



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO DE FISIOTERAPIA

**REVISION SISTEMATICA DE LA INDICACION O NO DE
LOS EJERCICIOS ABDOMINALES TERAPEUTICOS.
PROPUESTA DE EJERCICIOS**

AUTOR: BETOLAZA ESCOLANO, RODRIGO

TUTORA: ASENSIO GARCIA, MARIA DEL ROSARIO

NºEXPEDIENTE: 2084

CURSO ACADEMICO: 2019-2020

CONVOCATORIA DE JUNIO 2020

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo Principal.....	2
2.2. Objetivo específico.....	2
3. METODOLOGÍA.....	3
3.1. Captación y/o selección de artículos.....	3
3.2. criterios de inclusión y exclusión.....	3
3.3. Estrategia de análisis y gestión de datos.....	4
3.4. Calidad metodológica.....	4
4. RESULTADOS.....	5
5. LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS.....	10
6. DISCUSIÓN.....	11
7. CONCLUSIONES.....	13
8. ANEXOS.....	14
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

RESUMEN

Antecedentes y objetivos: En la actualidad existe controversia sobre que ejercicios abdominales son correctos terapéuticamente hablando. El objetivo de esta revisión es doble, el primero y principal fue el de Identificar el tipo de ejercicios abdominales empleados terapéuticamente y sus parámetros y, de manera secundaria, formular una propuesta de entrenamiento abdominal completo evitando los ejercicios perjudiciales.

Métodos: Revisión bibliográfica de la literatura de estudios observacionales, transversales, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos sobre la validez o no terapéutica de los diferentes ejercicios abdominales. Se realizaron diferentes búsquedas bibliográficas en Pubmed, Scopus, PEDro y Google académico. Se terminó la búsqueda mediante revisión de referencias y se emplearon escalas como la Newcastle-Ottawa, la Jadad o la AMSTAR para la validez de los mismos. Por ultimo se estudiaron y exploraron las posibles limitaciones y sesgos.

Resultados: Se seleccionaron una totalidad de 19 estudios. En cuanto al diseño de estos, 5 eran revisiones sistemáticas, 5 estudios transversales, 3 fueron estudios observacionales, otros 3 estudios comparativos, un ensayo clínico aleatorizado, una revisión narrativa y por último un estudio de laboratorio controlado.

Conclusiones: Estos estudios indican que los ejercicios en los que existe una flexo-extensión repetitiva del tronco son perjudiciales a varios niveles como el suelo pélvico, provocando incontinencia urinaria o prolapsos genitales o a nivel discogénico, provocando sobre todo a nivel lumbar posibles hernias discales o procesos artrósicos. Sin embargo extraemos también que ejercicios como los isométricos, los hipopresivos, o disciplinas como el pilates son respetuosos con la biomecánica y beneficiosos con la musculatura abdominal.

Palabras clave: ejercicio terapéutico, Crunch abdominal, hipopresivos, pilates, isometricos

ABSTRACT

Background and objectives: Currently there exists a controversy about which exercises are correct at a therapeutical level. This review has two main objectives. The first and most important objective was to identify the therapeutical abdominal exercises and their parameters, and the other was to formulate a complete abdominal training proposal that avoids damaging exercises.

Methods: Bibliographical review of observational and cross-sectional studies, systematic reviews and clinical trials about the therapeutic value of different abdominal exercises. Several bibliographical researches were conducted in Pubmed, Scopus, PEDro and Google Scholar. The research concluded with the technical review of references and scales like the Newcatle-Ottawa, the Jadad or the AMSTAR were used to prove their value. Lastly, the possible limitations and biases were studies and explored.

Results: A total amount of 19 studies were selected. five of them were systematic reviews, five were cross-sectional studies, three were observational studies, other three were comparative studies, one was a randomized clinical trial, one was a narrative review and the last one was a controlled laboratory study.

