominal anterolateral está comprendida por cuatro músculos: el recto del abdomen en la porción anterior y los músculos: oblicuo externo, oblicuo interno y transverso del abdomen (TrA) en la porción lateral. Algunas de las funciones de la pared abdominal son: proteger las vísceras abdominales, soportar la PIA, asistir en la espiración forzada y participar en cualquier actividad que aumente la presión intraabdominal. Los músculos abdominales profundos influyen en la estabilización de la columna vertebral, el movimiento del tronco y la tensión de la pared abdominal.(50) Durante el embarazo y el post-parto, esta musculatura sufre enormes modificaciones que se asocia a pérdidas de fuerza e incapacidad para estabilizar la pelvis.(51)

El músculo recto anterior es un músculo vertical largo formado por dos vientres musculares, que se origina desde el esternón y los últimos arcos costales hasta el pubis y separados por la línea alba, que a su vez, están divididos por tres intersecciones tendinosas horizontales. Está envuelto por una vaina aponeurótica formada por una capa anterior, que surge de la aponeurosis del oblicuo externo y la mitad de los oblicuos internos, y una capa profunda que se forma a partir de la aponeurosis del TrA y la otra mitad del oblicuo interno. Su función principal es flexionar la columna torácica y lumbar (Figura 9).(52)

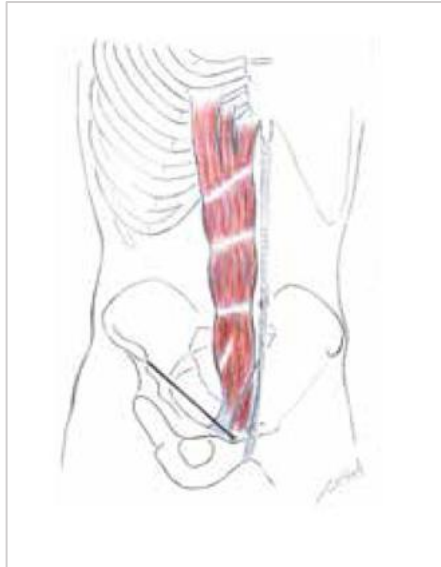


Figura 9: Musculo recto abdominal. (225)

El músculo oblicuo externo es el músculo más grande, grueso y superficial de la pared lateral del abdomen. Se origina en las últimas 7 costillas y sus fibras se dirigen en varias direcciones: hacia la cresta iliaca y la aponeurosis anterior de la línea media y se entrelaza con su músculo contralateral. Este músculo provoca la flexión del tronco, rotación contralateral y la flexión lateral homolateral. Tiene una gran capacidad de modulación de la presión intraabdominal y es un fuerte músculo espirador (Figura 10).(9,50)

El músculo oblicuo interno es la capa media que se origina en la fascia del psoas ilíaco, la cresta ilíaca lateral y la fascia toracolumbar. Sus fibras tienen un recorrido opuesto al del oblicuo externo que se insertan en las tres o cuatro últimas costillas y se unen con la aponeurosis del TrA para crear un tendón conjunto. (50) Los oblicuos internos generan movimientos de flexión lateral y rotación homolateral, así como la flexión de tronco. Estos músculos contribuyen a la modulación de la presión intraabdominal y al sostén de las vísceras abdominales. Además, colaboran en la compresión de la articulación sacroilíaca y forman parte del mecanismo activo de cierre de esta articulación (Figura 10).(9)

El TrA es el más profundo y delgado de los músculos anchos del abdomen. Tiene inserciones en el ligamento inguinal, la cresta iliaca, vértebras lumbares, fascia toracolumbar e iliopsoas y en los seis últimos cartílagos costales. Su inserción en la línea alba es compleja; superior al ombligo, la aponeurosis del TrA pasa envolviendo al músculo recto abdominal y en la línea alba conecta con las fibras aponeuróticas del TrA y oblicuo interno contralateral. Sin embargo, en la zona infraumbilical todas sus fibras aponeuróticas pasan anterior a los rectos

anteriores.(9,50) Desde el punto de vista anatómico y funcional, el TrA se divide en tres regiones: los fascículos superiores que surgen de los cartílagos costales, tienen una orientación transversa de menor longitud y grosor que el resto de las regiones y estabilizan la caja torácica; los fascículos medios que se unen a la fascia toracolumbar por lo que pueden contribuir al control de la columna lumbar, tienen una dirección inferomedial y son las de mayor longitud, y por último, los fascículos inferiores que surgen de la cresta ilíaca, sostienen el contenido abdominal y generan fuerzas que comprimen las articulaciones sacroilíacas, en general se dirigen hacia la zona inferior y medial y son las fibras más gruesas.(53) Debido a las diferencias en la orientación de sus fibras, el TrA no presenta un papel dominante en los movimientos de tronco pero si está presente en la rotación.(54) El reclutamiento de sus fibras que se ha denominado “acción de retracción abdominal” o “ejercicios de ahuecamiento abdominal”, reduce la circunferencia abdominal y aplasta la pared abdominal en la región inferior sin realizar ningún movimiento pélvico o de la columna vertebral.(9,55) El TrA se ha considerado el principal componente para la estabilización del tronco, influye en el mantenimiento de la postura erguida y es el músculo con más capacidad de control de la presión intraabdominal colaborando en la vocalización, la respiración, la defecación, el parto, etc. (Figura 10). (51)

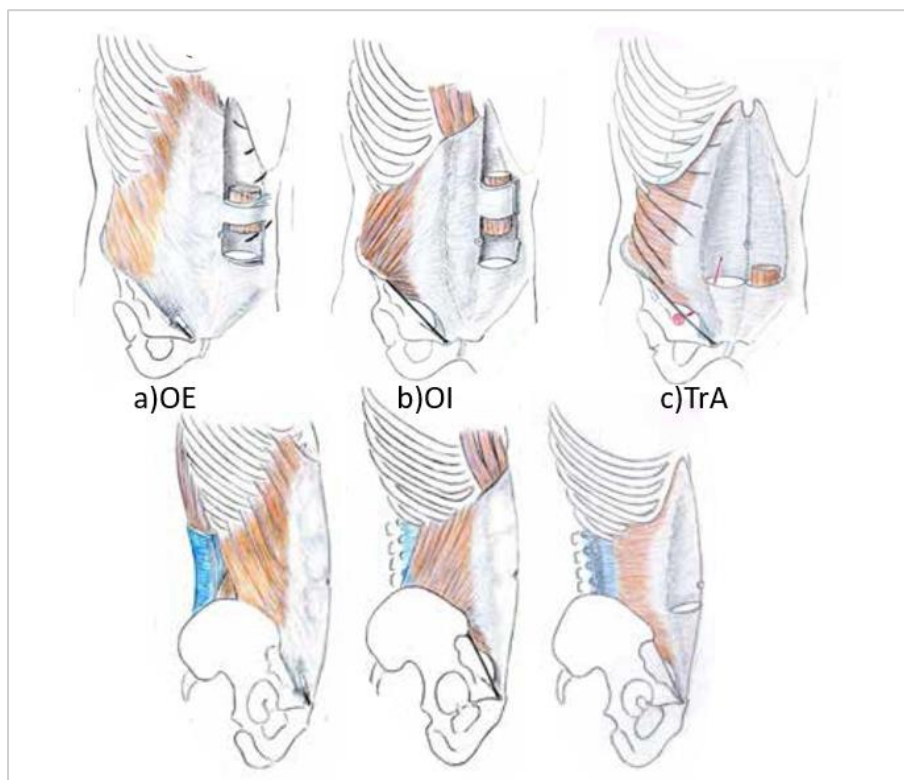


Figura 10: Vista anterior y lateral de los músculos abdominales. OE: oblicuo externo, OI: Oblicuo interno, TrA: Transverso abdominal. (225)

Las inervaciones sensitivas y motoras de la pared abdominal se derivan principalmente de las ramas anteriores de T7 a T12. Estos discurren en dirección inferior y medial entre el TrA y los oblicuos internos. La rama anterior de T12 junto con el primer nervio lumbar, contribuyen al tronco común de los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico. El nervio ilioinguinal se encuentra dentro del canal inguinal y proporciona sensibilidad al muslo y al escroto medial ipsolateral. Los nervios iliohipogástricos proporcionan sensación a la pared abdominal anterior en la región suprapúbica.(50)

5.2. Relación de la musculatura abdominal y el suelo pélvico

En los últimos años, varios estudios han demostrado a través de distintas técnicas de evaluación (ecografía, electromiografía de superficie o aguja, palpación) que en pacientes sanos existe una relación fisiológica entre los músculos de la pared abdominal y la MSP. Se ha sugerido que la co-activación entre ambos les permite trabajar de forma sinérgica tanto en maniobras voluntarias como involuntarias.(56-59)

Algunos autores indican que cuando la MSP se contrae voluntariamente, se recluta predominantemente el TrA y oblicuo interno, con poca o ninguna actividad en el oblicuo externo y el recto del abdomen.(56,58) Otros, en cambio indican que son todos los músculos de la pared abdominal los que se reclutan tras una contracción de la musculatura perineal. Esta controversia dependerá de las técnicas de medición utilizadas y además, el grado de aumento en la actividad muscular del SP se ha relacionado con el aumento en la actividad de la musculatura abdominal. Así, cuando la contracción de la MSP es máxima existe respuesta en todos los músculos abdominales y un aumento de la PIA.(57,59,60) Sin embargo, se ha informado que cuando la contracción de SP solicitada es menor; submáxima, la co-activación se produce predominantemente con el TrA. (58,61) Asimismo, cabe destacar que los intentos de mantener la pared abdominal relajada e inhibir la actividad muscular abdominal durante una contracción de SP reducen su actividad a tal grado que ya no se satisfacen los requisitos del entrenamiento de la fuerza.(58) Por lo que, en sentido inverso también se ha observado una importante conexión y sinergia y cuando se realiza una contracción voluntaria de la musculatura abdominal hay repercusión en la actividad de la MSP.(59)

Es importante destacar que la contracción de los músculos abdominales, además de influir en la actividad de la MSP, puede aumentar la PIA induciendo el descenso del cuello de la vejiga, y por tanto, afectar negativamente al SP.(55,62) Ya que, la contracción voluntaria de los músculos del suelo pélvico eleva el cuello de la vejiga y comprime la uretra contribuyendo al

mantenimiento de la continencia urinaria, y si no se produce el ascenso del cuello vesical puede tener consecuencias negativas en mujeres con DSP.(62) En este sentido, se ha informado que las tareas que conllevan a una contracción de todos los músculos de la pared abdominal, como la tos o una maniobra de Valsalva, e incluso, las contracciones de intensidad máxima de SP, provocan un aumento de la PIA y por consiguiente un descenso del cuello vesical, que puede ser contrarrestado por una contracción de SP previa al esfuerzo.(58,61,62) No obstante, los datos muestran que la contracción del TrA de forma precisa y selectiva no impide la elevación del cuello vesical.(62) Por otro lado, la contracción de SP correctamente realizada obtiene como resultado la activación del TrA pero no da lugar a un aumento marcado de la PIA.(58) Así, se cree que la co-activación de la MSP y del abdomen contribuye a la generación de presión intravaginal para permitir el mantenimiento de la continencia urinaria en situaciones de aumento de PIA.(56) Y se sugiere que la elevación del cuello de la vejiga en sujetos sanos depende de la relación entre la función del SP y la PIA, donde el impulso descendente del contenido abdominal provocado por el aumento de la presión se ve frenado por la resistencia al estiramiento que ofrece la MSP, que debe ser suficiente para poder contrarrestarlo y evitar que descienda la vejiga y el cuello vesical.(63) Debe añadirse, que esta relación no podría extrapolarse a sujetos con DSP y que en cualquier caso, la elevación del cuello vesical que produce la contracción sinérgica de TrA y SP no es comparable a la que produce la contracción isométrica del SP aislado.(55)

Se ha referido que las mujeres con DSP realizan diferentes estrategias en la contracción de la musculatura abdominal durante las contracciones de SP. Así, en el estudio de Arab et al.(56) no hubo diferencias en el grosor de los músculos abdominales tomados con ecografía durante la contracción del SP entre las mujeres con IUE y las mujeres continentales sanas, incluso hubo una ligera diferencia no significativa en el grupo de mujeres con IUE. Por lo que puede llevar a pensar que existe cierta sinergia entre ambos grupos musculares tanto en mujeres con IU como sin ella. En el estudio de Thompson et al.(61) se mostró patrones de activación muscular alterados en el grupo de IU durante la contracción de MSP y la maniobra de Valsalva en comparación con el grupo asintomático. El grupo con IU mostro niveles más bajos de activación de SP y mayores niveles de activación de la pared abdominal. Según estos autores, fue debido a que las mujeres incontinentes no pudieron contraer correctamente la MSP y utilizaron una estrategia de sustitución muscular a través de otros músculos sinérgicos que generan la fuerza necesaria para las tareas solicitadas. De esta manera, en mujeres con DSP en las que existe evidencia de que la actividad del SP es deficiente, no se recomienda, programas de ejercicios que aumenten la PIA que puedan provocar una mayor falta de control vesical.(9)

6. Impacto del factor obstétrico en la pared abdominal

Durante el embarazo, la morfología del abdomen se ve alterado por el aumento del útero, el peso del feto y la masa abdominal, por lo que el peso corporal de la mujer aumenta entre un 15 y 25%.^(64,65) El aumento de la masa abdominal está relacionada con la disminución de la estabilidad estática y los cambios adaptativos en las curvaturas del raquis, sobretodo de la lordosis lumbar, que compensarían el desplazamiento anterior del centro de gravedad corporal.⁽⁶⁵⁾ Es probable que la mayor producción de hormonas de crecimiento en combinación con el aumento del peso, suponga una mayor carga para tendones, ligamentos y articulaciones, además de una adaptación a nivel muscular. Así, los músculos de la pared abdominal tienden a volverse cada vez más dehiscentes durante el embarazo.⁽⁶⁴⁾ Por lo que, durante y después del embarazo, muchas mujeres experimentan un aumento en la distancia entre los músculos rectos abdominales debido al adelgazamiento y estiramiento de la línea alba, lo que se conoce como: diástasis de rectos abdominales.⁽⁶⁶⁾

Las hormonas relaxina, progesterona y estrógeno propias del embarazo, las tensiones mecánicas provocadas por el feto en crecimiento en la pared abdominal y el desplazamiento de los órganos abdominales conducen a cambios elásticos del tejido conectivo, que a su vez causan diástasis abdominal durante el embarazo.⁽⁶⁷⁾ Los estudios han demostrado que esta separación aumenta a las 14 semanas de gestación aproximadamente y sigue aumentando hasta el momento del parto. Los datos de incidencia son variables en los estudios a causa de la variedad de definiciones y de técnicas de evaluación utilizadas. No obstante, se han informado estimaciones variadas que oscilan entre el 66 y el 100% durante el último trimestre de embarazo y hasta el 53% inmediatamente después del parto.⁽⁶⁶⁾ La resolución espontánea de esta separación debe ocurrir entre las 4 y 8 semanas post-parto.⁽⁶⁸⁾ Sin embargo, 12 meses después del embarazo, el 33% de las mujeres todavía experimentan separación interrectal, lo que podría considerarse patológico.⁽⁶⁹⁾ A pesar de que existe controversia en cuanto a la definición de diástasis de rectos abdominales “normal” y cuando puede clasificarse como patológica,⁽⁷⁰⁾ varios autores han considerado patológico un ensanchamiento mayor a 2.7 cm a nivel del ombligo, o más de 2 cm en uno o más puntos de evaluación (a nivel del ombligo o 4.5 cm supraumbilical o infraumbilical).⁽⁶⁶⁾ Entre los factores de riesgo que predisponen a presentar diástasis patológica se encuentran la edad superior a 45 años, el manejo habitual de cargas pesadas, el índice de masa corporal elevado, el aumento o la pérdida de peso durante o después del embarazo, el embarazo múltiple, el peso del recién nacido y el tipo de parto.⁽⁶⁸⁾

Ya que la pared abdominal tiene un gran papel en la estabilidad del tronco y de la pelvis, los movimientos del tronco, la postura, la respiración y el soporte de las vísceras abdominales, un aumento de la distancia entre los rectos del abdomen podría poner en peligro estas funciones.(66) Así, el estudio de Hills et al.(71) puso de manifiesto que la separación entre los rectos tiene una correlación moderada y negativa con la fuerza de rotación del tronco y con la capacidad para realizar ejercicio abdominal. Sin embargo, no detectaron ninguna diferencia en el rendimiento de la tarea de resistencia en flexión del tronco o flexión lateral entre mujeres con y sin diástasis.(72) También cabe destacar que se ha sugerido que la presencia de diástasis abdominal podría influir negativamente en la contracción sinérgica entre la musculatura abdominal y la MSP, lo que predispondría a sufrir DSP en el período postparto.(73,74)

En cuanto al postparto, se ha establecido que las mujeres después del parto tienen un mayor deterioro de la fuerza, fatiga y estabilidad de los músculos abdominales hasta 26 semanas postparto en comparación con las mujeres nuligrávidas, lo que podría contribuir al dolor lumbopélvico en esta población. Y entre los factores que pueden afectar a la función de los músculos abdominales post-parto, además de la presencia de separación interrectal, se incluyen el modo de parto y los niveles de actividad física. Por lo que el parto por cesárea que implica una ruptura profunda de la pared abdominal anterior, se asocia con mayores informes de dolor lumbo-pélvico durante el postparto y una recuperación más lenta que el parto vaginal. Por otro lado, la actividad física, que podría compensar y proteger contra la disfunción muscular, es baja en muchas madres: aproximadamente el 60% de las mujeres embarazadas y el 80% de las que se encuentran en el postparto informan una disminución en sus niveles de actividad física en comparación con la actividad previa al embarazo. (75)

7. Diafragma torácico

7.1. Anatomía y función

El diafragma torácico (DT) es un músculo con forma de cúpula que limita la cavidad torácica de la cavidad abdominal, se inserta en la segunda y tercera vértebra lumbar (L2-L3), las costillas y el esternón.(9) En posición anatómica, el diafragma se curva en dos cúpulas (derecha e izquierda) que sostienen los pulmones, unidas por un tendón central que da soporte al corazón. La cúpula derecha es ligeramente más alta que la izquierda, probablemente la razón se deba al mayor tamaño del lóbulo derecho del hígado.(76) Se ha revelado que el DT y el TrA forman una lámina continua con la fascia toracolumbar y la vaina del músculo recto abdominal. Estructuralmente se puede dividir en tres porciones: esternal, costal y lumbar. Su porción

esternal es la más pequeña, se extiende desde la capa posterior de la vaina del recto y la parte posterior de la xifoides hasta el tendón central del DT. Lateralmente a la porción esternal, están las porciones costales, a un lado está el triángulo esternocostal derecho de Morgani y al otro, el triángulo esternocostal izquierdo de Larrey. La porción lumbar se encuentra a ambos lados de la columna vertebral.(77) El DT se encuentra perforado por la vena cava inferior (esta apertura se agranda con la inspiración, atrayendo sangre al corazón), el esófago (el anillo por el que pasa se contrae en la inspiración y previene el reflujo gastroesofágico) y la arteria aorta (las contracciones del diafragma no afectan a este hiato). La innervación de diafragma la proporcionan los nervios frénicos derecho e izquierdo que se originan de los nervios cervicales C3-C5 y facilitan la función sensorial y motora (Figura 11). (78)

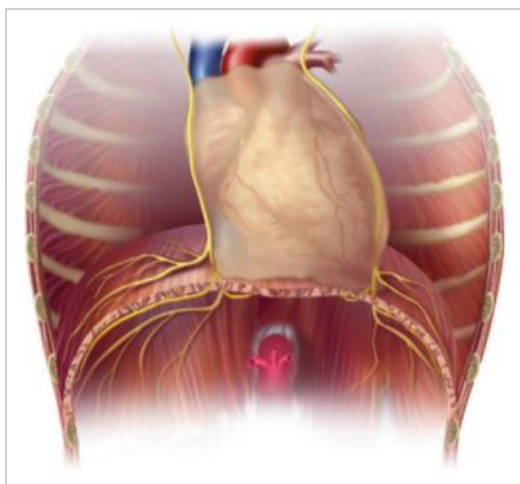


Figura 11: Diafragma torácico.(78)

En la evolución, el DT es exclusivo de los mamíferos y no se puede discutir su importancia fisiológica.(79) El DT es reconocido principalmente como el músculo primario del cuerpo, responsable aproximadamente del 80% de todo el trabajo respiratorio normal.(76) Su principal rol es durante la inspiración, su contracción expande la cavidad torácica disminuyendo la presión intratorácica y llevando aire a los pulmones. Además de la inspiración, la activación del músculo diafragma es necesaria para las conductas expulsivas, incluida la esternutación y la expectoración, que son esenciales para despejar y mantener la permeabilidad de las vías respiratorias. El músculo del diafragma también contribuye a actividades no respiratorias, como la deglución y la vocalización. También mediante su capacidad de modulación de la presión intraabdominal, está relacionado con la estabilidad postural y ayuda en la micción, la defecación y puede tener un papel importante durante el parto, concretamente durante los pujos maternos ya que su contracción ayuda al descenso del feto por el canal de parto.(9,76,78,79)

8. Equilibrio y control postural

El equilibrio se define como la capacidad de una persona para controlar la posición de su cuerpo dentro de los límites de la base de apoyo o base de sustentación (entre los dos pies en posición erguida).(80,81) Generalmente puede clasificarse en: equilibrio postural (estar de pie, tranquilo y erguido) y equilibrio dinámico (la capacidad de recuperar o mantener el cuerpo en una posición estable en respuesta a una perturbación o durante los movimientos). Así pues, el equilibrio como concepto genérico incluye la combinación tanto del control de la postura como del control del equilibrio.(81) En esta discriminación, el control postural (CP) es un fenómeno activo, reflejo e involuntario que abarca el logro y el mantenimiento de una posición corporal deseada en cualquier situación estática o dinámica. Es un componente integral de la habilidad motora y un prerrequisito para la coordinación.(80-82) El CP incluye la alineación de la columna vertebral, que hace referencia a la disposición relativa de las partes del cuerpo entre sí con la gravedad, y al tono postural, tomado como la distribución de la activación muscular persistente en todo el eje postural.(83,84)

La postura erguida del ser humano es intrínsecamente inestable y por ello, el sistema de CP debe estar continuamente activo para mantener la estabilidad del cuerpo.(85) Asimismo, la estabilidad postural integra mecanismos como la capacidad de mantener el equilibrio, y la eficiencia en la respuesta a las fuerzas desestabilizadoras.(81,82) Por lo que está garantizada por la actividad de un complejo sistema de control que comprende diferentes componentes, como las sinergias neuromusculares entre los músculos posturales de la columna vertebral (DT, los músculos profundos de abdomen; especialmente el TrA, y la MSP), los mecanismos de anticipación y de adaptación. Además, el equilibrio humano depende de la integración coordinada de la entrada somatosensorial, vestibular y visual que informan al cerebro, y este a su vez, informa constantemente a todo el cuerpo de donde podría estar su centro de gravedad.(5,81,82,86)

Es importante destacar que la debilidad muscular, la reducción de la sensibilidad y el aumento del tiempo de reacción han sido identificadas como factores que pueden aumentar la oscilación postural y el deterioro del equilibrio. Otros factores que contribuyen al deterioro del CP pueden ser el estilo de vida sedentario, la inactividad física, el aumento del índice de masa corporal, la falta de fuerza muscular en la espalda y la capacidad de resistencia.(87,88) Por otro lado, las limitaciones en el equilibrio implican déficits en el sistema propioceptivo, con patrones de movimiento alterados y dificultades para mantener el CP y caminar, que por consiguiente

afectan al desempeño de las actividades de la vida diaria y a la calidad de vida.(81,87) De esta manera, los cambios en la curvatura de la columna vertebral causan tanto malestar físico como psicológico debido a las modificaciones posturales y la imagen de sí mismo. También son la principal causa de dolores músculoesqueléticos debido a espasmos musculares y a alteraciones en las articulaciones apofisarias de las vértebras.(84) Todo esto conllevaría a intuir que el equilibrio adecuado en la postura erguida es esencial para la vida diaria, mejorar el rendimiento y prevenir lesiones en los deportes.(82) Investigaciones anteriores han demostrado que los programas de entrenamiento neuromuscular y del equilibrio pueden mejorar la coordinación neuromuscular, la fuerza de las extremidades inferiores, la resistencia de los músculos centrales, la estabilidad y el control postural en individuos sanos jóvenes y en adultos mayores. La literatura científica sugiere que el ejercicio con entrenamiento del equilibrio mejora el control postural, lo que disminuye el riesgo de caídas, fracturas y otras lesiones relacionadas con las caídas.(88)

8.1. Papel de la musculatura abdominal en el control postural.

Varios estudios confirman que el control postural está condicionada por la actividad muscular profunda, ya que su actividad contribuye directamente a la rigidez de las articulaciones: cuando mayor es la rigidez más estable es la estructura. Asimismo, se ha informado de que la musculatura abdominal estabiliza el tronco y desempeñan un papel importante en el ajuste postural.(89)

Bergmark(90) en 1989 describió el núcleo del tronco conocido con el nombre de “core” como la presencia de dos sistemas musculares implicados en la estabilidad de la columna lumbar: el primero es el "sistema muscular global" compuesto por músculos grandes y superficiales alrededor de la región abdominal y lumbar que producen una mayor torsión en la columna vertebral sin estar directamente unidos a ella, incapaces de controlar el movimiento intersegmentario. El segundo sistema es el "sistema muscular local" formado por músculos profundos e intrínsecos que se unen directamente a las vértebras lumbares controlando el movimiento intervertebral para proporcionar estabilidad intersegmentaria. De los músculos abdominales, el recto anterior y el oblicuo externo son músculos superficiales y globales.(56) En cambio, el transverso abdominal y el oblicuo interno son músculos locales con un papel crucial en la estabilización de la región lumbar.(56,89) En una estructura equilibrada, ambos sistemas musculares; locales y globales, funcionan eficazmente juntos aportando estabilidad al núcleo y así, proteger al raquis de cualquier lesión durante actividades cotidianas como levantarse, sentarse y moverse, desempeñando un papel crucial en el control del centro de gravedad del

cuerpo y mejorando el equilibrio.(84,91) La estabilidad del núcleo implica una estabilización coordinada del complejo lumbar-pelvis-cadera a través de mecanismos de rigidez activos (músculos elásticos) y pasivos (ligamentos y cápsulas inertes).(92) Basado en este concepto, se ha definido la estabilidad del núcleo como la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre los miembros inferiores y la pelvis, lo que permite la transferencia, la producción y el control adecuado de la fuerza y el movimiento al segmento terminal en las actividades integradas de la cadena cinética.(82) De no ser así, se podría alterar la estabilidad de la pelvis y provocar una alteración en el control neuromuscular de las extremidades inferiores y conllevar a una lesión.(93)

Durante las tareas dinámicas, el centro de gravedad del cuerpo se desplaza constantemente; cualquier movimiento voluntario impone una perturbación en la postura que es contrarrestado por la musculatura abdominal que rodea el centro de gravedad y desempeña un papel primordial para proporcionar una base estable. Si esta perturbación no se contrarresta de manera anticipada, podría producirse alteraciones en el equilibrio. Concretamente, la co-contracción anticipada del TrA antes del movimiento de las extremidades ayuda a estabilizar el tronco ante la previsión de movimiento, reduciendo las fuerzas articulares y los movimientos anormales en los segmentos distales.(93) En esta línea, Nagar et al.(94) investigaron el efecto de la contracción anticipada del abdomen sobre las respuestas de CP en 65 sujetos sanos. El CP fue evaluado con los protocolos de las pruebas de organización sensorial y de control motor. Sus resultados indicaron que se puede aumentar la confianza en prescribir ejercicios de abdomen como medio de protección de la columna vertebral y prevención potencialmente de lesiones en sujetos sanos sin preocuparse por reducir el CP, especialmente durante perturbaciones posturales más complejas que impliquen conflicto sensorial. Del mismo modo, se ha demostrado que el TrA aumenta la rigidez de la articulación sacroiliaca y que su activación sinérgica con las fibras posteriores del músculo oblicuo interno podría aumentar la estabilidad de la columna vertebral a través del aumento de la PIA, así como la mayor tensión de la fascia toracolumbar. Estas acciones proporcionan al abdomen la propiedad de un cilindro mecánicamente rígido que aumenta la estabilidad lumbar.(92,95,96)

Para aumentar la estabilización física, tanto como para mejorar la capacidad del equilibrio y las actividades funcionales, se ha sugerido que el ejercicio o tratamiento centrado en la estabilización del tronco es útil.(81) Así, Szafraniec et al.(82) analizaron los efectos inmediatos de un programa de ejercicios centrados en la estabilidad del núcleo en 16 mujeres sanas que no realizaban deporte, y entre sus hallazgos destacó que una sola sesión de 40

minutos bastó para afectar al rendimiento postural evaluado con una plataforma estabilométrica. Lo que podría interpretarse como un control preciso del equilibrio y un menor esfuerzo para mantener la postura erguida respectivamente y por tanto sugiere una aparente mejora del control postural. En cuanto al efecto concreto del entrenamiento de la musculatura abdominal profunda en relación al control postural, Ferraro et al.(91) realizaron un estudio piloto para determinar el efecto de una sola sesión de ejercicios basados en la activación aislada del TrA sobre el CP en adultos mayores. Sus resultados indujeron efectos inmediatos en las medidas de CP, mejoró el control neuromuscular del TrA tomado con electromiografía de superficie, así como la maximización de la eficiencia de los músculos proximales del núcleo relacionados con el centro de presión (CoP) y se redujo la velocidad de oscilación postural tomada con una plataforma estabilométrica durante la bipedestación unipodal. Por lo que, existe evidencia de que existen estudios previos que han sugerido que el aumento en la actividad de los músculos abdominales profundos e implicados en la propiocepción del núcleo del cuerpo podrían estabilizar la postura y la alineación del tronco, liberando parte de la carga de las extremidades y dando como resultado una mejora del equilibrio.(81) Análogamente, el fortalecimiento integral de estos músculos abdominales se ha sugerido para la prevención de diversos trastornos de la columna lumbar y musculoesqueléticos. Así, una revisión reciente(97) sobre la eficacia del entrenamiento de estabilidad central en el dolor lumbar crónico inespecífico, indica que los ejercicios de estabilidad del core son ciertamente más efectivos que el reposo o la intervención mínima, mientras que existen evidencias contradictorias sobre la superioridad del ejercicio de estabilidad del core en comparación con otros tipos de ejercicio para el dolor lumbar crónico. Al respecto, Shamsi et al.(98) compararon un programa de ejercicios de estabilidad del núcleo con un programa general, en pacientes con dolor lumbar crónico utilizando el cuestionario de Oswestry y ecografía para medir el grosor de los músculos abdominales. Tras 16 sesiones de entrenamiento solo se mostró un aumento en el grosor del músculo recto anterior en el grupo experimental, y una disminución de la discapacidad y el dolor en ambos grupos. Según estos autores, sus resultados estarían justificados puesto que los músculos abdominales profundos, especialmente el TrA, no tienen un gran poder de torsión sobre el raquis no se esperaba hipertrofia tras el entrenamiento y los resultados de este estudio podrían atribuirse a una activación de bajo nivel de estos músculos.(83,84)

8.2. Papel del suelo pélvico en el control postural

Se ha considerado que la MSP juega un papel importante en proporcionar estabilidad postural a la región lumbopélvica como resultado de su contracción sinérgica con los músculos

de la pared abdominal.(99) Debido a que el abdomen es una cavidad llena de líquido, la PIA se distribuye en todas las direcciones y la MSP contribuye a su control para garantizar la continencia urinaria. Cuando se produce un aumento de la PIA, como durante la tos o el estornudo, los músculos que rodean la cavidad abdominal (DT, musculatura abdominal y MSP) se activan como parte del proceso que aporta estabilidad al raquis. Cuando esto ocurre, el sistema nervioso pre-programa la activación de esta musculatura de manera anticipada a la perturbación.(99,100) En ese momento, la MSP aumenta su actividad como resultado de la presión hidrostática causada por el peso del contenido intraabdominal superincumbente y la presurización intraabdominal causada por la contracción de los músculos abdominales. Por esta misma razón y debido al aumento de la PIA, la actividad de la MSP se activa tónicamente al estar de pie con una modulación en la amplitud relacionada con los momentos reactivos al tronco. Se ha demostrado que la fuerza de cierre vaginal en reposo aumenta en un gran porcentaje (92%) cuando la mujer pasa de posición supina a bipedestación. También, la literatura describe sinergias entre el músculo glúteo mayor y el MSP que explicarían la contribución del SP en la postura erguida y vertical.(101,102)

Además, la actividad de la MSP también puede contribuir indirectamente al control lumbopélvico a través de su efecto sobre la tensión desarrollada en la fascia toracolumbar. Asimismo, se ha demostrado in vitro que la contracción de la MSP aumenta la rigidez de las articulaciones sacroilíacas en las mujeres y que existe una relación de conexión entre la actividad de la MSP y la posición del complejo lumbopélvico.(100,103,104) El estudio de Capson et al.(104) informó que el tono basal de la MSP es significativamente mayor en bipedestación en comparación con la posición supina y que en bipedestación, la actividad del SP es mayor en posición de hipolordosis lumbar que en posición de hiperlordosis. Igualmente, en tareas de aumento de la PIA se genera más actividad electromiográfica de la MSP cuando la postura es neutra que en posturas de hiper o hipolordóticas. A la inversa, se generaron mayores presiones intravaginales en la postura hipolordótica. Estos resultados indican que los cambios en la postura lumbopélvica influyen tanto en la contractibilidad de la MSP como en la cantidad de presión vaginal generada durante las posturas estáticas y tareas dinámicas.(104) Análogamente, los resultados de Chen et al.(103) también mostraron que la mayor actividad de la MSP en reposo se produce en posición de pie con los tobillos en dorsiflexión que cuando se está de pie con los tobillos en flexión plantar en mujeres con incontinencia urinaria de esfuerzo. Los resultados del aumento de la altura del talón mostraron que la pelvis tiende a rodar hacia atrás, la punta del cóccix se desplaza hacia delante, la columna lumbar se aplanan y las fijaciones laterales de la pared vaginal pueden debilitarse cuando los huesos ilíacos tienden a separarse.

Por lo tanto y como parte del mecanismo natural de absorción de impactos del cuerpo humano, durante las actividades como caminar, estar de pie, correr o saltar, las fuerzas de impacto creadas de los pies pueden transmitirse a la pelvis proporcionando información a la MSP para el ajuste de esa tensión.

También se ha descrito un ajuste postural anticipado a los movimientos de los miembros superiores en relación a la MSP.(102) Smith et al.(105) analizaron la actividad postural de la MSP entre mujeres continentales e incontinentes durante movimientos rápidos de brazos que suponían un reto postural para el tronco. Sus resultados mostraron que en las mujeres continentales la electromiografía del SP se activó antes que la del deltoides durante los movimientos de flexión y extensión rápidos, pero esta actividad fue posterior en las mujeres incontinentes. Sin embargo, la actividad del SP tras la activación del deltoides fue mayor en las mujeres con IUE, un hallazgo inesperado como señalan los autores de este estudio. Este hallazgo apoya el argumento de que las mujeres con IUE suelen experimentar pérdidas de orina durante las tareas que suponen un reto para el control postural, y que es posible que la activación voluntaria de la MSP en relación con las alteraciones posturales pueda disminuir síntomas de continencia y/o mejorar la estabilidad lumbopélvica que también se ve afectada durante estos eventos.(105) Por lo tanto, es probable que las DSP puedan afectar al control motor lumbopélvico y por consiguiente, provocar cualquier déficit en el CP y en última instancia, conducir a una variedad de problemas músculoesqueléticos. Así como cualquier déficit en el control motor del raquis y la pelvis pueda tener consecuencias sobre la continencia y demás DSP.(99,102) Se ha encontrado que la IU puede estar asociada con un deterioro del equilibrio donde el aumento de los desplazamientos del centro de presiones puede estar relacionado con la distracción asociada a posibles fugas de orina, donde el llenado de la vejiga otorga un papel importante.(99,106) Así, de nuevo Smith et al.(106) investigaron las diferencias en los desplazamientos del centro de presiones, el movimiento y la actividad muscular del tronco en mujeres con y sin IUE durante la posición estática cuando la vejiga está vacía y moderadamente llena. Sus resultados demostraron que las mujeres con IUE tienen una menor capacidad de equilibrio en comparación con las mujeres continentales. El aumento de la actividad del SP y de los músculos del tronco en las mujeres con IUE puede perjudicar al equilibrio como resultado de una menor contribución del movimiento del tronco a la corrección postural o de una agudeza propioceptiva comprometida. Y a tal efecto, un estudio de caso y controles Chmielewska et al.(86) compararon el CP tomado con medidas estabilométrica de mujeres con IUE y mujeres continentales de entre 50-55 años de edad. Analizaron las diferencias entre los grupos y dentro de ellos para determinar como el CP de las participantes era influenciado durante cuatro

condiciones: ojos cerrados -vejiga vacía, ojos abiertos -vejiga vacía, ojos cerrados-vejiga llena y ojos abiertos-vejiga llena. En este estudio, las perturbaciones en el equilibrio postural (desplazamientos del CoP) fueron significativamente mayores en las mujeres con IU en las condiciones de vejiga llena y ojos cerrados que en las mujeres continentales en las mismas condiciones. Además, la comparación de los resultados obtenidos en el grupo de mujeres con IU indicó que la condición de vejiga llena se asociaba con un menor CP. Este estudio demostró que la plenitud de la vejiga influye en el equilibrio postural de las mujeres con incontinencia en posición de pie estática.

Dada la gran correlación entre la MSP y el control postural, aunque el entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico está considerado por la Sociedad Internacional de Continencia como el tratamiento de primera línea con una recomendación de grado A en la IU, cada vez son más los autores(107,108) que proponen un entrenamiento menos analítico; es decir, menos centrado en los MSP y más en el control postural estático, dinámico y control sensoriomotor de la cavidad abdominopélvica.(102)

8.3. Papel del diafragma torácico en el control postural

El papel del diafragma en la estabilización del tronco ha estado bajo investigación durante más de 50 años, sin embargo su mecanismo exacto sigue siendo un gran desconocido.(109) A pesar de que el diafragma tiene una conexión anatómica directa con el raquis a través de sus fibras crurales, no produce movimiento del tronco de forma voluntaria.(110) No obstante, la activación inducida del diafragma ha demostrado contribuir a un aumento de la PIA y de la rigidez de la columna lumbar. Además, su activación es un factor clave para la contracción eficaz y selectiva del músculo TrA, ya que minimiza el desplazamiento del contenido abdominal hacia el tórax, mantiene la geometría en forma de cilindro rígido de la pared abdominal y aumenta la estabilidad del raquis a través de la tensión toracolumbar.(110,111)

Como ya se ha mencionado, el diafragma, el TrA y el SP trabajan en armonía para cumplir la función de estabilización de la columna.(111) La activación sinérgica de estos músculos aumenta cuando se perturba la estabilidad de la columna vertebral con el movimiento de las extremidades, proporcionando esta estabilidad al inicio de cualquier movimiento voluntario.(110,111) Asimismo, existe evidencia de que el DT se activa durante las tareas que desafían la estabilidad del raquis, y que también se activa en la fase anterior a los movimientos que inducen inestabilidad postural.(110) Kolár et al.(112) utilizaron un sistema dinámico de

resonancia magnética para examinar la función del DT durante actividades posturales de las extremidades y encontraron cambios en los puntos costales y medios de este músculo durante la flexión isométrica de hombro y cadera.

No se puede estudiar la relación del músculo DT con el CP sin mencionar su rol en la función respiratoria. Es cierto que en sujetos sanos, la función dual de este músculo (ventilación y postural) es simultánea a pesar de estar controlados por sistemas neuronales diferentes.(110,112) Hodges et al.(113) analizaron como se comportaban ambas funciones durante una situación de hiperventilación por déficit de oxígeno. Su estudio concluyó que la función de estabilización del DT desencadenada por el movimiento de los miembros superiores disminuye cuando la demanda respiratoria aumenta. Lo que sugiere que la estabilidad del raquis vertebral podría verse alterada en situaciones que suponen un aumento de la demanda respiratoria, como por ejemplo durante el ejercicio y las enfermedades respiratorias. Situaciones de hiperventilación que pueden afectar el equilibrio, ya que frecuentemente interfieren con los mecanismos somatosensoriales y los procesos centrales que median la compensación vestibular.(110,113) Ente esta asociación, también se debe mencionar la influencia del patrón respiratorio. Por ejemplo, durante la respiración abdominal, la pared abdominal se distiende hacia adelante y no ofrece ninguna resistencia al movimiento diafragmático, por lo tanto, se reduce la capacidad de contracción del DT y puede dar lugar a estrategias posturales propioceptivas deficientes. Ya que se ha demostrado que cuando el DT no funciona correctamente, se reduce su capacidad propioceptiva. Igualmente se ha especulado que una disminución en la relación longitud-tensión de este músculo (donde la longitud disminuida disminuye la fuerza de la contracción) durante la ventilación, como resultado de un movimiento reducido del diafragma, crea un estado de irritabilidad insuficiente de los propioceptores y estímulos sensoriales inadecuados subsecuentes para proporcionar un control postural óptimo y mantenimiento del equilibrio.(110) Por otro lado, se ha considerado que mantener un CP adecuado y funcional es una condición importante para la función respiratoria diafragmática. Kolár et al.(112), también afirmaron que un patrón respiratorio normal requiere la estabilidad del tronco inferior, y que esta conexión se lleva a cabo a través del DT. De modo que, en el estudio de Szczygieł et al.(89) se describió una correlación positiva significativa entre la amplitud de la respiración y la posición del tronco.

Aunque los datos son todavía limitados, cada vez existen más tendencias de rehabilitación clínica que sugieren que un patrón de respiración diafragmática puede ser beneficioso para la estabilidad central y la postura.(114) Entre otros, Finta et al.(109)

investigaron el efecto de añadir a un entrenamiento complejo de 8 semanas ejercicios diafragmáticos usando el dispositivo “powerbreathe” sobre el dolor lumbar medido con la escala visual analógica y el grosor de los músculos estabilizadores de la columna lumbar tomados con imágenes ecográficas. En sus resultados se mostró que la severidad del dolor se redujo significativamente en ambos grupos. En el grupo experimental, el grosor del TrA aumento significativamente en estado relajado y relativamente relajado, también se observó un aumento en el grosor del músculo multifido lumbar del lado izquierdo en estado relajado, relativamente relajado y contraído y del lado derecho en estado contraído. En relación a estos datos se ha sugerido que el entrenamiento del diafragma podría tener efectos positivos sobre el grosor de otros estabilizadores activos del raquis lumbar.

9. Respiración, capacidad ventilatoria y pulmonar

La respiración es el proceso mediante el cual se intercambia oxígeno (O_2) y dióxido de carbono (CO_2) entre la atmósfera y la sangre venosa mixta para satisfacer las demandas metabólicas del organismo.(115) La actividad respiratoria esta efectuada mediante la contracción y relajación de los músculos respiratorios (Tabla 1). Estos músculos promueven el movimiento de los pulmones y de la caja torácica y de esta forma, crean presiones negativas y positivas que promueven la entrada y salida de aire (Tabla 2). Así, en el ciclo respiratorio se diferencian dos fases; la inspiratoria y la espiratoria (Figura 12). Durante la fase inspiratoria, el aire inhalado pasa a los bronquios hasta llegar al alveolo pulmonar, unidad de intercambio gaseoso de O_2 a la sangre y se difunde el CO_2 . Durante la fase espiratoria, se lleva a cabo la evacuación del aire de los alveolos, que contiene un porcentaje de CO_2 mayor y de esta forma, en cada ciclo respiratorio se renueva el aire de los pulmones y es retirado el CO_2 generado en los tejidos.(116) Estas necesidades del organismo son el principal factor que determina el nivel de ventilación pulmonar (VP), la frecuencia respiratoria y la cantidad de aire inspirado en cada respiración (volumen corriente). Por lo tanto, teóricamente, cualquier VP puede originarse a partir de multitud de combinaciones entre la frecuencia y el volumen corriente, es decir, desde un patrón de respiración extremadamente superficial y rápida hasta uno muy profundo y lento. En la realidad, y en contraste con esta libertad teórica, el patrón respiratorio solo tiene opciones limitadas,(117) donde generalmente el tiempo de inspiración debe ser menor que el tiempo de expiración.(118) De hecho, la VP tiene que comprometer su función principal de intercambio de gases con otras obligaciones como el control del calor, el equilibrio hídrico de la coordinación con los cambios posturales, el movimiento, el habla, etc.(117)

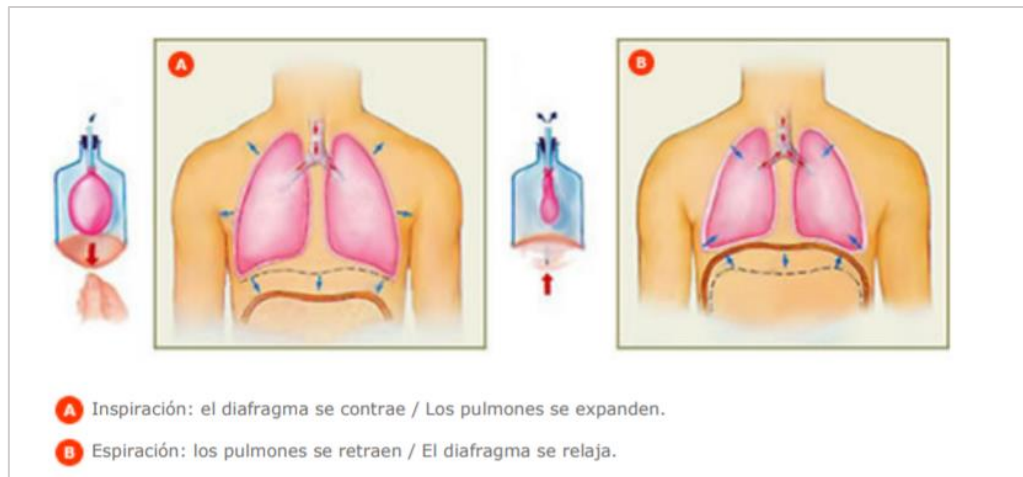


Figura 12: Proceso de inhalación y exhalación. (226)

Tabla 1: Músculos implicados en la respiración. (116)

Músculos implicados en la respiración

Músculos inspiratorios	Músculos espiratorios
Diafragma torácico	Abdominales
Intercostales externos	Intercostales internos
(Músculos accesorios)	(Músculos accesorios)
Escalenos	Serrato medio
Esternocleidomastoideo	
Elevadores de las costillas	
Pectoral mayor y menor	
Dorsal ancho	
Serrato posterior y anterior	

Tabla 2: Principales presiones involucradas en el proceso respiratorio son las siguientes: (116)

Presiones involucradas en la respiración

Presión pleural	Es la presión resultante de las fuerzas pasivas y opuestas entre la caja torácica y el pulmón, y de las fuerzas activas realizadas por los músculos respiratorios. Su valor normal en reposo es de 2mmHg, durante la inspiración aumenta el volumen torácico y esta presión se hace más negativa llegando a valores de 6 ó 7 mmHg. La espiración suele ser pasiva y general cambios opuestos a los descritos en la inspiración.
Presión alveolar	Es la presión del interior de los pulmones. En la inspiración, la presión alveolar disminuye y durante la espiración se produce una presión positiva.
Presión abdominal	Es la presión que ejerce las paredes abdominales en su parte más interna. Se estima su valor mediante la presión gástrica
Presión traspulmonar	Es la diferencia de presión entre ambos lados del pulmón y determina su volumen.
Presión transdiafragmática	Es la diferencia de presión entra las presiones gástrica y esofágica. Estima la fuerza realizada por el diafragma torácico, el principal musculo inspirador.

El patrón respiratorio hace referencia a la biomecánica de la respiración y se ha descrito según la expansión de la región abdomino-torácica durante la inspiración en reposo y se puede clasificar en: (111,114)

- Patrón respiratorio normal, también conocido como respiración diafragmática o costo-diafragmática. Se observa cuando se produce sincronía entre la caja torácica y el abdomen, de manera que la expansión abdominal y costal lateral predomina sobre la expansión torácica superior durante la inspiración en reposo. Se considera el tipo de respiración óptima o normal porque permite la máxima expansión pulmonar y, por tanto, la máxima capacidad pulmonar y el máximo intercambio de gases. Requiere el funcionamiento adecuado del músculo diafragma torácico que aumenta el volumen y disminuye la presión en la cavidad torácica. Su contracción hace que este músculo descienda, la cavidad torácica se expande en el plano horizontal y las vísceras abdominales se desplacen caudalmente. Al mismo tiempo, se aumenta la PIA y la pared abdominal es atraída hacia la columna vertebral.(89,111)

- Patrón respiratorio anormal, hace referencia al tipo de respiración torácica. Consiste en respirar desde la parte superior del pecho, evidenciada por un mayor movimiento de la caja torácica superior que supera la expansión abdominal y torácica inferior. Este tipo de respiración produce una menor expansión de la caja torácica y, por lo tanto, una reducción de la capacidad pulmonar y del intercambio de gases que contribuye a la disminución de los niveles de CO₂ en el torrente sanguíneo y a menudo conduce a cierto grado de hiperventilación. Es producida por los músculos accesorios de la respiración (incluyendo el esternocleidomastoideo, el trapecio superior y los escalenos) que conducen a un sobreesfuerzo cervical, una menor actividad de los músculos intercostales, un menor movimiento de las costillas y una inhibición del diafragma.(76,89,111)

La “elección” del patrón respiratorio debe tener en cuenta las propiedades mecánicas del sistema respiratorio para mantener el coste ventilatorio al mínimo.(117) Independientemente de la mecánica respiratoria de cada individuo, la función de contracción y relajación de los músculos respiratorios recibida de los impulsos nerviosos transmitidos de los centros encefálicos, modifican el volumen de la cavidad torácica. Por lo que el ritmo básico de la respiración depende de grupos neuronales situados en el puente de Varolino y en el bulbo raquídeo y depende de un grupo muy disperso de neuronas, que se divide en 3 partes:(119)

- El área de la ritmicidad bulbar, es la encargada de controlar el ritmo básico del proceso respiratorio y está formada por las secciones inspiratorias y espiratorias. Durante la

respiración tranquila, la mayoría de las neuronas de la sección espiratoria se mantienen inactivas, puesto que la fase espiratoria es considerada un rebote elástico y pasivo de los pulmones y la caja torácica tras la relajación diafragmática. Las neuronas del área de la ritmicidad bulbar se activan durante la espiración forzada.

- El área neumotóxica tiene la función de evitar que los pulmones se inflen en abundancia, ya que al final de la fase de inspiración es la encargada de transmitir impulsos inhibitorios al área inspiradora, lo que facilita la espiración. Por lo que cuanto más actividad exista en esta área, la frecuencia respiratoria será más rápida.

- El área apnéusica es la encargada de enviar impulsos de excitación al área inspiradora. Normalmente, suele permanecer activa a excepción de activación del área neumotóxica.

A pesar de que el ritmo básico de la respiración se coordina y establece en el área de la inspiración, puede alterarse en respuesta a otros impulsos provenientes de receptores del sistema nervioso periférico y de otras zonas encefálicas, como:(119)

- La corteza cerebral que tiene vinculación con el centro respiratorio, y permite la alteración voluntaria de la respiración e incluso su pausa en un periodo de tiempo breve.

- La regulación química de la respiración que se encarga de mantener las concentraciones de O_2 y CO_2 apropiadas en sangre. Gracias a los quimiorreceptores centrales situados en el bulbo raquídeo y los quimiorreceptores periféricos localizados en el cuerpo aórtico y cuerpos carotídeos, se manifiesta ante los cambios en dichos parámetros.

Dada la amplia gama de frecuencias respiratorias observadas en los sujetos humanos, se ha requerido la necesidad de evaluar las propiedades mecánicas y el funcionamiento del sistema pulmonar como indicadores de los procesos de regulación durante la respiración en el estado de salud y la enfermedad. Para ello se utiliza la espirometría que es una prueba no invasiva que cuantifica los volúmenes y capacidades pulmonares dinámicas durante la espiración y la inspiración forzadas para cuantificar la eficacia y la rapidez con que se pueden vaciar y llenar los pulmones.(115,118) Las mediciones que se suelen realizar son: (115,120)

- El volumen espirado total ya sea forzado, conocido como capacidad vital forzada (FVC). Puede ofrecer pistas importantes para el diagnóstico subyacente de un paciente, así las enfermedades que limitan el flujo del aire como el asma, reducen el flujo a un volumen determinado y causan un aspecto cóncavo de la curva de la FVC.

- El volumen espiratorio en el primer segundo, conocido como volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1), se utiliza para clasificar la gravedad de los defectos ventilatorios.

- La relación de estos dos volúmenes (FEV1/FVC) que es el índice más sensible y específico para identificar la obstrucción del flujo aéreo, conocido como índice de Tiffeneau. El límite inferior de normalidad de este índice se centra en torno al 70%, pero disminuye ligeramente con la edad. Una FVC baja con una relación normal o alta identifica un defecto ventilatorio restrictivo.

- Además, se puede medir el flujo espiratorio medio máximo sobre la capacidad vital (FEF 25-75%), que es un índice sensible de la función de las vías respiratorias pequeñas. Se calcula identificando los puntos en los que se ha exhalado el 25% y el 75% de la FVC utilizando los datos de la curva volumen-tiempo

- La tasa de flujo espiratorio máximo (PEF), es la medición del flujo máximo forzado durante la espiración y la inspiración de forma absoluta. Genera una curva de flujo-volumen, cuya forma también contiene información de valor diagnóstico. Las curvas, volumen-tiempo y flujo-volumen de un sujeto normal se muestra en el panel derecho de la Figura 13. La Grafica volumen- tiempo normal, representa en el eje horizontal (x) el tiempo en segundos y en el eje vertical (y) el volumen en litros. Una curva normal muestra una subida vertical rápida (A) con un cambio en el volumen (B), donde la duración del esfuerzo viene representada por una línea de meseta. La terminación correcta se alcanza al final cuando no se observan alteraciones de volumen mayores a 25ml, por al menos 1 segundo. En esta gráfica se muestra con facilidad la FVC y el FEV1, así como la duración del esfuerzo espiratorio. La grafica de flujo- volumen, representa el volumen en litros (eje x) y el flujo en litros/segundo (eje y). La fase espiratoria con forma triangular se muestra superior al eje x, e inferior con forma semicircular, la fase inspiratoria. Una curva normal muestra la fase espiratoria en forma de triángulo con su vértice muy vertical que corresponde al flujo máximo (PEP) con un descenso progresivo hasta llegar al flujo cero que coincide con la FVC. La fase inspiratoria debe ser semicircular e igual al volumen espirado. En esta curva se identifica el PEF y la FVC. Su forma característica se debe a que durante la espiración, poco después de alcanzar el flujo máximo, se vuelve independiente del esfuerzo y disminuye linealmente con el volumen pulmonar. En cambio, durante la inspiración, el flujo máximo depende del esfuerzo y está influido por la fuerza de contracción del diafragma y de los músculos de la pared torácica y por la permeabilidad de las vías respiratorias superiores.(121)

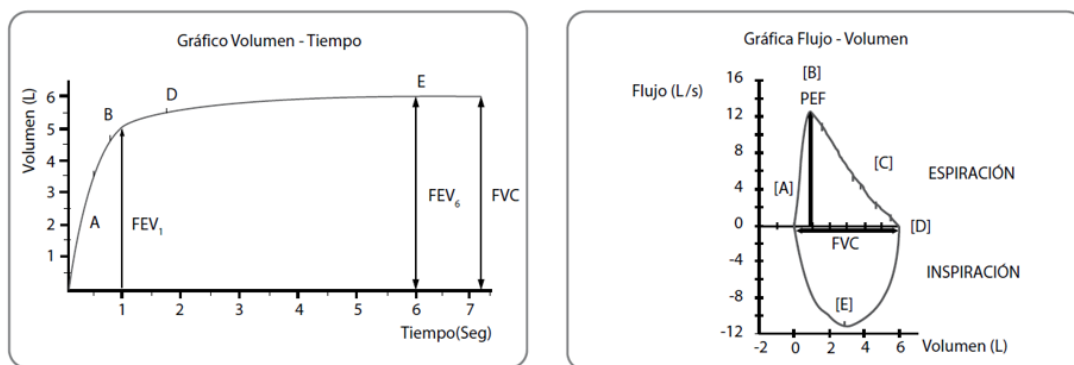


Figura 13: Gráficas de espirometría.(121)

9.1. Papel del suelo pélvico en la respiración

La actividad de la MSP ha sido estudiada durante el ciclo respiratorio y durante varias tareas respiratorias. Existen tres interpretaciones interrelacionadas de la activación de la MSP femenina durante la respiración. En primer lugar, la activación de la MSP es necesaria para mantener la continencia, ya que la PIA aumenta durante las fases inspiratoria y espiratoria de la respiración como consecuencia de la activación y el movimiento alternados de la pared abdominal y el diafragma torácico.(122) Se ha demostrado que la contracción del SP al realizar un esfuerzo postula una relación refleja conocida como “reflejo de esfuerzo perineal” que se activa de manera previa ante cualquier aumento de la PIA como una maniobra de Valsalva, tos, estornudo.(123,124) En segundo lugar, la activación de la MSP es necesaria para sostener los órganos pélvicos/abdominales (es decir, para evitar el descenso de los órganos) cuando la gravedad y el aumento de la PIA los desafían. En tercer lugar, la activación de la MSP contribuye al aumento de la PIA necesario para generar movimientos respiratorios (es decir, el aumento de la PIA eleva el diafragma relajado durante la espiración en posiciones erguidas). Estas tres funciones separadas de la MSP son generalmente congruentes (es decir, todas requieren una elevada activación del SP a medida que aumenta la PIA), y la contribución relativa de la MSP a cada función no es posible desentrañar.(122)

Se ha batallado sobre el papel del SP durante el ciclo respiratorio. Así, en la revisión sistemática realizada por Gordon et al.(125)se sugiere que su activación es mayor durante la fase espiratoria. Este hecho podría sugerir que la modulación de la actividad de la MSP puede estar invariablemente más relacionada con la actividad del músculo abdominal que con la amplitud de la PIA. Lo que podría justificarse por la relación sinérgica de ambos grupos musculares y porque aunque la presión en una cavidad llena de líquido se distribuye en todas

las direcciones, debido a efectos hidrostáticos, la PIA es mayor en la base de la cavidad abdominal.(100) No obstante, se ha sugerido que el SP mantiene un papel activo durante todo el ciclo respiratorio. Aunque esto parece contradictorio considerando el papel del SP para controlar la PIA, puede explicarse por la conocida relación fuerza-velocidad de la actividad muscular. El movimiento descendente del suelo pélvico con la inspiración, que se acopla a la fase de descenso del diafragma, implica un alargamiento de la MSP. La menor actividad muscular del SP durante esta fase probablemente refleja el hecho de que se puede generar una fuerza muscular similar con menos actividad, ya que el músculo se contrae excéntricamente.(122) Por lo tanto, no se puede deducir que el SP genere una mayor fuerza y tenga un mayor papel durante la espiración, sino que el SP se contrae y se mueve cranealmente durante la espiración y se contrae excéntricamente y se alarga caudalmente durante la inspiración (Figura 14).(122,126)

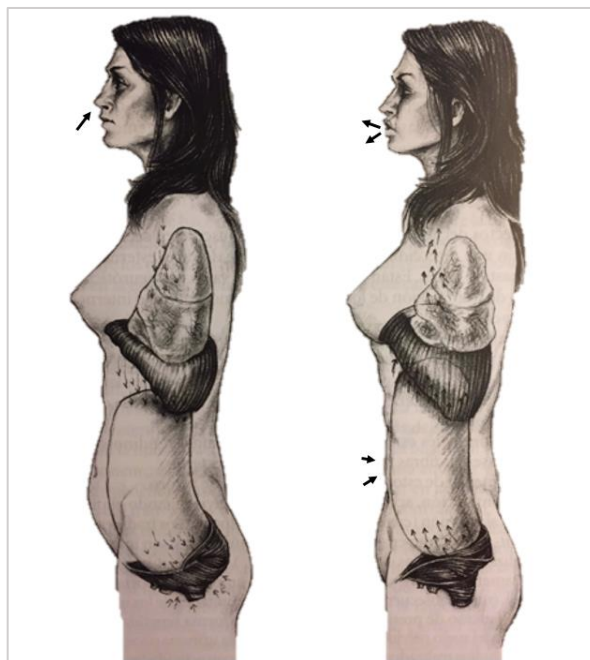


Figura 14: Suelo pélvico y respiración.(9)

Por otro lado, datos actuales muestran que ambas capas de la MSP se activan durante la respiración. En el estudio de Aljuraifani et al.(122) utilizaron un electrodo de electromiografía de superficie hecho a medida para registrar la activación de la MSP superficial y profundo durante la respiración tranquila, la respiración con aumento del espacio muerto, tos, esfuerzos inspiratorios y espiratorios de intensidad submáxima y máxima en 12 mujeres sanas. Se observó que a medida que aumentaba la demanda respiratoria, la electromiografía de la capa profunda tenía mayor coherencia con el flujo de aire respiratorio en la frecuencia de respiración que la capa superficial. Mientras que la actividad eléctrica de la capa superficial del SP fue mayor con

los esfuerzos inspiratorios y espiratorios isométricos y aumento antes durante la tos en la posición de sentada.

Cabe destacar, el papel del SP durante la fonación y vocalización ligada al aumento del ciclo respiratorio. Se ha evidenciado la relación entre el SP, el DT y la glotis durante la respiración tranquila. La glotis se considera una válvula entre los pulmones y la boca y entre sus funciones destacan: proteger las vías respiratorias, facilitar la respiración natural y la fonación. (126) Estas tres estructuras descienden caudalmente al introducir el aire en los pulmones y se elevan al expulsarlo.(127) Además, la glotis y el SP tienen una relación entre sí en las conexiones fasciales de todo el tronco, el control neural y la regulación de la PIA e intratorácica.(128) Sin embargo, un estudio reciente,(126) realizó una investigación preliminar en diez pacientes asintomáticos (5 mujeres y 5 hombres) sobre los cambios en la distorsión de la forma de la vejiga tomadas con ecografía en posición de pie (como un sustituto del desplazamiento de la MSP) durante tareas respiratorias y fonatorias. Los datos mostraron que hubo una tendencia al alargamiento de la vejiga similar a cuando se tensiona el SP, lo que resulta sorprendente ya que no encaja con el patrón de desplazamiento del SP descrito en los patrones de respiración normales. Además, no se encontró ninguna diferencia en la respuesta de la vejiga/SP para los distintos tonos, aunque se partía de la hipótesis de que las tareas fonatorias que requieren más presión subglótica (tonos más altos) mostrarían aún más acortamiento de la vejiga (desplazamiento craneal) y no fue así.

9.2. Papel de la musculatura abdominal en la respiración

Los músculos de la pared abdominal son importantes para la mecánica respiratoria ya que tienen un gran papel en la modulación PIA.(129,130) Se ha demostrado que la activación de la musculatura abdominal aumenta la PIA, y al hacerlo, inducen un desplazamiento craneal del DT que conduce a un aumento de la presión intrapleuraleal y la disminución del volumen pulmonar.(129) A pesar de que todos los músculos abdominales son importantes para la mecánica respiratoria, el complejo muscular transverso abdominal/oblicuo interno parece mostrar la mayor actividad relacionada con esta función aunque su contracción produce poco o ningún desplazamiento de la caja torácica. Cuando el músculo recto anterior del abdomen se activa de forma aislada, las costillas y el esternón se desplazan en dirección caudal disminuyendo el diámetro anteroposterior y transversal de la caja torácica inferior. Asimismo, el reclutamiento de las fibras del oblicuo externo produce un desplazamiento craneal de las costillas y el esternón con el consiguiente aumento del diámetro anteroposterior y transversal de la cavidad torácica. Sin embargo, en sujetos sanos, no aparece actividad del recto del abdomen ni del oblicuo externo durante la respiración en reposo, sin embargo en estados de hipercapnia o durante la

realización de ejercicio si se recluta el oblicuo externo con un aumento monótono de su actividad a medida que se incrementa la intensidad. El recto anterior solo se activa en casos de ejercicio muy intenso o demanda respiratoria severa. Lo que hace presuponer, que la activación de los músculos abdominales espiratorios esta evocada por la estimulación de quimiorreceptores y del ejercicio.(129-131)

Una cuestión muy debatida ha sido la función de la musculatura abdominal durante las fases del ciclo respiratorio. En un estudio observacional reciente se investigó el espesor del transverso abdominal y el oblicuo interno tomado con ecografía durante el ciclo respiratorio en bipedestación. Los resultados mostraron que ambos músculos eran significativamente más gruesos en la espiración completa que al final de la espiración relajada y más gruesos en esta fase que en la inspiración completa.(132) Cabe señalar que la espiración relajada es un proceso pasivo, que implica el uso de los componentes elásticos de los pulmones y la pared torácica; donde no se observa actividad fásica de los músculos abdominales. Sin embargo, cuando la respiración sigue un ritmo pautado se aumenta la ventilación por minuto e implica una respiración inferior a la capacidad residual funcional y en consecuencia una actividad respiratoria fásica de músculos abdominales.(130) A pesar de su acción predominantemente espiratoria, los músculos abdominales contribuyen significativamente a la inspiración a través de su actividad tónica, cuando el impulso respiratorio aumenta, por ejemplo, durante el ejercicio o la carga mecánica.(130,133) Para ello, la respiración se consigue mediante una modulación alternativa de actividad de los músculos del diafragma y del transverso abdominal, lo que resulta en cambios cíclicos en la forma de la cavidad abdominal presurizada. Durante la inspiración, el menor reclutamiento de los músculos TrA/oblicuo interno parece minimizar el aumento de la presión intraabdominal como resultado del mayor reclutamiento en respuesta a la carga inspiratoria. Así, en el estudio de Montes et al.,(130) los resultados sugieren que aunque la actividad de los músculos recto anterior y oblicuo externo fueron relacionados con la inspiración, sólo la actividad de los músculos profundos del abdomen se moduló durante esta fase para apoyar movimientos de la caja torácica y el abdomen, sin perder la estabilidad del tronco. Sin embargo, en este estudio, la intensidad de activación de los músculos de la pared lateral del abdomen con carga inspiratoria fue mayor que sin carga inspiratoria, durante la espiración, con un gran efecto. De hecho, algunos estudios han demostrado que la actividad espiratoria de los músculos abdominales comienza antes del final de la inspiración y termina antes del inicio de la siguiente toma de aire, lo que indica que la correlación entre el engrosamiento muscular y la activación no es directa.(132) Por lo que la relajación gradual del complejo transverso abdominal y oblicuo interno durante la inspiración minimiza la distorsión

de la caja torácica y relaja el diafragma torácico, permitiéndole actuar como generador de flujo más que como generador de presión.(130)

La carga postural es un factor que debe considerarse en relación con el reclutamiento de los músculos abdominales para la mecánica respiratoria. Se ha demostrado que la intensidad de activación de los músculos abdominales es mayor en bipedestación que en otras posiciones durante la fase de espiración e inspiración. Y que la activación del TrA/oblicuo interno incrementa en cuadrúpeda que en posición supina durante el ciclo respiratorio. Lo que sugiere que los músculos abdominales son importantes tanto para la mecánica respiratoria como para el control postural.(133)

10. Control de gestión de presiones

La gestión de la presión resulta fundamental para la prevención de las DSP y de la pérdida de funcionalidad de la musculatura abdominal. Cuando se realiza un esfuerzo, las variaciones de presión no son iguales en toda la cavidad abdomino-pélvica ya que sus paredes presentan diferentes densidades y resistencias (Figura 15).(134)

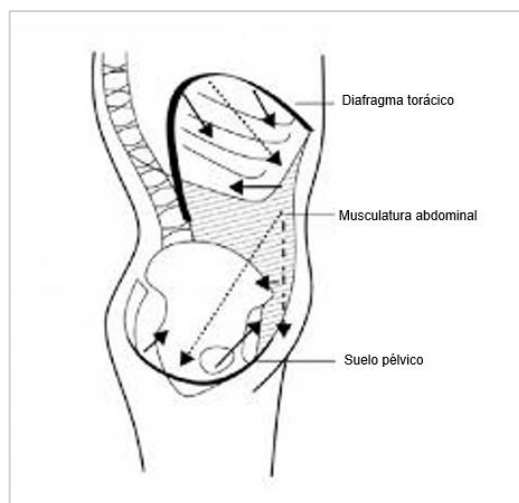


Figura 15: Control de gestión de presiones. (134)

El DT actúa como un motor que genera PIA y cuando ocurre un aumento de la presión generada por un esfuerzo (una tos, estornudo, etc.) ejerce un vector de fuerza que se dirige de arriba abajo y en ese momento, la musculatura abdominal y erectora del raquis (principalmente los músculos multifido lumbares) actúan como canalizadores de esa presión, el peritoneo y contenido abdominal como un transmisor y la MSP es la encargada de amortiguar la misma. Así, la musculatura abdominal se recluta y provoca la contracción sinérgica de la MSP, que crea una fuerza de tracción hacia arriba y adelante. Ambas contracciones ocurren de forma simultánea y provocan un fenómeno de cizallamiento que desvía el aumento de PIA hacia abajo y atrás. En el

caso de que exista competencia muscular, tanto abdominal como perineal y se presente una lordosis lumbar fisiológica, el aumento de la PIA genera vectores de presión que se distribuyen entre la región abdominal, la MSP posterior y el sacro. Por el contrario, cuando la musculatura es incompetente o existe un aumento de la lordosis lumbar, el abdomen pierde su papel canalizador provocando un desplazamiento anterior del contenido abdominal y el vector de fuerza se dirige hacia la zona más débil: la región anterior del periné. Esta acción de forma repetida afectaría a la función de sostén de la MSP y predispondría a la hipoactividad perineal favoreciendo a la aparición de DSP. Asimismo, cabe considerar que cuando el DT se presenta hiperactivo se aumenta este riesgo de pérdida de funcionalidad de la cavidad abdominal. (134)

11. Actividad física y ejercicio en la mujer

La actividad física es un factor de salud importante y modificable para todos los grupos de edad y existe evidencia de que “el ejercicio es medicina” para una amplia gama de enfermedades y afecciones. El Informe del Comité Asesor de las Directrices de Actividad Física de 2018 concluyó que entre los beneficios para la salud de la AF regular incluyen: un riesgo reducido de aumento de peso excesivo, una mejora de la función cognitiva y un menor riesgo de demencia y probabilidad de padecer varios cánceres.(135) Además, realizar AF y ejercicio se ha considerado medidas preventivas eficaces para más de 25 enfermedades crónicas como la enfermedad cardiovascular y la mortalidad prematura. Sin embargo, la evidencia demuestra que solo el 40% de la población femenina se atienen a las recomendaciones mínimas de la Organización Mundial de la Salud de realizar 2.5 horas de AF moderada o al menos 75 minutos de AF a intensidad alta semanal, o una agrupación equivalente de AF de intensidad media a alta.(136,137) Así, las mujeres que realizan 180 minutos de caminata o 90 minutos de ejercicio vigoroso reducen entre un 30 y 40% el riesgo de desarrollar cardiopatías isquémicas que sus equivalentes sedentarias.(138) Otros estudios relacionan la AF con el menor riesgo de sufrir ataques cerebrovasculares, cáncer de colon, cáncer de mama, hipertensión y diabetes tipo 2.(136)

Existen diferencias en la respuesta fisiología al ejercicio entre los sexos, esto se debe a la composición y tamaño corporal y la endocrinología reproductiva de la mujer. Ya que las mujeres tienen una capacidad aeróbica entre un 15 y un 30% menor que los hombres, lo que es debido a que las mujeres presentan menor volumen sanguíneo y niveles de hemoglobina, un corazón más pequeño y un tamaño corporal inferior con menor componente muscular y mayor porcentaje de tejido adiposo.(136)

Las recomendaciones en cuanto a AF en la población femenina es unir el ejercicio de fuerza y aeróbico. Ya que el primero tiene un papel fundamental en la capacidad cardiorrespiratoria y el segundo en la prevención de lesiones. Sin embargo, la participación de las mujeres en deportes de alto rendimiento ha ido aumentando significativamente a lo largo de las últimas cuatro décadas y ha demostrado el aumento del componente muscular y la fuerza, así como la disminución de la presión arterial. Igualmente, el tipo de ejercicio que combina técnicas de mente- cuerpo aportan grandes beneficios para la salud femenina, como la mejora del funcionamiento psicológico, equilibrio, flexibilidad, mejora del rango de movimiento articular, reducción de dolor y mejora en la composición corporal y la Calidad de vida.(136)

En relación a la AF y el embarazo, el ejercicio físico es una actividad recomendada para las mujeres embarazadas. Se ha aconsejado la participación regular en AF de intensidad moderada durante al menos 20 a 30 minutos diarios todos (o la mayoría) de los días de la semana durante el embarazo. Asimismo, las mujeres que eran activas antes del embarazo deben continuar con sus actividades cotidianas, con intensidad y frecuencia adaptada a la fase del embarazo. Estas pautas tienen como objetivo prevenir las complicaciones que pueden ocurrir durante el periodo gestacional como: el desarrollo de diabetes, trastornos hipertensivos gestacionales, preeclampsia y deficiencias en el crecimiento fetal. Se aconseja el ejercicio aeróbico, como caminar, bicicleta o natación para mantener la correcta función cardiovascular y evitar el aumento excesivo de peso. Recientemente se ha recomendado añadir el entrenamiento de fuerza a la rutina de ejercicios en mujeres embarazadas, una o dos veces por semana en días no consecutivos con 8 a 10 ejercicios por sesión. Entre sus beneficios se encuentra la mejora de la fuerza, la postura y el fortalecimiento de la musculatura abdominal profunda la cual posee un gran papel en el parto. Conjuntamente, el fortalecimiento de la MSP es también un componente importante que debe incorporarse a la rutina de ejercicios de las mujeres embarazadas.(139,140)

En cuanto al postparto, varios estudios indican que las mujeres disminuyen su participación en programas de ejercicio después del parto, lo que a menudo conlleva a la obesidad y sobrepeso. Por lo que se recomienda que las rutinas de ejercicio se reanuden de forma gradual durante el periodo postparto tan pronto como sea médicamente seguro, dependiendo a la modalidad de parto y de la presencia o ausencia de complicaciones médicas. Así, los ejercicios de la MSP están indicados durante en el posparto inmediato. Se ha demostrado que los ejercicios de fortalecimiento abdominal disminuyen la incidencia de diástasis abdominal y que el ejercicio aeróbico regular mejora la aptitud cardiovascular de la madre sin influir en la

lactancia. Por otro lado, se ha informado que mujeres físicamente activas experimentan significativamente menos síntomas de depresión durante el período posparto en comparación con sus contrapartes inactivas.(139,141)

Otro de los procesos que experimenta la mujer es la menopausia, un cambio fisiológico normal que ocurre en la mediana edad. Durante este tiempo, las mujeres experimentan problemas vasomotores, físicos, fisiológicos y psicológicos que reducen la CdV. Se ha demostrado que la AF es un método eficaz para reducir los síntomas de menopausia, disminuir la pérdida ósea y aumentar la fuerza muscular en las mujeres. Se ha registrado que los programas de entrenamiento de fuerza alivian los síntomas vasomotores entre las mujeres posmenopáusicas. Otro estudio sugirió que dosis más altas de ejercicio de impacto atenuaron la disminución natural relacionada con la edad en la densidad mineral ósea total en mujeres posmenopáusicas. El ejercicio aeróbico también ha mostrado ser eficaz y eficiente para mejorar la salud, la función física y la aptitud física en mujeres posmenopáusicas. Y según los hallazgos, el yoga parece mejorar todos los síntomas de la menopausia en comparación con ninguna intervención, y parece ser al menos tan eficaz como otras formas de ejercicio.(137)

11.1. Impacto de la actividad física y el ejercicio en el suelo pélvico femenino.

Las mujeres y los hombres difieren en áreas clave de anatomía y fisiología relevantes para la AF, pero quizás la mayor diferencia recae en la MSP que a menudo se pasa por alto. De hecho, el SP de las mujeres puede ser la única zona del cuerpo donde se ha cuestionado el efecto positivo de la AF por lo que desde el punto de vista de la salud pública, es importante comprender la relación existente entre la AF, el SP y el riesgo de aparición de DSP. Dado que algunos ejercicios causan más riesgo de lesión y algunas mujeres son más propensas a sufrirlas.(135,142) Así, Bø et al. (135,143) describieron dos hipótesis posibles y opuestas sobre el efecto de la AF en el SP:

- La AF general fortalece el SP. Las teorías detrás de esta hipótesis son que los impactos que ocurren durante el ejercicio pueden estirar y fatigar la MSP, dando lugar a un efecto de reclutamiento muscular del SP que supondría su fortalecimiento. Esto puede reducir el área del hiato del elevador del ano al causar hipertrofia y acortamiento de los músculos circundantes, elevando así el SP y los órganos internos a una ubicación pélvica más alta. Teóricamente, tales cambios morfológicos podrían reducir el riesgo de IU, IF y POP. Por otro lado, también es teóricamente posible que estos cambios puedan afectar negativamente el trabajo de parto y el parto al dificultar que el feto descienda al empujar.

- La AF general sobrecarga y debilita el SP. Esta hipótesis se basa en el hecho de que el ejercicio aumenta la PIA, y si la MSP no es capaz de contraerse con la misma rapidez o fuerza suficiente para contrarrestar este aumento de presión o resistir las fuerzas de reacción, el hiato del elevador del ano podría ensancharse y estirarse, provocando su debilidad. Según esta teoría, la sobrecarga de la MSP puede aumentar el riesgo de IU, IA y POP, pero por otro lado, también debería resultar en un parto más fácil.

El cuanto a las DSP y la AF; la IU durante el ejercicio es común e incluso las mujeres nulíparas informan fugas de orina al realizar ejercicio donde su prevalencia es mayor en actividades de alto impacto que involucran saltos y rebotes repetidos. Parece que no solo el tipo de ejercicio, sino que también la dosis y los trastornos alimentarios pueden aumentar el riesgo de IU en las mujeres. Sin embargo, esta asociación podría también suceder en la dirección opuesta. Ya que el aumento de la AF al aumentar la fuerza general puede involucrar a la musculatura abdominal y por contracción sinérgica a la MSP, lo que disminuiría el peso y el riesgo de IU. Así, varios estudios han demostrado que la actividad de ocio se asocia con menores probabilidades de sufrir IUE, mientras que la ausencia de ejercicio aumenta este riesgo. La escasa investigación sugiere que la actividad extenuante en mujeres más jóvenes no predispone a la IU en la edad adulta, aunque sí podría hacerlo un gran volumen de actividad durante la adolescencia. La mayor parte de la literatura sobre el ejercicio y la DSP se limita a la IU con pocos estudios sobre su repercusión en la IF y el POP, así de los estudios que examinan el ejercicio y el riesgo de POP e IF, ninguno apoya una asociación clara debido a las inconsistencias en la literatura en la definición y en los métodos para evaluar y caracterizar la fuerza, morfología y PIA de la MSP en estas afecciones.(135,142)

Las DSP en las mujeres deportistas están relacionada con la frecuencia con la que son sometidas a un aumento de la PIA. En estos términos, dos modalidades pueden aumentar la PIA en mayor medida que otras: el entrenamiento de fuerza extenuante como el levantamiento de pesas y las actividades de alto impacto como correr, saltar, etc. Sin embargo, la variabilidad entre las mujeres es alta y se desconoce si las PIA más altas afectan directamente al SP. Cabe mencionar que a pesar de que las mujeres deportistas pueden tener una MSP más fuerte que las no deportistas, el SP puede ser todavía demasiado débil o demasiado lento para contrarrestar los aumentos de PIA. Por lo que se recomienda el entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico focalizado particularmente si existen síntomas de DSP, dado la recomendación de grado A como tratamiento de primera línea para la IU en la población femenina general. Además, en mujeres con POP, el entrenamiento de la musculatura del suelo

pélvico da como resultado la elevación del SP, un área del hiato el elevador del ano más pequeña e hipertrofia la MSP.(135)

12. Entrenamiento abdominal hipopresivo

12.1. Historia

Las técnicas hipopresivas tienen su base en las técnicas respiratorias del milenario yoga denominado Uddiyana Bandha (Figura 16), (Uddiyana quiere decir; elevarse, subir y Bandha significa contracción, Uddiyana Bandha podría traducirse como contracción elevada) y fueron creadas en 1980 por Marcel Caufriez, doctor en ciencias de la motricidad y especializado en rehabilitación. Este nuevo método surgió de la necesidad de implantar un entrenamiento de la musculatura abdominal que no afectase a la MSP, dado al carácter inadecuado que la gimnasia postparto “clásica” o cualquier tipo de ejercicio intenso mostraron sobre el tono de base del SP.(144,145)

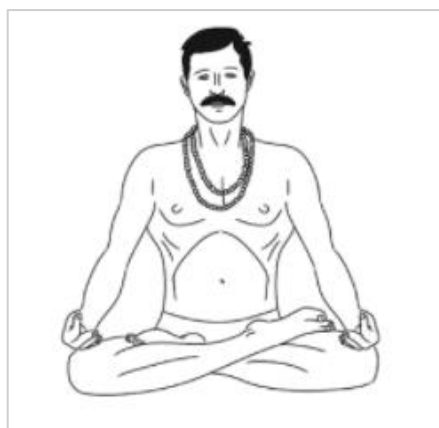


Figura 16: Uddiyana banda.(221,222)

En 1980 fueron denominadas “aspiración diafragmática” y a partir de ellas se constituyó la conocida “Gimnasia abdominal hipopresiva”. En 2005, Caufriez et al.,(146) estudiaron el efecto de los ejercicios abdominales clásicos sobre la tonicidad de la MSP en 16 mujeres primíparas durante el periodo postparto inmediato. Las participantes realizaron un programa de entrenamiento con diferentes ejercicios abdominales clásicos dos veces por semana durante 6 semanas y observaron una disminución del tono de base de un 32.7% de media ($p > 0.001$). En relación a estos hallazgos, en 2006, se desarrollaron los llamados “hipopresivos dinámicos”, las técnicas hipopresivas aplicadas al deporte y al fitness con el objetivo de implantar una actividad física en los centros deportivos que no provocara daños en el SP, prevenir y mejorar la estética, la salud y el rendimiento deportivo.(134,144)

En relación a la variación de PIA, se han estandarizado los términos *hiperpresivo*, haciendo referencia al mayor grado de presión e *hipopresivo*, aludiendo al menor grado de presión.(119)

Con lo cual, el término “hipopresivo” hace mención al descenso de la presión intraabdominal, concretamente en las cavidades torácica, abdominal y pélvica. En un sistema de coordenadas, donde el tiempo es el eje de abscisas y la diferencia de presión, el eje de ordenadas, se toma la dinámica hipopresiva como la diferencia de presión obtenida negativa (menor a 0 mmHg). En cambio, el término hiperpresivo de la cavidad abdominal hace mención a la variación de presión positiva y es definida como la divergencia de presión igual o superior a 30mmHg en ambas fases del ciclo respiratorio.(144)

12.2. Descripción del método

El entrenamiento abdominal hipopresivo (EAH) se define como la integración de ejercicios posturales y respiratorios realizados en un ritmo concreto que disminuyen la PIA en los tres compartimentos; torácico, abdominal y pélvico. Constituyen un conjunto ordenado de ejercicios repetitivos y secuenciales que permiten la estimulación sistémica propioceptiva bajo una puesta postural global, la estimulación sensitiva neumotóxica amplificada por una situación de hipoxia (menor disponibilidad de oxígeno) e hipercapnia (aumento de CO₂ en sangre) y la respuesta motriz de divergencia destinada a los músculos respiratorios, antigravitatorios y lisos, inervados por el sistema nervioso simpático.(119,144)

Al ejecutar el EAH en las diferentes posiciones de forma repetida y mantenida, produce una estimulación global del sistema propioceptivo que integra y procesa información sensorial mediada por mecanorreceptores situados en el tejido musculo-esquelético, ligamentos, articulaciones y tejidos cutáneos, que provoca alteraciones en el esquema corporal y en los impulsos anticipatorios ante determinados esfuerzos y gestos. Además, el EAH conlleva una importante acción respiratoria, estimulando los centros espiratorios del tronco cerebral (centro respiratorio bulbar ventral y centro neumotáxico) e inhibe los inspiratorios (centro respiratorio bulbar dorsal y centro apnéustico). Esta reacción neumotóxica se debe al mantenimiento de la apnea espiratoria a lo largo de la ejecución de los ejercicios, que aumenta el nivel de dióxido de carbono en sangre e induce un estado cercano a la hipoxia e hipercapnia. Este estado de hipoxia, disminuye la acción del diafragma torácico, facilitando su relajación postural, y activa la musculatura abdominal (concretamente la más profunda) y la MSP, todo ello a través de un circuito neurológico divergente. Esto ocurre gracias a que los centros respiratorios

supraespinales que controlan la acción tónica postural fásica sobre los músculos respiratorios, y la inhibición o activación de dichos centros, proporciona la modulación de la tensión postural. Por otro lado, Caufriez propuso un sistema de entrenamiento de la musculatura abdominal por vía refleja, ya que hasta entonces se había estado trabajando esta musculatura a través de flexiones de tronco. Este autor considera que esta función es estrictamente fásica y por ello entrenar la cincha abdominal - un grupo muscular tónico que habitualmente presenta déficit de la actividad postural en reposo – a través de ejercicios voluntarios, fásicos y contra resistencia conllevaría inevitablemente a una inhibición de la tonicidad postural. Así, postula que abrir la parrilla costal y que el tórax adopte un papel de ventosa (aspiración diafragmática) implica actividad de la musculatura abdominal profunda que arrastra la masa visceral del abdomen, el abdomen asciende y se ahueca. De igual modo, Caufriez postula sobre la activación sinérgica de la MSP, dado su alto porcentaje de tejido conectivo y de fibras tipo I, y atribuye que el mecanismo de actividad de esta musculatura se basa en la tonificación de las fibras musculares tónicas en contraposición al fortalecimiento de las fibras tipo II, fásicas.(146,147)

En el terreno práctico, las técnicas hipopresivas consisten en la realización de determinadas “respiraciones hipopresivas” durante el mantenimiento de determinadas “posturas hipopresivas”. Hay treinta y tres posturas hipopresivas descritas en una variedad de posiciones que incluyen: bipedestación, de rodillas, cuadrúpeda, sedestación y posiciones supinas. La sesión de EAH suele tener una duración de entre 20 min y una hora, donde se realiza una secuencia de posiciones hipopresivas, en cada posición se realizan tres respiraciones diafragmáticas seguidas de una respiración hipopresiva y este ciclo es repetido tres veces en cada posición.(119,148)

12.3. Fundamentos técnicos

Las pautas técnicas para mantener la posición hipopresiva según Caufriez et al.(146,147) son (Figura 17):

- Pies paralelos a la anchura de los isquiones
- Semiflexión de rodillas para evitar el bloqueo de la articulación femorotibial.
- Pelvis neutra: Se ha considerado “pelvis neutra” cuando la línea entre la espina iliaca anterosuperior y la espina iliaca posterosuperior es horizontal y sin inclinación.
- Autoelongación: Estiramiento axial del raquis vertebral para conseguir una puesta en tensión de los músculos extensores del raquis y espinales profundos.