Conclusions: These studies reveal that the exercises that consist of a repetitive flexo-extension of the core are harmful at different levels, such as damaging the pelvic floor, causing urinary incontinence or genital prolapses, or at discogenic level, mainly on the lumbar region, causing herniated discs or arthritic processes. Nevertheless, we extract that exercises like isometrics, hypopressives or disciplines such as pilates, are respectful with the biomechanic and beneficial to the abdominal musculature.

Keywords: therapeutic exercise, abdominal crunch, hypopressives, isometrics, pilates

1 INTRODUCCION

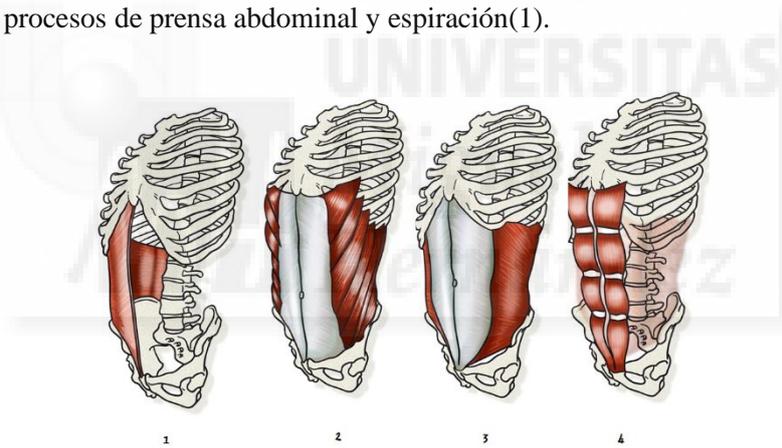
El fortalecimiento y definición de la musculatura abdominal, es sin duda alguna, uno de los principales objetivos de todo deportista hoy en día. Los diferentes músculos de la pared abdominal asumen numerosas funciones que, con frecuencia, se realizan con la ayuda de otros grupos musculares como los músculos de la espalda, glúteos y diafragma. Este pared, conocida también como “core abdominal” esta formado por 4 musculos y estos son(1):

El musculo oblicuo externo, el cual se encargan de la flexión lateral ipsilateral y la rotación contralateral de tronco de manera unilateral, y flexión de tronco, elevación de pelvis, prensa abdominal y espiración a nivel bilateral(1).

También lo conforma el musculo oblicuo interno del abdomen, quien de manera unilateral flexiona lateralmente y rota el tronco de manera ipsilateral, mientras que flexiona el troco, eleva la pelvis, prensa abdominal y participa en la espiración bilateralmente(1).

Encontramos también el musculo transverso del abdomen, cuya función unilateral es la de rotar ipsilateralmente el tronco y bilateralmente hablando participa también en la prensa abdominal y el proceso de espiración(1).

Por último el músculo recto del abdomen, este músculo se encarga de flexionar y elevar la pelvis, participa en el procesos de prensa abdominal y espiración(1).



Existe gran variedad de ejercicios y disciplinas que trabajen este segmento muscular. Ejercicios como puede ser el clásico Crunch abdominal que es el ejercicio abdominal en decúbito supino con triple flexión de miembro inferior en el que el primer movimiento que se da es una inclinación posterior momentánea de la pelvis, lo que resulta en un estiramiento previo del flexor de la cadera. Durante este proceso, el musculo abdominal sufre una contracción excéntrica, que luego realiza una contracción isométrica para fijar la pelvis en el proceso de flexión de cadera(2).

O disciplinas tales como el pilates. Que se trata de una combinación de aproximadamente 50 ejercicios simples y repetitivos para crear esfuerzo muscular. estos ejercicios se pueden adaptar para proporcionar un entrenamiento de fuerza suave para la rehabilitación o un entrenamiento extenuante. Los ejercicios están diseñados para aumentar la fuerza muscular y la resistencia, así como la flexibilidad y para mejorar la postura y el equilibrio. Existe un apoyo cauteloso para la

efectividad de Pilates en la mejora de la flexibilidad, la estabilidad abdominal y lumbopélvica y la actividad muscular(3).