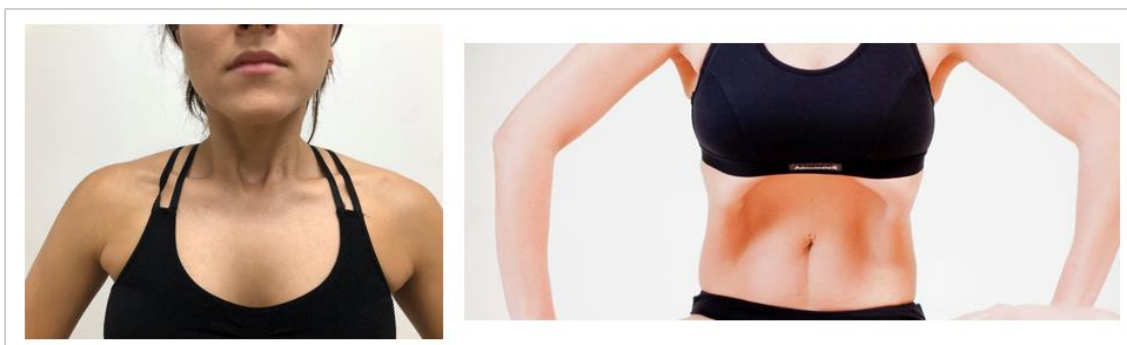
- Corrección de la lordosis cervical: Retropulsión de la cabeza manteniendo una tracción de la coronilla hacia el techo y atrás sin rectificar la curva cervical.
- Activación de la cintura escapular: Decoaptación de la articulación glenohumeral provocada por la abducción de las escapulas y la activación de los músculos serratos mayores. Los miembros superiores deben ejercer un empuje mantenido hacia abajo, fuera y atrás.
- Adelantamiento del eje de gravedad: Desequilibrio del eje anteroposterior que implica variación del centro de gravedad.



Figura 17: Fundamentos posturales del EAH. (Fuente: Elaboración propia)

Las pautas técnicas para realizar la maniobra de respiración hipopresiva según Caufriez son (Figura 18):(146,147)

- Respiración diafragmática con fase inspiratoria (coger aire por la nariz con apertura costal) y fase espiratoria (soltar aire por la boca con descenso costal) guiada por el monitor.
- Apnea espiratoria y aspiración diafragmática: fase de espiración completa de aire, seguida de una fase de apnea mantenida dependiendo del nivel del practicante. En la fase de apnea se realiza un bloqueo de la glotis, activación voluntaria de los músculos elevadores de la caja torácica y de los músculos serratos mayores, de manera que se realiza una apertura costal que simula la inspiración pero evitando la entrada de aire. Durante esta fase el diafragma torácico se estira y es succionado como resultado de la elevación de la caja torácica y apertura costal.



*Figura 18: Hendidura de las fosas claviculares y apertura costal durante la maniobra respiratoria hipopresiva.
(Fuente: Elaboración propia)*

El EAH se considera la suma de las pautas técnicas posturales y respiratorias, donde cada pauta ha sido diseñada para asistir a la acción hipopresiva, la relajación postural del diafragma con la consecuente contracción abdominal profunda y sinérgica contracción perineal.(148)

12.4. Beneficios

La práctica hipopresiva fue descrita como una técnica de normalización de tensiones músculo-conjuntivas que mejora la fuerza y resistencia muscular y los parámetros respiratorios. La integración de la estimulación postural y respiratoria conduce en un término medio de 6 meses a una tonificación significativa de la MSP y de la faja abdominal. Mejora las funciones de los sistemas toraco-abdomino-pélvico propiciando la gestión de la presión del interior de sus cavidades y tiene una incidencia positiva sobre la vascularización de los miembros inferiores. De forma añadida, se ha demostrado su efecto sobre la modificación del esquema corporal, mejora de la estabilidad de la columna vertebral, flexibilización el raquis y los músculos isquiotibiales.(134)

Los orígenes de las técnicas hipopresivas están ligadas a la prevención y tratamiento de la MSP en el post-parto y constituye un tratamiento efectivo en las DSP asociadas o no a otras terapias. Así, Esparza,(149) evidenció el aumento del tono de reposo y de carga de la MSP tras un programa de EAH de 20 minutos diarios durante 6 meses. En su estudio sobre el efecto de la práctica de ejercicios hipopresivos en mujeres con hipotonía de SP e IUE, sus resultados, tomados con tonometría mostraron un incremento del tono de base y del tono de carga de la MSP de un 58% y un 48%, respectivamente. Además, la fuerza contráctil aumento en un 20% y el perímetro de la cintura se redujo en un 6%. Siguiendo esta línea, Castro et al.(150) evaluaron la función de la MSP antes y después de un protocolo de ejercicios hipopresivos, se incluyeron 14 mujeres con IUE que se sometieron a un protocolo de 3 sesiones individuales de EAH, después de este periodo, las participantes realizaron 12 semanas de ejercicios en el hogar. Se observó

una mejora en todos los parámetros evaluados de la función muscular: escala de Oxford ($p = 0.0005$), resistencia muscular ($p = 0.0001$) y el número de contracciones rápidas ($p < 0.0001$). Y más recientemente, Abimael et al.,(151) evaluaron los síntomas y severidad de la IU con el cuestionario International Consultation on Incontinence Questionnaire-Short Form (ICIQ-SF) de mujeres premenopáusicas multíparas, tras un protocolo basado en 7 semanas de EAH. Se mostró una disminución del grado de severidad de la IU en 5 de las 6 participantes, donde dos de ellas tuvo una remisión completa de los síntomas.

Además, varios autores comparan el EAH con el entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico en cuanto a efectos se refiere sobre la contractibilidad de la MSP y recuperación de las DSP. Resende et al.,(152) por su parte, evaluaron con ecografía tridimensional el área del hiato del músculo elevador del ano de 17 mujeres nulíparas sanas y sin antecedentes de DSP y observó una disminución del área durante la combinación de la técnica hipopresiva con la contracción máxima de la MSP, en comparación con estas maniobras aisladas. Bernades et al.,(107) realizaron un estudio similar, pero en este caso fue tras 12 semanas de entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico o de EAH en mujeres con POP y demostró que ambos grupos aumentaron el área del elevador del ano tomada con ecografía bidimensional en comparación del grupo que no realizó ningún entrenamiento. El estudio reciente Juez et al.,(153) fue el primer estudio en analizar el efecto de la técnica hipopresiva frente al entrenamiento de la musculatura perineal durante el postparto en cuanto a cambios morfofuncionales en ecografía, manometría y dinamometría del elevador del ano y a diferencias sintomáticas de IU en el ICIQ-SF, sus resultados mostraron una mayor mejora en el grupo que recibió EAH. En cuanto al tono muscular del SP, Soriano et al.,(154) mostraron que un programa de EAH de 2 meses de duración tiene efectos positivos sobre el tono muscular tomado con un perineómetro, ligado a mejoras en los síntomas de IU, sensación de bienestar y de imagen corporal.

Por lo que, con respecto a los efectos de los ejercicios hipopresivos sobre la MSP existe controversia en cuanto a sus beneficios, aunque se presenta como un ejercicio adecuado para la activación de la MSP y se recomienda como complemento en el tratamiento de la IU y de los POP, a modo de prevención y recuperación. Hay autores que defienden que el entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico es más efectivo y otros defienden la combinación de ambas modalidades como una nueva vía para el tratamiento y prevención de las disfunciones de la MSP, así como de su actuación sobre la calidad de vida y la salud.(155)

En otras investigaciones al respecto, se aprecia que con la práctica de EAH se propicia la activación de la musculatura abdominal profunda, concretamente del TrA. Así, Stupp et al.,(156)

realizaron un estudio que permitió indagar sobre la relación entre la actividad muscular del SP y TrA mediante ejercicios hipopresivos en voluntarias sanas y nulíparas a través de electromiografía de superficie. Sus resultados mostraron que la técnica hipopresiva es menos efectiva que la contracción del SP aislada, y que la combinación de ambas mejora la activación del TrA significativamente. Aun así, la técnica hipopresiva activó la MSP y el TrA en comparación con el tono de reposo. Ithamar et al.,(157) fueron los primeros en investigar el efecto de la posición del cuerpo sobre la actividad electromiográfica del SP y la musculatura abdominal durante la técnica hipopresiva. Mostraron que el complejo muscular transverso abdominal y oblicuo interno junto a la MSP exhibieron un mayor porcentaje de actividad relativa, seguidos por el oblicuo externo y el recto anterior del abdomen, lo que indica una mayor sinergia entre el TrA – oblicuo interno y el SP durante la técnica hipopresiva. Un estudio transversal reciente sugiere que tanto la MSP, los abdominales, glúteos y aductores se activan en mujeres que están familiarizadas con la técnica hipopresiva. Los resultados de este estudio sugieren que los ejercicios hipopresivos producen activación de la MSP en aproximadamente un 35% de su contracción voluntaria máxima y aumentan la activación de los músculos de la pared abdominal lateral hasta un 35% de su contracción de referencia.(148) Por otro lado, se ha informado que el perímetro de cintura abdominal disminuye sin mostrar cambios significativos en la masa grasa segmentada del tronco y que estos datos pueden estar relacionados con una mejor eficacia de la activación de la musculatura profunda del abdomen durante la realización de la técnica hipopresiva. Así, las mejoras obtenidas en los patrones de contracción del TrA puede resultar indicativo de mejoras en la estabilidad lumbar, que se considera un factor de riesgo tanto de lesiones de los miembros inferiores como de la propia región lumbar.(158)

Otro de los beneficios que se otorgan al EAH es su repercusión sobre la estática postural, ya que parece tener un impacto positivo sobre la columna vertebral mejorando la flexibilidad del raquis tanto en pacientes con dolor lumbar crónico como en sujetos sanos.(159) Caufriez et al.,(160) indicaron que el EAH presenta una incidencia sobre la estática del raquis dorso-lumbar: en cuanto a una mejor autoelongación, aumento de la flexión del tronco y de fuerza de los músculos paravertebrales superficiales en pacientes sanos. También se ha indicado que realizar de forma regular ejercicios hipopresivos muestra una inclinación favorable hacia al control de la evolución de las escoliosis idiopáticas localizadas a nivel dorsal.(161,162) Por otro lado Rial et al.,(163) indicaron que el EAH produce cambios a nivel de extensibilidad isquiotibial y movilidad de la columna lumbar en jugadoras de fútbol y consideran el EAH un método de recuperación focalizado tanto en el entrenamiento de las propiedades musculares del SP como para disminuir las tensiones musculares después del entrenamiento.

En la tabla 3 se describen de forma resumida los beneficios de las técnicas hipopresivas.

Tabla 3: Principales beneficios de las técnicas hipopresivas

- ✓ Activación y tonificación de la MSP y de la faja abdominal, principalmente del TrA
- ✓ Disminución de la sintomatología y severidad de la IU y POP
- ✓ Prevención en la aparición de DSP tras el embarazo
- ✓ Disminución de la congestión de la pelvis menor
- ✓ Reducción del perímetro abdominal
- ✓ Normalización estática y biomecánica visceral
- ✓ Activación del sistema nervioso ortosimpático
- ✓ Normalización postural global y mejora de la estática postural
- ✓ Mejora de la escoliosis
- ✓ Mejora de la flexibilidad de la cadena posterior (isquiotibiales y raquis)
- ✓ Prevención de lesiones deportivas

DSP: disfunciones de suelo pélvico, IU: incontinencia urinaria, MSP: musculatura del suelo pélvico, POP: Prolapso de órganos pélvicos, TrA: músculo transverso abdominal

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivo principal:

- Analizar el efecto de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre los síntomas de las disfunciones de suelo pélvico en mujeres.

Objetivos secundarios:

- Observar cómo evoluciona la función y contractibilidad de la musculatura del suelo pélvico tras un programa de 8 semanas de entrenamiento abdominal hipopresivo.
- Analizar el impacto en la gravedad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres que la sufren tras realizar ejercicios abdominales hipopresivos.
- Estudiar los efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre los parámetros relacionados con el control postural a través del equilibrio estático evaluado mediante medidas estabilométricas.
- Determinar la actividad y función de la musculatura profunda del abdomen a través del grosor del músculo transverso abdominal tanto en reposo como en activación, antes y después de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo y observar los cambios entre los grupos.
- Investigar la influencia 8 semanas de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la capacidad ventilatoria y pulmonar en mujeres.
- Estudiar los efectos del entrenamiento hipopresivo sobre la calidad de vida asociada a la salud en mujeres tras la intervención.

Hipótesis:

- Los síntomas de las disfunciones de suelo pélvico, así como la gravedad y signos clínicos de incontinencia urinaria disminuirán tras un programa de 8 semanas de entrenamiento abdominal hipopresivo. Mejorará la función y contractibilidad de la musculatura del suelo pélvico tras la intervención de entrenamiento abdominal hipopresivo en mujeres de entre 18 y 60 años.
- Un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo de 8 semanas de duración tiene un efecto positivo sobre el control postural y la activación de la musculatura profunda del abdomen, específicamente sobre el músculo transverso abdominal profundo tanto en reposo como en activación en mujeres de entre 18 y 60 años de edad.

- Tras 8 semanas de entrenamiento abdominal hipopresivo se aumentará la capacidad ventilatoria y pulmonar, y se manifestará mejor calidad de vida en mujeres de entre 18 y 60 años de edad.

III. METODOLOGIA

1. Diseño del estudio

El presente estudio consta de un ensayo controlado aleatorizado (ECA) con dos brazos (grupo experimental y grupo control), en el que se empleó un diseño pretest-intervención-posttest entre Febrero y Mayo de 2019. Este proyecto de investigación fue aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad de Jaén, y se llevó a cabo en concordancia al Código de Ética de la Asociación Médica Mundial para estudios humanos (Declaración de Helsinki) (Anexo 2). Este trabajo fue registrado en la base de datos online: Clinica-trail.gov dirigida por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, con el número de registro: NCT04343599 (Anexo 3).(164) Asimismo, todas las mujeres que quisieron participar en este ensayo clínico, debieron leer y firmar un formulario de información sobre esta investigación y dar por escrito su consentimiento a formar parte en él.

2. Población

El reclutamiento de la población de estudio se llevó a cabo a través de carteles publicitarios en redes sociales (Instagram, Facebook, etc.) y en instituciones públicas como hospitales, colegios, universidades, etc.

Criterios de inclusión

Mujeres de entre 18 y 60 años de edad que manifestarán algún síntoma de disfunción de suelo pélvico con una duración mayor a 6 meses, independientemente de los aspectos clínicos presentados (urológicos, ginecológicos o colorrectales). Con capacidad y actitud para realizar el programa de entrenamiento abdominal hipopresivo, así como para completar las pruebas y cuestionarios autoadministrados necesarios para la obtención de las variables de estudio de los que consta este trabajo.

Criterios de exclusión

Presentar cualquier contraindicación para realizar entrenamiento abdominal hipopresivo o actividad física, hipertensión arterial no controlada, enfermedad cardio-respiratoria, hernias de hiato, enfermedades limitantes al equilibrio estático y/o dinámico, alteraciones vestibulares conocidas o historia clínica de vértigo, desequilibrio o mareos, alteraciones nerviosas centrales o periféricas, estado de embarazo o en búsqueda activa del mismo. Haber recibido tratamiento farmacológico, de fisioterapia o de cualquier índole para paliar alguna disfunción de suelo pélvico, así como haber realizado entrenamiento abdominal hipopresivo anteriormente (al menos en los dos últimos años). Haber sido sometida a cualquier

intervención quirúrgica de comprometa al complejo abdomino-pélvico (cirugía abdominal, abdominoplastia, histerectomía, etc.). La falta de compromiso con este estudio o la ausencia a más de tres sesiones de intervención.

3. Asignación a los grupos

Las mujeres que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión de este estudio fueron asignadas aleatoriamente al grupo experimental (GE) y grupo control (GC) a través del sistema OxMaR (acrónimo de Oxford Minimization and Randomization); un software de código abierto y gratuito que facilita el procedimiento de asignación aleatoria en estudios clínicos.(165) La comunicación a las participantes se realizó a través de sobres opacos y sellados una vez realizadas todas las pruebas de medición de inicio (pretest). La entrega de sobres fue llevada a cabo por un investigador ajeno a este estudio.

4. Cálculo del tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño muestral se realizó usando el programa Ene 3.0 (GlaxoSmithKline, SA, Madrid, Spain).(166-168) El tamaño de la muestra requerida se determinó en base a datos anteriores publicados por Dias et al.(169) en el caso de las variables relacionadas con la función perineal, por Montes et al.(130) en referencia a los parámetros estabilométricos y por Kim et al.(170) en relación a los valores espirométricos. El objetivo fue identificar diferencias en el contraste de la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ utilizando una prueba T-Student bilateral para dos muestras relacionadas con una potencia del 80.00% y teniendo en cuenta que el nivel de significación es del 5.00%. Asumiendo que, para la variable función perineal tomada con la escala de Oxford modificada, la media del grupo de referencia es de 4.00 unidades, la media del GE es de 3.00 unidades y la desviación típica de la variable diferencial es de 0.80 unidades, será necesario incluir 8 parejas de unidades experimentales en el estudio. Teniendo en cuenta que el porcentaje esperado de abandonos es de 2.80% sería necesario reclutar 9 parejas de unidades experimentales en el estudio, un total de 18 participantes. Para la variable control postural, tomando como referencia el parámetro estabilométrico del área de superficie del CoP y tomando que la media del grupo de referencia es de 97.50 unidades, la media del GE es de 60.30 unidades y la desviación típica de la variable diferencial es de 77.90 unidades, sería necesario incluir 37 parejas de unidades experimentales en el estudio. Teniendo en cuenta que el porcentaje esperado de abandonos en este caso sería del 7.94%, se necesitaría reclutar 41 parejas de mujeres para este ECA, un total de 82 participantes. Por último, para la variable capacidad ventilatoria se tomó como referencia la medida espirométrica FVC, se asumió que la media del grupo de referencia es de 58.30 unidades, la media del GE es de 68.05 y la desviación

típica de la variable diferencial es de 15.97 unidades, por lo que sería preciso incluir a 24 parejas de mujeres en el estudio, previniendo un porcentaje de pérdidas del 8.22% sería necesario incluir 27 parejas de unidades experimentales en el estudio, un total de 54 mujeres.

5. Grupos e intervención

En este estudio se definieron dos grupos:

- Un GC que constó con 65 mujeres que no recibieron tratamiento. Sin embargo, fueron 61 participantes las que comenzaron este estudio y realizaron la primera medición pretest; ya que 4 participantes declinaron su participación al conocer el grupo al que fueron asignadas.

- Un GE formado por 65 participantes que tras la evaluación inicial recibió un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo con una frecuencia de 2 sesiones semanales, de una duración de 30 minutos durante 8 semanas, siendo un total de 16 sesiones. Una vez finalizada la intervención, este grupo se volvió a someter a las pruebas de medición y se analizaron los datos pre y post intervención.

La intervención fue llevada a cabo por la investigadora principal especializada en Fisioterapia perineal y con más de 5 años de experiencia. Se basó en un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo, compuesto de una secuencia de posturas de nivel básico-intermedio, incluyendo los principios propuestos por Caufriez y adaptado al método Low Pressure Fitness.(144) Las participantes del GE fueron divididas en 7 grupos con un máximo de 10 personas, así se garantizó la correcta supervisión y calidad del entrenamiento.

En las dos primeras sesiones se llevó a cabo el aprendizaje de la técnica respiratoria hipopresiva: respiración diafragmática, apnea espiratoria y aspiración diafragmática (Figura 19). Así como la instrucción de los fundamentos posturales del método y distintas posiciones que constituyen la secuencia de entrenamiento propuesta (Figura 20). En el resto de sesiones se ejecutó un protocolo de ejercicios basado en una progresión de posiciones que comenzaban en bipedestación y finalizaban en posición supina, pasando por posiciones de rodillas, cuadrúpeda y sedestación (Figura 21). Esta progresión fue realizada en distintas variaciones de miembros superiores (Figuras 22). En cada posición se realizaron 3 aspiraciones diafragmáticas de alrededor de 7-10 segundos, seguidas de tres ciclos respiratorios. Toda la sesión fue guiada por la instructora, que indicaba el tiempo de inspiración, expiración así como de apnea.

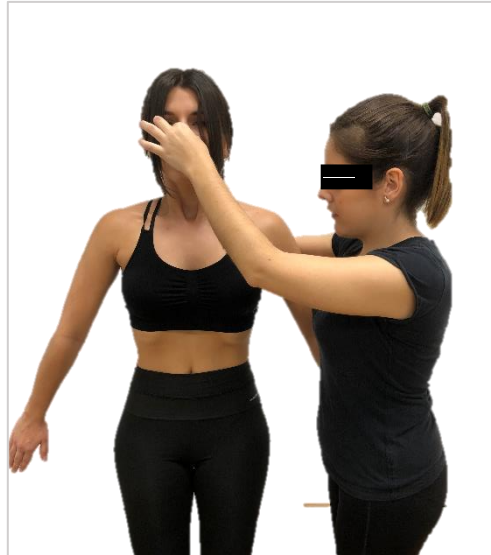


Figura 19: Aprendizaje y corrección de la maniobra respiratoria hipopresiva. (Fuente: Elaboración propia)

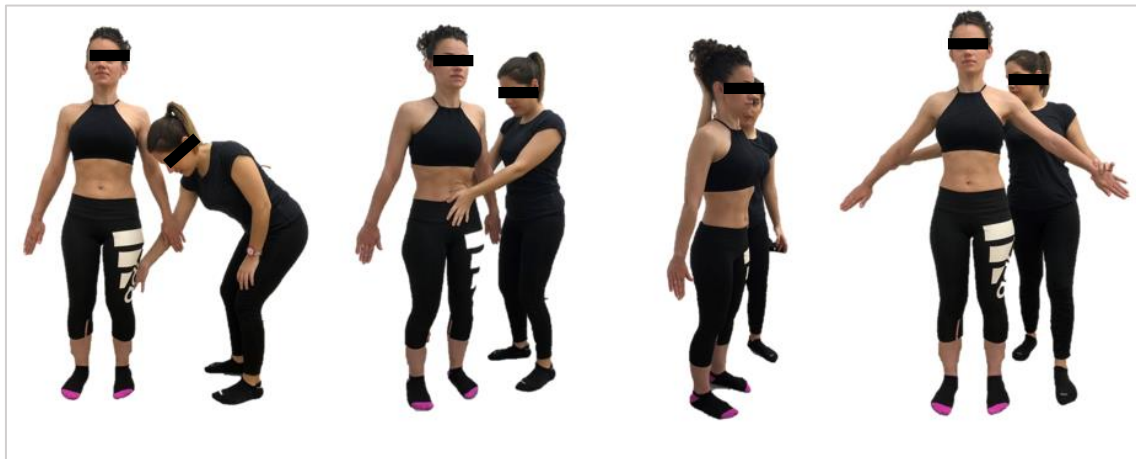


Figura 20. Aprendizaje y corrección de fundamentos posturales. (Fuente: Elaboración propia)

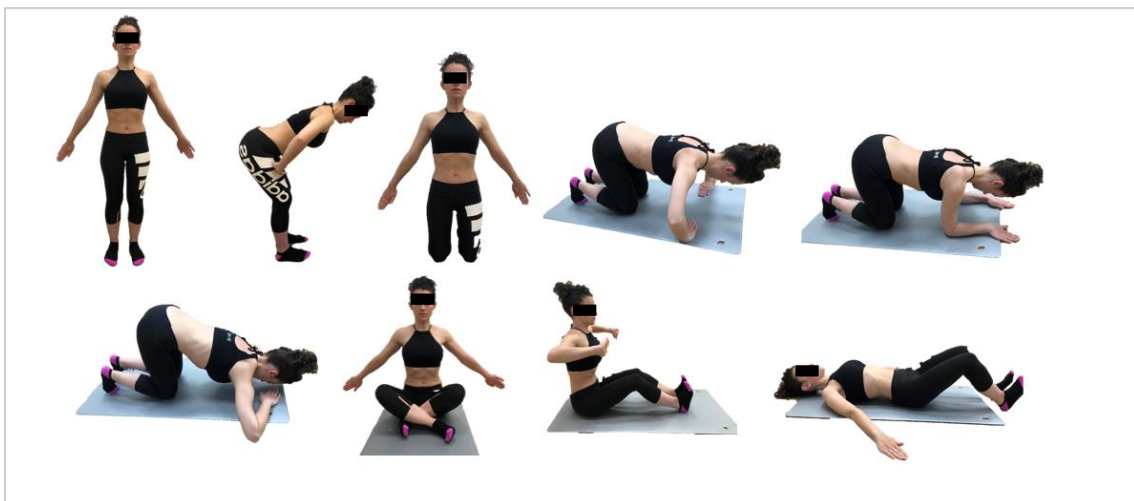


Figura 21: Progresión de posturas hipopresivas. (Fuente: Elaboración propia)

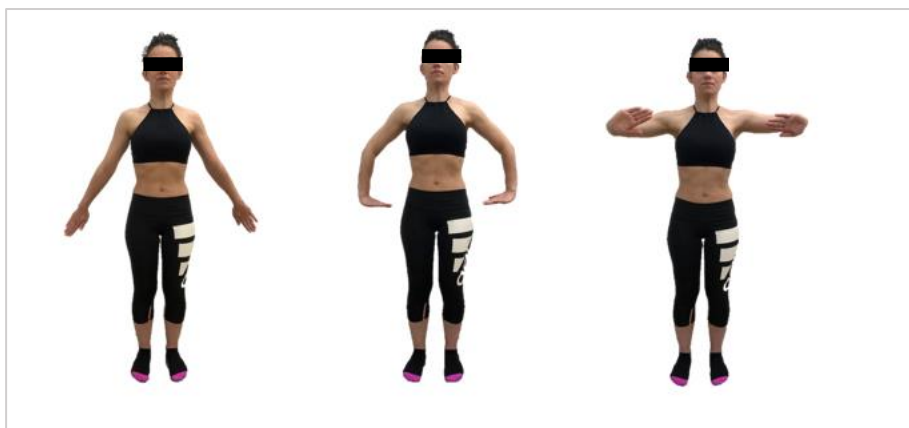


Figura 22: Variaciones de MMSS en las posiciones hipopresivas. 1) Extensión y pronación 2) rotación interna de hombro, flexión de 90° de codo y muñeca, empuje de mano hacia el suelo. 3) Rotación interna de hombro y flexión de hombro, codo y muñeca de 90°, empuje de mano hacia el frente. (Fuente: Elaboración propia)

6. Variables e instrumentos

Al inicio del estudio, todas las participantes fueron entrevistadas con el objetivo de recopilar datos clínicos y sociodemográficos como la edad, peso, altura, índice masa corporal, número de embarazos, número y tipo de partos (vaginal y/o césarea), si eran o no fumadoras y si presentaban síntomas de dolor lumbar. Además, se les considero físicamente activas si realizaban más de 30 minutos de ejercicio de intensidad moderada, tres veces o más por semana.(171)

El peso fue evaluado con una báscula de peso digital de precisión 100 gramos a 130 kilogramos (Tefal), se utilizó un tallímetro Asimed T201-T4 para registrar la altura. Con estos dos valores fue posible calcular el índice de masa corporal, que fue el cociente entre el peso de la participante (en kilogramos) y su altura al cuadrado (m^2). Se consideró un índice de masa corporal normal cuando fue inferior a 25 kg/ m^2 , sobrepeso cuando el índice estuvo comprendido entre 25 y 30 kg/ m^2 y obesidad cuando fue superior a 30 kg/ m^2 .(172)

El dolor lumbar o lumbalgia inespecífica se define como un dolor entre las costillas y los pliegues glúteos inferiores que se desarrolla tras un movimiento.(173) La lumbalgia inespecífica fue evaluada con la versión validada de los cuestionarios Oswestry y Roland- Morris. El índice de discapacidad Oswestry se basa en la impresión subjetiva del paciente sobre su propio estado de discapacidad en cuando al dolor lumbar. Este cuestionario se basa en diez preguntas sobre la intensidad del dolor, cuidados personales, levantamiento, caminar, sentarse, estar de pie, dormir, vida sexual, vida social y viajar con seis opciones de respuesta. Cada pregunta se puntúa de 0 a 5 y la suma de las puntuaciones se expresa en forma de porcentaje para obtener el puntaje

final. Se ha considerado: 0-20% discapacidad mínima, 21-40% discapacidad moderada, 41-60% discapacidad severa, 61-80% impedido y del 81-100% pacientes encamados.(174) El cuestionario de Roland-Morris consta de 24 ítems que reflejan la limitación que presenta el paciente en su vida diaria en relación al dolor lumbar. La participante debió marcar cada ítem que se le aplicara a su estado actual de ese momento. Su puntuación es sencilla y rápida, cada elemento marcado recibe la puntuación de “1”, por lo que la puntuación final oscila entre 0 (ninguna discapacidad) y 24 (la máxima discapacidad posible).(173)

Todas las variables descritas a continuación se tomaron durante los dos días anteriores y posteriores a la intervención. Estas pruebas fueron llevadas a cabo por tres investigadores independientes que no estuvieron relacionados ni con el proceso de aleatorización de las participantes a los grupos ni con la intervención. Uno de ellos se encargó de realizar las pruebas relacionadas con el control postural y la capacidad ventilatoria. Otro investigador con amplia experiencia en el manejo de equipos de ecografía, fue el encargado de realizar las pruebas relacionadas con la actividad de la musculatura abdominal profunda. Por último, una investigadora especializada en fisioterapia uroginecológica con gran bagaje en realizar valoraciones perineales se encomendó de tomar los datos sobre la función perineal así como de presentar los cuestionarios autoadministrados y supervisar que estos estuvieran correctos y todos los ítems completos.

- **Fuerza y función de la musculatura del suelo pélvico**

La valoración de la contractibilidad global de la musculatura estriada del suelo pélvico fue evaluada mediante palpación digital con la escala de Oxford Modificada según lo propuesto por Laycock y Jerwood.(175) La participante se mantuvo en posición supina con flexión de caderas y rodillas y con los pies apoyados en la camilla. La fisioterapeuta se colocó en el lado derecho de la paciente, introdujo dedos índice y medio aproximadamente 4 cm en la vagina (2 falanges y media) y situó sus dedos sobre las paredes del músculo elevador del ano (Figura 23). Se le pidió a la participante una contracción máxima de la MSP a la orden de “corta el chorro de la orina”, “lleva mis dedos hacia dentro y arriba con la mayor fuerza posible”. Se solicitó tres contracciones de 3 segundos de duración con 6 segundos de descanso entre ellas. Se verificó que la contracción realizada fuera correcta y exclusiva de la musculatura perineal, en ausencia de contracciones “parásitas” de la musculatura adyacentes como la glútea, aductora o abdominal. Clínicamente, una contracción adecuada de la MSP durante el examen de palpación vaginal se siente como la acción de presión y elevación de los dedos del examinador.(176) También se controló que la posición de pelvis se mantuviera neutra (distancia equidistante entre

las espinas ilíacas anterosuperiores y posterosuperiores), evitando la retroversión de la pelvis. Cuando la paciente no supo realizar la contracción de la MSP, se proporcionó los feedbacks verbales y táctiles necesarios para que esta fuera posible.

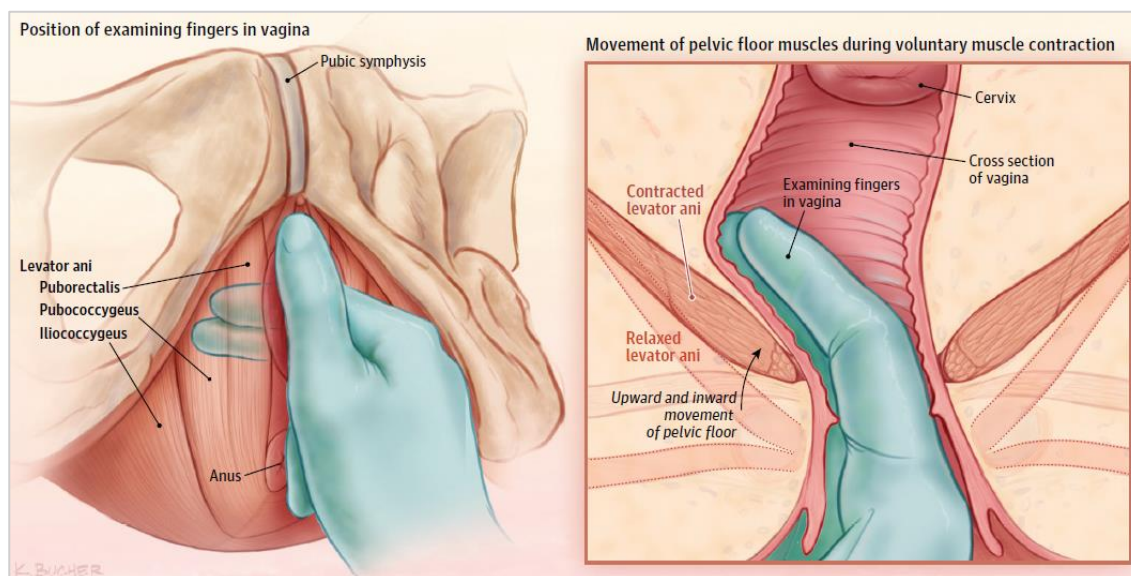


Figura 23: Evaluación de la contracción de la MSP durante el tacto bidigital.(222)

La escala de Oxford Modificada consta de un puntaje del 0-5: 0: sin contracción; 1: contracción leve sin movimiento (parpadeo); 2: contracción y movimiento leve (débil); 3: contracción moderada, presión intravaginal y compresión de los dedos con leve elevación de la pared vaginal (moderado); 4: contracción fuerte ante resistencia otorgada por el examinador (bueno) y 5: contracción ante resistencia máxima (fuerte). Este modelo de medición es ampliamente utilizado por fisioterapeutas ya que es un método fácil de usar y no requiere de equipos costosos. Para su correcta aplicación se considera imprescindible la destreza manual del fisioterapeuta, en este ECA todas las evaluaciones fueron efectuadas por la misma fisioterapeuta con amplio bagaje en la valoración de la MSP y especialista en fisioterapia perineal. A pesar de ello, la fiabilidad entre evaluadores para la palpación vaginal es alta ($\kappa = 0.33$, intervalo de confianza del 95%: 0.09 a 0.57).(177,178) Cabe añadir, que Isherwood y Rane,(179) estudiaron la fiabilidad entre el uso de perineómetro (dispositivo de presión vaginal conectado a un manómetro de presión del aire a través de una escala arbitraria de 0 a 12 para evaluar la fuerza de la MSP) y la palpación vaginal utilizando la escala de Oxford y encontraron una alta confiabilidad con un valor kappa de 0.73.

- **Impacto de las disfunciones de suelo pélvico en el paciente**

Una forma válida de evaluar los aspectos subjetivos del impacto de las DSP en la mujer es usando cuestionarios psicométricamente validados y autoadministrados como: el “Pelvic Floor Distress Inventory” (PFDI) y el “Pelvic Floor Impact Questionnaire” (PFIQ) desarrollados por Barber et al.(180) Estos dos cuestionarios se basaron en la estructura y contenido de dos cuestionarios de calidad de vida específicos para mujeres con disfunciones del tracto urinario inferior: el inventario de dificultad urinaria y el cuestionario de impacto de incontinencia. Posteriormente, en 2005 fueron adaptadas a su versión corta: PFDI Short form (PFDI-20) y PFIQ Short Form (PFIQ-7) que han demostrado ser válidos, fiables y que responden a los cambios.(181) En 2013, fue validada su versión en lengua española por Sánchez-Sánchez et al.,(182) que mostraron una consistencia interna alta con un coeficiente alfa de Cronbach de 0.837 para PFDI-20 y 0.967 para PFIQ-7.

PFDI-20: Se diseñó para evaluar el distrés de los síntomas en mujeres con DSP y contiene todos los ítems del inventario de dificultad urinaria original más los relacionados con el prolapso de órganos pélvicos y la disfunción gastrointestinal inferior. Consta de 20 preguntas divididas en tres escalas de síntomas: las preguntas 1-6 son sobre síntomas del prolapso genital (POPGI); las preguntas 7-14 son sobre síntomas colorrectales anales (CRADI); y las preguntas 15-20 sobre síntomas urinarios (UDI). Se pregunta a los encuestados si experimentan síntomas y, en caso afirmativo, indican en una escala de 1 (nada) a 4 (mucho) el grado en que son molestos. El resultado de cada subescala se calcula con la sumatoria de las puntuaciones de los ítems de cada una, dividido por el número de ítems y multiplicado por 25, así se obtendría una puntuación con un valor de entre 0 y 100, de tal modo que las tres subescalas tienen igual valor independientemente del número de ítems que forman cada subescala.(181,182)

PFIQ-7: Se diseñó para evaluar el impacto de las DSP en la vida de las mujer y al igual que el PFDI, contienen todos los ítems incluidos en el cuestionario de impacto de incontinencia original, así como los ítems relacionados con otros trastornos del SP. Compuesto por siete ítems que cubren el efecto sobre las actividades, las relaciones o los sentimientos de cada síntoma: urinario (UIQ), colorrectal-anal (CRAIQ) y prolapso genital (POPIQ). Las respuestas sobre el grado en que los síntomas vesicales, intestinales o vaginales afectan a cada actividad o sentimiento van de 0 (nada) a 3 (mucho). Cada bloque es calculado por la suma de las puntuaciones de los ítems que forman cada bloque, dividido entre 7 y multiplicado por el cociente de dividir 100 (puntuación total) entre 3 (número de bloques), lo que resulta en un valor de 0 a 100.(181,182)

Tanto en el PFDI-20 como en el PFIQ-7, el puntaje mínimo para cada bloque es 0 puntos (participación baja) y el máximo de 100 puntos (efecto máximo). La puntuación total es la suma de los tres bloques, por lo que la puntuación máxima es 300. No se han descrito puntos de corte significativos para cuantificar el grado de impacto que supone los síntomas de DSP en la CdV de la mujer, se ha tomado en cuenta que a mayor puntuación mayor impacto de malestar. Se ha descrito que un cambio de 45 puntos (15%) o más en la puntuación de la puntuación total del PFDI-20 y un cambio de 3 puntos (12%) o más en la puntuación resumida del PFIQ-7 se consideraría "clínicamente importante". Los cambios inferiores a estos pueden no ser clínicamente importantes, aunque sean estadísticamente significativos.(181)

- **Severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres**

Los cuestionarios autoadministrados son herramientas útiles para valorar los síntomas de IU. Según el comité de expertos de la Second International Consultation on Incontinence, existía un gran abanico de cuestionarios, lo que obstaculizaba la comparación de los resultados entre estudios, de ahí que surgiera la necesidad de crear un instrumento conciso que pudiera utilizarse por la mayoría de los investigadores. Así, este comité creó el "International Consultation on Incontinence Questionnaire" (ICIQ) que incorpora todos los aspectos de la incontinencia, posteriormente se creó su versión corta; el "International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form" (ICIQ-UI SF) con el objetivo de que su utilidad se expandiera tanto en la investigación como en la práctica clínica.(183,184) Su versión fue validada en la lengua española por Espuña Pons et al.(183)

El ICIQ-UI SF fue desarrollado para proporcionar un cuestionario simple, breve y robusto para evaluar los síntomas y el impacto en la calidad de vida específica de la IU. Un cuestionario que mide los síntomas relacionados con la incontinencia urinaria en cualquier ámbito existencial. Consta de 3 ítems: cantidad, frecuencia y afectación más un último ítem compuesto por un conjunto de 8 situaciones relacionadas con el tipo de IU que no forma parte del cuestionario y tiene únicamente un fin descriptivo y orientada sobre el tipo de IU. El resultado final es la suma de los 3 primeros ítems: frecuencia de 0 (nunca) a 5 (continuamente), cantidad de 0 (no se me escapa nada) a 6 (mucha cantidad) y afectación de 0 (nada) a 10 (mucho). Su resultado final varía de 0-21 puntos, donde cualquier puntuación superior a 0 se considera incontinencia. Estos tres ítems demostraron tener una elevada consistencia interna con un alfa de Cronbach de 0.917. Y el hecho de que la puntuación obtenida con tan solo estos 3 ítems detecte el 91.7% de los casos con IU similar al 87.7% de los casos de acuerdo con el diagnóstico

urodinámico, supone una correlación significativa entre ambas herramientas y hace de este cuestionario una herramienta extremadamente útil en el rastreo de la IU oculta (supone un 40-70%).(183,184)

- **Actividad de la musculatura abdominal profunda, mediante la medición de la sección transversal del músculo transverso abdominal**

La ecografía es una herramienta que ha demostrado ser válida para medir el grosor muscular durante la mayoría de las contracciones musculares isométricas.(185) Se utilizó un equipo SonoScape S2 con un transductor lineal de 8 MHz. La toma de imágenes se realizó durante el reposo y la contracción del músculo. El proceso de medición se realizó según estudios previos,(186) de tal modo que se posicionó a la participante en posición supina con los brazos a lo largo del cuerpo, pelvis neutra (espinas ilíacas anterosuperiores y posterosuperiores paralelas), flexión de rodillas a 45° y pies apoyados en la camilla. La sonda ecográfica fue colocada a la derecha del paciente, situada a unos 2.5 cm distal del punto medio de una línea imaginaria entre la última costilla y la cresta iliaca, en ese punto se encontró el grosor del músculo TrA. La medición se tomó verticalmente a 1 cm entre el borde del músculo TrA y la interfaz del origen del músculo oblicuo interno (Figura 24). Se tomaron tres valores en reposo y tres imágenes durante la contracción muscular. Cada imagen se capturo manteniendo el transductor en la misma posición y con la misma presión. La imagen en reposo se tomó durante la exhalación de un ciclo respiratorio cómodo, y la medición en contracción se tomó en el momento de expiración máxima sin perder la posición neutra de la pelvis (evitando la pelvis en retroversión), a la orden de “lleva el ombligo hacia la camilla y hacia la cabeza”, “imagínate que te quieres poner un pantalón de una talla más pequeña”, “imagina que quieres juntar tus dos crestas ilíacas”.(187)

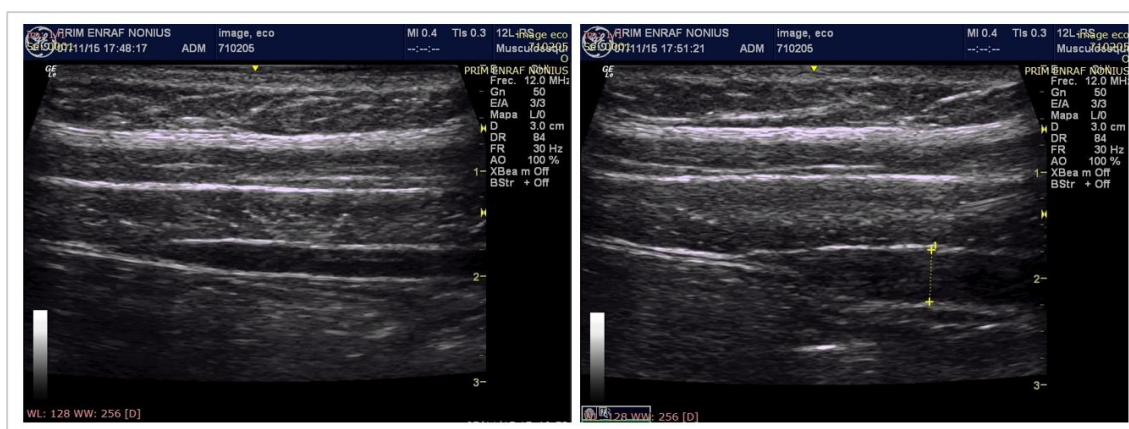


Figura 24: Evaluación ecográfica del TrA en condiciones de reposo (izquierda) y contracción (derecha). (Fuente: Elaboración propia)

- **Control postural**

El equilibrio estático se evaluó mediante una plataforma estabilométrica, una herramienta de diagnóstico que permite analizar el CP mientras el cuerpo está inmóvil, ha sido considerada el método más sencillo y menos invasivo utilizado para evaluar esta variable. Esta herramienta permite medir la distribución del peso en sus puntos de apoyo y las variaciones que existen en el centro del cuerpo durante la visión. La plataforma está formada por dos placas de soporte, una para cada pie sobre las que se dibujan puntos de referencia para su posicionamiento. Cada placa se apoya en tres células de carga de alta sensibilidad muy sensibles, situadas a la altura de los tres puntos de apoyo de los pies, que son el primer metatarsiano, el quinto metatarsiano y el talón. Las células de carga detectan el peso y envían los datos a un ordenador que muestra imágenes dinámicas en tiempo real que expresan la distribución del peso, así como las variaciones de los pies y del cuerpo, lo que se conoce como balanceo. (188) La plataforma utilizada en este estudio fue una plataforma estabilométrica de sensores resistivos de presión (Sensor Medica, Roma, Italia) con una superficie de 400X400 mm y una frecuencia de adquisición de 30Hz. Esta plataforma ha demostrado una fiabilidad de moderada a sustancia para los parámetros estabilométricos analizados en este estudio (coeficiente de correlación intraclase que va de 0.495 a 0.832).(166,189) El cálculo de los desplazamientos del centro de presiones (CoP) se realizó con el software FreeStep© Standard 3.0 (Italia) utilizado en estudios anteriores (Figura 25).(189,190)

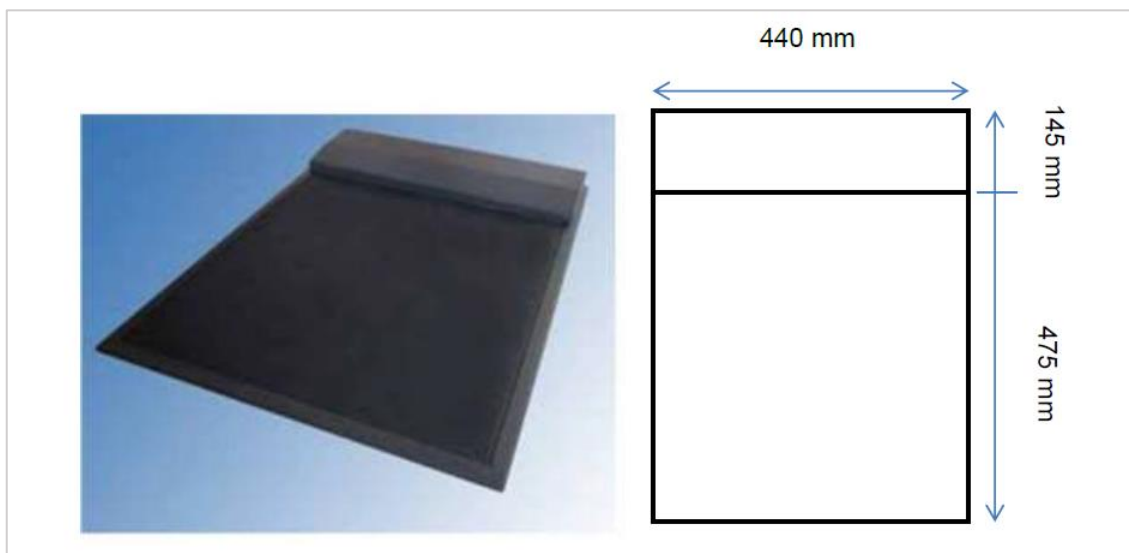


Figura 25: Plataforma estabilométrica FreeMed® Modelo BASE. (227)

Puesto que al evaluar el CP, la influencia de la entrada visual en el control del equilibrio es especialmente importante, la evaluación de esta variable se llevó a cabo siguiendo la misma metodología propuesta en la literatura basándose en el test de Romberg.(191,192) La maniobra de Romberg fue desarrollada por el neurólogo Moritz Romberg inicialmente para detectar las secuelas relacionadas con la sífilis en etapa tardía. Más tarde se convirtió en un test preciso para identificar la integridad de las columnas dorsales de la medula espinal y el cerebro, que controla la propiocepción, entendida como el sentido de conciencia del movimiento y posición del cuerpo. Romberg describió este signo como un deterioro postural severo en un ambiente de cuarto oscuro o con los ojos cerrados en pacientes que tenían daño severo en las columnas dorsales posteriores de la médula espinal. Este test se utiliza como una herramienta clínica precisa, que se considera positiva si un paciente no puede mantener una postura erguida con la visión eliminada o en la oscuridad, por lo que se utiliza para establecer que cantidad de visión utiliza el sujeto para mantener su posición ortoestática. Su valor viene determinado por el cociente obtenido de; la superficie, velocidad o desplazamientos del CoP obtenido con ojos cerrados y su valor con ojos abiertos, multiplicado por 100. Se ha considerado que su valor normal estaría cerca de 250, un valor superior determina que el sujeto recurre con frecuencia a la visión para mantener su posición y cuando su valor es inferior y cerca de 100, se considera que el sujeto no utiliza el sistema visual para controlar su posición, por tanto su postura es controlada con ojos abiertos y cerrados sin distinción. Para realizar esta prueba, se pidió a las participantes que se mantuvieran paradas y descalzas, lo más inmóviles posibles adoptando una posición cómoda con los brazos a lo largo del cuerpo, los pies a 30° y los talones a la anchura de las caderas. La primera etapa de la prueba duró 30 segundos y consistió en que la mujer mantuviera los ojos abiertos mientras el examinador evaluaba el movimiento de su cuerpo en relación al equilibrio. Después de un minuto, comenzó la segunda etapa que consistió en pedir a la mujer para permaneciera erguida con los ojos cerrados durante 30 segundos.(193)

El test de Romberg con ojos abiertos y ojos cerrados proporcionó el análisis de oscilación y evaluar los siguientes parámetros relacionados con el centro de presiones de las participantes: el área (S, mm²) y la velocidad (V, mm/s) del movimiento del CoP y dos parámetros de dispersión del CoP: la media cuadrática del CoP en la dirección medio-lateral (X, mm) y antero-posterior (Y, mm) (Figura 26).

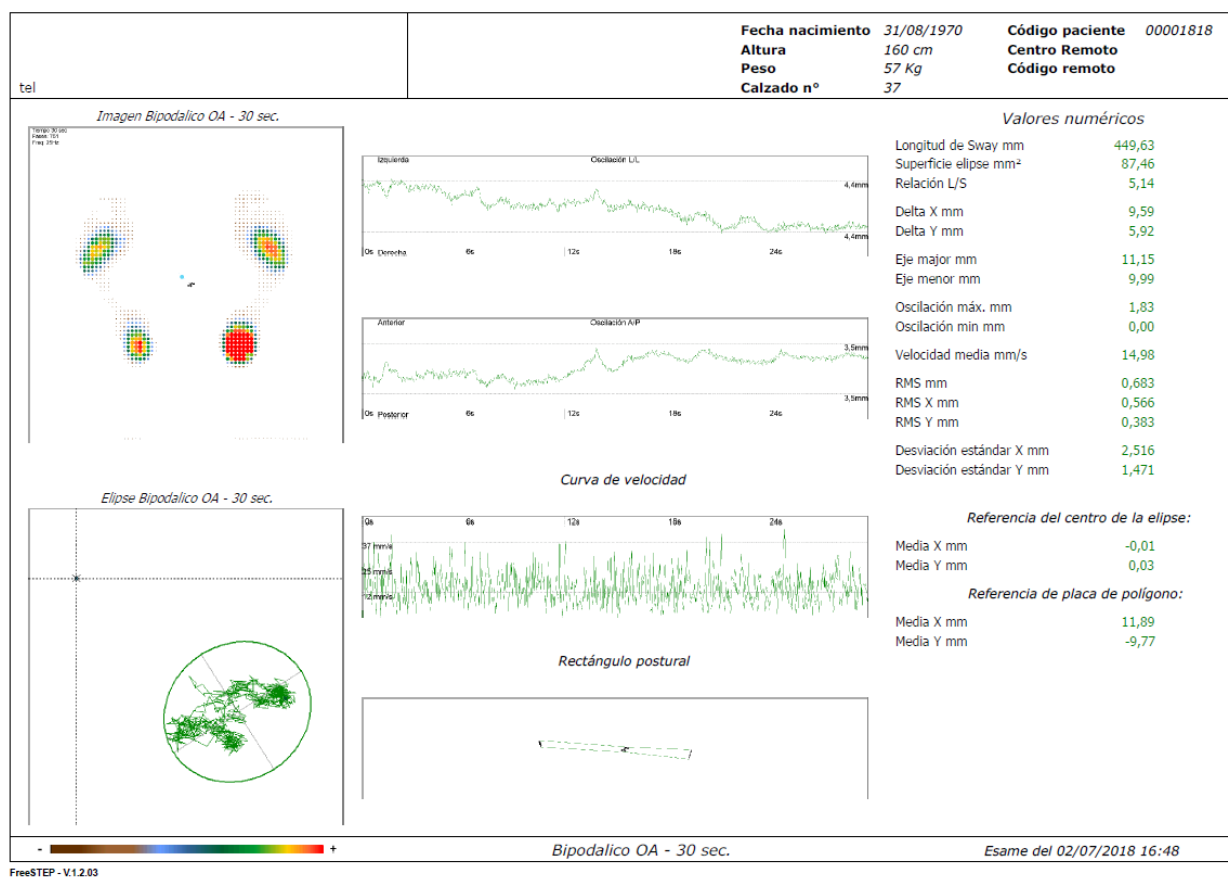


Figura 26: Análisis de oscilación del centro de presiones. (Fuente: Elaboración propia)

• Ventilación pulmonar

La espirometría evalúa la función pulmonar, entendida como la capacidad que tiene una persona para almacenar aire en los pulmones y moverlo, a través de la medición de volúmenes y flujos respiratorios. En este estudio se llevó a cabo una espirometría forzada utilizando un espirómetro comercial, el SP10 Contec (Figura 27) y una pinza nasal. Esta técnica consiste en realizar una inspiración máxima seguida de una espiración forzada. Tras la inspiración máxima, que se produce activamente por el DT y los músculos intercostales inspiratorios, se promueve un balance negativo entre la presión alveolar y la presión de retroceso elástico producida por la elasticidad del pulmón y su inclinación a recuperar la forma. Durante el proceso activo de espiración forzada, los músculos intercostales espiratorios y abdominales comprimen la caja torácica, y esta a los alveolos, que producen una presión alveolar en este caso positiva que arrastra el aire hacia fuera. Esa cantidad de aire exhalada y su velocidad, determinan los siguientes parámetros espirométricos evaluados en este ECA: la capacidad vital forzada (FVC), el volumen máximo espirado en el primer segundo de la espiración forzada (FEV1), la tasa de flujo espiratorio máximo (PEP), el porcentaje medio de volumen espirado forzado en 1 segundo

(FEF1%), el flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital espirada (FEF25), el flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada (FEF75) y el flujo espiratorio medio forzado (FEF 25-75).(121,194,195)



Figura 27: Espirómetro SP10 Contec. (Fuente: Elaboración propia)

La espirometría es una prueba sencilla que determina de una técnica correcta y precisa, ya que cualquier error en su manejo invalida los resultados. Así, el examinador que llevo a cabo esta prueba, recibió formación específica (no es necesario un largo aprendizaje pero sí conocer las instrucciones y como realizarlas). Se recomendó a la paciente vestir ropa cómoda no ajustada para obtener los datos más veraces posibles. Se ingresó en el espirómetro las variables antropométricas de la paciente tales como el sexo, altura, peso, edad, índice de tabaquismo, etc. La participante adoptó una postura correcta, sentada en una silla con la espalda apoyada y recta, sin cruzar las piernas, se le facilitó una pinza nasal y una boquilla para el espirómetro desechable. El examinador mantuvo su mano derecha sobre el tórax de la evaluada para evitar el adelantamiento del cuerpo inconsciente durante la maniobra de espiración. Se le solicitó a la mujer realizar una inspiración máxima no forzada, con una parada post-inspiratoria de no más de 1-2 segundos, después colocó la boquilla entre sus labios y realizó una espiración máxima forzada y prolongada hasta exhalar por completo durante un mínimo de 6 segundos. El examinador fue el encargado de dirigir estas maniobras y animar a la paciente durante la espiración a la orden de “sopla, sopla, sopla” mientras comprobaba la evolución de la curva en la pantalla del espirómetro (en la curva flujo-tiempo). Se realizaron tres maniobras respiratorias por participante, con un minuto de descanso entre ellas. El examinador pudo parar la prueba y repetir la prueba en el caso de que se identificaran los siguientes errores que podrían invalidar los datos: Postura inadecuada, inspiración o espiración submáxima, cierre inadecuado de los labios alrededor de la boquilla o su taponamiento con la lengua, vacilación al comienzo de la maniobra, realizar varios esfuerzos en lugar de un único esfuerzo máximo, tos durante la prueba, reinhalación del aire o maniobras respiratorias cortas.(121,194,195)

Los parámetros espirométricos presentan una variabilidad muy amplia ya que son dependientes en gran medida de las características antropométricas de las participantes, por lo que su interpretación se basa en comparar sus valores con los valores teóricos que le corresponden a una mujer sana de sus mismas características. El valor teórico de referencia se obtiene a partir de unas ecuaciones de predicción, y en este aspecto la normativa de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica recomienda las ecuaciones de Casan et al.(196) para niños de entre 6-18 años (en este estudio se incluyeron participantes desde 18 años de edad) y Roca et al.(197) para adultos de entre 20-65 años (Tabla 4). Se ha considerado que la espirometría es normal cuando sus valores son superiores al límite inferior del intervalo de confianza. Este valor está alrededor del 80% del valor teórico del FVC y FEV1 y aproximadamente el 60% para el FEF2575% en sujetos menores de 65 años y de altura no extrema.(194)

Tabla 4: Valores de referencia espirométricos recomendados para la población de estudio de este ECA

Autor (rango edad)	Sexo	Parámetro	Ecuación	r	SEE
Casan et al.(196) (6-20 años)	F	FVC (l)	$0.03049T + 0.02220P + 0.03550E - 3.04$	0.935	0.313
		FEV1(l)	$0.02483T + 0.02266P + 0.07148E - 2.91$	0.945	0.378
		PEF(l,s ⁻¹)	$0.073T + 0.134E - 7.57$	0.879	0.831
		FEF2575(l,s ⁻¹)	$0.046T + 0.051E - 4.30$	0.789	0.651
Roca et al.(197) (20-65 años)	F	FVC (l)	$0.0454H - 0.0.211A - 2.8253$	0.75	0.403
		FEV1(l)	$0.0326H - 0.0253A - 1.2864$	0.82	0.315
		PEF(l,s ⁻¹)	$0.0448H - 0.0304A + 0.3496$	0.47	1.04
		FEF2575(l,s ⁻¹)	$0.023 T - 0.0465 E - 1.1055$	0.70	0.68

E: edad (en años); F: femenino; FEF2575: flujo espiratorio medio forzado; FEV1: volumen máximo espirado en el primer segundo de la espiración forzada; FVC: capacidad vital forzada; P: peso (en kg); PEF: tasa de flujo espiratorio máximo; T: talla (en cm).

- **Calidad de vida**

La valoración de la salud incorpora medidas subjetivas como la calidad de vida relacionada con la salud que son muy utilizadas en población general como con alguna disfunción o patología específica. Uno de los instrumentos más utilizados para su evaluación son los cuestionarios SF cuyo objetivo es estimar a través de un valor cuantitativo, el estado funcional de la persona encuestada, recopilando su salud mental, física y social, lo que aporta su estado de salud de forma multidimensional. (198)

En este estudio la calidad de vida relacionada con la salud se tomó con la versión española del cuestionario SF-12 (del inglés “The Short Form-12 Health Survey”), que consiste en un subconjunto de 12 ítems seleccionados por regresión múltiple del SF-36 propuesta por

Gandek et al.(199) El SF-12 es un instrumento genérico y uno de los cuestionarios más utilizados para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud multidimensional. Consta de 12 ítems que agrupan 8 dimensiones (dos ítems para cada dimensión): función física, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional y salud mental. Estas dimensiones son codificados y transformados en una escala que oscila entre 0 (el peor estado de salud para esa dimensión) y 100 (el mejor estado de salud). Este cuestionario fue adaptado y validado a la versión española por Vilagut et al.(200) y ha demostrado una puntuación de fiabilidad de 0.70.(200)

7. Análisis estadístico

En este estudio, el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa estadístico SPSS, versión 21.0; donde las variables categóricas son descritas con frecuencias y porcentajes, a su vez, las variables continuas se definen con medias y desviaciones típicas. Se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad en las variables continuas. Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas (continuas) y cualitativas (categóricas) se utilizaron las pruebas T de Student y Chi-cuadrado, respectivamente. Con el objetivo de segregar la variabilidad de los resultados, se empleó un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño 2x2, donde el componente entre grupos estaba determinado por el entrenamiento abdominal hipopresivo (GE vs GC) y el componente intragrupos era el tiempo de medición (pre y pos intervención). Se manejó el Eta-cuadrado para el tamaño del efecto de los efectos principales y se aplicó el estadístico d de Cohen para calcular el tamaño del efecto de las interacciones específicas grupo x tiempo. Se consideró una diferencia del tamaño del efecto: insignificante < 0.2; pequeña entre ≥ 0.2 y ≤ 0.5 ; moderada entre ≥ 0.5 y ≤ 0.8 y grande un valor superior a ≥ 0.8 .(201) Como variables dependientes se tomaron: la función perineal (Oxford modificada), el impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud (PFDI-20 y PFIQ-7), la severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres (ICIQ-SF), el control postural (medidas estabilométricas), la actividad de la musculatura abdominal profunda (grosor de TrA), la capacidad ventilatoria (parámetros espirométricos) y la calidad de vida asociada a la salud (SF-12). Para cada variable dependiente se realizó un análisis de datos independiente. En el caso de la variable dependiente “capacidad ventilatoria” se detectaron diferencias pre-test en tres valores (FVC, FEV1, FEF75) por lo que se realizó un análisis de la covarianza (ANCOVA) tomando como covariable el valor pre-test y se hizo el análisis estadístico de las diferencias post-test intergrupos (solo se llevó a cabo en el valor FEF75, puesto que en los otros dos valores el efecto de la interacción grupo x tiempo no fue significativo). Los resultados se consideraron estadísticamente significativos con un valor de $p < 0.05$.

IV. RESULTADOS

1. Análisis descriptivo de la muestra

Inicialmente contamos con 255 participantes interesadas en formar parte de este estudio, 76 no cumplían los criterios de inclusión y 53 declinaron participar una vez conocidas las pruebas y el número de sesiones. Un total de 130 mujeres fueron asignadas aleatoriamente a cada grupo; 65 al GE y 65 al GC, de las cuales 119 completaron todas las pruebas. Once mujeres declinaron su participación en este ECA: en la primera medición (Pretest), 4 mujeres del GC renunciaron a su participación por desacuerdo al grupo al que fueron asignadas. Durante la intervención, dos mujeres del GE dejaron de asistir a las sesiones programadas por incompatibilidad horaria y cinco participantes del GC no completaron las evaluaciones finales (post-test) (Figura 28). Además, cabe señalar que 5 participantes del GC se negaron a realizar la segunda prueba relacionada con la función perineal (palpación vaginal) y por lo tanto no se han tenido en cuenta en el análisis estadístico de dichas variables (función perineal e impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud).

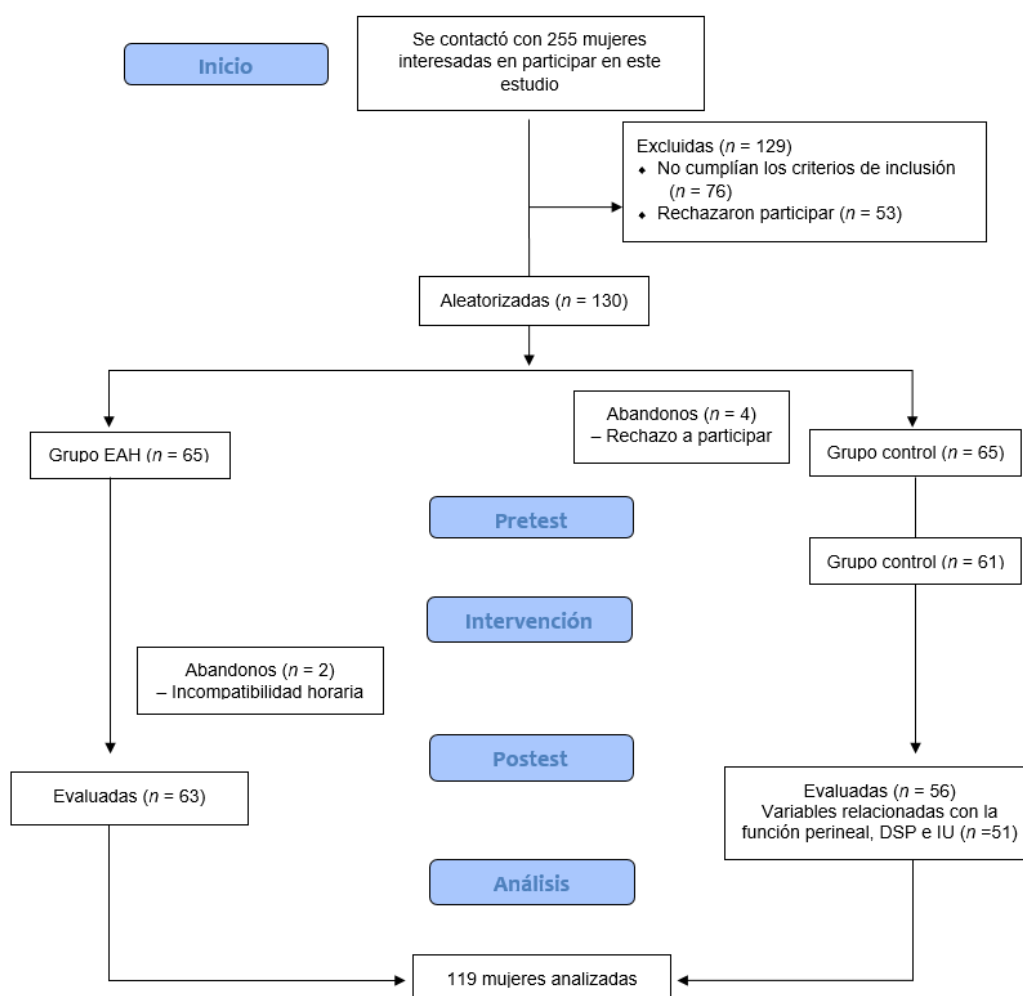


Figura 28: Diagrama de flujo de las participantes

No hubo diferencias entre grupos al inicio del estudio en los datos sociodemográficos ni en las variables estudiadas a excepción de tres parámetros relacionados con la capacidad ventilatoria (FVC, FEV1, FEF75) como se puede observar en la Tabla 5. La edad media de las participantes fue de 45.65 ± 8.86 años; los valores medios del peso y la altura fueron de 63.59 ± 10.59 y 162.56 ± 5.95 , respectivamente. El porcentaje de mujeres fumadoras fue mayor en el GC (63.2%) respecto al del GE (36.8%) y un total de 34 participantes declararon hacer ejercicio en el GE frente a 29 en el GC.

Tabla 5: Características sociodemográficas preintervención de la muestra total y por grupos.

		Total (n=119)	CG (n=56)	GE (n=63)	P-value
Edad		45.65±8.86	46.89±6.59	44.54±10.40	0.149
Peso (Kg)		63.59±10.59	64.62±10.04	62.67±11.05	0.318
Altura (cm)		162.56±5.95	163.45±5.83	161.78±5.99	0.128
IMC		24.03±3.63	24.15±3.31	23.93±3.92	0.742
Nº embarazos		1.54±1.07	1.71±1.06	1.38±1.07	0.090
Nº partos		1.47±1.05	1.63±1.04	1.33±1.05	0.130
Tipo partos	Ningún parto	28 (23.5)	10 (35.7)	18 (64.3)	0.511
	Vaginal	68 (57.1)	34 (50)	34 (50)	
	Cesárea	12 (10.1)	7 (58.3)	5 (41.7)	
	Cesárea-vaginal	10 (8.4)	5(45.5)	6(54.5)	
Fumadora	No	100 (84)	49(49)	51(51)	0.330
	Si	19 (16)	7(36.8)	12(63.2)	
Actividad física	No	56 (47.1)	27(48.2)	29(51.8)	0.812
	Si	63 (52.9)	29(46)	34(54)	
Oswestry		8.16±7.73)	6.75±7.55	9.30±7.74	0.079
Roland-Morris		2.51±2.50)	2.08±2.61	2.86±2.37	0.098

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica. Las variables cualitativas se presentan como frecuencia y porcentaje. Cm: centímetros; IMC: índice de masa corporal; Kg: kilogramos; Nº: número.

Se analizaron las variables relacionadas con la función y DSP antes de comenzar el periodo de intervención (Tabla 6). Cabe señalar, que cinco de las mujeres que pertenecieron al grupo control declinaron su participación en el análisis de estas variables ya que no estaban de acuerdo en volver a realizar la evaluación perineal por lo que fueron analizadas 51 de las 56 participantes del GC. El análisis de las posibles diferencias entre estas variables en las pruebas preintervención no arrojó ninguna diferencia significativa. La puntuación total de la muestra respecto a los cuestionarios FFIQ-7 y FPD-20 indica que la población de estudio presenta disfunciones de suelo pélvico (26.19 ± 35.18 y 49.63 ± 37.77 ; ambas sobre 300), que las mujeres

de este estudio no son continentes (puntuación total de ICIQ- SF de 4.06 ± 3.78 sobre 21) y que la función perineal era débil (2 ± 1 sobre 5 en la escala de Oxford modificada).

Tabla 6. Valores preintervención de las variables función perineal, impacto de las disfunciones de suelo pélvico y severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres y su análisis de las diferencias entre grupos.

	Todos (n=114)		Experimental (n=63)		Control (n=51)		
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Valor-p
UIQ7	12.23	16.03	12.98	12.55	11.30	19.59	0.578
CRAIQ7	7.53	13.96	8.10	14.75	6.81	13.03	0.626
POPIQ7	5.99	12.94	5.62	9.65	6.44	16.21	0.738
PFIQ7	26.19	35.18	27.61	32.38	24.44	38.61	0.635
POPDI6	14.73	13.98	16.00	14.16	13.15	13.73	0.281
CRADI8	14.66	15.13	15.28	14.94	13.90	15.49	0.631
UDI6	19.87	17.48	21.95	17.13	17.31	17.73	0.159
FPDI20	49.63	37.77	53.23	39.18	45.18	35.85	0.260
ICIQSF	4.06	3.78	4.14	3.59	3.96	4.04	0.800
Oxford	2.11	1.08	2.21	1.17	1.98	0.97	0.270

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica (DT). UIQ7: Urinary Incontinence Impact Questionnaire; CRAIQ7: Colorectal-Anal Impact Questionnaire; POPIQ7: Pelvic Organ Prolapse Impact Questionnaire; PFIQ7: Pelvic Floor Impact Questionnaire Sort Form; POPDI6: the Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory; CRADI8: the Colorectal-Anal Distress Inventory; UDI6: the Urogenital Distress Inventory; FPD20: Pelvic Floor Distress Inventory Sort Form; ICIQSF: International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form.

En la Tabla 7 se muestran los parámetros estabilométricos relacionados con el control postural y la actividad de la musculatura profunda del abdomen (grosor del músculo transverso abdominal). Se puede ver que no existían diferencias significativas entre grupos.

Tabla 7: Valores preintervención de las variables relacionadas con el control postural y la actividad del músculo TrA y su respectivo análisis de las diferencias entre grupos.

	Total (n=119)	CG (n=56)	GE (n=63)	P-value
XOA	0.59±0.11	0.58±0.12	0.59±0.10	0.833
XOC	0.64±0.12	0.64±0.11	0.64±0.13	0.962
YOA	0.42±0.99	0.41±0.10	0.43±0.09	0.354
YOC	0.50±0.15	0.49±0.14	0.50±0.16	0.796
VOA	15.97±3.57	15.95±4.31	15.98±2.80	0.964
VOC	16.78±3.20	16.56±2.79	16.98±3.53	0.476
SOA	42.56±41.34	35.69±31.22	48.67±48.03	0.087
SOC	85.76±137.31	77.32±94.72	93.25±166.74	0.530
TrA reposo	0.40±0.08	0.40±0.09	0.39±0.08	0.921
TrA Contracción	0.70±0.14	0.74±0.14	0.67±0.13	0.239

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica: X: Desviaciones del centro de presiones respecto al eje mediolateral (mm); Y: Desviaciones del centro de presiones respecto al eje anteroposterior (mm); V: Velocidad de desplazamiento del centro de presiones (m/s); S: área de desplazamiento del centro de presiones (mm²); OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; TrA: músculo transverso abdominal.

Respecto al estudio de las posibles diferencias significativas en la línea base respecto a las variables de función respiratoria, en la Tabla 8 se puede apreciar que hubo diferencias significativas entre los grupos en las variables FVC, FEV1 y FEF75.

Tabla 8: Valores preintervención de las variables relacionadas con la función respiratoria y análisis de las diferencias entre grupos.

	Todos (n=119)		Experimental (n=63)		Control (n=56)		
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Valor-p
FVC	2.65	0.43	2.52	0.41	2.80	0.41	<0.001
FEV1	2.06	0.49	1.98	0.46	2.16	0.51	0.037
PEF	3.74	1.29	3.58	1.15	3.92	1.42	0.153
FEV1%	77.02	13.69	76.39	14.01	77.73	13.41	0.595
FEF25	3.44	1.21	3.36	1.07	3.53	1.35	0.455
FEF75	1.29	0.47	1.20	0.45	1.38	0.48	0.037
FEF2575	2.33	0.75	2.22	0.67	2.44	0.81	0.107

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica. FVC: capacidad vital forzada, FEV1: volumen máximo espirado en el primer segundo de la espiración forzada, PEF: tasa de flujo espiratorio máximo, FEF1%: porcentaje medio de volumen espirado forzado en 1 segundo, FEF25: flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital espirada, FEF75: el flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada y FEF2575: flujo espiratorio medio forzado.

Por último, en la Tabla 9 se representan los valores preintervención respecto a las puntuaciones de todos los dominios y las componentes sumerios del cuestionario SF-12 utilizado para evaluar la calidad de vida en relación a la salud. La puntuación total de este cuestionario muestra que la población de estudio cuenta con una puntuación de la calidad de vida relacionada con la salud buena (64.92 ± 17.92 , sobre 100). No hubo diferencias significativas entre los grupos durante el pretest en relación a esta variable.

Tabla 9: Valores preintervención de la variable calidad de vida en relación a la salud y análisis de las diferencias entre grupos.

	Todos (n=119)		Experimental (n=63)		Control (n=56)		
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Valor-p
Salud general	64.92	17.92	66.67	17.96	66.27	16.29	0.260
Función física	88.45	19.20	89.29	19.94	92.46	16.58	0.615
Rol físico	81.09	35.05	85.71	30.36	91.27	24.66	0.134
Rol emocional	72.69	40.52	67.46	42.27	71.43	43.73	0.136
Dolor corporal	85.50	22.19	87.70	18.98	92.06	14.77	0.254
Salud mental	67.48	17.38	66.03	17.18	71.11	17.14	0.337
Vitalidad	60.00	22.85	59.05	21.98	67.30	22.80	0.632
Función social	83.40	22.38	83.33	21.53	83.73	25.46	0.971
CSF	81.58	19.99	84.06	17.46	87.63	13.24	0.158
CSM	70.62	21.73	68.23	21.96	72.69	22.62	0.203

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica. CSM: Componente sumario mental; CSF: componente sumario físico.

2. Parámetros relacionados con la función perineal y el impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud de la mujer

Función perineal

En el estudio de la función perineal, a través de la contractibilidad de la musculatura del suelo pélvico evaluada mediante la escala de Oxford modificada, los valores de la prueba post-intervención fueron superiores en el grupo experimental (3.14 ± 1.20) con respecto al grupo control (1.57 ± 0.85) (Figura 29). Los resultados revelaron cambios significativos en la variable Grupo: $F(1.117)=22.967$, $p<0.001$, $\eta^2=0.171$; en la variable Tiempo de medida: $F(1.117)=14.424$, $p<0.001$, $\eta^2=0.115$ y en la interacción de ambas (Grupo x Tiempo): $F(1.117)=89.514$, $p<0.001$, $\eta^2=0.446$. Tras el análisis exhaustivo de esta interacción se demostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en la contractibilidad de la musculatura perineal después del EAH, Oxford: $t(112)= 6.763$, $p<0.001$ con una diferencia en el tamaño del

efecto pequeño (d de Cohen=1.53). Además, las participantes del grupo experimental mostraron diferencias significativas respecto a los valores preintervención, $t(62) = -9.059$, $p < 0.001$, con un

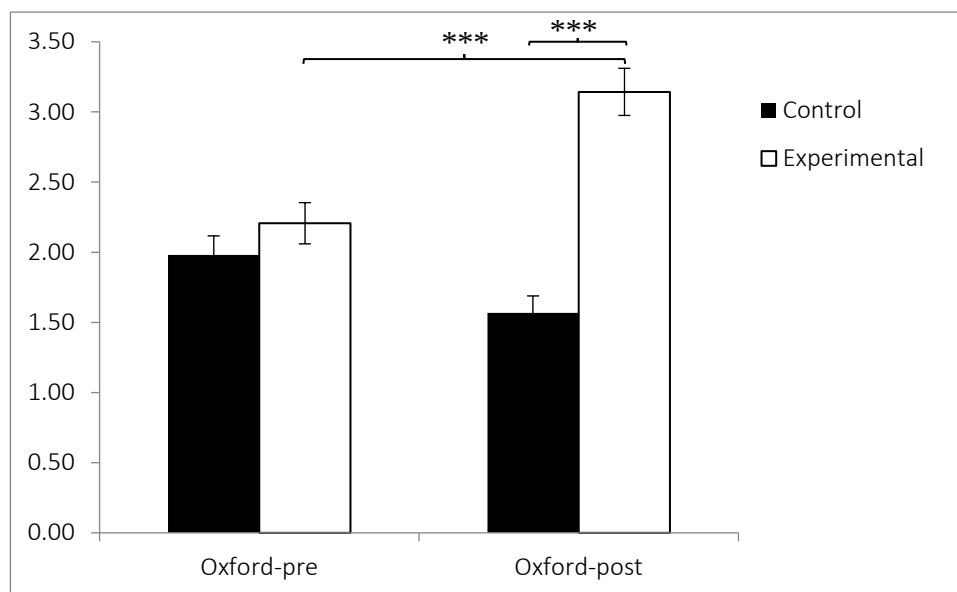


Figura 29: Comparación inter e intragrupo respecto a la función perineal. Escala de Oxford modificada. *** $p < 0.001$.

tamaño del efecto moderado (d de Cohen=0.79) (Tabla 10).

Impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud

El estudio del impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud se analizó con los cuestionarios PFIQ-7 y FPD-20. Los resultados del estudio de los efectos principales, mostrados en la Tabla 10, mostró que hubo efectos significativos respecto a la variable principal Grupo solo para las puntuaciones obtenidas en el cuestionario FPD-20. Se encontraron resultados significativos respecto al efecto Tiempo de medida para todas las variables, a excepción de la subescala sobre síntomas colorrectales anales CRADI-8 del cuestionario PFDI-20. Se apreció un efecto Grupo x Tiempo significativo para todas las variables analizadas.