Con esta revisión bibliográfica se va a intentar recopilar cuales y que tipos de ejercicios abdominales son los correctos y beneficiosos para el desarrollo de esta musculatura y cuales no lo son, evitando así futuras patologías en las que la mala realización de estos ejercicios puedan ser factores de peso en la aparición de las mismas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Identificar el tipo de ejercicios abdominales empleados terapéuticamente y sus parámetros

2.2 Objetivo Específico

Propuesta de entrenamiento abdominal completo, evitando los ejercicios perjudiciales según la bibliografía.

3 METODOLOGÍA

3.1 Captación y/o selección de los artículos

La bibliografía fue recopilada entre los meses de septiembre y octubre del año 2019 y se llevó a cabo apoyándose en bases de datos tales como: *PubMed*, *PEDro*, *Scopus* o *Google académico*. Se utilizó además la página de búsqueda de terminología médica DeCS para el uso de términos que pudieran no dar resultado en el buscador.

Las palabras clave utilizadas para esta revisión han sido: *abdominal*, *prolapse*, *urinary incontinance*, *spine*, *low back*, *spine flexión*, *psaos*, *hyperflexion*, *neck pain*, *Hypopressive*, *isometric therapeutic exercises*, *sit-up* y *abdominal Crunch*. Todas ellas en inglés puesto que es la lengua oficial del campo científico.

Operadores booleanos utilizados en las bases de datos han sido: “AND”y “OR”, que al utilizarse en combinación con las palabras clave han hecho posible la búsqueda de los artículos validos para el objetivo de esta revisión bibliográfica. Es importante remarcar que el conector “OR” ha sido utilizado mínimamente durante la búsqueda y su función es la de juntar palabras o conceptos muy parecidos como “*Low back injury*” y “*Lumbar spine injury*”, mientras que el operador “AND” se utiliza para conectar las palabras clave entre ellas y así aumentar la precisión de la búsqueda.

3.2 Criterios de inclusión y exclusión

Han sido incluidos en esta revisión bibliográfica aquellos artículos que cumplieran los siguientes requisitos:

- Artículos que tratan de manera directa o indirecta los daños generados por una hiperflexión del tronco en la que interviene la contracción abdominal.
- El diseño de los artículos debe ser una revisión sistemática, ensayos clínicos aleatorizados o meta-análisis, publicados en los últimos 20 años, escritas en inglés o castellano y realizadas en humanos.

Se han excluido los artículos que:

- No se centran específicamente en el objetivo diana de esta revisión.
- Están publicados antes del año 2000
- Abarcan tratamientos quirúrgicos y/o tratamientos no basados en la fisioterapia

La figura 1 en el apartado de anexos se muestra un diagrama de flujo representativo de la metodología de búsqueda para la selección de artículos.

3.3 Estrategia de Análisis y Gestión de datos

Las tablas I y II en el apartado de Anexos muestran dos tablas donde se recogen los artículos mas relevantes incluidos en la revisión. La primera tabla recopila los artículos que como conclusión aportan que tipo de abdominales son beneficiosos o correctos terapéuticamente hablando, mientras que la segunda contiene los negativos o perjudiciales. Todos ellos separados indicando autor y año de publicación, título, tipo de estudio, la cantidad de muestra, objetivos, variables medidas, instrumentos de medida y conclusiones

3.4 Calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó con tres escalas diferentes según el tipo de artículo. La mayoría de éstos, eran estudios observacionales o transversales, por lo que se utilizó la escala Newcastle-Ottawa(NOS) (Escala III en el apartado de ANEXOS, escala Newcastle-ottawa), que evalúa los estudios mediante la valoración de 8 ítems clasificados en tres grupos. Las estrellas otorgadas por cada elemento de calidad sirven como una evaluación visual rápida. Para los ensayos clínicos se utilizó la escala de JADAD, que evalúa de 0-5 según los criterios metodológicos (Escala I en el apartado de ANEXOS, escala JADAD). Las revisiones bibliográficas fueron medidos con la escala AMSTAR, una herramienta de medición del 0-11 (Escala II en el apartado de ANEXOS, escala AMSTAR).