El análisis exhaustivo de las interacciones observadas en el análisis Grupo x Tiempo respecto al cuestionario PFIQ-7 y sus subescalas (Figura 30): el grupo experimental obtuvo un descenso significativo de los valores tras la realización de la intervención: $t(62) = 7.987$, $p < 0.001$ (UIQ7), $t(62) = 4.157$, $p < 0.001$ (CRAIQ7), $t(62) = 4.356$, $p < 0.001$ (POPIQ7), y $t(62) = 6.349$, $p < 0.001$ (PFIQ7). Los tamaños de los efectos de estas diferencias fueron grandes, con valores de la d de Cohen de 1.08 para la puntuación total el PFIQ7, y de 1.02, 0.82, y 0.85 para los dominios UIQ7, CRAIQ7, POPIQ7 y respectivamente. El estudio específico también demostró que el grupo experimental fue significativamente menor en la medida post-intervención respecto a la puntuación total del PFIQ7, $t(112) = 28.895$, $p < 0.001$, con un tamaño del efecto grande (d de

Cohen=0.98). También hubo diferencias significativas entre los tres dominios: $t(112)=22.846$, $p=0.001$ d Cohen=0.78 (UIQ7), $t(112)=27.567$, $p<0.001$, d de Cohen=0.97 (CRAIQ7), y $t(112)=27.084$, $p=0.003$, d de Cohen=0.79 (POPIQ7) (Tabla 10).

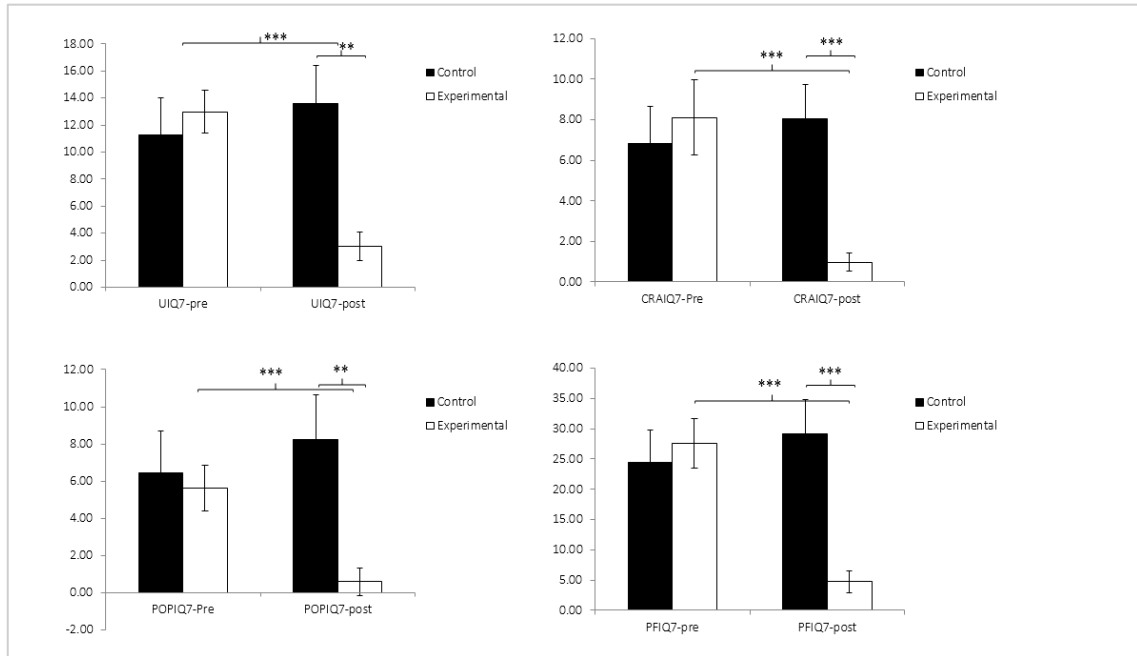


Figura 30: Comparación inter e intragrupo respecto al impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la calidad de vida. Cuestionarios PFIQ-7 y sus subescalas (UIQ7, CRAIQ7 y POPIQ7). UIQ7: Urinary Incontinence Impact Questionnaire; CRAIQ7: Colorectal-Anal Impact Questionnaire; POPIQ7: Pelvic Organ Prolapse Impact Questionnaire; PFIQ7: Pelvic Floor Impact Questionnaire Sort Form. ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Con respecto al análisis detallado de la interacción Grupo x Tiempo del cuestionario FPD-20 (Figura 31): los resultados mostraron un descenso significativo de la puntuación total en el grupo experimental tras realizar el EAH: $t(62)=9.00$, $p<0.001$ (d de Cohen=1.00). Del mismo modo se observó como las puntuaciones de sus subescalas también descendieron significativamente en este grupo: $t(62)=7.375$, $p<0.001$ (POPDI6, d de Cohen=0.79), $t(62)=5.316$, $p<0.001$ (CRADI8, d de Cohen=0.63), y $t(62)=7.249$, $p<0.001$ (UDI6, d de Cohen=0.99). Si comparamos los valores justo al final de la intervención, el grupo experimental obtuvo valores significativamente más bajos que el control tanto en la puntuación total del FPD20, $t(112)=7.037$, $p<0.001$ (d de Cohen=1.24) como en las subescalas o dominios POPDI6, $t(112)=8.982$, $p<0.001$ (d de Cohen=0.90), CRADI8, $t(112)=14.236$, $p<0.001$, d de Cohen=0.83), y UDI6, $t(112)=18.039$, $p<0.001$ (d de Cohen=0.99).

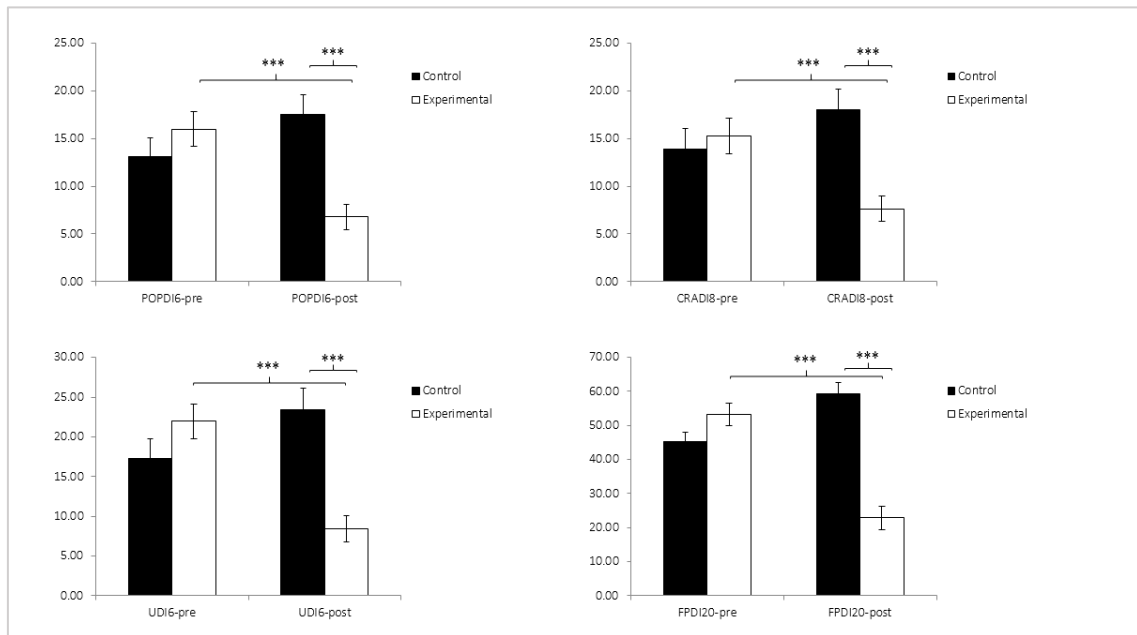


Figura 31: Comparación inter e intragrupo respecto al impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la calidad de vida. Cuestionario PFDI-20 y sus subescalas (POPD16, CRADI8 y UDI6). POPDI6: the Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory; CRADI8: the Colorectal-Anal Distress Inventory; UDI6: the Urogenital Distress Inventory; FPD120: Pelvic Floor Distress Inventory Sort Form. *** $p < 0.001$.

Severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres

En relación a la severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida tomada con el cuestionario ICIQ-SF, el análisis de los datos post-intervención mostraron diferencias estadísticamente significativas para la variable Grupo: $F(1.117)=5.017$, $p=0.027$, $\eta^2=0.043$, Tiempo de medida: $F(1.117)=16.301$, $p<0.001$, $\eta^2=0.128$ y para la interacción Grupo x Tiempo: $F(1.117)=64.451$, $p<0.001$, $\eta^2=0.367$. Tras el análisis detallado de las interacciones Grupo x Tiempo, el grupo experimental mostró puntuaciones significativamente inferiores en el cuestionario ICIQSF tanto tras el período de intervención, $t(62)=10.975$, $p<0.001$ como en la comparación entre grupos post-intervención, $t(112)=7.04$, $p<0.001$, en ambos casos con una diferencia en el tamaño del efecto alta (d de Cohen=0.84 y 0.96, respectivamente) (Figura 32).

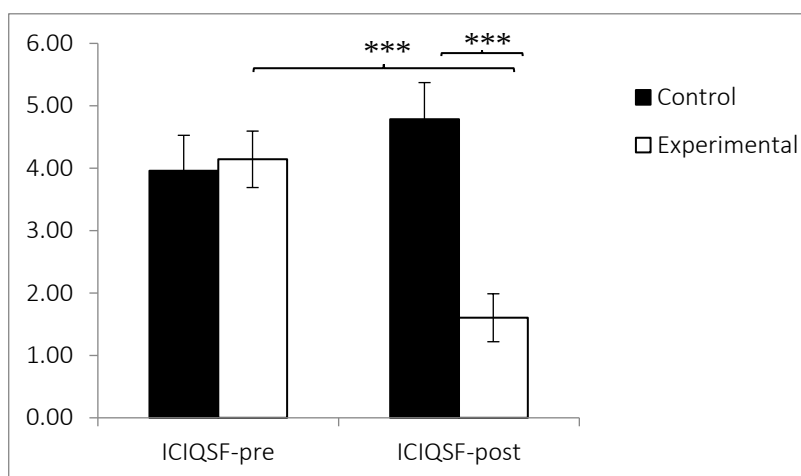


Figura 32: Comparación inter e intragrupo respecto a la severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres. Cuestionario ICIQ-SF. ICIQSF: International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form. *** $p < 0.001$.

Tabla 10: Comparaciones inter e intra grupos respecto a las variables relacionadas con la función perineal, Impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud y Severidad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria en la calidad de vida de las mujeres.

	Grupo experimental				Grupo control												
	Pre (n=63)		Post (n=63)		Pre (n=51)		Post (n=51)		Grupo			Tiempo		Grupo x tiempo			
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	F (1.117)	Valor- p	η²	F (1.117)	Valor- p	η²	F (1.117)	Valor- p	η²
UIQ7	12.98	12.55	3.02	6.96	11.30	19.59	13.61	20.17	2.686	0.104	0.024	20.987	<0.001	0.159	53.077	<0.001	0.323
CRAIQ7	8.10	14.75	0.98	2.72	6.81	13.03	8.06	11.85	2.372	0.126	0.021	8.750	0.004	0.073	16.375	<0.001	0.129
POPIQ7	5.62	9.65	0.60	2.18	6.44	16.21	8.26	17.19	3.895	0.051	0.034	4.678	0.033	0.040	22.146	<0.001	0.166
PFIQ7	27.61	32.38	4.76	10.04	24.44	38.61	29.22	40.09	3.804	0.054	0.033	18.587	<0.001	0.143	43.400	<0.001	0.281
POPDI6	16.00	14.16	6.80	9.18	13.15	13.73	17.53	14.53	2.911	0.091	0.026	7.833	0.006	0.066	54.182	<0.001	0.328
CRADI8	15.28	14.94	7.65	9.28	13.90	15.49	18.02	15.56	3.876	0.051	0.034	3.167	0.078	0.028	37.815	<0.001	0.254
UDI6	21.95	17.13	8.41	10.24	17.31	17.73	23.36	19.83	3.111	0.081	0.027	7.639	0.007	0.064	58.271	<0.001	0.344
FPDI20	53.23	39.18	22.85	21.64	45.18	35.85	59.41	37.18	5.612	0.020	0.048	13.515	<0.001	0.109	105.099	<0.001	0.486
ICIQSF	4.14	3.59	1.60	2.45	3.96	4.04	4.78	4.20	5.017	0.027	0.043	16.301	<0.001	0.128	64.451	<0.001	0.367
Oxford	2.21	1.17	3.1 14	1.20	1.98	0.97	1.57	0.85	22.967	<0.001	0.171	14.424	<0.001	0.115	89.514	<0.001	0.446

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica (DT). UIQ7: Urinary Incontinence Impact Questionnaire; CRAIQ7: Colorectal-Anal Impact Questionnaire; POPIQ7: Pelvic Organ Prolapse Impact Questionnaire; PFIQ7: Pelvic Floor Impact Questionnaire Sort Form; POPDI6: the Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory; CRADI8: the Colorectal-Anal Distress Inventory; UDI6: the Urogenital Distress Inventory; FPD120: Pelvic Floor Distress Inventory Sort Form; ICIQSF: International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form.

3. Parámetros relacionados con el control postural y la actividad de la musculatura abdominal profunda

Control postural

En el estudio del control postural mediante plataforma estabilométrica, la prueba de Romberg bajo la condición de ojos cerrados solo mostró diferencias estadísticamente significativas en los valores de la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones con ojos cerrados (VOC) respecto a la interacción Grupo x Tiempo: $F(1,117)=7.648$, $p=0.007$, $\eta^2=0.61$. El análisis exhaustivo encontró cambios estadísticamente significativos entre los grupos después de esta interacción: $t(117) = 2.438$; $p = 0.016$ con un tamaño del efecto medio (d de Cohen= 0.45). En las pruebas antes y después de la intervención se vieron valores significativamente más altos para el grupo experimental: $t(62)=2.843$, $p=0.006$, d de Cohen =0.39 (Figura 33).

Bajo la condición de ojos abiertos, se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las medidas estabilométricas estudiadas a excepción de las oscilaciones medio-laterales del centro de presiones con ojos abiertos (XOA) (Figuras 33 y 34). En relación al valor medio de las oscilaciones anteroposteriores del centro de presiones con ojos abiertos (YOA), en el análisis exhaustivo se observó la existencia de diferencias estadísticamente significativas únicamente entre la medida pre y post en el grupo que recibió el EAH, $t(62)=4.719$, $p<0.001$, d de Cohen=0.54. En la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones (VOA) así como en la superficie con ojos abiertos (SOA), el posterior análisis de la interacción Grupo x Tiempo mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas únicamente entre la medida pre y post en las mujeres que recibieron la intervención; $t(62)=2.116$, $p=0.038$, d de Cohen=0.27 y $t(62)=5.517$, $p<0.001$, d de Cohen= 0.99, respectivamente. También se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos después de la finalizar la intervención en estas dos variables estabilométricas: VOA: $t(117) = 3.434$; $p = 0.001$ y SOA: $t(117) = 3.377$; $p = 0.001$ con una diferencia del tamaño del efecto media en ambas (d de Cohen = 0.63 y 0.60) (Tabla 11).

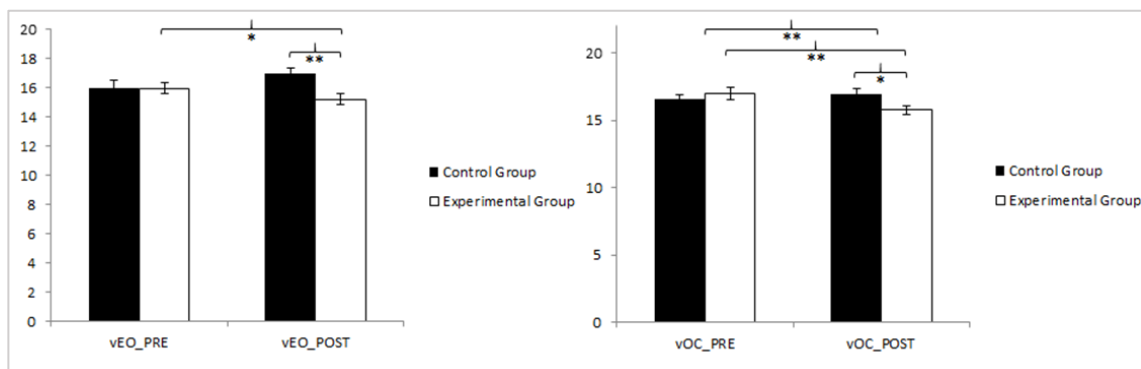


Figura 33: Comparación inter e intragrupo respecto a la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones con ojos abiertos y ojos cerrados. VEO: velocidad media de desplazamiento del centro de presiones con ojos abiertos. VOC: velocidad media de desplazamiento del centro de presiones con ojos cerrados. ** $p<0.01$. * $p<0.05$.

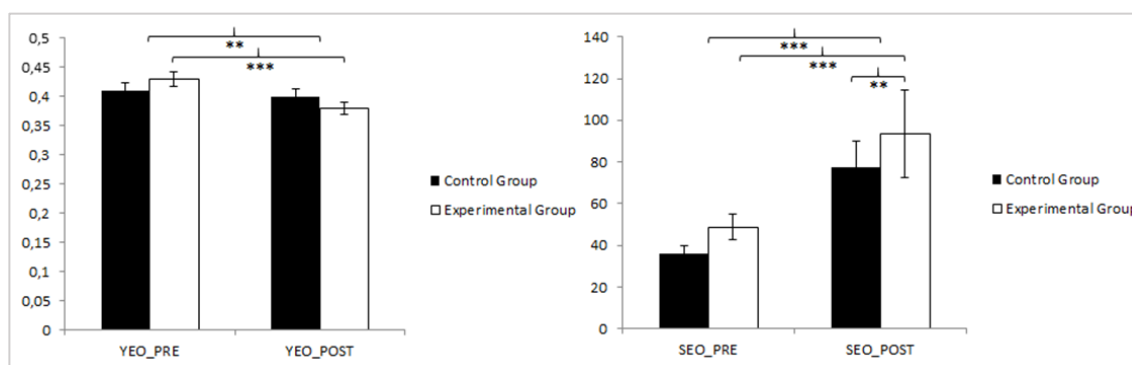


Figura 34: Comparación inter e intragrupo respecto al valor medio de las oscilaciones anteroposteriores y el área del centro de presiones con ojos abiertos y ojos cerrados. Y: Valor medio de las oscilaciones anteroposteriores del centro de presiones, S: Área de desplazamiento del centro de presiones, EO: ojos abiertos. *** $p<0.001$. ** $p<0.01$.

Actividad del músculo Transverso abdominal.

Con respecto al análisis de la actividad del músculo Transverso abdominal tomada a través de su grosor con imágenes ecográficas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable Grupo: $F(1.117)=0.013$, $p=0.911$, $\eta^2=0.001$ ni en la variable Tiempo: $F(1.117)=0.904$, $p=0.344$, $\eta^2=0.008$, ni tampoco en la variable Grupo x tiempo: $F(1.117)=0.001$, $p=0.989$, $\eta^2=0.001$ bajo la condición de reposo. En cuanto al TrA en contracción, los resultados de la medida post-entrenamiento se mostraron superiores en el grupo experimental (0.75 ± 0.17) respecto al grupo control (0.74 ± 0.17). De la variable Grupo x tiempo: $F(1.117)=13.057$, $p<0.001$, $\eta^2=0.100$ y de la variable Tiempo: $F(1.117)=15.44$, $p<0.001$, $\eta^2=0.117$ se mostraron diferencias estadísticamente significativas, pero la variable Grupo: $F(1.117)=1.835$, $p=0.178$, $\eta^2=0.015$ no resultó estadísticamente significativa. En el análisis exhaustivo se observó la existencia de

diferencias estadísticamente significativas únicamente entre la medida pre y post en las mujeres que recibieron la intervención, $t(62)=-5.240$, $p<0.001$, con un tamaño del efecto medio (d de Cohen=0.53) (Tabla 11).

Tabla 11: Comparaciones inter e intra grupos respecto a las variables relacionadas con el control postural y la actividad del músculo transversal abdominal.

	GC (n = 56)		GE (n = 63)		Grupo			Tiempo			Grupo x Tiempo		
	Pre	Post	Pre	Post	F (1.117)	p- value	η^2	F (1.117)	p- value	η^2	F (1.117)	p- value	η^2
XOA	0.58±0.12	0.59±0.11	0.59±0.10	0.58±0.10	0.086	0.770	0.001	0.025	0.875	0.001	0.411	0.52	0.003
XOC	0.64±0.11	0.67±0.14	0.64±0.13	0.63±0.10	1.088	0.299	0.009	1.153	0.285	0.010	2.714	0.012	0.023
YOA	0.41±0.10	0.40±0.10	0.43±0.09	0.38±0.09	0.032	0.859	0.001	12.585	0.001	0.097	5.095	0.026	0.042
YOC	0.49±0.14	0.45±0.12	0.50±0.16	0.42±0.10	0.292	0.590	0.002	17.049	0.001	0.127	1.315	0.254	0.011
VOA	15.95±4.31	17.00±2.66	15.98±2.80	15.21±2.99	3.217	0.075	0.027	0.182	0.670	0.002	7.401	0.008	0.059
VOC	16.56±2.79	16.97±2.66	16.98±3.53	15.75±2.78	0.761	0.385	0.006	7.648	0.007	0.061	1.861	0.175	0.016
SOA	35.69±31.22	23.14±18.59	48.67±48.03	15.16±2.55	0.369	0.545	0.003	37.168	0.001	0.241	7.705	0.006	0.062
SOC	77.32±94.72	53.71±52.75	93.25±166.74	50.19±50.62	0.158	0.691	0.001	9.151	0.003	0.073	0.779	0.379	0.007
TrA reposo	0.40±0.09	0.41±0.09	0.39±0.08	0.40±0.08	0.013	0.911	0.001	0.904	0.344	0.008	0.001	0.989	0.001
TrA Contracción	0.74±0.14	0.74±0.17	0.67±0.13	0.75±0.17	1.835	0.178	0.015	15.44	0.001	0.117	13.057	0.001	0.100

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica. X: Desviaciones del centro de presiones respecto al eje mediolateral (mm); Y: Desviaciones del centro de presiones respecto al eje anteroposterior (mm); V: Velocidad de desplazamiento del centro de presiones (m/s); S: área de desplazamiento del centro de presiones (mm²); OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; TrA: músculo transversal abdominal.

4. Parámetros relacionados con la capacidad ventilatoria

Capacidad ventilatoria

El estudio de los resultados tras realizar el ANOVA 2x2 mostró un efecto principal Tiempo significativo para todas las variables, aunque solo hubo efectos de factor Grupo significativos en tres variables: FEF75, PEF y FEF2575 (Figura 35). Se pudo apreciar un efecto principal significativo Grupo x Tiempo para tres parámetros: FEV1%, FEF75 y FEF2575. El posterior análisis exhaustivo de las interacciones Grupo x Tiempo para estas tres variables identificó que había diferencias significativas en las mediciones pre-post para el grupo

experimental en las variables: FEV1%, $t(62)=-2.216$; $p=0.030$; d de Cohen=0.10, FEF2575, $t(62)=-3.447$; $p=0.001$; d de Cohen =0.30 y FEF75, $t(62)=-3.076$; $p=0.003$; d de Cohen =0.39. Del mismo modo, este análisis específico mostró que existían diferencias significativas entre ambos grupos en la medición post-intervención, tanto para la variable FEV1%, $t(117)=-2.483$; $p=0.014$; d de Cohen =0.32 como para FEF2575, $t(117)=-2.841$; $p=0.005$; d de Cohen =0.37. Puesto que hubo diferencias significativas entre grupos respecto a la variable FEF75 en el análisis preintervención, para el análisis de las diferencias post-intervención se realizó una ANCOVA, donde se observó que el grupo experimental era significativamente superior al control ($p<0.001$, $\eta^2=0.291$) (Tabla 12).

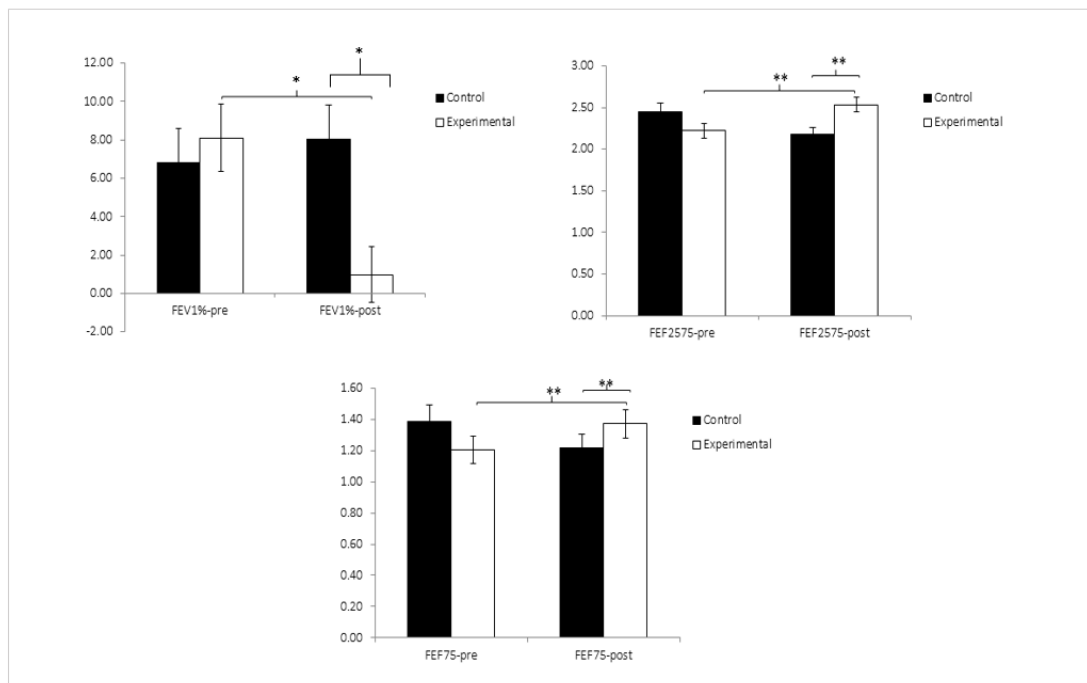


Figura 35: Comparación inter e intragrupos en relación a FEV1%, FEF2575 y FEF75. FEV1%: Porcentaje de volumen espiratorio en 1 segundo. FEF2575: Flujo espiratorio medio. FEF75: Flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Tabla 12: Comparaciones inter e intragrupos respecto a las variables de capacidad ventilatoria.

	Grupo experimental				Grupo control												
	Pre (n=63)		Post (n=63)		Pre (n=56)		Post (n=56)		Grupo			Tiempo			Grupo x tiempo		
	Me dia	DT	Me dia	DT	Me dia	DT	Me dia	DT	F (1,1 17)	Val or-p	η²	F (1,11 7)	Val or-p	η²	F (1,1 17)	Val or-p	η²
FVC	2.52	0.4 1	2.91	0.3 8	2.80	0.4 1	2.75	0.3 9	3.22	0.0 76	0.0 27	284.9 0	0.0 00	0.7 09	0.63	0.4 30	0.0 05
FEV1	1.98	0.4 6	2.29	0.4 5	2.16	0.5 1	2.00	0.4 4	0.37	0.5 46	0.0 03	3683. 57	0.0 00	0.9 69	0.21	0.6 49	0.0 02
PEF	3.58	1.1 5	4.02	1.1 8	3.92	1.4 2	3.55	1.2 5	6.95	0.0 10	0.0 56	345.2 3	0.0 00	0.7 47	1.08	0.3 02	0.0 09
FEV1%	76.3 9	14. 01	79.1 1	11. 63	77.7 3	13. 41	73.4 8	13. 11	0.89	0.3 47	0.0 08	19.95	0.0 00	0.1 46	35.1 1	0.0 00	0.2 31
FEF25	3.36	1.0 7	3.72	1.1 3	3.53	1.3 5	3.18	1.1 6	1.58	0.2 11	0.0 13	502.6 2	0.0 00	0.8 11	0.00	0.9 60	0.0 00
FEF75	1.20	0.4 5	1.37	0.4 2	1.38	0.4 8	1.22	0.3 5	6.51	0.0 12	0.0 53	4696. 97	0.0 00	0.9 76	5.73	0.0 18	0.0 47
FEF257 5	2.22	0.6 7	2.53	0.7 1	2.44	0.8 1	2.17	0.6 5	7.54	0.0 07	0.0 61	601.8 6	0.0 00	0.8 37	5.62	0.0 19	0.0 46

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica. FVC: capacidad vital forzada, FEV1: volumen máximo espirado en el primer segundo de la espiración forzada, PEF: tasa de flujo espiratorio máximo, FEF1%: porcentaje medio de volumen espirado forzado en 1 segundo, FEF25: flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital espirada, FEF75: el flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada y FEF2575: flujo espiratorio medio forzado.

5. Parámetros relacionados con la calidad de vida

Calidad de vida asociada a la salud

En cuanto a la calidad de vida asociada a la salud, los resultados del estudio de los componentes del cuestionario SF-12 mostraron que no hubo ninguna significación estadística respecto al efecto principal Grupo, ni en el estudio de la interacción Grupo x Tiempo. Solo se encontraron hallazgos significativos respecto al efecto principal Tiempo en los dominios rol físico: $F(1.117)=5.27$, $p=0.023$, $\eta^2=0.043$, dolor corporal: $F(1.117)=12.79$, $p=0.001$, $\eta^2=0.099$ y vitalidad: $F(1.117)=13.09$, $p<0.001$, $\eta^2=0.101$, así como en la puntuación sumario PCS: $F(1.117)=6.88$, $p=0.010$, $\eta^2=0.056$ (Tabla 13).

Tabla 13: Comparaciones inter e intragrupos respecto a la calidad de vida relacionada con la salud.

Grupo experimental					Grupo control												
SF-36	Pre (n=63)		Post (n=63)		Pre (n=56)		Post (n=56)		Grupo			Tiempo			Grupo x tiempo		
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT	F (1,117)	Valor- p	η²	F (1,117)	Valor- p	η²	F (1,117)	Valor- p	η²
Salud general	66.67	17.96	66.27	16.29	62.95	17.83	63.84	17.14	1.18	0.279	0.010	0.03	0.865	<0.001	0.20	0.658	0.002
Función física	89.29	19.94	92.46	16.58	87.50	18.46	88.39	19.05	1.01	0.317	0.009	1.33	0.251	0.011	0.42	0.519	0.004
Rol físico	85.71	30.36	91.27	24.66	75.89	39.30	86.61	32.32	2.42	0.122	0.020	5.27	0.023	0.043	0.53	0.468	0.005
Rol emocional	67.46	42.27	71.43	43.73	78.57	37.97	78.57	40.29	1.84	0.178	0.015	0.33	0.568	0.003	0.33	0.568	0.003
Dolor corporal	87.70	18.98	92.06	14.77	83.04	25.27	91.52	17.37	0.72	0.397	0.006	12.79	0.001	0.099	1.31	0.254	0.011
Salud mental	66.03	17.18	71.11	17.14	69.11	17.61	67.86	14.98	0.00	0.972	<0.001	1.27	0.263	0.011	3.46	0.065	0.029
Vitalidad	59.05	21.98	67.30	22.80	61.07	23.95	68.57	20.13	0.23	0.635	0.002	13.09	<0.001	0.101	0.03	0.863	<0.001
Función social	83.33	21.53	83.73	25.46	83.48	23.49	86.61	17.81	0.20	0.653	0.002	0.56	0.456	0.005	0.34	0.336	0.089
CSF	84.06	17.46	87.63	13.24	78.79	22.32	84.23	19.00	2.30	0.132	0.019	6.88	0.010	0.056	0.29	0.294	0.084
CSM	68.23	21.96	72.69	22.62	73.32	21.33	74.67	19.13	1.01	0.317	0.009	2.85	0.094	0.024	0.81	0.812	0.145

Las variables cuantitativas se presentan como media y desviación típica. CSM: Componente sumario mental; CSF: componente sumario físico.

V. DISCUSIÓN

1. Efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la función perineal y el impacto de las disfunciones de suelo pélvico en la salud de la mujer.

Los resultados de este ECA mostraron que realizar un EAH de 8 semanas de duración, 2 veces por semana mejora la función perineal, reduce los síntomas relacionados con las DSP y la severidad de la IU en mujeres. Además, la práctica de EAH puede adaptarse a las necesidades de cada mujer, independientemente de la edad, paridad y/o condición física previa.

A pesar del escepticismo existente sobre las técnicas hipopresivas y su efecto en la MSP, este trabajo pone en evidencia que tras un protocolo de EAH se aumenta la fuerza de esta musculatura. Ya que, inicialmente la función perineal de las mujeres del GE fue débil (Oxford de $2.21 (\pm 1.17)$), y tras realizar un programa de EAH se observó una mejora en la función del SP con un valor de $3.11 (\pm 1.20)$, lo que brindó alcanzar una contracción perineal moderada, así los pacientes que reclutan adecuadamente la MSP deben presentar valores iguales o superiores a 3 en la escala de Oxford en ausencia de contracciones “parásitas” de los músculos abductores, abdominales o glúteos. Estos datos son respaldados por los resultados de Castro et al.,(150) donde 14 mujeres con IUE aumentaron la fuerza perineal y progresaron de un valor de $1.6 (\pm 0.6)$ a $2.8 (\pm 0.5)$ en la escala de Oxford modificada tras realizar 3 sesiones individuales de gimnasia abdominal hipopresiva. Estos hallazgos podrían deberse a la acción directa que otorga la maniobra respiratoria hipopresiva sobre el diafragma torácico y su estrecha relación con la MSP.(148,157) Tal efecto ha sido confirmado a través de resonancia magnética, puesto que al ascender las cúpulas diafragmáticas se produce un ascenso del diafragma pélvico como consecuencia de la disminución de la PIA. (127) Análogamente, varios estudios(148,156,157) han demostrado que existe actividad de la MSP cuando se realiza una maniobra hipopresiva y se ha observado que durante una aspiración diafragmática la MSP se recluta del 74.4 al 86.5% de su activación electromiográfica máxima y genera fuerzas de cierre vaginal entre el 51.2 y el 55.7% del valor máximo observado en una contracción voluntaria.(148) Sin embargo, no se han encontrado pruebas de lo que sucede con exactitud entre ambos diafragmas durante esta maniobra. Además, se ha evidenciado que durante la aspiración hipopresiva existe activación del TrA lo que podría ser un añadido a la activación perineal,(148,157) ya que en personas sanas cuando se produce un aumento de la PIA se efectúa la activación de la musculatura profunda abdominal y sinérgicamente de la MSP. Los fundamentos posturales hipopresivos también podrían haber sido significativos en el reclutamiento de las fibras perineales. A pesar de que Ithamar et al.(157) apuntaron que la activación de la MSP es independiente de la posición

adoptada en el EAH, se ha sugerido que las posturas hipopresivas verticales contribuyen a mayor aumento de la actividad de la musculatura perineal. Ya que se conoce que la MSP está formada principalmente por fibras tipo I, y este tipo de fibras mantienen el tono y la postura corporal de forma involuntaria, actuando de amortiguador para compensar el aumento de la PIA. Asimismo, se ha sugerido que la PIA juega un papel en la estabilización del raquis, y el intento de reducir la presión (al abrir la caja torácica) mientras se mantiene la postura hipopresiva, repercute en la activación de la MSP.(108)

La evaluación de la contractibilidad perineal proporciona información sobre la grado de la debilidad muscular y es la base para la planificación de programas de ejercicio específicos para los pacientes con DSP y por ello, varios autores lo han incluidos en sus estudios.(202) No obstante, no existe un consenso definido de qué método es el más idóneo para su evaluación.(176) En este ensayo se utilizó la escala de Oxford Modificada desarrollada por Laycock,(175) una de las técnicas manuales más utilizadas entre los fisioterapeutas, dado que otorga la ventaja de permitir que el terapeuta controle la contracción perineal adecuada durante la intervención. En otros ensayos también se evalúa la función de la MSP con otros instrumentos. Sin embargo, varios autores(107,108,152,153,203) han comparado la función y fuerza muscular de la MSP al realizar EAH y entrenamiento perineal, donde otras herramientas como la manometría o la dinamometría podrían ser útiles y además actuar como biofeedback para la correcta ejecución del tratamiento específico y directo de la MSP. En este ECA, no se tuvo tal objetivo, la palpación vaginal resultó ser útil y un método sencillo con bajo coste que ha demostrado su alta confiabilidad con el uso de un perineómetro mostrando un valor kappa de 0.73. Recientemente, Jose-Vaz et al.(203) llevaron a cabo un ECA con 90 mujeres con IUE. Su intervención consistió en un programa de 12 semanas que incluía entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico o EAH, en grupos, dos veces por semana. En este estudio la función perineal fue evaluada con la escala de Oxford y con manometría, y a pesar de que el grupo que realizó el EAH aumentó su fuerza perineal, esta mejora fue más notoria en el grupo que realizó el entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico. Y pese a que en una revisión sistemática de Viñaspre et al.(204) se concluyó que el EAH es menos eficaz que el entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico para activar la MSP, lograr la contracción del músculo elevador del ano e incrementar la función y fuerza muscular del SP. Existe evidencia de que ambos modelos de tratamiento producen mejoras similares en el grosor del elevador del ano en mujeres con POP,(107) y tanto en la fuerza como en el tono basal de la MSP en mujeres con DSP.(108) Más aún, se ha constatado que el EAH se presenta superior al entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico en cuanto a la mejora del grosor del elevador del ano y el tono muscular del SP en

mujeres postparto.(153) Esta discrepancia en los resultados podría obedecer a que el entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico ofrece un aumento de la fuerza específica en la MSP y durante el EAH no se solicita contracción directa de la MSP, sino que como bien se ha comentado anteriormente, su activación se debe a una acción sinérgica entre el DT y la musculatura abdominal profunda.(203)

Respecto al impacto de las DSP en la calidad de vida, anteriormente, no se conocía que ocurría cuando se realizaba EAH en mujeres con DSP en comparación de no realizar ningún tratamiento. Aunque se ha identificado su efecto en mujeres con IU (150) y con POP (107) no se había relacionado su efecto en términos de síntomas uroginecológicos que afecten a la CdV de las mujeres que lo padecen. Las mujeres del GE mejoraron 30.38 ($\pm$ 21.64) puntos en el PFDI-20 y 22.85 ($\pm$ 10.04) puntos en el PFIQ-7. Se ha considerado que una disminución de mínimo 45 puntos en el cuestionario PFDI-20 y de 36 en el PFIQ-7 es la diferencia mínima clínicamente importante en mujeres que se han sometido a cirugía por DSP. Estas diferencias pueden deberse a que la muestra incluida contaba con mujeres con DSP leve con puntuaciones bajas en los cuestionarios al inicio del estudio. Aun así, fueron superiores a los reportados por Navarro-Brazález et al.;(108) hasta el momento es el único ECA que ha estudiado el impacto de las DSP en la salud con los cuestionarios usados en este trabajo (PFDI-20 y PFIQ-7) en 94 mujeres con DSP que fueron asignadas a un grupo de entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico, un grupo de EAH o a un grupo que realizaron ambas modalidades. En general, las mujeres incluidas redujeron sus síntomas y mejoraron su calidad de vida, sus valores fueron de 24.41-30.5 en el PFDI-20 y 14.78–21.49 en el PFIQ-7. Y en cuanto a la severidad y síntomas asociados a la IU en la CdV, evaluados con el cuestionario ICIQ-SF, el GE mostró una mejora de 2.5 ($\pm$ 2.45) puntos tras la intervención. Estos efectos positivos también fueron reportados por L. Soriano et al.,(154) quienes realizaron un ensayo cruzado con 42 mujeres que tras 24 sesiones grupales de EAH de 30 minutos cada una, donde la puntuación media del ICIQ-SF disminuyó en 2.8 puntos. Por consiguiente, el protocolo establecido de EAH en este ECA mejoró los síntomas asociados a las DSP y la IU en las mujeres del GE, lo que podría justificarse por la mejora de la función perineal y la normalización de la gestión de la PIA, consecuencia de la aspiración diafragmática sumada a los fundamentos posturales hipopresivos.

En resumen y en cuanto a la esfera pélvica se refiere, un programa de EAH de 8 semanas, con dos sesiones semanales de 30 minutos puede aportar beneficios a la mejora de la función perineal y disminución de los síntomas relacionados con las DSP y la IU en mujeres. Además, el EAH no presenta efectos adversos y la adherencia al tratamiento fue alta, 63 de 65 mujeres

completaron la intervención. Por lo que se podría considerar que un EAH realizado correctamente y como se propone en este estudio, podría proporcionar un estímulo de entrenamiento de la MSP a pesar de no realizar una contracción directa de dicha musculatura y por consiguiente de rehabilitación para las DSP.

2. Efectos del entrenamiento abdominal hipopresivo sobre parámetros relacionados con el control postural y la actividad de la musculatura abdominal profunda en mujeres

Actualmente este es el primer ECA que aborda los efectos del EAH sobre el control postural, evaluado por variables objetivas y no empíricas. Los resultados obtenidos sugieren que el equilibrio estático y la activación muscular del TrA mejoran significativamente tras ocho semanas de tratamiento con EAH en la población femenina.

Control postural

El análisis estabilométrico mostró efectos positivos en las variables de: superficie del área (S), desplazamientos anteroposteriores (Y) y la velocidad (V) de movimiento del CoP tras una intervención de EAH. En relación a estos hallazgos, Caufriez et al.(160) sugirieron que había una mejora en la movilidad lumbo-pélvica tras realizar una intervención basada en gimnasia abdominal hipopresiva. Rial et al.(163) también alegaron un aumento en la movilidad del raquis después de seis semanas de EAH en jugadoras de fútbol. Sin embargo, en ambos estudios se utilizaron evaluaciones subjetivas para tomar las variables posturales, como los parámetros biométricos, que podrían tener un coeficiente de error de hasta un 15%.(160) En cambio, la plataforma de presión utilizada en este estudio ha demostrado una fiabilidad de moderada a sustancia en relación a las variables estabilométricas tomadas en este estudio, con un coeficiente de correlación intraclase de 0.495 a 0.832.(166,189)

Los resultados obtenidos en este estudio en relación con el control postural son respaldados por Caufriez et al.,(160) quienes plantearon la hipótesis de que la combinación de las técnicas respiratorias y los fundamentos posturales llevados a cabo durante la práctica hipopresiva podrían aumentar la activación sinérgica de los músculos posturales.(148) Esta co-activación podría estar relacionada con las estrategias de compensación y los ajustes automáticos en torno al equilibrio.(83) Ya que, entre los fundamentos posturales hipopresivos se destacan: la dorsiflexión del tobillo y el adelantamiento del centro de gravedad. Por un lado mantener durante todo el EAH la flexión dorsal del tobillo podría haber conducido a una mejora significativa en el rango de balanceo antero-posterior. Por otro lado, el adelantamiento

anteroposterior del cuerpo mantenido, propicia un desequilibrio directo de dicho eje que implica la variación del centro de gravedad y desafía el mantenimiento de la estabilidad. Esto podría haber servido también como estímulo en el eje anteroposterior y conllevar a mejoras en las estrategias de estabilización de algunos sistemas de control postural como el de la articulación del tobillo, la cual juega un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio estático y propicia el equilibrio dinámico.(76) Además, cabe señalar, que la información proporcionada en el análisis del desplazamiento anteroposterior del CoP se ha considerado clínicamente relevante para la evaluación postural.(86) Lo que justifica que las mujeres que recibieron el EAH presentaran ligeras mejoras en el rango de balanceo frontal después de esta intervención. A diferencia del eje anteroposterior, en el que predomina la articulación del tobillo, el mediolateral tiene mayor influencia la articulación de la cadera.(82,205) A pesar de que en el estudio de Navarro et al.(148) se señale que los músculos glúteos y los abductores de cadera contribuyen a mantener la postura hipopresiva, no fueron medidos en su estudio, por lo que no existe evidencia clara sobre su acción en el EAH y este hecho podría justificar la falta de mejoras estadísticamente significativas en relación al desplazamiento mediolateral tras la intervención. En relación a la superficie del área obtenida con la plataforma estabilométrica, se observó una mejora en el tiempo y en relación a la intervención en las mujeres que realizaron el EAH. Por otro lado, otro hallazgo importante de este estudio fue las diferencias estadísticamente significativas observadas en condiciones de ojos abiertos o cerrados. Se ha sugerido que el aumento del balanceo postural podría estar influenciado por el mecanismo compensatorio que emplea un individuo cuando su visión está restringida. Una mejora de estos parámetros se observa con la mejora de la propiocepción. Las estrategias de avance están influenciadas por toda la información aferente procedente del sistema somatosensorial, incluida la propiocepción. Por lo tanto, cuando la visión es limitada, el sistema necesita ser compensado por el resto de elementos aferentes. (88,206)

Por último, se ha demostrado que la velocidad del centro de presiones es un importante factor en la predicción de caídas,(166) y que puede considerarse una medida de resultado válida y fiable para determinar mejoras posturales en combinación con la información proporcionada por los datos del área de superficie, obtenida con la plataforma estabilométrica.(91) Por lo que en cuanto a las implicaciones clínicas de las evaluaciones posturales mostradas en este estudio, se podría considerar que un EAH mejora el equilibrio estático y podría ser tomado como un entrenamiento para la prevención de caídas en mujeres, sin embargo, estos resultados deberían ser respaldados por futuros estudios.

Actividad de los músculos profundos del tronco

Los resultados de este estudio mostraron una mejor activación del músculo transversal abdominal durante el estado de contracción voluntaria pero no en reposo. Estos datos podrían respaldarse con un estudio anterior, en el que se sugirió que la hipertrofia en el TrA no es posible tras un EAH ya que las características de carga e intensidad durante este entrenamiento son insuficientes. No obstante, algunos autores sugieren que un periodo superior a ocho semanas podría dar lugar a un aumento de estos parámetros.(98) Por otro lado, los hallazgos de este ECA son coherentes con estudios anteriores.(148,156,163,207) Ya que, estudios previos evidencian que existe activación de los músculos profundos del tronco durante la práctica hipopresiva.(148,156,157) Así, Navarro et al.(148) informaron de que los músculos abdominales profundos se activan entre un 25.4% y un 35.3% de su rendimiento en reposo durante la posición hipopresiva en supino, y en un 22.8% durante la posición hipopresiva en bipedestación. No obstante, uno de los puntos fuertes de esta investigación es la medición ecográfica de este parámetro. Se recomienda el uso de la ecografía en tiempo real sobre otras opciones de evaluación, como la electromiografía.(185,186) Ya que, la evaluación de este grupo muscular es difícil debido a la proximidad del resto de músculos que lo rodean y el hecho de utilizar electrodos de superficie supone un riesgo de interferencias en cuanto a contracciones de otros músculos abdominales, lo que se conoce como "cross-talk".(55) Sin embargo, los resultados obtenidos mediante la evaluación ecográfica y la electromiografía son generalmente similares.(148,156,157,163)

Teniendo en cuenta las características anatómicas y fisiológicas del TrA, formado por un 75% de fibras musculares de tipo I frente a un 4% de fibras de tipo IIb, el objetivo de esta intervención no se centró en perseguir la hipertrofia, sino en conseguir la activación del TrA en el momento adecuado. Puesto que, se ha sugerido en investigaciones anteriores que la preactivación de los músculos estabilizadores del tronco, entre los que se incluye el TrA, podría contribuir a mejorar la activación muscular del resto de músculos que se implican en el movimiento de las tareas funcionales.(98) Además, la activación de la musculatura abdominal profunda desempeña un papel fundamental en la mejora de algunas patologías, como el dolor lumbar.(208) Los beneficios obtenidos en este ECA en cuanto a la actividad del TrA podrían atribuirse a la realización de la apnea diafragmática durante la maniobra hipopresiva. Puesto que, esta maniobra intenta reducir la PIA y podría dar lugar a una contracción sinérgica del TrA, debido al importante papel de este músculo en su regulación.(105,134) Asimismo, la adaptación

neural y el mayor impulso central podrían ser también una explicación plausible del aumento de activación durante el estado de contracción.

3. Efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la capacidad ventilatoria en mujeres.

Entre las hipótesis planteadas en este ensayo clínico, se planteó que una intervención basada en el método hipopresivo mejora los parámetros respiratorios de las mujeres con DSP. El análisis de datos mostró que tanto el porcentaje medio de volumen espirado en un segundo (FEV1%) como el flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada (FEF75) y el flujo espiratorio medio (FEF2575) aumentaron significativamente tras la práctica de un EAH.

Los resultados de este ECA revelan que realizar un protocolo de EAH aporta más beneficio para la función respiratoria que no realizar ningún tratamiento. Por lo que, esta intervención parece realizar una importante acción respiratoria ya que a lo largo de todo el protocolo de EAH las participantes son estimuladas para ejecutar un patrón respiratorio normal diafragmático y activo, a través de las maniobras de inhalar aire por las fosas nasales, aumentando la capacidad de la parrilla costal y exhalar el aire por la boca. En cada sesión se realizan aproximadamente entre 120 y 150 ciclos respiratorios activos, lo que repetido en el tiempo promueve la reeducación y normalización del patrón respiratorio. Durante la maniobra respiratoria hipopresiva se provoca el cierre de la glotis y apertura costal sin entrada de aire, lo que promueve la activación voluntaria de los músculos elevadores de la caja torácica (músculos intercostales, esternocleidomastoideo, escalenos) y de los serratos mayores que afectan positivamente a la movilidad de la caja torácica.(144) Fisiológicamente, durante la aspiración diafragmática se estimulan los centros espiratorios del tronco cerebral, se inhiben los inspiratorios y se relaja la actividad tónica del DT lo que consecuentemente activa de forma indirecta la musculatura espiratoria, principalmente la musculatura abdominal profunda y MSP. En consecuencia se provoca una respuesta neumotóxica que conlleva a un estado cercano a la hipercapnia y la hipoxia.(119,144) Cabe destacar que, el estado de hipoxia puede inducir adaptaciones positivas del cuerpo humano que contribuyen a lograr mayores funciones metabólicas, cardiopulmonares, vasculares y hemorreológicas y disminuir la carga mecánica durante la actividad física. La práctica de entrenamiento de ejercicio en condiciones de hipoxia se ha propuesto recientemente como una nueva estrategia para mejorar el estado de salud y el pronóstico de población obesa. (209,210) por lo que, los beneficios adicionales del EAH asociados a la función respiratoria podrían considerarse valiosos y de gran implicación clínica en

personas con enfermedades respiratorias como el asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

En la práctica clínica se emplean distintas pruebas para evaluar la CV, sin embargo, no se conoce una medida única y totalmente fiable que mida de forma adecuada y completa la función respiratoria. (116) En este estudio se utilizó la espirometría que es el método clínico más utilizado para examinar la función mecánica respiratoria y es capaz de determinar el grado de debilidad de los músculos respiratorios.(170) Se ha considerado un instrumento de alta calidad, de fácil interpretación que proporciona un diagnóstico útil y confiable, similar a las pruebas de función pulmonar realizadas en el laboratorio.(121,194,195) Además, la respiración es un proceso dinámico, por lo que, las medidas extraídas tras una espiración forzada, completa y rápida, aportan información sobre los volúmenes y tasas del flujo de aire que se mueve. Los parámetros espirométricos analizados en este ensayo se consideran los principales índices en la interpretación de las pruebas de función pulmonar, así la FVC y el FEV1 son las medidas más utilizadas en el ámbito clínico.(116,170) El análisis de datos mostró mejoras estadísticamente significativas en los índices de FEF1% y FEF2575% tras la intervención, lo que podría reconocerse como una “diferencia clínicamente importante”. Ya que, el FEF1% es el volumen más reproducido y utilizado en la valoración de la broncoconstricción de las vías gruesas e intermedias y el FEF2575%, en la obstrucción de las vías aéreas pequeñas. El resto de medidas espirométricas no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Esta variabilidad en los datos podría deberse a que los valores espirométricos dependen en gran medida de la constitución física, edad y sexo del sujeto de estudio. Además, los parámetros que son independientes en gran medida del esfuerzo como es el FEF2575, presentan un rango de variabilidad mucho mayor que el de las medidas dependientes del esfuerzo como es el caso de la FVC y el PEF.(211)

Resulta difícil contrastar los hallazgos de este ECA con investigaciones previas, puesto que no se ha encontrado ningún otro estudio que evalué la CV asociada con el EAH, ya que este es el primer ensayo que evalúa el efecto del EAH sobre la función pulmonar con espirometría. Sin embargo, se han localizado estudios que incluyen el método Pilates en relación a la función pulmonar.(212,213) Este método que presenta varias similitudes con el EAH se conoce como un entrenamiento que activa la musculatura abdominal profunda, mejora la estática postural (214) y la función del SP asociada a la IU. (215) Así, Medeiros et al.(212) estudiaron la influencia del entrenamiento de los músculos inspiratorios combinado con el método Pilates sobre la función pulmonar en mujeres mayores, donde los valores espirométricos no mostraron diferencias

significativas. No obstante, en este estudio, esta prueba solo se realizó para descartar cualquier alteración ventilatoria que pudiera haber afectado la realización de los ejercicios propuestos. Y Giacomini et al.(213) realizaron un ensayo controlado no aleatorizado de 8 semanas de entrenamiento basado en el método Pilates con 16 mujeres sedentarias. Sus resultados en cuanto a función pulmonar, mostraron un aumento de la fuerza muscular respiratoria, representada por el aumento de la máxima presión inspirada, la máxima presión expirada y la máxima ventilación. Otro estudio, realizado por Kim et al.(170) mostró que la función pulmonar mejoró significativamente (FVC $p=0.010$ y FEV1 $p=0.030$) al añadir maniobras de contracción abdominal a un entrenamiento de músculos respiratorios en pacientes con hemiplejia post-accidente cerebrovascular. Estos hallazgos, respalda la relación existente entre los ejercicios enfocados en la musculatura abdominal y el aumento de la actividad del DT. Así, Strongoli et al.(216) determinaron que la activación diafragmática puede experimentar un incremento entre el 55 y el 65% de la presión transdiafragmática máxima al activar la pared abdominal, lo cual podría servir de complemento a la potenciación muscular inspiratoria a partir de maniobras no ventilatorias. A tal efecto, se le añade que incorporar maniobras respiratorias hipopresivas como las que propone Caufriez et al.,(147) podrían aportar mayor resultado positivo en cuanto a la mejoría de parámetros de función ventilatoria, por sus acción directa sobre el DT. Además, debido a la naturaleza predominantemente tónica del DT y su papel en la estabilización postural,(110) el EAH podría aportar mayor efecto en tal mejora, puesto que se desarrolla por medio de cargas leves y el hecho de realizar apneas diafragmáticas sumadas al mantenimiento de los fundamentos posturales en el tiempo a lo largo de una progresión postural, lo hace un entrenamiento con gran potencial en la disminución de la actividad tónica del DT que regula sus tensiones músculo-conjuntivas y favorece su relajación.(134)

En conjuntos, los hallazgos del presente estudio sugieren que el EAH podría aportar beneficios en la reeducación respiratoria y mejora de la fuerza de los músculos respiratorios a través de su acción directa sobre el DT y la estimulación de los músculos abdominales. Esta repercusión, podría justificar la necesidad de añadir este tipo de entrenamiento junto a otras modalidades de rehabilitación pulmonar en pacientes con asma, EPOC u otras disfunciones respiratorias.

4. Efectos de un programa de entrenamiento abdominal hipopresivo sobre la calidad de vida en mujeres.

Los resultados de este estudio mostraron que, aunque no se obtuvieron mejoras significativas respecto a la calidad de vida general, si se pudo observar beneficios en cuanto al rol físico, dolor corporal y vitalidad tras la intervención en las mujeres del GE.

En relación a la calidad de vida asociada a la salud, las mujeres que sufren DSP, además de los síntomas somáticos que pueden presentar, sufren un impacto psicológico y reducen sustancialmente su calidad de vida. A menudo las mujeres experimentan malestar, baja autoestima, deterioro del estado de ánimo y sensación de impotencia, por lo que existe una disminución en la CdV personal, social y profesional.(217) Según estudios previos, realizar ejercicio físico supone una mejora significativa en cuanto a la calidad de vida se refiere y por ello, este estudio propuso como uno de sus objetivos estudiar el efecto del EAH sobre la CdV de las mujeres con DSP.(218)

Para medir la calidad de vida de las mujeres de este estudio, se administró el cuestionario SF-12. Los resultados obtenidos tras finalizar la intervención no mostraron ninguna significación estadística respecto a recibir un EAH o no recibir ningún tratamiento en nuestra población de estudio. Hasta la fecha, solo se ha identificado un estudio que investigue el efecto del EAH sobre la calidad de vida relacionada con la salud, el ECA de Bellido et al.(159) que evaluaron la eficacia del masaje y la gimnasia abdominal hipopresiva en 27 pacientes con dolor lumbar crónico. A pesar de que su población no se asemeja a la incluida en este proyecto, sus resultados van en consonancia con los de este estudio y no obtuvo mejoras en cuanto a la calidad de vida asociada a la salud en relación al grupo que recibió EAH. Sin embargo, una revisión sistemática reciente,(155) postula que otros autores defienden que el EAH actúa sobre la salud y calidad de vida. Por otro lado, en la evidencia científica se ha encontrado otros trabajos que estudian los cambios en la calidad de vida llevando a cabo entrenamientos diferentes a las de este estudio. Martins et al.(219) llevaron a cabo un programa basado en el método Pilates. Sus resultados concluyeron que un programa de ejercicios de Pilates realizado dos veces por semana durante 8 semanas consecutivas puede ser una alternativa de tratamiento eficaz para la CdV (tomada con el cuestionario SF-36) en mujeres adultas sanas en contraste a no realizar ningún tratamiento. Asimismo, los resultados de la revisión de Radziminska et al.(217) demostraron que el entrenamiento de la musculatura de suelo pélvico mejora significativamente la calidad de vida de las mujeres con IU.

Los resultados de este ECA no difirieron entre los grupos de estudio. Este hecho pudo deberse a que los valores de partida para este cuestionario eran altos y por tanto se disponía de poca capacidad de mejora. Aun así, hubo beneficios en cuanto al rol físico, vitalidad y dolor corporal tras 8 semanas de intervención. Este hecho, podría deberse a que la mitad de la población del GE (51.8%) no realizaba deporte, por lo que, comenzar a realizar un entrenamiento pautado y supervisada ya podría causar bienestar en la persona, ya que un determinante importante de la calidad de vida es la actividad física. Además, se han observado efectos positivos del ejercicio sobre la salud cerebral y el rendimiento cognitivo en poblaciones adultas. Por tanto, la actividad física puede considerarse como intervención destinadas a mantener o mejorar la condición psicofísica general, el funcionamiento adecuado del cuerpo sobrecargado, o recuperación total después de enfermedades, lesiones o estados de fatiga. Por lo que, el EAH podría mantener la condición física y el estado de salud general de las mujeres. Cabe destacar que el presente ECA es el primer estudio que se conoce hasta la fecha en estudiar el efecto del EAH sobre la función pulmonar, evaluada con espirometría, un instrumento objetivo y validado. Así como, el primero en valorar la influencia de este entrenamiento sobre la CdV de las mujeres con DSP. Y aunque los efectos observados en este estudio son potencialmente pequeños, vale la pena especular más sobre sus implicaciones clínicas.

5. Limitaciones

Entre las limitaciones de este estudio podrían incluirse que los participantes no pudieron ser cegados al tratarse de un estudio de fisioterapia donde son conscientes de si están o no recibiendo una intervención. Se podría considerar como limitación que se incluyó un grupo control que no recibió tratamiento placebo ni otro tratamiento alternativo por lo que no se puede comparar con otra terapia, sin embargo este fue el objetivo de este estudio. Los participantes recibieron cuestionarios autoadministrados y es posible que alteraran las respuestas al estar bajo la presión de una investigación. Otra limitación a considerar es que la contractilidad muscular se obtuvo con la escala de Oxford modificada, una escala subjetiva que depende en gran medida de la experiencia del evaluador. Sin embargo la palpación bidigital es uno de los principales métodos de evaluación empleados por fisioterapeutas y se ha demostrado la correlación entre la evaluación manual y la obtenida por un perineómetro.(220) Además es importante destacar que las evaluaciones perineales fueron realizadas por el mismo examinador, tanto antes como después de la intervención. Otra limitación fue que no hubo seguimiento de los efectos a medio ni largo plazo. Este estudio consistió en 8 semanas, un tiempo relativamente corto como para provocar cambios en el patrón respiratorio, en la función ventilatoria y en el estado de salud general. Por tanto, los efectos sobre la función respiratoria

podrían considerarse como una bonificación “potencial”, es decir, se podría esperar que el EAH brinde mayores mejoras en la capacidad ventilatoria y calidad de vida. Los resultados en relación a la CV deben interpretarse recordando que las participantes del presente estudio no fueron homogéneas. Se propone que las líneas de investigación futuras utilicen instrumentos objetivos y validados en cuanto a la valoración de la función perineal, así como analizar los resultados a medio y largo plazo.

VI. CONCLUSIONES

Tras realizar un programa de entrenamiento basado en ejercicios hipopresivos, con una duración de 8 semanas en mujeres con disfunciones de suelo pélvico de la ciudad de Jaén y comparadas con un grupo control que no recibió tratamiento, se puede concluir lo siguiente:

- Las mujeres del grupo experimental disminuyeron de manera significativa los síntomas asociados a las disfunciones de suelo pélvico (síntomas de prolapso genital, colorectales-anales y urinarios) y hubo diferencias significativas entre los grupos post-intervención.
- Tras 8 semanas de intervención, las mujeres que realizaron EAH mostraron una mejoría significativa en la función y contractibilidad de la musculatura del suelo pélvico.
- Se ha demostrado una disminución significativa de la gravedad y síntomas asociados a la incontinencia urinaria, así como un aumento en la calidad de vida asociada a la incontinencia urinaria en las participantes que realizaron el tratamiento hipopresivo.
- Las participantes que realizaron la intervención basada en las técnicas hipopresivas mostraron mejoras significativas del control postural, expresado a través del análisis estabilométrico del equilibrio estático y traducido en una disminución de la velocidad media del centro de presiones con ojos abiertos y cerrados, de las oscilaciones anteroposteriores del centro de presiones con ojos abiertos y del área de superficie con los ojos abiertos. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al área de superficie, ni oscilaciones anteroposteriores ni mediolaterales del centro de presiones con ojos cerrados, y esta última variable estabilométrica tampoco presentó diferencias significativas bajo la condición de ojos abiertos.
- La actividad y función de la musculatura profunda del abdomen mejoró significativamente tras 8 semanas de EAH. Esta mejora fue referida a través de diferencias estadísticamente significativas entre la medida pre y post del grosor del músculo transverso abdominal bajo la condición de contracción en las mujeres del GE. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre grupos bajo ninguna de las condiciones (de reposo y contracción).
- Se encontraron beneficios estadísticamente significativos entre las medidas pre y post intervención para todas las variables espirométricas que se tomaron para analizar la capacidad ventilatoria. El grupo que recibió el tratamiento hipopresivo mostró mejoras significativas en contraste a no recibir tratamiento en el porcentaje medio de volumen espirado en un segundo (FEV1%), el flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital espirada (FEF75) y el flujo espiratorio medio (FEF2575).

- Después de 8 semanas de EAH, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a la calidad de vida asociada a la salud. Tan solo se mostró diferencias en el tiempo para los dominios “rol físico”, “dolor corporal” y “vitalidad”. No obstante, cabe señalar que los valores de partida del cuestionario SF-12 fueron altos y con poco margen de mejora.

VII. CONCLUSIONS

After performing a training programme based on hypopressive exercises of 8 weeks in women with pelvic floor dysfunctions in the city of Jaén and compared with a control group, which did not receive treatment, these findings have been found:

- Women on the experimental group decreased significantly the symptoms associated with pelvic floor dysfunctions (genital prolapse, colo-rectal-anal and urinary symptoms) and there were significant differences between groups post-intervention.
- After 8 weeks of intervention, the women who performed AHT showed a significant improvement in the function and contractility of the pelvic floor muscles.
- A significant decrease in the severity and symptoms associated with urinary incontinence, as well as an increase in quality of life associated with urinary incontinence has been demonstrated in the participants who received the hypopressive treatment.
- Participants who achieved the intervention based on hypopressive techniques showed significant improvements in postural control, expressed with stabilometric analysis of static balance and translated into a decrease in mean velocity of the centre of pressures under open and closed eyes conditions, anteroposterior oscillations of the centre of pressures under open eyes and surface of the area under open eyes. Although no significant differences were found in surface of the area, anteroposterior and mediolateral oscillations of the centre of pressures under closed eyes condition, and this last stabilometric variable also showed no significant differences under open eyes condition.
- The activity and function of the deep trunk musculature improved significantly after 8 weeks of AHT. However, this improvement was presented through of statistically significant differences between pre- and post-measurement of transverse abdominis muscle thickness under contracting condition in the EG women. No significant differences were found between groups under both condition (resting and contraction).
- Statistically significant benefits were detected between pre- and post-intervention outcomes for all spirometric variables taken to analyse ventilatory capacity. The group that received the hypopressive treatment showed significant improvements in contrast to no treatment in mean percentage of expired volume in one second (FEV1%), forced expiratory flow at 75% of exhaled vital capacity (FEF75) and mean expiratory flow (FEF2575).
- After 8 weeks of AHT, no statistically significant differences in health-related quality of life were found. Only differences over time were shown for the domains "physical

role", "bodily pain" and "vitality". However, it should be noted that the baseline values of the SF-12 questionnaire were high with little scope for improvement.

VIII. REFERENCIAS

- (1) Lewis CL, Laudicina NM, Khuu A, Loverro KL. The human pelvis: variation in structure and function during gait. *Anat Rec* 2017;300(4):633-642.
- (2) Ball DD. Biomecánica de la pelvis. *Ortho-tips* 2008;4(4):228-233.
- (3) Eickmeyer SM. Anatomy and physiology of the pelvic floor. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics* 2017;28(3):455-460.
- (4) Aller J, Pagés G. Pelvis y Relación Feto-Pélvica. *Obstetricia Moderna* 1999.
- (5) Rossetti SR. Functional anatomy of pelvic floor. *Archivio Italiano di Urologia e Andrologia* 2016:28-37.
- (6) Pelier BYN, García JMV. Rehabilitación física del suelo pélvico: ejercicios de Kegel y gimnasia abdominal hipopresiva. *Investigaciones Medicoquirúrgicas* 2020;12(3).
- (7) Kearney R, Sawhney R, DeLancey JO. Levator ani muscle anatomy evaluated by origin-insertion pairs. *Obstet Gynecol* 2004;104(1):168.
- (8) Carrillo GK, Sanguineti MA. Anatomía del piso pélvico. *Revista medica clinica las condes* 2013;24(2):185-189.
- (9) Walker C. Walker, C., Fisioterapia en obstetricia y uroginecología© 2006. : Elsevier España; 2006.
- (10) DeLancey JO. Structural support of the urethra as it relates to stress urinary incontinence: the hammock hypothesis. *Obstet Gynecol* 1994;170(5):1713-1723.
- (11) Petros P. The anatomy and dynamics of pelvic floor function and dysfunction. *The female pelvic floor: Springer*; 2010. p. 17-76.
- (12) Ramírez B. Kauffmann. Rehabilitación del suelo pélvico femenino. 1a ed. Madrid: Panamericana 2014.
- (13) Castro-Pardiñas MA, Torres-Lacomba M, Navarro-Brazález B. Función muscular del suelo pélvico en mujeres sanas, puérperas y con disfunciones del suelo pélvico. *Actas Urológicas Españolas* 2017;41(4):249-257.
- (14) Grimes WR, Stratton M. Pelvic Floor Dysfunction. *StatPearls [Internet]* 2020.
- (15) Lacima G, Espuña M. Patología del suelo pélvico. *Gastroenterología y hepatología* 2008;31(9):587-595.
- (16) Hage-Fransen MA, Wiezer M, Otto A, Wieffer-Platvoet MS, Slotman MH, Nijhuis-van der Sanden, Maria WG, et al. Pregnancy-and obstetric-related risk factors for urinary incontinence, fecal incontinence, or pelvic organ prolapse later in life: A systematic review and meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2020.
- (17) Musibay ER, Borges Sandrino RS. Cuestionarios de calidad de vida en las mujeres con disfunciones del suelo pélvico. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología* 2016;42(3):372-385.

- (18) Mahoney C, Smith A, Marshall A, Reid F. Pelvic floor dysfunction and sensory impairment: Current evidence. *Neurourol Urodyn* 2017;36(3):550-556.
- (19) Lawson S, Sacks A. Pelvic floor physical therapy and women's health promotion. *J Midwifery Womens Health* 2018;63(4):410-417.
- (20) Cruz Lendínez C, Linares Abad M, Cruz Lendínez AJ, Calero García MJ. Incontinencia Urinaria en mujeres de Jaén: Estudio de prevalencia. *Index de Enfermería* 2017;26(1-2):25-28.
- (21) Rodríguez-López ES, Calvo-Moreno SO, Basas-García Á, Gutierrez-Ortega F, Guodemar-Pérez J, Acevedo-Gómez MB. Prevalence of urinary incontinence among elite athletes of both sexes. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2021;24(4):338-344.
- (22) Calidad de vida en la Incontinencia urinaria femenina. VI Simposio Científico Cuidar conciencia2020; 2020.
- (23) La incontinencia urinaria. *anales del sistema sanitario de navarra: SciELO Espana*; 2006.
- (24) Pavón AG, Chao CW, Rodríguez NR, Iglesias FJG. Prevalencia y factores de riesgo de incontinencia urinaria en mujeres que consultan por dolor lumbopélvico: estudio multicéntrico. *Atención Primaria* 2014;46(2):100-108.
- (25) Riss P, Kargl J. Quality of life and urinary incontinence in women. *Maturitas* 2011;68(2):137-142.
- (26) Ruiz NS, Kaiser AM. Fecal incontinence-Challenges and solutions. *World journal of gastroenterology* 2017;23(1):11.
- (27) Mellgren A. Fecal incontinence. *Surgical Clinics* 2010;90(1):185-194.
- (28) Guillaume A, Salem AE, Garcia P, Chander Roland B. Pathophysiology and therapeutic options for fecal incontinence. *J Clin Gastroenterol* 2017;51(4):324-330.
- (29) Iglesia C, Smithling KR. Pelvic organ prolapse. *Am Fam Physician* 2017;96(3):179-185.
- (30) Weintraub AY, Gliner H, Marcus-Braun N. Narrative review of the epidemiology, diagnosis and pathophysiology of pelvic organ prolapse. *International braz j urol* 2020;46(1):5-14.
- (31) Thakar R, Stanton S. Management of genital prolapse. *BMJ* 2002;324(7348):1258-1262.
- (32) Hendrix SL, Clark A, Nygaard I, Aragaki A, Barnabei V, McTiernan A. Pelvic organ prolapse in the Women's Health Initiative: gravity and gravidity. *Obstet Gynecol* 2002;186(6):1160-1166.
- (33) Wallwiener S, Müller M, Doster A, Kuon RJ, Plewniok K, Feller S, et al. Sexual activity and sexual dysfunction of women in the perinatal period: a longitudinal study. *Arch Gynecol Obstet* 2017;295(4):873-883.
- (34) Jha S, Thakar R. Female sexual dysfunction. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 2010;153(2):117-123.

- (35) Banaei M, Azizi M, Moridi A, Dashti S, Yabandeh AP, Roozbeh N. Sexual dysfunction and related factors in pregnancy and postpartum: a systematic review and meta-analysis protocol. *Systematic reviews* 2019;8(1):1-5.
- (36) Sangsawang B. Risk factors for the development of stress urinary incontinence during pregnancy in primigravidae: a review of the literature. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 2014;178:27-34.
- (37) Chávez VG, Salomón KN, del Barco LE, Colorado SR. Prevalencia de incontinencia urinaria en mujeres embarazadas con atención prenatal en el Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes. *Ginecología y Obstetricia de México* 2011;79(09):531-536.
- (38) Woodley SJ, Lawrenson P, Boyle R, Cody JD, Mørkved S, Kernohan A, et al. Pelvic floor muscle training for preventing and treating urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020(5).
- (39) Soave I, Scarani S, Mallozzi M, Nobili F, Marci R, Caserta D. Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary incontinence during pregnancy and after childbirth and its effect on urinary system and supportive structures assessed by objective measurement techniques. *Arch Gynecol Obstet* 2019;299(3):609-623.
- (40) Svabik K, Shek KL, Dietz HP. How much does the levator hiatus have to stretch during childbirth? *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 2009;116(12):1657-1662.
- (41) Berzaín Rodríguez MC, Camacho Terceros LA. Episiotomía: Procedimiento a elección y no de rutina. *Revista científica ciencia médica* 2014;17(2):53-57.
- (42) Melchor JC, Bartha JL, Bellart J, Galindo A, Miño M, Perales A. La episiotomía en España. Datos del año 2006. *Progresos de obstetricia y ginecología* 2008;51(9):559-563.
- (43) Goh R, Goh D, Ellepola H. Perineal tears-A review. *Australian journal of general practice* 2018;47(1/2):35-38.
- (44) Junqueira Vasconcellos de Oliveira, Sonia Maria, de Souza Caroci A, de Paula Batista Mendes, Edilaine, Guimarães de Oliveira S, Penha Silva F. Disfunciones del suelo pélvico en mujeres primíparas después del parto. *Enfermería Global* 2018;17(51):26-67.
- (45) Bozkurt M, Yumru AE, Şahin L. Pelvic floor dysfunction, and effects of pregnancy and mode of delivery on pelvic floor. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology* 2014;53(4):452-458.
- (46) Hay-Smith J, Mørkved S, Fairbrother KA, Herbison GP. Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane database of systematic reviews* 2008(4).
- (47) Cuadros JMB, Vargas IH, Rodríguez-Blanco R, Sánchez-García JC. Incontinencia urinaria de esfuerzo en mujeres durante el posparto. Revisión bibliográfica. *Journal of Negative and No Positive Results* 2017;2(12):695-707.
- (48) Quigley EM. Impact of pregnancy and parturition on the anal sphincters and pelvic floor. *Best practice & research clinical gastroenterology* 2007;21(5):879-891.

- (49) Gutzeit O, Levy G, Lowenstein L. Postpartum female sexual function: risk factors for postpartum sexual dysfunction. *Sexual medicine* 2020;8(1):8-13.
- (50) Seeras K, Qasawa RN, Ju R, Prakash S. Anatomy, abdomen and pelvis, anterolateral abdominal wall. *StatPearls* [Internet] 2020.
- (51) Lederman E. The myth of core stability. *J Bodywork Movement Ther* 2010;14(1):84-98.
- (52) Nassereddin A, Sajjad H. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Linea Semilunaris. *StatPearls* [Internet] 2020.
- (53) Urquhart DM, Barker PJ, Hodges PW, Story IH, Briggs CA. Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clin Biomech* 2005;20(3):233-241.
- (54) Urquhart DM, Hodges PW. Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. *European spine journal* 2005;14(4):393-400.
- (55) Bø K, Mørkved S, Frawley H, Sherburn M. Evidence for benefit of transversus abdominis training alone or in combination with pelvic floor muscle training to treat female urinary incontinence: a systematic review. *Neurourology and Urodynamics: Official Journal of the International Continence Society* 2009;28(5):368-373.
- (56) Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, Amiri M, Ehsani F. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. *J Bodywork Movement Ther* 2018;22(3):627-631.
- (57) Madill SJ, McLean L. Relationship between abdominal and pelvic floor muscle activation and intravaginal pressure during pelvic floor muscle contractions in healthy continent women. *Neurourology and Urodynamics: Official Journal of the International Continence Society* 2006;25(7):722-730.
- (58) Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *International Urogynecology Journal* 2002;13(2):125-132.
- (59) Sapsford RR, Hodges PW. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(8):1081-1088.
- (60) Bø K, Stien R. Needle EMG registration of striated urethral wall and pelvic floor muscle activity patterns during cough, Valsalva, abdominal, hip adductor, and gluteal muscle contractions in nulliparous healthy females. *Neurourol Urodyn* 1994;13(1):35-41.
- (61) Thompson JA, O'Sullivan PB, Briffa NK, Neumann P. Altered muscle activation patterns in symptomatic women during pelvic floor muscle contraction and Valsalva manoeuvre. *Neurourology and Urodynamics: Official Journal of the International Continence Society* 2006;25(3):268-276.
- (62) Junginger B, Baessler K, Sapsford R, Hodges PW. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *International urogynecology journal* 2010;21(1):69-77.

- (63) Ashton-Miller J, DeLancey JO. Functional anatomy of the female pelvic floor. Bø K, Berghmans B, Mørkved S, van Kampen M, Evidence based physical therapy for the pelvic floor—Bridging science and clinical practice 2014:19-33.
- (64) Schröder G, Kundt G, Otte M, Wendig D, Schober H. Impact of pregnancy on back pain and body posture in women. *Journal of physical therapy science* 2016;28(4):1199-1207.
- (65) Biviá-Roig G, Lisón JF, Sánchez-Zuriaga D. Changes in trunk posture and muscle responses in standing during pregnancy and postpartum. *Plos one* 2018;13(3):e0194853.
- (66) Benjamin DR, Van de Water A, Peiris CL. Effects of exercise on diastasis of the rectus abdominis muscle in the antenatal and postnatal periods: a systematic review. *Physiotherapy* 2014;100(1):1-8.
- (67) Thabet AA, Alshehri MA. Efficacy of deep core stability exercise program in postpartum women with diastasis recti abdominis: a randomised controlled trial. *J Musculoskelet Neuron Interact* 2019;19(1):62.
- (68) Joueidi Y, Vieillefosse S, Cardaillac C, Mortier A, Oppenheimer A, Deffieux X, et al. Impact du diastasis des muscles droits de l'abdomen sur les symptômes pelvi-périnéaux: revue de la littérature. *Progrès en Urologie* 2019;29(11):544-559.
- (69) Mommers EH, Ponten JE, Al Omar AK, de Vries Reilingh, Tammo S, Bouvy ND, Nienhuijs SW. The general surgeon's perspective of rectus diastasis. A systematic review of treatment options. *Surg Endosc* 2017;31(12):4934-4949.
- (70) Akram J, Matzen SH. Rectus abdominis diastasis. *Journal of plastic surgery and hand surgery* 2014;48(3):163-169.
- (71) Hills NF, Graham RB, McLean L. Comparison of trunk muscle function between women with and without diastasis recti abdominis at 1 year postpartum. *Phys Ther* 2018;98(10):891-901.
- (72) Parker MA, Millar LA, Dugan SA. Diastasis rectus abdominis and lumbo-pelvic pain and dysfunction—are they related? *Journal of women's health physical therapy* 2009;33(2):15-22.
- (73) Spitznagle TM, Leong FC, Van Dillen LR. Prevalence of diastasis recti abdominis in a urogynecological patient population. *International urogynecology journal* 2007;18(3):321-328.
- (74) Bø K, Hilde G, Tennfjord MK, Sperstad JB, Engh ME. Pelvic floor muscle function, pelvic floor dysfunction and diastasis recti abdominis: prospective cohort study. *Neurourol Urodyn* 2017;36(3):716-721.
- (75) Deering RE, Cruz M, Senefeld JW, Pashibin T, Eickmeyer S, Hunter SK. Impaired trunk flexor strength, fatigability, and steadiness in postpartum women. *Med Sci Sports Exerc* 2018;50(8):1558.
- (76) Kocjan J, Adamek M, Gzik-Zroska B, Czyżewski D, Rydel M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Advances in respiratory medicine* 2017;85(4):224-232.
- (77) Downey R. Anatomy of the normal diaphragm. *Thoracic surgery clinics* 2011;21(2):273-9, ix.

- (78) Nason LK, Walker CM, McNeeley MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin JD. Imaging of the diaphragm: anatomy and function. *Radiographics* 2012;32(2):E51-E70.
- (79) Fogarty MJ, Mantilla CB, Sieck GC. Breathing: motor control of diaphragm muscle. *Physiology* 2018;33(2):113-126.
- (80) Dunsworth HM. Expanding the evolutionary explanations for sex differences in the human skeleton. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 2020;29(3):108-116.
- (81) Casonatto J, Yamacita CM. Pilates exercise and postural balance in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement Ther Med* 2020;48:102232.
- (82) Szafranec R, Barańska J, Kuczyński M. Acute effects of core stability exercises on balance control. *Acta of bioengineering and biomechanics* 2018;20(3).
- (83) Cohen RG, Baer JL, Ravichandra R, Kral D, McGowan C, Cacciatore TW. Lighten up! Postural instructions affect static and dynamic balance in healthy older adults. *Innovation in aging* 2020;4(2):igz056.
- (84) Çelenay ŞT, Kaya DÖ. An 8-week thoracic spine stabilization exercise program improves postural back pain, spine alignment, postural sway, and core endurance in university students: a randomized controlled study. *Turkish journal of medical sciences* 2017;47(2):504-513.
- (85) Rosker J, Markovic G, Sarabon N. Effects of vertical center of mass redistribution on body sway parameters during quiet standing. *Gait Posture* 2011;33(3):452-456.
- (86) Chmielewska D, Stania M, Słomka K, Błaszczak E, Taradaj J, Dolibog P, et al. Static postural stability in women with stress urinary incontinence: Effects of vision and bladder filling. *Neurourological Urodyn* 2017;36(8):2019-2027.
- (87) Nagar VR, Sawyer SF, James CR, Brismée J, Hooper TL, Sizer PS. The effects of volitional preemptive abdominal contraction on postural control responses in healthy subjects. *PM&R* 2015;7(11):1142-1151.
- (88) Nepocatych S, Ketcham CJ, Vallabhajosula S, Balilionis G. The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in women. *J Sports Med Phys Fitness* 2016;58(1-2):27-34.
- (89) Szczygiał E, Blaut J, Zielonka-Pycka K, Tomaszewski K, Golec J, Czechowska D, et al. The impact of deep muscle training on the quality of posture and breathing. *J Mot Behav* 2018;50(2):219-227.
- (90) Bergmark A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand* 1989;60(sup230):1-54.
- (91) Ferraro R, Garman S, Taylor R, Parrott JS, Kadlowec J. The effectiveness of transverse abdominis training on balance, postural sway and core muscle recruitment patterns: a pilot study comparison across age groups. *Journal of physical therapy science* 2019;31(9):729-737.
- (92) Lee NG, You J(H, Kim TH, Choi BS. Intensive abdominal drawing-in maneuver after unipedal postural stability in nonathletes with core instability. *Journal of Athletic Training* 2015;50(2):147-155.

- (93) Emami F, Yoosefinejad AK, Razeghi M. Correlations between core muscle geometry, pain intensity, functional disability and postural balance in patients with nonspecific mechanical low back pain. *Med Eng Phys* 2018;60:39-46.
- (94) Nagar VR, Sawyer SF, James CR, Brismée J, Hooper TL, Sizer PS. The effects of volitional preemptive abdominal contraction on postural control responses in healthy subjects. *PM&R* 2015;7(11):1142-1151.
- (95) Ehsani F, Sahebi N, Shanbehzadeh S, Arab AM, ShahAli S. Stabilization exercise affects function of transverse abdominis and pelvic floor muscles in women with postpartum lumbo-pelvic pain: a double-blinded randomized clinical trial study. *International urogynecology journal* 2020;31(1):197-204.
- (96) Suehiro T, Mizutani M, Watanabe S, Ishida H, Kobara K, Osaka H. Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *J Bodywork Movement Ther* 2014;18(3):482-488.
- (97) Frizziero A, Pellizzon G, Vittadini F, Bigliardi D, Costantino C. Efficacy of Core Stability in Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2021;6(2):37.
- (98) Shamsi M, Sarrafzadeh J, Jamshidi A, Zarabi V, Pourahmadi MR. The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging. *Physiotherapy theory and practice* 2016;32(4):277-283.
- (99) Kim JS, Kim SY, Oh DW, Choi JD. Correlation between the severity of female urinary incontinence and concomitant morbidities: a multi-center cross-sectional clinical study. *International neurourology journal* 2010;14(4):220.
- (100) Hodges PW, Sapsford R, Pengel L. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourol Urodyn* 2007;26(3):362-371.
- (101) Morgan DM, Kaur G, Hsu Y, Fenner DE, Guire K, Miller J, et al. Does vaginal closure force differ in the supine and standing positions? *Obstet Gynecol* 2005;192(5):1722-1728.
- (102) Fuentes-Aparicio L, Arranz-Martín B, Navarro-Brazález B, Bailón-Cerezo J, Sánchez-Sánchez B, Torres-Lacomba M. Postural Sensorimotor Control on Anorectal Pressures and Pelvic Floor Muscle Tone and Strength: Effects of a Single 5P® LOGSURF Session. A Cross-Sectional Preliminary Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18(7):3708.
- (103) Chen C, Huang M, Chen T, Weng M, Lee C, Wang G. Relationship between ankle position and pelvic floor muscle activity in female stress urinary incontinence. *Urology* 2005;66(2):288-292.
- (104) Capson AC, Nashed J, Mclean L. The role of lumbopelvic posture in pelvic floor muscle activation in continent women. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2011;21(1):166-177.
- (105) Smith MD, Coppieters MW, Hodges PW. Postural activity of the pelvic floor muscles is delayed during rapid arm movements in women with stress urinary incontinence. *International Urogynecology Journal* 2007;18(8):901-911.

- (106) Smith MD, Coppieters MW, Hodges PW. Is balance different in women with and without stress urinary incontinence? *Neurourology and Urodynamics: Official Journal of the International Continence Society* 2008;27(1):71-78.
- (107) Bernardes BT, Resende APM, Stüpp L, Oliveira E, Castro RA, Jármay di Bella, Zsuzsanna Ilona Katalin, et al. Efficacy of pelvic floor muscle training and hypopressive exercises for treating pelvic organ prolapse in women: randomized controlled trial. *Sao Paulo Medical Journal* 2012;130(1):5-9.
- (108) Navarro-Brazález B, Prieto-Gómez V, Prieto-Merino D, Sánchez-Sánchez B, McLean L, Torres-Lacomba M. Effectiveness of Hypopressive Exercises in Women with Pelvic Floor Dysfunction: A Randomised Controlled Trial. *Journal of clinical medicine* 2020;9(4):1149.
- (109) Finta R, Nagy E, Bender T. The effect of diaphragm training on lumbar stabilizer muscles: a new concept for improving segmental stability in the case of low back pain. *Journal of pain research* 2018;11:3031.
- (110) Kocjan J, Gzik-Zroska B, Nowakowska K, Burkacki M, Suchoń S, Michnik R, et al. Impact of diaphragm function parameters on balance maintenance. *Plos one* 2018;13(12):e0208697.
- (111) Ha S, Kwon O, Kim S, Choung S. The importance of a normal breathing pattern for an effective abdominal-hollowing maneuver in healthy people: an experimental study. *J Sport Rehab* 2014;23(1):12-17.
- (112) Kolář P, Šulc J, Kynčl M, Šanda J, Čákrť O, Andel R, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2012;42(4):352-362.
- (113) Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J Physiol (Lond)* 2001;537(3):999-1008.
- (114) Stephens RJ, Haas M, Moore III WL, Emmil JR, Sipress JA, Williams A. Effects of diaphragmatic breathing patterns on balance: a preliminary clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2017;40(3):169-175.
- (115) Pierce R. Spirometry: an essential clinical measurement. *Aust Fam Physician* 2005;34(7).
- (116) Mañanas Villanueva MÁ. Análisis de la actividad muscular respiratoria mediante técnicas temporales, frecuenciales y estadísticas. : Universitat Politècnica de Catalunya; 1999.
- (117) Mortola JP. How to breathe? Respiratory mechanics and breathing pattern. *Respiratory physiology & neurobiology* 2019;261:48-54.
- (118) Benchetrit G. Breathing pattern in humans: diversity and individuality. *Respir Physiol* 2000;122(2-3):123-129.
- (119) Armesilla MC, Andrés AC. Revisión de los fundamentos teóricos de la gimnasia abdominal hipopresiva. *Apunts.Medicina de l'Esport* 2014;49(182):59-66.
- (120) Staitieh BS, Ioachimescu OC. Interpretation of pulmonary function tests: beyond the basics. *J Invest Med* 2017;65(2):301-310.

- (121) Vásquez JC, Pérez R. Interpretación de la espirometría en 10 pasos. Guía de bolsillo. México: Asociación Latinoamericana de Tórax, ALAT 2012:1-48.
- (122) Aljuraifani R, Stafford RE, Hall LM, Van den Hoorn W, Hodges PW. Task-specific differences in respiration-related activation of deep and superficial pelvic floor muscles. *J Appl Physiol* 2019;126(5):1343-1351.
- (123) Luginbuehl H, Baeyens J, Kuhn A, Christen R, Oberli B, Eichelberger P, et al. Pelvic floor muscle reflex activity during coughing—an exploratory and reliability study. *Annals of physical and rehabilitation medicine* 2016;59(5-6):302-307.
- (124) Shafik A, El-Sibai O, Shafik AA, Ahmed I. Effect of straining on perineal muscles and their role in perineal support: identification of the straining-perineal reflex. *J Surg Res* 2003;112(2):162-167.
- (125) Gordon KE, Reed O. The role of the pelvic floor in respiration: a multidisciplinary literature review. *Journal of Voice* 2020;34(2):243-249.
- (126) Rudavsky A, Turner T. Novel insight into the coordination between pelvic floor muscles and the glottis through ultrasound imaging: a pilot study. *International Urogynecology Journal* 2020;31(12):2645-2652.
- (127) Talasz H, Kremser C, Kofler M, Kalchschmid E, Lechleitner M, Rudisch A. Phase-locked parallel movement of diaphragm and pelvic floor during breathing and coughing—a dynamic MRI investigation in healthy females. *International urogynecology journal* 2011;22(1):61-68.
- (128) Bordoni B, Zanier E. Anatomic connections of the diaphragm: influence of respiration on the body system. *Journal of multidisciplinary healthcare* 2013;6:281.
- (129) De Troyer A, Boriek AM. Mechanics of the respiratory muscles. *Comprehensive Physiology* 2011;1(3):1273-1300.
- (130) Montes AM, Baptista J, Crasto C, de Melo CA, Santos R, Vilas-Boas JP. Abdominal muscle activity during breathing with and without inspiratory and expiratory loads in healthy subjects. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2016;30:143-150.
- (131) Pilarski JQ, Leiter JC, Fregosi RF. Muscles of breathing: development, function, and patterns of activation. *Comprehensive Physiology* 2011;9(3):1025-1080.
- (132) Amerijckx C, Goossens N, Pijnenburg M, Musarra F, van Leeuwen DM, Schmitz M, et al. Influence of phase of respiratory cycle on ultrasound imaging of deep abdominal muscle thickness. *Musculoskeletal Science and Practice* 2020;46:102105.
- (133) Montes AM, Gouveia S, Crasto C, de Melo CA, Carvalho P, Santos R, et al. Abdominal muscle activity during breathing in different postural sets in healthy subjects. *J Bodywork Movement Ther* 2017;21(2):354-361.
- (134) Pinsach P, Rial T, Caufriez M, Fernandez JC, Devroux I, Ruiz K. Hipopresivos, un cambio de paradigma. *Archivos de Medicina del Deporte* 2010;16(74):639-645.
- (135) Bø K, Nygaard IE. Is physical activity good or bad for the female pelvic floor? A narrative review. *Sports Medicine* 2020;50(3):471-484.

- (136) González NF, Rivas AD. Actividad física y ejercicio en la mujer. *Revista Colombiana de Cardiología* 2018;25:125-131.
- (137) Dąbrowska-Galas M, Dąbrowska J, Ptaszkowski K, Plinta R. High physical activity level may reduce menopausal symptoms. *Medicina* 2019;55(8):466.
- (138) Manson JE, Hu FB, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1999;341(9):650-658.
- (139) Nascimento SL, Surita FG, Cecatti JG. Physical exercise during pregnancy: a systematic review. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology* 2012;24(6):387-394.
- (140) DiPietro L, Evenson KR, Bloodgood B, Sprow K, Troiano RP, Piercy KL, et al. Benefits of physical activity during pregnancy and postpartum: an umbrella review. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51(6):1292.
- (141) American College of Obstetricians and Gynecologists. Physical activity and exercise during pregnancy and the postpartum period: ACOG Committee Opinion Summary, Number 804. *Obstet Gynecol* 2020;135(4):991-993.
- (142) Nygaard IE, Shaw JM. Physical activity and the pelvic floor. *Obstet Gynecol* 2016;214(2):164-171.
- (143) Bø K. Urinary incontinence, pelvic floor dysfunction, exercise and sport. *Sports medicine* 2004;34(7):451-464.
- (144) Rial T, Pinsach P. Principios técnicos de los ejercicios hipopresivos del Dr. Caufriez. EFDeportes.com, *Revista Digital*. Buenos Aires 2012;17(172).
- (145) Caufriez M, Fernández JC, Guignel G, Heimann A. Comparación de las variaciones de presión abdominal en medio acuático y aéreo durante la realización de cuatro ejercicios abdominales hipopresivos. *Revista Iberoamericana de fisioterapia y kinesiología* 2007;10(1):12-23.
- (146) Caufriez M, Domínguez JF, Ballester SE, Schulmann C. Estudio del tono de base del tejido músculo-conjuntivo del suelo pélvico en el posparto tras reeducación abdominal clásica. *Fisioterapia* 2007;29(3):133-138.
- (147) Caufriez M, Ballester SE. *Gimnasia abdominal hipopresiva*. ; 1997.
- (148) Navarro Brazález B, Sánchez Sánchez B, Prieto Gómez V, De La Villa Polo, Pedro, McLean L, Torres Lacomba M. Pelvic floor and abdominal muscle responses during hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction. *Neurourol Urodyn* 2020;39(2):793-803.
- (149) *Gimnasia abdominal hipopresiva*. Congreso franco español del suelo pélvico y pelviperineología. San Sebastián; 2007.
- (150) Castro RA, Berghmans B, Sartori MG. Hypopressive Gymnastics as a Resource for Perineal Proprioception in Women with Urinary Incontinence.

- (151) Abimael B, Rebullido TR, Medrano IC, Fabre P. Ejercicio hipopresivo en el tratamiento de la incontinencia urinaria en mujeres multíparas: serie de casos. *RECIEN: Revista Electrónica Científica de Enfermería* 2017(13):4.
- (152) Resende APM, Torelli L, Zanetti MRD, Petricelli CD, Jármy-Di Bella, Zsuzsanna Ilona Katalin, Nakamura MU, et al. Can abdominal hypopressive technique change levator hiatus area?: a 3-dimensional ultrasound study. *Ultrasound quarterly* 2016;32(2):175-179.
- (153) Juez L, Núñez-Córdoba JM, Couso N, Aubá M, Alcázar JL, Mínguez JÁ. Hypopressive technique versus pelvic floor muscle training for postpartum pelvic floor rehabilitation: A prospective cohort study. *Neurourol Urodyn* 2019;38(7):1924-1931.
- (154) Soriano L, González-Millán C, Sáez MÁ, Curbelo R, Carmona L. Effect of an abdominal hypopressive technique programme on pelvic floor muscle tone and urinary incontinence in women: A randomised crossover trial. *Physiotherapy* 2020;108:37-44.
- (155) Chedas MC, da Cunha Carrera I, González YG, Calvete AA. Aplicación clínica de los ejercicios hipopresivos: una revisión sistemática. *Revista andaluza de medicina del deporte* 2020;13(4):228-234.
- (156) Stüpp L, Resende APM, Petricelli CD, Nakamura MU, Alexandre SM, Zanetti MRD. Pelvic floor muscle and transversus abdominis activation in abdominal hypopressive technique through surface electromyography. *Neurourol Urodyn* 2011;30(8):1518-1521.
- (157) Ithamar L, de Moura Filho, Alberto Galvão, Rodrigues MAB, Cortez KCD, Machado VG, de Paiva Lima, Claudia Regina Oliveira, et al. Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics. *J Bodywork Movement Ther* 2018;22(1):159-165.
- (158) Sáez MMÁ, Rebullido TR, Medrano IC, Soidán JLG, Tormo JMC. ¿ Puede un programa de ocho semanas basado en la técnica hipopresiva producir cambios en la función del suelo pélvico y composición corporal de jugadoras de rugby? *RETOS.Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* 2016(30):26-29.
- (159) Bellido-Fernández L, Jiménez-Rejano JJ, Chillón-Martínez R, Gómez-Benítez MA, De-La-Casa-Almeida M, Rebollo-Salas M. Effectiveness of massage therapy and abdominal hypopressive gymnastics in nonspecific chronic low back pain: A randomized controlled pilot study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2018;2018.
- (160) Caufriez M, Fernández JC, Fanzel R, Snoeck T. Efectos de un programa de entrenamiento estructurado de Gimnasia Abdominal Hipopresiva sobre la estática vertebral cervical y dorsolumbar. *Fisioterapia* 2006;28(4):205-216.
- (161) Caufriez M, Fernández-Domínguez JC, Brynhildsvoll N. Estudio preliminar sobre la acción de la gimnasia hipopresiva en el tratamiento de la escoliosis idiopática. *Enfermería clínica* 2011;21(6):354-358.
- (162) Rami-Colás C, Martín-Nogueras AM. Tratamiento de fisioterapia de la escoliosis idiopática: Schroth versus gimnasia abdominal hipopresiva. *Fisioterapia* 2016;38(1):28-37.

- (163) Rial T, Negreira N, Álvarez-Sáez M, García-Soidán J. ¿ Puede un programa de ejercicio hipopresivo influir sobre la extensibilidad isquiosural y movilidad lumbar de jugadoras de fútbol. *Rev.Prepar.Fís.Fútbol* 2007;1889:5050.
- (164) Chan L, Heinemann AW, Roberts J. No title. Elevating the quality of disability and rehabilitation research: mandatory use of the reporting guidelines 2014.
- (165) Guillaumes S, O'Callaghan CA. Versión en español del software gratuito OxMaR para minimización y aleatorización de estudios clínicos. *Gaceta Sanitaria* 2019;33:395-397.
- (166) Aibar-Almazán A, Martínez-Amat A, Cruz-Díaz D, De la Torre-Cruz, Manuel J, Jiménez-García JD, Zagalaz-Anula N, et al. Effects of Pilates on fall risk factors in community-dwelling elderly women: A randomized, controlled trial. *European journal of sport science* 2019;19(10):1386-1394.
- (167) Morán MTC. Estudio comparativo de programas para cálculo del tamaño muestral. *Metodología de Encuestas* 2009;11(1):121-129.
- (168) Garrido-Castells X, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Calvo-Lobo C, Losa-Iglesias ME, Palomo-López P, Navarro-Flores E, et al. Effectiveness of leukocyte and platelet-rich fibrin versus nitrofurazone on nail post-surgery bleeding and wound cicatrization period reductions: A randomized single blinded clinical trial. *Journal of clinical medicine* 2019;8(10):1552.
- (169) Dias NT, Ferreira LR, Fernandes MG, Resende APM, Pereira-Baldon VS. A Pilates exercise program with pelvic floor muscle contraction: Is it effective for pregnant women? A randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn* 2018;37(1):379-384.
- (170) Kim C, Lee J, Kim H, Kim I. Effects of the combination of respiratory muscle training and abdominal drawing-in maneuver on respiratory muscle activity in patients with post-stroke hemiplegia: a pilot randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation* 2015;22(4):262-270.
- (171) Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995;273(5):402-407.
- (172) Consultation W. Obesity: preventing and managing the global epidemic. *World Health Organ Tech Rep* 2000;894:1-253.
- (173) Kovacs FM, Llobera J, Del Real, María Teresa Gil, Abaira V, Gestoso M, Fernández C. Validation of the Spanish version of the Roland-Morris questionnaire. *Spine* 2002;27(5):538-542.
- (174) Niskanen RO. The Oswestry low back pain disability questionnaire a two-year follow-up of spine surgery patients. *Scandinavian Journal of Surgery* 2002;91(2):208-211.
- (175) Laycock J. 2.2, Clinical evaluation of the pelvic floor. *Pelvic floor re-education* 1994:42-48.
- (176) Mateus-Vasconcelos ECL, Ribeiro AM, Antônio FI, Brito, Luiz Gustavo de Oliveira, Ferreira CHJ. Physiotherapy methods to facilitate pelvic floor muscle contraction: a systematic review. *Physiotherapy theory and practice* 2018;34(6):420-432.

- (177) Ferreira CHJ, Barbosa PB, de Oliveira Souza F, Antônio FI, Franco MM, Bø K. Inter-rater reliability study of the modified Oxford Grading Scale and the Peritron manometer. *Physiotherapy* 2011;97(2):132-138.
- (178) Pereira VS, Hirakawa HS, Oliveira AB, Driusso P. Relationship among vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, electromyographic and ultrasonographic variables of female pelvic floor muscles. *Brazilian journal of physical therapy* 2014;18:428-434.
- (179) Isherwood PJ, Rane A. Comparative assessment of pelvic floor strength using a perineometer and digital examination. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 2000;107(8):1007-1011.
- (180) Barber MD, Kuchibhatla MN, Pieper CF, Bump RC. Psychometric evaluation of 2 comprehensive condition-specific quality of life instruments for women with pelvic floor disorders. *Obstet Gynecol* 2001;185(6):1388-1395.
- (181) Barber M, Walters MD, Bump RC. Short forms of two condition-specific quality-of-life questionnaires for women with pelvic floor disorders (PFDI-20 and PFIQ-7). *Obstet Gynecol* 2005;193(1):103-113.
- (182) Sánchez-Sánchez B, Torres-Lacomba M, Yuste-Sánchez MJ, Navarro-Brazález B, Pacheco-da-Costa S, Gutiérrez-Ortega C, et al. Cultural adaptation and validation of the pelvic floor distress inventory short form (PFDI-20) and pelvic floor impact questionnaire short form (PFIQ-7) spanish versions. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 2013;170(1):281-285.
- (183) Espuña Pons M, Rebollo Álvarez P, Puig Clota M. Validación de la versión española del International Consultation on Incontinence Questionnaire-Short Form. Un cuestionario para evaluar la incontinencia urinaria. *Med Clin* 2004;122(8):288-292.
- (184) Seckiner I, Yesilli C, Mungan NA, Aykanat A, Akduman B. Correlations between the ICIQ-SF score and urodynamic findings. *Neurourol Urodyn* 2007;26(4):492-494.
- (185) Koppenhaver SL, Hebert JJ, Parent EC, Fritz JM. Rehabilitative ultrasound imaging is a valid measure of trunk muscle size and activation during most isometric sub-maximal contractions: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy* 2009;55(3):153-169.
- (186) Cho S, Kim KH, Baek I, Goo B. Comparison of contraction rates of abdominal muscles of chronic low back pain patients in different postures. *Journal of physical therapy science* 2013;25(8):907-909.
- (187) Taghipour M, Mohseni-Bandpei MA, Behtash H, Abdollahi I, Rajabzadeh F, Pourahmadi MR, et al. Reliability of Real-time Ultrasound Imaging for the Assessment of Trunk Stabilizer Muscles: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Ultrasound in Medicine* 2019;38(1):15-26.
- (188) Álvarez Solano C, González Camacho LA, Castaño Duque SP, Cortés Velosa T, Vanoy Martin JA, Chambrone L. To evaluate whether there is a relationship between occlusion and body posture as delineated by a stabilometric platform: A systematic review. *CRANIO®* 2020;1-12.

- (189) Hita-Contreras F, Zagalaz-Anula N, Martínez-Amat A, Cruz-Díaz D, Sánchez-Montesinos I, Aibar-Almazán A, et al. Sleep quality and its association with postural stability and fear of falling among Spanish postmenopausal women. *Menopause* 2018;25(1):62-69.
- (190) Strzecha M, Knapik H, Baranowski P, Pękala A, Pasiak J. Clinical significance of measurement reliability of diagnostic tools used for evaluation of body posture. *Gabinet Fizjoterapeuty Rehabil* 2014;1:28-32.
- (191) Hita-Contreras F, Martínez-Amat A, Lomas-Vega R, Álvarez P, Aránega A, Martínez-López E, et al. Predictive value of stabilometry and fear of falling on falls in postmenopausal women. *Climacteric* 2013;16(5):584-589.
- (192) Norré ME. Posture in otoneurology. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1990;44:363.
- (193) Forbes J, Cronovich H. Romberg Test. *StatPearls* [Internet] 2020.
- (194) García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, Del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol* 2013;49(9):388-401.
- (195) de Ávila Cabezón, Gabriel Romero, Rey JG, Estévez CR, Timiraos R, Carrasco M^a, Riádigos MIG, et al. Las 4 reglas de la espirometría. Grupo de Trabajo de Enfermedades Respiratorias da Agamfec. Asociación Galega de Medicina Familiar y Comunitaria. Año 2013;20:7.
- (196) Casan P, Roca J, Sanchis J. Spirometric response to a bronchodilator. Reference values for healthy children and adolescents. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1983;19(6):567-569.
- (197) Castellsagué J, Burgos F, Sunyer J, Barberà JA, Roca J. Prediction equations for forced spirometry from European origin populations. *Respir Med* 1998;92(3):401-407.
- (198) Vera-Villaruel P, Silva J, Celis-Atenas K, Pavez P. Evaluación del cuestionario SF-12: verificación de la utilidad de la escala salud mental. *Revista médica de Chile* 2014;142(10):1275-1283.
- (199) Gandek B, Ware JE, Aaronson NK, Apolone G, Bjorner JB, Brazier JE, et al. Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *J Clin Epidemiol* 1998;51(11):1171-1178.
- (200) Vilagut G, Valderas JM, Ferrer M, Garin O, López-García E, Alonso J. Interpretation of SF-36 and SF-12 questionnaires in Spain: physical and mental components. *Med Clin* 2008;130(19):726-735.
- (201) Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. : Academic press; 2013.
- (202) Chevalier F, Fernandez-Lao C, Cuesta-Vargas AI. Normal reference values of strength in pelvic floor muscle of women: a descriptive and inferential study. *BMC Womens Health* 2014;14(1):1-9.
- (203) Jose-Vaz LA, Andrade CL, Cardoso LC, Bernardes BT, Pereira-Baldon VS, Resende APM. Can abdominal hypopressive technique improve stress urinary incontinence? an assessor-blinded randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn* 2020;39(8):2314-2321.
- (204) de Viñaspre Hernández, R Ruiz. Eficacia de la gimnasia abdominal hipopresiva en la rehabilitación del suelo pélvico de las mujeres: revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas* 2018;42(9):557-566.

- (205) Kaji A, Sasagawa S, Kubo T, Kanehisa H. Transient effect of core stability exercises on postural sway during quiet standing. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010;24(2):382-388.
- (206) de Moya MP, Bertomeu JB, Broseta MV. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación* 2005;39(6):315-323.
- (207) Gorbett N, Selkowitz NM, Hart JM, Saliba S. No difference in transverse abdominis activation ratio between healthy and asymptomatic low back pain patients during therapeutic exercise. *Rehabilitation research and practice* 2010;2010.
- (208) Cruz-Díaz D, Bergamin M, Gobbo S, Martínez-Amat A, Hita-Contreras F. Comparative effects of 12 weeks of equipment based and mat Pilates in patients with Chronic Low Back Pain on pain, function and transversus abdominis activation. A randomized controlled trial. *Complement Ther Med* 2017;33:72-77.
- (209) Chacaroun S, Borowik A, Gonzalez VY, Doutreleau S, Wuyam B, Belaidi E, et al. Hypoxic Exercise Training to Improve Exercise Capacity in Obese Individuals. *Med Sci Sports Exerc* 2020.
- (210) Jung K, Kim J, Park H, Jung W, Lim K. Hypoxic Pilates intervention for obesity: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020;17(19):7186.
- (211) Lopes AJ. Advances in spirometry testing for lung function analysis. *Expert review of respiratory medicine* 2019;13(6):559-569.
- (212) Alvarenga GMd, Charkovski SA, Santos LKd, Silva, Mayara Alves Barbosa da, Tomaz GO, Gamba HR. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. *Clinics* 2018;73.
- (213) Giacomini MB, da Silva, Antônio Marcos Vargas, Weber LM, Monteiro MB. The Pilates Method increases respiratory muscle strength and performance as well as abdominal muscle thickness. *J Bodywork Movement Ther* 2016;20(2):258-264.
- (214) Kibar S, Yardimci FÖ, Evcik D, Ay S, Alhan A, Manço M, et al. Can a pilates exercise program be effective on balance, flexibility and muscle endurance? A randomized controlled trial. *J Sports Med Phys Fitness* 2015;56(10):1139-1146.
- (215) Kang G, Lee H, Shin M, Kim J, Lee S, Park Y. The Efficacy of Pilates on Urinary Incontinence in Korean Women: A Metabolomics Approach. *Metabolites* 2021;11(2):118.
- (216) Strongoli LM, Gomez CL, Coast JR. The effect of core exercises on transdiaphragmatic pressure. *Journal of sports science & medicine* 2010;9(2):270.
- (217) Radzimińska A, Strączyńska A, Weber-Rajek M, Styczyńska H, Strojek K, Piekorz Z. The impact of pelvic floor muscle training on the quality of life of women with urinary incontinence: a systematic literature review. *Clinical interventions in aging* 2018;13:957.
- (218) Schuch FB, Vancampfort D, Rosenbaum S, Richards J, Ward PB, Stubbs B. Exercise improves physical and psychological quality of life in people with depression: A meta-analysis including the evaluation of control group response. *Psychiatry Res* 2016;241:47-54.

- (219) Martins FM, da Silva EG, Souza MA, Vieira ER, da Silva RA, Barbosa AW. Eight-week equipment based Pilates exercises positively affects quality of life, and functional capacity in non-active adult women: a randomized controlled trial. J Sports Med Phys Fitness 2020.
- (220) Sherburn M, Bø K. Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. Phys Ther 2005;85:269-282.
- (221) Rial T, Pinsach P. Ejercicios hipopresivos: Mucho más que abdominales. : La Esfera de los Libros; 2015.
- (222) Lukacz ES, Santiago-Lastra Y, Albo ME, Brubaker L. Urinary incontinence in women: a review. JAMA 2017;318(16):1592-1604.
- (223) Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Ross LM, Lamperti ED. Thieme atlas of anatomy: general anatomy and musculoskeletal system. : Thieme Medical Publishers, Incorporated; 2014.
- (224) Calais-Germain B, Parés NV. Parir en movimiento: la movilidad de la pelvis en el parto. : La liebre de Marzo; 2010.
- (225) Amat P, Smith-Agreda JM. Escolar anatomía humana: funcional y aplicada. 2007.
- (226) Thibodeau GA, Patton KT. Anatomía y fisiología. ; 2000.
- (227) Aibar Almazán A. Sarcopenia, obesidad, riesgo de caídas e indicadores de salud en mujeres postmenopáusicas españolas. Efectos de un programa de ejercicios basados en el método Pilates. 2021.

IX. ANEXOS.

Anexo 1: María del Mar Moreno-Muñoz, Fidel Hita-Contreras, María Dolores Estudillo Martínez, Agustín Aibar-Almazán, Yolanda Castellote-Caballero, Marco Bergamin, Stefano Gobbo, David Cruz-Díaz. The Effects of Abdominal Hypoppressive Training on Postural Control and Deep Trunk Muscle Activation: A Randomized Controlled Trial.



Article

The Effects of Abdominal Hypopressive Training on Postural Control and Deep Trunk Muscle Activation: A Randomized Controlled Trial

María del Mar Moreno-Muñoz ¹, Fidel Hita-Contreras ¹ , María Dolores Estudillo-Martínez ² , Agustín Aibar-Almazán ¹ , Yolanda Castellote-Caballero ^{1,*} , Marco Bergamin ³ , Stefano Gobbo ³ and David Cruz-Díaz ¹

¹ Department of Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Jaén, E-23071 Jaén, Spain; marmoreno92@gmail.com (M.d.M.M.-M.); fhita@ujaen.es (F.H.-C.); aaibar@ujaen.es (A.A.-A.); dcruz@ujaen.es (D.C.-D.)

² Department of Statistics, Faculty of Experimental Sciences, University of Jaén, E-23071 Jaén, Spain; mdestudi@ujaen.es

³ Department of Medicine, University of Padova Palazzina ex Semeiotica Medica-Via Ospedale Civile, 105 35128 Padova, Italy; marco.bergamin@unipd.it (M.B.); stefano.gobbo@unipd.it (S.G.)

* Correspondence: mycastel@ujaen.es



Citation: Moreno-Muñoz, M.d.M.; Hita-Contreras, F.; Estudillo-Martínez, M.D.; Aibar-Almazán, A.; Castellote-Caballero, Y.; Bergamin, M.; Gobbo, S.; Cruz-Díaz, D. The Effects of Abdominal Hypopressive Training on Postural Control and Deep Trunk Muscle Activation: A Randomized Controlled Trial. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 2741. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052741>

Academic Editor: Luca Paolo Ardigo

Received: 3 February 2021

Accepted: 5 March 2021

Published: 8 March 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Background: Abdominal Hypopressive Training (AHT) provides postural improvement, and enhances deep trunk muscle activation. However, until recently, there was a lack of scientific literature supporting these statements. The major purpose of this study was to investigate the effect of AHT on posture control and deep trunk muscle function. Methods: 125 female participants aged 18–60 were randomly allocated to the Experimental Group (EG), consisting of two sessions of 30 min per week for 8 weeks of AHT, or the Control Group (CG), who did not receive any treatment. Postural control was measured with a stabilometric platform to assess the static balance and the activation of deep trunk muscles (specifically the Transverse Abdominal muscle (TrA)), which was measured by real-time ultrasound imaging. Results: The groups were homogeneous at baseline. Statistical differences were identified between both groups after intervention in the Surface of the Center of Pressure (CoP) Open-Eyes (S-OE) ($p = 0.001$, Cohen's $d = 0.60$) and the Velocity of CoP under both conditions; Open-Eyes (V-OE) ($p = 0.001$, Cohen's $d = 0.63$) and Close-Eyes (V-CE) ($p = 0.016$, Cohen's $d = 0.016$), with the EG achieving substantial improvements. Likewise, there were statistically significant differences between measurements over time for the EG on S-OE ($p < 0.001$, Cohen's $d = 0.99$); V-OE ($p = 0.038$, Cohen's $d = 0.27$); V-CE ($p = 0.006$, Cohen's $d = 0.39$), anteroposterior movements of CoP with Open-Eyes (RMSY-OE) ($p = 0.038$, Cohen's $d = 0.60$) and activity of TrA under contraction conditions ($p < 0.001$, Cohen's $d = 0.53$). Conclusions: The application of eight weeks of AHT leads to positive outcomes in posture control, as well as an improvement in the deep trunk muscle contraction in the female population.

Keywords: postural control; balance; deep trunk muscles; abdominal hypopressive training

1. Introduction

Postural control is defined as a motor skill that maintains the body's vertical axis within the ends of the support base [1] in any static or dynamic condition, so it is a prerequisite for dexterous coordination and an integral component of overall motor skill [1,2]. The performance of postural stability is integrated by mechanisms that determine the processes of balance control, provided by the complex activity of the control system, which includes neuromuscular synergies and the sensory and cognitive systems of anticipative and adaptive mechanisms [3–5]. Previous research has shown that co-activation of the spinal stabilizer muscles, including systems like the thoracic diaphragm, deep trunk muscles (especially the transverse abdominal (TrA), and pelvic floor muscles (PFM)), have a

major role in postural stability [6,7]. The correct activation of the deep trunk muscles results in a significant improvement of the lumbar spine stability through greater intra-abdominal pressure and increased stress of the thoracolumbar fascia (by direct connection with the TrA) [6]. In healthy individuals, TrA activity is usually triggered before any postural disturbance, to protect the lumbar region from imposed forces. [8]. If this perturbation is not anticipated, balance disruption may occur [9]. As such, understanding how abdominal muscles respond specifically in postural control is a key element for limiting the risk of injuries, as the center of the movement chain is located in the trunk [10].

Evidence suggests that physical training focused on deep trunk muscle stabilization improves postural control [1]. Caufriez et al., in 1980 [11], proposed Abdominal Hypopressive Training (AHT) as a method to prevent pelvic floor dysfunction after pregnancy [12], then as training to improve postural control [13]. It consists of postural and breathing techniques [14,15] which decrease the pressure in three compartments: the thoracic, abdominal, and perineal [11]. It has been hypothesized that complete exhalation, followed by apnea, blocks the glottis and opens the chest cavity in such a way that the diaphragm is stretched, causing involuntary trunk deep muscle activation [12–14]. This maneuver, added to postural techniques, aims to induce activation of tonic muscle fibers (type I), which should increase the synergistic activation of all postural muscles, including the deep trunk muscles [13,14,16]. Thus, this training reinforces the abdominal binder and stabilizes the lumbar spine. Benefits such as improved flexibility of the lumbar and hamstring muscles, and restructuring of the posture, have also been suggested [11,16–18]. Regarding postural techniques, AHT is performed in a sequence of positions, which usually start standing up and end in a supine position, passing through kneeling, quadruped, and sitting positions [13].

This study aimed to assess the effects of AHT on posture control and deep trunk muscle function, focusing on the activity of the TrA.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design and Subjects

A randomized controlled trial was performed. Participants were recruited by advertisements in public institution (Hospitals and University) and social media (Instagram and Facebook). Inclusion criteria included female gender and aged 18 to 60; individuals were excluded if they presented with contraindications to AHT participation (cardio-respiratory disease, untreated arterial hypertension, pregnancy, hiatus hernia) [13], had participated in AHT in the past 2 years, had balance or neurological deficits, experienced vestibular alterations, or had an autoimmune disorder. Women who were not able to commit to or did not attend three sessions of this study were also excluded.

The principal investigator scheduled meetings with people interested in the project. All women, who decided to participate signed an informed consent from before the beginning of the study. The participants who met the inclusion criteria were randomly assigned to the Experimental (EG) or Control Group (CG). This allocation was conducted by the OxMaR [19] system at a 1:1 ratio. The participants knew their group before starting the intervention; this was communicated through sealed opaque envelopes created by an independent researcher not otherwise involved with the study.

The present study had the approval of the Human Ethics Committee of the University of Jaén (NCT04343599), and complied with the statement CONSORT guidelines [20].

2.2. Procedure

Participants allocated to the intervention group received an intervention of AHT, based on the Low-Pressure Fitness (LPF) protocol, of two sessions of 30 min per week for 8 weeks [21]. The first two sessions consisted of learning breathing techniques and postural fundamentals of AHT (Table 1), which are maintained in all postures and their variants in the upper limbs (Figures 1 and 2). In the rest of the sessions, the complete progression of hypopressive postures (from standing to supine) was performed. The participants preserved

an attitude of constant muscular activation. A hypopressive maneuver (expiratory apnea) was executed for every hypopressive posture, after three breath cycles. Three repetitions were performed with each posture, and the patients changed their posture during the expiration maneuver. The rhythm of breathing and exercises was guided by the instructor, who supervised the correct execution.

The participants of the CG engaged in no treatment during the study. Telephone contact was maintained to ensure that the women who did not receive treatment were not engaging in any other specific deep trunk muscle physical training in any activity that they were not performing previously, since this could have interfered with the results of this study.

Table 1. Technical foundations of Abdominal Hypopressive Training (AHT)¹⁴.

Technical Foundations	Definition
Autoelongation	Axial stretching of the spine, tensioning of deep spine and back extensors
Double chin	Pulling the crown to the ceiling
Decoaptation of the glenohumeral joint	Scapula abduction and serratus activation
Neutral pelvis	Equal distance between anterior and posterior superior iliac spines
Dorsal ankle flexion	Parallel lower extremities with hip-width, slight knee flexion, and dorsal ankle flexion
Gravity shaft overrun	Imbalance of the anteroposterior axis involving variation of the center of gravity
Diaphragmatic breathing	Nasal inspiration with rib opening Braked mouth breathing
Expiratory apnea	Total exhalation Apnea maintained with a costal opening: closure of the glottis, voluntary contraction of the serratus majors and muscles of the upper airway, intercostals, scalenes, and sternocleidomastoid Diaphragm relaxation and cavity pressure reduction

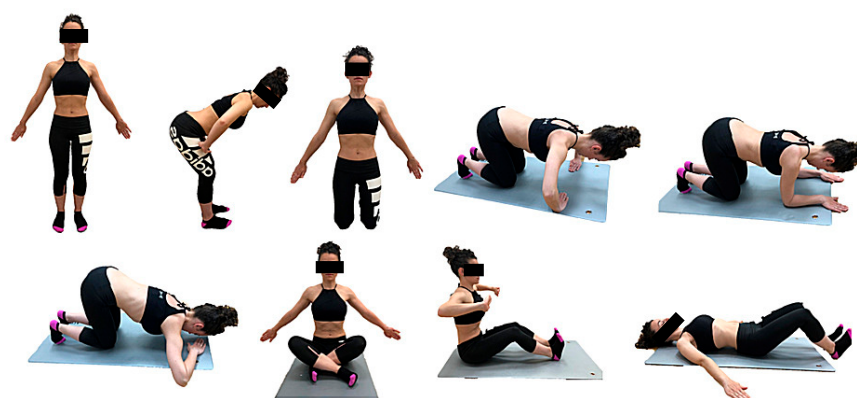


Figure 1. Progression of hypopressive postures.



Figure 2. MMSS variant in hypopressive positions. (1) Extension and pronation. (2) Internal rotation shoulder, 90° flexion elbow and wrist, hand push to the floor. (3) Internal rotation and 90° flexion shoulder, 90° flexion elbow and wrist, push forward.

2.3. Outcome Measures, Variables, and Instruments

The primary outcome measure was postural control, assessed with a stabilometric platform, with TrA activity measured by real-time ultrasound imaging included as the secondary outcome measure. Both groups were assessed by an independent assessor at baseline and after the intervention (8 weeks later). Sociodemographic and clinical data at baseline can be found in Table 2.

Table 2. Baseline characteristics of the study group.

Demographic Characteristics		All Participants (n = 117)	CG (n = 56)	EG (n = 63)	p-Value
Age: mean $\pm$ SD (years)		45.65 $\pm$ 8.86	46.89 $\pm$ 6.59	44.54 $\pm$ 10.40	0.149
Weight: mean $\pm$ SD (Kg)		63.59 $\pm$ 10.59	64.62 $\pm$ 10.04	62.67 $\pm$ 11.05	0.318
Height: mean $\pm$ SD (cm)		162.56 $\pm$ 5.95	163.45 $\pm$ 5.83	161.78 $\pm$ 5.99	0.128
BMI: mean $\pm$ SD (kg/m ²)		24.03 $\pm$ 3.63	24.15 $\pm$ 3.31	23.93 $\pm$ 3.92	0.742
N° pregnant: mean $\pm$ SD		1.54 $\pm$ 1.07	1.71 $\pm$ 1.06	1.38 $\pm$ 1.07	0.090
N° delivery: mean $\pm$ SD		1.47 $\pm$ 1.05	1.63 $\pm$ 1.04	1.33 $\pm$ 1.05	0.130
Delivery type: n (%)	None	28 (23.5)	10 (35.7)	18 (64.3)	0.533 **
	Vaginal	68 (57.1)	34 (50)	34 (50)	
	Caesarean	12 (10.1)	7 (58.3)	5 (41.7)	
	Both	10 (8.4)	5 (45.5)	6 (54.5)	
Smoking: n (%)	No	100 (84)	49 (49)	51 (51)	0.33
	Yes	19 (16)	7 (36.8)	12 (63.2)	
Exercise: n (%)	No	56 (47.1)	27 (48.2)	29 (51.8)	0.812
	yes	63 (52.9)	29 (46)	34 (54)	
RMSX-OE: mean $\pm$ SD (mm)		0.59 $\pm$ 0.11	0.58 $\pm$ 0.12	0.59 $\pm$ 0.10	0.833
RMSX-CE: mean $\pm$ SD (mm)		0.64 $\pm$ 0.12	0.64 $\pm$ 0.11	0.64 $\pm$ 0.13	0.962
RMSY-OE: mean $\pm$ SD (mm)		0.42 $\pm$ 0.99	0.41 $\pm$ 0.10	0.43 $\pm$ 0.09	0.354
RMSY-CE: mean $\pm$ SD (mm)		0.50 $\pm$ 0.15	0.49 $\pm$ 0.14	0.50 $\pm$ 0.16	0.796
V-OE: mean $\pm$ SD (mm/s)		15.97 $\pm$ 3.57	15.95 $\pm$ 4.31	15.98 $\pm$ 2.80	0.964
V-EC: mean $\pm$ SD (mm/s)		16.78 $\pm$ 3.20	16.56 $\pm$ 2.79	16.98 $\pm$ 3.53	0.476
S-O: mean $\pm$ SD (mm ²)		42.56 $\pm$ 41.34	35.69 $\pm$ 31.22	48.67 $\pm$ 48.03	0.087
S-CE: mean $\pm$ SD (mm ²)		85.76 $\pm$ 137.31	77.32 $\pm$ 94.72	93.25 $\pm$ 166.74	0.530
TrA relaxation: mean $\pm$ SD		0.40 $\pm$ 0.08	0.40 $\pm$ 0.09	0.39 $\pm$ 0.08	0.921
TrA contraction: mean $\pm$ SD		0.70 $\pm$ 0.14	0.74 $\pm$ 0.14	0.67 $\pm$ 0.13	0.239

1. Notes: Data collected as the means; $\pm$ standard deviations and; frequencies (percentages) for continuous and categorical variables respectively; CG: Control Group; EG: Experimental Group; SD: Standard Deviation; kg: kilograms; cm: centimeters; mm: millimeters; s: second; IBM: Body Mass Index; N°: number; RMSX: mediolateral mean displacements of the center of pressure; RMSY: anteroposterior means displacements of the center of pressure; V: velocity of the center of pressure movements; S: area of the center of pressure movement. OE: open eyes; CE: closed eyes. 2. ** Fisher's exact test.

2.4. Primary Outcome

Postural control was the primary outcome measure. This continuous variable was assessed by a stabilometric platform (Sensor Medica, Rome, Italy), with an active surface of 400 $\times$ 400 mm and a frequency of 30 Hz. The Free-Step Standard 3.0 software (Sensor Medica, Rome, Italy) which has been employed in previous studies [22,23] was used to calculate the center of pressure (CoP) movement. Postural control assessment was

performed following the same methodology of previous studies and based on Romberg test [24,25]. This test provided stabilometric measures under two conditions in succession: an Open (OE) and a Closed Eyes (CE). Each measure lasted 30 s and there was a 1-min interval between tests [26]. Participants on the platform were kept immobile, assuming a comfortable posture with the arms beside the body, legs parallel, and bare feet at a 30° angle. The stabilometric measures analyzed in this study were participant's CoP amplitude in the mediolateral (RMSX) and anteroposterior (RMSY) orientation (mm), the area coated (S, mm²), and the velocity movement of CoP (V, mm/s). Moderate to substantial reliability has been demonstrated for this pressure platform in terms of the stabilometric variables reviewed in this trial, with an intraclass correlation coefficient of 0.495 to 0.832 [23,27].

2.5. Secondary Outcome

TrA activation was the secondary outcome (continuous variables). A SonoScape S2 ultrasound system was used with an 8 MHz linear transducer. The measurement process followed previous research [28]. The position of the participants was supine, with arms along the body, pelvis in a neutral position (equal distance between anterior and posterior superior iliac spines), knee flexion of 45°, and feet supported on the stretcher. The transducer was placed on the right side of the participant, drawing a line between the last rib and the iliac crest, and about 2.5 cm distal of the middle point was the thickness of the TrA. The measure was taken vertically at 1 cm between the edge of the muscle and the interface of the internal oblique muscle (IO) origin. Three repeated values were taken at rest and in contraction conditions (mm). Each image was captured by keeping the transducer in the same position, and with the same pressure. The resting measurement was taken during exhalation during comfortable breathing, and the contracting measurement was taken at the moment of maximum expiration; the participants were instructed to bring the navel towards the stretcher and towards the head, without losing the neutral pelvic position [29]. An assessor instructed the women on how to do this and control the pelvis, thus achieving the most selective contraction of the TrA.

2.6. Statistical Analysis

The sample size was calculated using Ene 3.0 (GlaxoSmithKline, SA, Madrid, Spain) [27,30,31], based on stabilometric parameter included in previous studies [32], to obtain a statistically significant difference using stabilometric scores as the dependent variable, with a power of 0.80, a significance level of 95%, and considering an estimated drop out of 15%, 49 participants per group were required. SPSS statistical software, version 21.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA), was employed for the statistical analyses. Data were calculated as frequencies (percentages) and mean $\pm$ standard deviation for categorical and continuous variables respectively. We used the Kolmogorov–Smirnov test to check the normal distribution of all continuous variables. The Student's *t*-test and the Chi-square test (Fisher's exact test when the number of cases was small) was used to determine possible differences between continuous and categorical variables respectively. An ANOVA with a 2 $\times$ 2 design was applied, where the between-group component was determined by the intervention (EG and CG), and the within-group component was the time of measurement (pre and post-intervention). Results were considered statistically significant at a *p*-value < 0.05. Eta-squared was used for the effect size of the main effects. Cohen's *d* was used to calculate effect sizes of the specific group $\times$ time interactions, which were considered as small (Cohen's *d* = 0.2), medium (Cohen's *d* = 0.5), and large (Cohen's *d* = 0.8) [33].

3. Results

From the initial sample of 254 participants, 76 did not meet the inclusion criteria and 53 declined to participate. A total of 125 women were allocated to each group (64 to EG and 60 to CG), and 117 participants completed the study. Seven women did not complete the study; five participants in the CG did not complete the last assessment, and the other two women from the EG ceased participation due to lack of availability (Figure 3). There were

no differences at baseline in the studied variables and sociodemographic data (Table 2). The mean $\pm$ SD age of the participants was 45.65 ± 8.86 years; the mean $\pm$ SD values for weight and height were 63.59 ± 10.59 and 162.56 ± 5.95 , respectively, and the mean BMI $\pm$ SD was 24.03 ± 3.63 . The percentage of smoking women was 36.8% in the EG and 63.2% in the CG. A total of 29 and 34 participants reported exercising in the EG and CG, respectively.

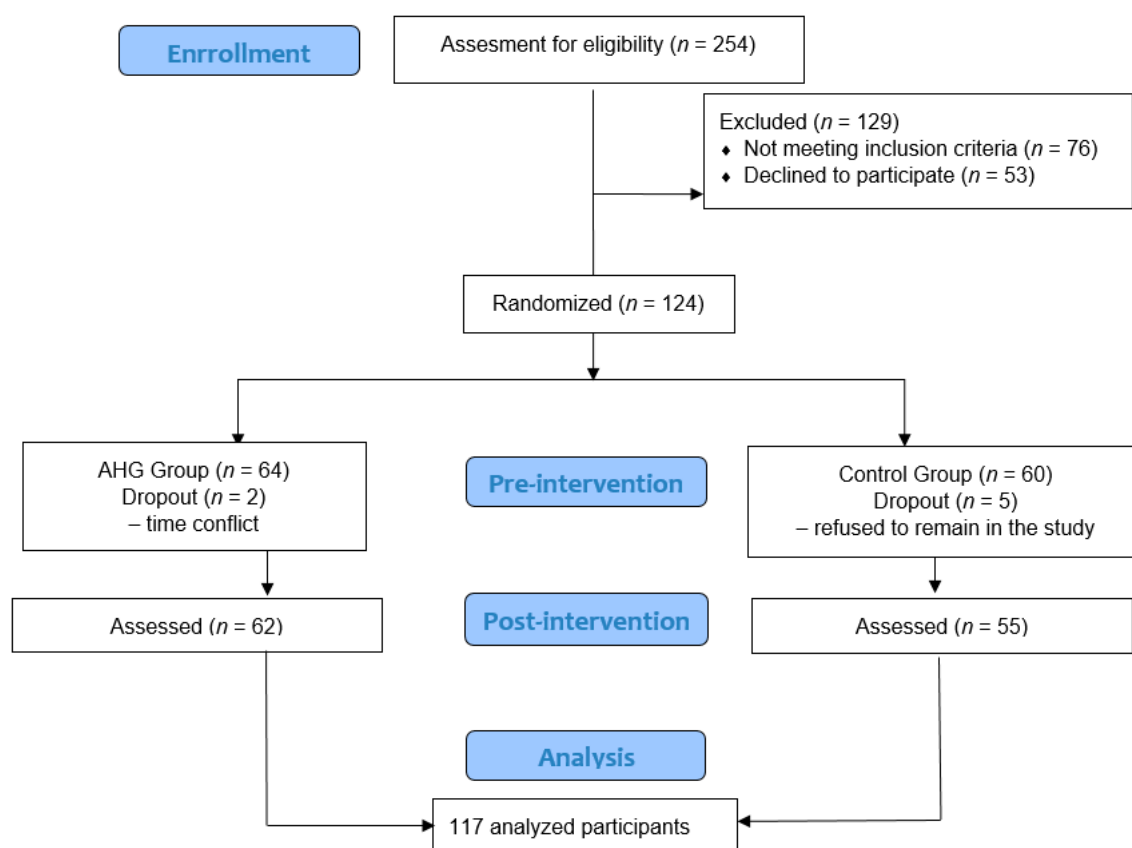


Figure 3. CONSORT Flowchart of patient selection and allocation.

3.1. Postural Control

The results of the EG post-intervention showed an improvement of all variables related to postural control, however not all were statistically significant (Table 3).

The Romberg test under closed-eyes only showed statistically significant differences in the V-CE values concerning the Group $\times$ Time interaction: $F(1,117) = 7.648$, $p = 0.0070$, $\eta^2 = 0.61$. An exhaustive analysis yielded statistically significant changes between groups after the intervention: $t(117) = 2.438$; $p = 0.016$, with a medium effect size (Cohen's $d = 0.45$). The measures at pre and post-intervention found significantly higher values for the EG: $t(62) = 2.843$; $p = 0.006$ (Cohen's $d = 0.39$). The rest of the stabilometric variables were not statistically significant (Figure 4).

Under the open-eyes condition, statistically significant differences were observed in all outcomes measures except RMSX-OE. Concerning RMSY-OE, a detailed analysis found statistically significant changes between pre and post-treatment measures in women who received AHG; $t(62) = 4.719$; $p < 0.001$ (Cohen's $d = 0.54$). In V-OE and S-OE, the results showed significant differences between pre and post-measurement in the EG: $t(62) = 2.116$; $p = 0.038$; Cohen's $d = 0.27$ and $t(62) = 5.517$; $p < 0.001$; $d = 0.99$; respectively. Significant differences were also found between both groups at post-intervention in both stabilometric variables; V-OE: $t(117) = 3.434$; $p = 0.001$; $d = 0.63$ and S-OE: $t(117) = 3.377$; $p = 0.001$; $d = 0.60$.

Table 3. Between-group and within-group comparison of the stabilometric parameters and TrA measures.

	Control Group (n = 56)		Experimental Group (n = 63)		Group			Time			Group × Time		
	Pre	Post	Pre	Post	F (1.117)	p- Value	η ²	F (1.117)	p- Value	η ²	F (1.117)	p- Value	η ²
RMSX-OE (mm)	0.58 ± 0.12	0.59 ± 0.11	0.59 ± 0.10	0.58 ± 0.10	0.086	0.770	0.001	0.025	0.875	0.001	0.411	0.52	0.003
RMSX-CE (mm)	0.64 ± 0.11	0.67 ± 0.14	0.64 ± 0.13	0.63 ± 0.10	1.088	0.299	0.009	1.153	0.285	0.010	2.714	0.102	0.023
RMSY-OE (mm)	0.41 ± 0.10	0.40 ± 0.10	0.43 ± 0.09	0.38 ± 0.09	0.032	0.859	0.001	12.585	0.001*	0.097	5.095	0.026*	0.042
RMSY-CE (mm)	0.49 ± 0.14	0.45 ± 0.12	0.50 ± 0.16	0.42 ± 0.10	0.292	0.590	0.002	17.049	0.001*	0.127	1.315	0.254	0.011
V-OE (mm/s)	15.95 ± 4.31	17.00 ± 2.66	15.98 ± 2.80	15.21 ± 2.99	3.217	0.075	0.027	0.182	0.670	0.002	7.401	0.008**	0.059
V-CE (mm/s)	16.56 ± 2.79	16.97 ± 2.66	16.98 ± 3.53	15.75 ± 2.78	0.761	0.385	0.006	1.861	0.175	0.016	7.648	0.007*	0.061
S-OE (mm ²)	35.69 ± 31.22	23.14 ± 18.59	48.67 ± 48.03	15.16 ± 2.55	0.369	0.545	0.003	37.168	0.001*	0.241	7.705	0.006**	0.062
S-CE (mm ²)	77.32 ± 94.72	53.71 ± 52.75	93.25 ± 166.74	50.19 ± 50.62	0.158	0.691	0.001	9.151	0.003*	0.073	0.779	0.379	0.007
TrA relaxation	0.40 ± 0.09	0.41 ± 0.09	0.39 ± 0.08	0.40 ± 0.08	0.013	0.911	0.001	0.904	0.344	0.008	0.001	0.989	0.001
TrA contraction	0.74 ± 0.14	0.74 ± 0.17	0.67 ± 0.13	0.75 ± 0.17	1.835	0.178	0.015	15.44	0.001*	0.117	13.057	0.001**	0.100

p value < 0.05 Post vs. Pre intervention; ** p value < 0.05 Intervention vs. Control; Notes: Data collected as means, standard deviations, frequencies, and percentages for continuous and categorical variables. CG: Control Group; EG: Experimental Group; η²: Eta Squared; RMSX: mediolateral mean displacements of the center of pressure; RMSY: anteroposterior mean displacements of the center of pressure; V: velocity of the center of pressure movements; S: area of the center of pressure movement. OE: Open eyes; CE: Closed eyes.

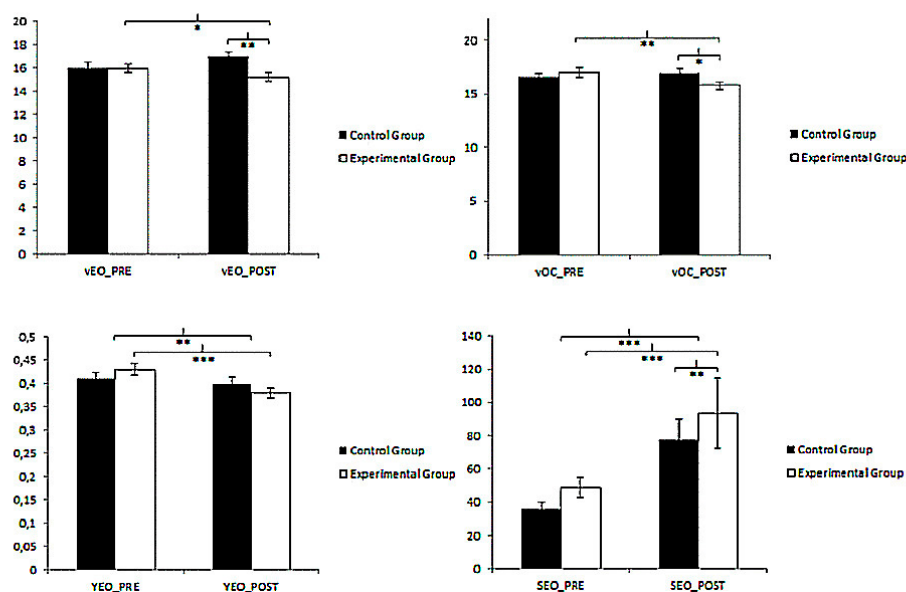


Figure 4. Between-group and within-group comparison of VEO, VCE, YOE, and SOE scores. VEO: mean speed of displacement of the pressure center with open eyes; VOC: mean speed of displacement of the pressure center with eyes closed; YEO: mean value of anteroposterior oscillations of the pressure center with open eyes; SEO: surface with open eyes. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

3.2. TrA Activation

In both conditions (muscle contraction and relaxation), the women of the EG showed higher values than the women of the other group. However, only under contraction were the Time ($F(1.117) = 15.44$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.117$) and the Group × Time ($F(1.117) = 13.057$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.100$) interactions statistically significantly different. A detailed analysis revealed statistically significant changes only over time of intervention measurements for the group receiving AHT ($t(62) = -5.240$, $p < 0.001$; $d = 0.53$) (Table 3).

4. Discussion

The present study was the first randomized controlled trial addressing the effects of AHT on postural control, measured by empirical variables. The obtained results suggest that postural stability and deep trunk muscle activation significantly improved after eight weeks of AHT in the female population.

4.1. Postural Control

Stabilometric analysis showed positive effects on the surface of the area, the antero-posterior displacements, and the velocity of the CoP movement variables in the EG after AHT intervention. Previous studies [17,18] hypothesized the influence of AHT on postural variables; however, the present study employed an objective and validated instrument supporting this. Caufriez et al. [17] suggested that there was an improvement in the mobility of the pelvic and lumbar spine after AHT intervention. In line with the aforementioned manuscript, Rial et al. [18] observed an increase in the mobility of the spine in female football players after six weeks of AHT. Both studies used subjective assessment of postural variables, like biometric parameters, which could have an error coefficient of up to 15% [17]. Regarding postural assessments, the velocity of the CoP is an important fall predictor [27], and can be considered a valid and reliable outcome measure to determine postural improvements in combination with the provided information of the surface data, obtained with the stabilometric platform [33,34].

The results obtained in this study concerning postural control improvement are in agreement with the previous findings of Caufriez et al. [17], who hypothesized that hypopressive breathing and postures could increase the synergistic activation of the postural muscles [15]. This co-activation could be related to the feedforward strategies and automatic adjustments around balance [35]. Maintaining an ankle dorsiflexion position during AHT may lead to a significant improvement in the AP sway range after the intervention. This stimulus in the anteroposterior axis during AHT implies a change in the center of gravity, and challenges the maintenance of stability. This may lead to the improvement in the stabilization strategies on some systems, such as the ankle joint, which play an important role in static and dynamic balance [36].

Surface data obtained with the stabilometric platform showed within and between groups improvement in the EG. Information provided in the RMSY analysis has been deemed to be clinically relevant to postural assessment [4]. Participants allocated to the AHT intervention presented slight improvements in frontal sway range after the intervention. In contrast with the anteroposterior axis, where the ankle joint is dominant, the mediolateral has a predominance of the hip joint [2,37]. The positive findings of this study could be explained by the activation of the external rotators and hip adductors, which are affected by the posture hypopressive [15]. Another important finding in this study was the observed statistically significant differences under OE or CE conditions. It has been suggested that an increase in postural sway could be a compensatory mechanism employed by an individual when vision is restricted. An improvement in these parameters is seen with improved proprioception. Feedforward strategies are influenced by all afferent information arising from the somatosensorial system, including proprioception. Therefore, when vision is limited, the rest of the system needs to be compensated by the rest of the afferent elements [38,39].

4.2. Deep Trunk Muscles

Our results agree with previous studies reporting improvement in deep trunk muscles after AHT [15,16,40]. Navarro Brazález et al. [15] reported that deep abdominal muscles are activated between 25.4% and 35.3% of the rest condition performance of the supine hypopressive posture, and at 22.8% during the orthostatic hypopressive posture. We observed that there was an improvement of TrA during voluntary contraction but not at rest. These findings are consistent with a previous study, where it was suggested that hypertrophy is not possible after AHT because of the load characteristics and intensity

during the described exercises [41]. Nevertheless, a longer period than eight weeks could lead to some improvement in this parameter, as suggested by some authors [41].

The transversus abdomini, which is made up of 75% type I muscular fibers vs. 4% type IIb, can be considered one of the principal deep trunk muscles involved in intraabdominal pressure regulation [42]. Taking into account the anatomic and physiological characteristics of this muscle group, the aim of this intervention was not focused on hypertrophy, but the proper activation timing of the TrA. The activation of this muscle group may play an important role in the improvement of some pathologies, such as in the lower back [43]. Previous research has suggested that the pre-activation of the trunk stabilizer muscles may contribute to better muscle activation of the rest of the muscles involved in movement during functional tasks [41]. The performance of apnea, coupled with the opening of the rib cage during hypopressive breathing, might be responsible for this improvement [15]. This maneuver attempts to reduce intra-abdominal pressure (IAP) and might result in synergistic contraction of the TrA, due to the important role of this muscle in the regulation of IAP [44]. Neural adaptation and greater central drive could be a plausible explanation for improvement during the contraction.

The findings regarding the improvement in the TrA activation are consistent with previous research [15,16,18,45]. Nevertheless, one of the strong points of this research is the ultrasound measurement of this parameter. The assessment of this muscle group is difficult due to the proximity of the muscles surrounding it. Therefore, the use of real-time ultrasound measurement is recommended over other assessment options, such as electromyography [28,46]. The risk of using surface electrodes is an overflow of other abdominal muscle contractions, known as “cross-talk” [47]. Nevertheless, the results obtained by ultrasound assessment and electromyography are generally similar [15,16,18,40].

4.3. Study Limitations

This study also had some limitations. Participants could not be blinded given the nature of the intervention and the control group did not receive a sham or placebo intervention. Furthermore, a longer follow-up period would be beneficial to determine the effects of AHT overtime

5. Conclusions

The results suggest that a program of eight-weeks of AHT (with twice-weekly sessions) has a beneficial role in the improvement of postural control parameters and transversus abdomini activation (as assessed with stabilometric platform and ultrasound respectively), in the female population. With respect to the stabilometric parameters, our findings showed an improvement in the velocity of the CoP movement with closed eyes and the surface of the area, as well as in the anteroposterior displacements, and the velocity of the CoP movement under open eyes condition. Thus, since, static balance is related to the functional status, it may contribute to better performance during task execution in which vision is involved.

Furthermore, the importance of pelvic stabilization and coordination exercises in patients with some pathologies, such as lower back pain, has been widely addressed [1,6,28,48]. Analyzing the obtained results, AHT could be a complementary and additional intervention option for the improvement of deep trunk muscle activation. The decrease in intra-abdominal pressure during this exercise in contrast with other interventions could be considered an additional benefit in some population groups, such as women during the postpartum period, or those with any pelvic floor dysfunction [44].

Author Contributions: Conceptualization, D.C.-D. and M.d.M.M.-M.; methodology, D.C.-D. and M.D.E.-M.; software, M.B. and S.G.; validation, M.B., Y.C.-C. and S.G.; formal analysis, Y.C.-C. and A.A.-A.; investigation, D.C.-D., Y.C.-C. and M.d.M.M.-M.; resources, F.H.-C., D.C.-D. and M.d.M.M.-M.; data curation, A.A.-A., Y.C.-C., M.B. and S.G.; writing—original draft preparation, M.d.M.M.-M. and D.C.-D.; writing—review and editing, D.C.-D.; visualization, Y.C.-C.; supervision, D.C.-D.; project administration, D.C.-D.; funding acquisition, F.H.-C. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was partly supported by the project UJA2016/08/08 (University of Jaén).

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board (or Ethics Committee) of the University of Jaén (016/2019).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Acknowledgments: The author's would like to thank Low-Pressure Fitness, Mss. Tamara Rial and Clínica de Fisioterapia Fisioélite for their assistance during this intervention, along with Andrés and José Miguel. Likewise, we would like to recognize Clínica de Fisioterapia CETEMA and Javier for their support. Furthermore, all researchers involved in this study would like to express their gratitude to the women of this study for their willingness and participation.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Casonatto, J.; Yamacita, C.M. Pilates exercise and postural balance in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement. Ther. Med.* **2019**, *48*, 102232. [\[CrossRef\]](#)
2. Szafraniec, R.; Barańska, J.; Kuczyński, M. Acute effects of core stability exercises on balance control. *Acta Bioeng. Biomech.* **2018**, *20*. [\[CrossRef\]](#)
3. Rosker, J.; Markovic, G.; Sarabon, N. Effects of vertical center of mass redistribution on body sway parameters during quiet standing. *Gait Posture* **2011**, *33*, 452–456. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
4. Chmielewska, D.; Stania, M.; Słomka, K.; Błaszczak, E.; Taradaj, J.; Dolibog, P.; Juras, G. Static postural stability in women with stress urinary incontinence: Effects of vision and bladder filling. *Neurol. Urodyn.* **2017**, *36*, 2019–2027. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
5. Nagar, V.R.; Sawyer, S.F.; James, C.R.; Brismée, J.; Hooper, T.L.; Sizer, P.S. The effects of volitional preemptive abdominal contraction on postural control responses in healthy subjects. *PM&R* **2015**, *7*, 1142–1151.
6. Ehsani, F.; Sahebi, N.; Shanbehzadeh, S.; Arab, A.M.; ShahAli, S. Stabilization exercise affects function of transverse abdominis and pelvic floor muscles in women with postpartum lumbo-pelvic pain: A double-blinded randomized clinical trial study. *Int. Urogynecol. J.* **2020**, *31*, 197–204. [\[CrossRef\]](#)
7. Kibler, W.B.; Press, J.; Sciascia, A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med.* **2006**, *36*, 189–198. [\[CrossRef\]](#)
8. Weber, T.; Salomoni, S.E.; Debusse, D.; Hug, F.; Caplan, N.; De Martino, E.; Scott, J.; Hides, J.; Hodges, P. Functional behaviour of spinal muscles after training with an exercise device developed to recruit and train postural muscles. *Gait Posture* **2018**, *66*, 189–193. [\[CrossRef\]](#)
9. Emami, F.; Yoosefinejad, A.K.; Razeghi, M. Correlations between core muscle geometry, pain intensity, functional disability and postural balance in patients with nonspecific mechanical low back pain. *Med. Eng. Phys.* **2018**, *60*, 39–46. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
10. Larson, D.J.; Brown, S.H. The effects of trunk extensor and abdominal muscle fatigue on postural control and trunk proprioception in young, healthy individuals. *Hum. Mov. Sci.* **2018**, *57*, 13–20. [\[CrossRef\]](#)
11. Caufriez, M.; Fernández, J.; Guignel, G.; Heimann, A. Comparación de las variaciones de presión abdominal en medio acuático y aéreo durante la realización de cuatro ejercicios abdominales hipopresivos. *Rev. Iberoam. Fisioter. Kinesiol.* **2007**, *10*, 12–23. [\[CrossRef\]](#)
12. Bellido-Fernández, L.; Jiménez-Rejano, J.; Chillón-Martínez, R.; Gómez-Benítez, M.; De-La-Casa-Almeida, M.; Rebollo-Salas, M. Effectiveness of massage therapy and abdominal hypopressive gymnastics in nonspecific chronic low back pain: A randomized controlled pilot study. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* **2018**, *2018*, 3684194.
13. Juez, L.; Núñez-Córdoba, J.M.; Couso, N.; Aubá, M.; Alcázar, J.L.; Mínguez, J.Á. Hypopressive technique versus pelvic floor muscle training for postpartum pelvic floor rehabilitation: A prospective cohort study. *Neurol. Urodyn.* **2019**, *38*, 1924–1931. [\[CrossRef\]](#)
14. Sáez, M.M.Á.; Rebullido, T.R.; Medrano, I.C.; Soidán, J.L.G.; Tormo, J.M.C. ¿Puede un programa de ocho semanas basado en la técnica hipopresiva producir cambios en la función del suelo pélvico y composición corporal de jugadoras de rugby? *RETOS Nuevas Tend. Educ. Fis. Deporte Recreación* **2016**, *30*, 26–29.
15. Navarro Brazález, B.; Sánchez Sánchez, B.; Prieto Gómez, V.; De La Villa Polo Pedro McLean, L.; Torres Lacomba, M. Pelvic floor and abdominal muscle responses during hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction. *Neurol. Urodyn.* **2020**, *39*, 793–803. [\[CrossRef\]](#)

16. Stüpp, L.; Resende, A.P.M.; Petricelli, C.D.; Nakamura, M.U.; Alexandre, S.M.; Zanetti, M.R.D. Pelvic floor muscle and transversus abdominis activation in abdominal hypopressive technique through surface electromyography. *Neurol. Urodyn.* **2011**, *30*, 1518–1521. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Caufriez, M.; Fernández, J.; Fanzel, R.; Snoeck, T. Efectos de un programa de entrenamiento estructurado de Gimnasia Abdominal Hipopresiva sobre la estática vertebral cervical y dorsolumbar. *Fisioterapia* **2006**, *28*, 205–216. [\[CrossRef\]](#)
18. Rial, T.; Negreira, N.; Álvarez-Sáez, M.; García-Soidán, J. ¿Puede un programa de ejercicio hipopresivo influir sobre la extensibilidad isquiosural y movilidad lumbar de jugadoras de fútbol? *Rev. Prep. Fís. Fútbol* **2007**, *1889*, 5050.
19. Guillaumes, S.; O’Callaghan, C.A. Versión en español del software gratuito OxMaR para minimización y aleatorización de estudios clínicos. *Gac. Sanit.* **2019**, *33*, 395–397. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Chan, L.; Heinemann, A.W.; Roberts, J. Elevating the quality of disability and rehabilitation research: Mandatory use of the reporting guidelines. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* **2014**, *57*, 558–560. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Rial, T.; Pinsach, P. *Practical Manual Low Pressure Fitness Level 1*; International Hypopressive & Physical Therapy Institute: Vigo, Spain, 2017.
22. Strzecha, M.; Knapik, H.; Baranowski, P.; Pekała, A.; Pasiak, J. Clinical significance of measurement reliability of diagnostic tools used for evaluation of body posture. *Gabinet Fizjoterapeutyczny Rehabil.* **2014**, *1*, 28–32.
23. Hita-Contreras, F.; Zagalaz-Anula, N.; Martínez-Amat, A.; Cruz-Díaz, D.; Sánchez-Montesinos, I.; Aibar-Almazán, A.; Rafael, L.-V. Sleep quality and its association with postural stability and fear of falling among Spanish postmenopausal women. *Menopause* **2018**, *25*, 62–69. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Norré, M.E. Posture in otoneurology. *Acta Otorhinolaryngol. Belg.* **1990**, *44*, 363.
25. Hita-Contreras, F.; Martínez-Amat, A.; Lomas-Vega, R.; Álvarez, P.; Mendoza, N.; Romero-Franco, N.; Aránega, A.; Martínez-López, E. Predictive value of stabilometry and fear of falling on falls in postmenopausal women. *Climacteric* **2013**, *16*, 584–589. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
26. Baydal-Bertomeu, J.; Guillem, R.B.I.; Soler-Gracia, C.; De Moya, M.P.; Prat, J.; De Guzmán, R.B. Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringol. Esp.* **2004**, *55*, 260–269. [\[CrossRef\]](#)
27. Aibar-Almazán, A.; Martínez-Amat, A.; Cruz-Díaz, D.; De la Torre-Cruz Manuel, J.; Jiménez-García, J.D.; Zagalaz-Anula, N.; Pérez-Herrezuelo, I.; Hita-Contreras, F. Effects of Pilates on fall risk factors in community-dwelling elderly women: A randomized, controlled trial. *Eur. J. Sport Sci.* **2019**, *19*, 1386–1394. [\[CrossRef\]](#)
28. Cho, S.; Kim, K.H.; Baek, I.; Goo, B. Comparison of contraction rates of abdominal muscles of chronic low back pain patients in different postures. *J. Phys. Ther. Sci.* **2013**, *25*, 907–909. [\[CrossRef\]](#)
29. Taghipour, M.; Mohseni-Bandpei, M.A.; Behtash, H.; Abdollahi, I.; Rajabzadeh, F.; Pourahmadi, M.R.; Emami, M. Reliability of Real-time Ultrasound Imaging for the Assessment of Trunk Stabilizer Muscles: A Systematic Review of the Literature. *J. Ultrasound Med.* **2019**, *38*, 15–26. [\[CrossRef\]](#)
30. Morán, M.T.C. Estudio comparativo de programas para cálculo del tamaño muestral. *Metodol. Encuestas* **2009**, *11*, 121–129.
31. Garrido-Castells, X.; Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R.; Calvo-Lobo, C.; Losa-Iglesias, M.E.; Palomo-López, P.; Navarro-Flores, E.; López-López, D. Effectiveness of Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin versus Nitrofurazone on Nail Post-Surgery Bleeding and Wound Cicatrization Period Reductions: A Randomized Single Blinded Clinical Trial. *J. Clin. Med.* **2019**, *8*, 1552. [\[CrossRef\]](#)
32. Mesquita, L.S.; de Carvalho, F.T.; Freire, L.S.; Neto, O.P.; Zângaro, R.A. Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: A randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* **2015**, *15*, 61. [\[CrossRef\]](#)
33. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988. [\[CrossRef\]](#)
34. Ferraro, R.; Garman, S.; Taylor, R.; Parrott, J.S.; Kadowec, J. The effectiveness of transverse abdominis training on balance, postural sway and core muscle recruitment patterns: A pilot study comparison across age groups. *J. Phys. Ther. Sci.* **2019**, *31*, 729–737. [\[CrossRef\]](#)
35. Cohen, R.G.; Baer, J.L.; Ravichandra, R.; Kral, D.; McGowan, C.; Cacciatore, T.W. Lighten Up! Postural Instructions Affect Static and Dynamic Balance in Healthy Older Adults. *Innov. Aging* **2020**, *4*, igz056. [\[CrossRef\]](#)
36. Kocjan, J.; Adamek, M.; Gzik-Zroska, B.; Czyżewski, D.; Rydel, M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: A review. *Adv. Respir. Med.* **2017**, *85*, 224–232. [\[CrossRef\]](#)
37. Kaji, A.; Sasagawa, S.; Kubo, T.; Kanehisa, H. Transient effect of core stability exercises on postural sway during quiet standing. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 382–388. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
38. Nepocaty, S.; Ketcham, C.J.; Vallabhajosula, S.; Balilionis, G. The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in women. *J. Sports Med. Phys. Fitness* **2018**, *58*, 27–34. [\[PubMed\]](#)
39. De Moya, M.P.; Bertomeu, J.B.; Broseta, M.V. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación* **2005**, *39*, 315–323. [\[CrossRef\]](#)
40. Ithamar, L.; de Moura Filho, A.G.; Rodrigues, M.A.B.; Cortez, K.C.D.; Machado, V.G.; de Paiva Lima, C.R.O.; Moretti, E.; Lemos, A. Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics. *J. Bodywork Movement Ther.* **2018**, *22*, 159–165. [\[CrossRef\]](#)
41. Shamsi, M.; Sarrafzadeh, J.; Jamshidi, A.; Zarabi, V.; Pourahmadi, M.R. The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging. *Physiother. Theory Pract.* **2016**, *32*, 277–283. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

42. Pinsach, P.; Rial, T.; Caufriez, M.; Fernandez, J.C.; Devroux, I.; Ruiz, K. Hipopresivos, un cambio de paradigma. *Arch. Med. Deporte* **2010**, *16*, 639–645.
43. Cruz-Díaz, D.; Bergamin, M.; Gobbo, S.; Martínez-Amat, A.; Hita-Contreras, F. Comparative effects of 12 weeks of equipment based and mat Pilates in patients with Chronic Low Back Pain on pain, function and transversus abdominis activation. A randomized controlled trial. *Complement. Ther. Med.* **2017**, *33*, 72–77. [[CrossRef](#)]
44. Smith, M.D.; Coppieters, M.W.; Hodges, P.W. Postural response of the pelvic floor and abdominal muscles in women with and without incontinence. *Neurourol. Urodyn.* **2007**, *26*, 377–385. [[CrossRef](#)]
45. Gorbet, N.; Selkow, N.M.; Hart, J.M.; Saliba, S. No difference in transverse abdominis activation ratio between healthy and asymptomatic low back pain patients during therapeutic exercise. *Rehabil. Res. Pract.* **2010**, *2010*, 459738. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
46. Koppenhaver, S.L.; Hebert, J.J.; Parent, E.C.; Fritz, J.M. Rehabilitative ultrasound imaging is a valid measure of trunk muscle size and activation during most isometric sub-maximal contractions: A systematic review. *Aust. J. Physiother.* **2009**, *55*, 153–169. [[CrossRef](#)]
47. Bø, K.; Mørkved, S.; Frawley, H.; Sherburn, M. Evidence for benefit of transversus abdominis training alone or in combination with pelvic floor muscle training to treat female urinary incontinence: A systematic review. *Neurourol. Urodyn. Off. J. Int. Cont. Soc.* **2009**, *28*, 368–373. [[CrossRef](#)]
48. Cruz-Díaz, D.; Romeu, M.; Velasco-González, C.; Martínez-Amat, A.; Hita-Contreras, F. The effectiveness of 12 weeks of Pilates intervention on disability, pain and kinesiophobia in patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* **2018**, *32*, 1249–1257. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Anexo 2: Comité de Bioética.



Vicerrectorado de Investigación

COMISIÓN DE ÉTICA

Tipo de actividad : TFM

Referencia: MAR.18/11.TFM

Título de la actividad: Eficacia de un programa de gimnasia abdominal hipopresiva en la contracción del transverso abdominal y de la musculatura del suelo pélvico en pacientes sanos (versión de protocolo y consentimiento 20-5-18).

Convocatoria y/o entidad a la que se presenta: TFM UJA

- Solicitante : Maria del Mar Moreno Muñoz / David Cruz Díaz

Tipo de experimentación o actividad sometida a informe: Investigación en humanos

Informe que se emite : FAVORABLE

Observaciones:

Jaén, 28 de mayo de 2018



Fdo. Gustavo Reyes del Paso
Presidente de la Comisión de Ética

Vicerrectorado de Investigación

Anexo 3: Registro del ensayo clínico Clinicaltrial.gov

Trial record 1 of 1 for: Saved Studies

Previous Study | [Return to List](#) | Next Study

Hypopressive Effectiveness in Postural Control and Pelvic Floor.

 The safety and scientific validity of this study is the responsibility of the study sponsor and investigators. Listing a study does not mean it has been evaluated by the U.S. Federal Government. Read our [disclaimer](#) for details.

ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04343599

[Recruitment Status](#) ⓘ : Completed
[First Posted](#) ⓘ : April 13, 2020
[Last Update Posted](#) ⓘ : April 13, 2020

Sponsor:
University of Jaén

Information provided by (Responsible Party):
DAVID CRUZ DÍAZ, University of Jaén

Study Details

Tabular View

No Results Posted

Disclaimer

How to Read a Study Record

Study Description

Go to 

Brief Summary:
Effects of an exercise program based on hypopressive exercises in the female population.

Condition or disease ⓘ	Intervention/treatment ⓘ	Phase ⓘ
Pelvic Floor Disorders Postural; Defect Muscle Weakness	Other: Hypopressive exercises	Not Applicable

Detailed Description:

Participants allocated to the intervention group completed 10 weeks of hypopressive exercises training with a frequency of two sessions of 30 minutes twice a week.

Study DesignGo to **Study Type** :

Interventional (Clinical Trial)

Actual Enrollment :

130 participants

Allocation:

Randomized

Intervention Model:

Single Group Assignment

Intervention Model Description:

This study was a single-blinded randomized controlled trial

Masking:

Triple (Care Provider, Investigator, Outcomes Assessor)

Masking Description:

An independent assessor blinded to the data collection was responsible for the allocation process. A list of the computer-generated number was employed to assign participants to experimental or control group

Primary Purpose:

Treatment

Official Title:

Hypopressive Effectiveness in Postural Control and Pelvic Floor.

Actual Study Start Date :

March 1, 2019

Actual Primary Completion Date :

June 7, 2019

Actual Study Completion Date :

June 12, 2019

Resource links provided by the National Library of Medicine

[MedlinePlus](#) related topics: [Exercise and Physical Fitness](#)

[U.S. FDA Resources](#)

Arms and InterventionsGo to 

Arm 	Intervention/treatment 
Experimental: Hypopressive exercises Patients completed 10 weeks of abdominal hypopressive exercises with two sessions of 30 minutes per week.	Other: Hypopressive exercises The first two sessions will have as objective the correct and effective learning of the hypopressive technique. The rest of the sessions will be dedicated to the realization of an exercise protocol based on a progression of postures from standing to supine. Diaphragmatic apneas of approximately 7 seconds will be performed, alternating each apnea with three breaths.
No Intervention: Control group Patients allocated to the control group did not receive any treatment.	

Outcome Measures

Go to 

Primary Outcome Measures :

1. Postural control [Time Frame: From baseline to 10 weeks.]

Postural control was evaluated by means of a stabilometric platform of resistive pressure sensors (Sensor Medica, Rome, Italy).

Secondary Outcome Measures :

1. Pelvic floor muscles strength [Time Frame: From baseline to 10 weeks.]

The assessment of the overall contractility of the striated pelvic floor musculature was evaluated according to the modified manual scale Oxford.

2. Self-reported pelvic floor status [Time Frame: From baseline to 10 weeks]

To assess self-reported status the Pelvic Floor Distress Inventory-Short Form was administered.

3. Urinary incontinence [Time Frame: From baseline to 10 weeks]

To determine the presence and improvement in urinary incontinence the International Consultation on Incontinence Questionnaire-Urinary Incontinence Short Form was employed.

4. Transversus abdominis activation [Time Frame: From baseline to 10 weeks.]

Transversus abdominis thickness during contraction was assessed by real time ultrasound imaging.

5. Pulmonary ventilation [Time Frame: From baseline to 10 weeks]

A forced spirometry test was employed to assess pulmonary function.

Eligibility Criteria

Go to 

Information from the National Library of Medicine



Choosing to participate in a study is an important personal decision. Talk with your doctor and family members or friends about deciding to join a study. To learn more about this study, you or your doctor may contact the study research staff using the contacts provided below. For general information, [Learn About Clinical Studies.](#)

Ages Eligible for Study:

18 Years to 70 Years (Adult, Older Adult)

Sexes Eligible for Study:

Female

Gender Based Eligibility:

Yes

Accepts Healthy Volunteers:

Yes

Criteria

Inclusion Criteria:

- Women
- Physical autonomy

Exclusion Criteria:

- Vestibular disorders.
- Coronary diseases.
- Recent surgery.

Contacts and Locations

Go to 

Information from the National Library of Medicine

To learn more about this study, you or your doctor may contact the study research staff using the contact information provided by the sponsor.

Please refer to this study by its ClinicalTrials.gov identifier (NCT number): **NCT04343599**

Locations**Spain**

University of Jaen
Jaén, Spain, 23071

Sponsors and Collaborators

University of Jaén

Investigators

Principal Investigator: David Cruz-Díaz University of Jaén

More Information

Go to 

Responsible Party:

DAVID CRUZ DÍAZ, Professor, University of Jaén

ClinicalTrials.gov Identifier:

[NCT04343599](#) [History of Changes](#)

Other Study ID Numbers:

Hypouja

First Posted:

April 13, 2020 [Key Record Dates](#)

Last Update Posted:

April 13, 2020

Last Verified:

April 2020

Individual Participant Data (IPD) Sharing Statement:**Plan to Share IPD:**

No

Plan Description:

Provided by reasonable request.

Studies a U.S. FDA-regulated Drug Product:

No

Studies a U.S. FDA-regulated Device Product:

No

Additional relevant MeSH terms:

Muscle Weakness

Pelvic Floor Disorders

Muscular Diseases

Musculoskeletal Diseases

Neuromuscular Manifestations

Neurologic Manifestations

Nervous System Diseases

Pathologic Processes

Pregnancy Complications