4.RESULTADOS

Se seleccionaron una totalidad de 19 estudios. En cuanto al diseño de estos, 5 eran revisiones sistemáticas, 5 estudios transversales, 3 fueron estudios observacionales, otros 3 estudios comparativos, un ensayo clínico aleatorizado, una revisión narrativa y por último un estudio de laboratorio controlado.

Primero se procede a desglosar los artículos que como resultado nos indican cuales, o que tipo de abdominales son beneficiosos en el tratamiento fisioterapéutico y/o prevención de lesiones.

1) *Pelvic Floor muscle training is better than hypopressive exercises in pelvic organ prolapse treatment: An assessor-blinded randomized controlled trial*

Resende APM et al. 2018

En este ensayo controlado aleatorizado se demostró que tanto los ejercicios hipopresivos como el entrenamiento muscular del suelo pélvico son eficaces en el tratamiento del prolapso del órgano pélvico, siendo más efectivo el entrenamiento muscular frente a los ejercicios hipopresivos en los campos socio-personales, incontinencia de esfuerzo, pesadez de la zona abdominal y el bulto interior de la vagina

2) *Pelvic floor and abdominal muscle responses during hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction*

Navarro Brázalez B et al. 2020

Este artículo se trata de un estudio transversal, que como ya se indicó en el artículo anterior, demostró que los ejercicios hipopresivos activan los músculos del suelo pélvico, abdominales, glúteos y aductores y son eficaces a nivel de resistencia, pero insuficientes a la hora de ganancia de fuerza muscular

3) *Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics*

Ithamar L et al. 2017

En este estudio observacional se utilizó la electromiografía de superficie para la evaluación del recto abdominal, oblicuo externo, transverso abdominal / oblicuo interno y la musculatura del suelo pélvico (PFM) en las posiciones supina, cuadrúpeda y ortostática durante la gimnasia hipopresiva abdominal utilizando datos electromiográficos normalizados. Los Resultados arrojaron que los ejercicios hipopresivos puede activar los músculos abdominales y la PFM y la posición no tiene influencia en el nivel de activación electromiográfica de la PFM y el oblicuo externo

4) *Effect of pilates Mat exercises on neuromuscular efficiency of the multifidus and internal muscles in a healthy ballerina*

Panhan AC et al. 2019

Este estudio analizó si los ejercicios de pilates eran beneficiosos en cuanto a la estabilización de los músculos del tronco, estabilidad articular y la eficiencia neuromuscular(NME). Se evaluó la NME y la fuerza isométrica de los músculos oblicuos internos y multifidos) en una bailarina clásica sana de 24 años antes y después de una intervención de ejercicio Pilates de 8 semanas. Según los resultados, los ejercicios de Pilates podrían mejorar el NME de los músculos probados,

5) *Which trunk exercise most effectively activates abdominal muscles? A comparative study of plank and isometric bilateral leg raise exercise*

Park DJ, Park SY. 2019

El presente estudio a través del uso de electromiografía superficial en los músculos recto abdominal, oblicuo interno y erectores de la columna durante el ejercicio de elevación de pierna manteniendo la posición de plancha isométrica y la elevación bilateral de piernas, mostró que la condición horizontal tenía la ventaja de activar los oblicuos internos, y el ejercicio de elevación de la pierna es efectivo para fortalecer la musculatura global abdominal.

6) *Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation using electromyography and ultrasound*

Nakai Y et al. 2019

Los datos obtenidos en este estudio sugieren que el ejercicio de estabilización del tronco con el ejercicio isométrico de rotación de cadera puede ser un ejercicio más seguro y efectivo para promover la actividad muscular del tronco que AC y ASLR. Estos hallazgos serían beneficiosos para los terapeutas dedicados a la prevención y el tratamiento del dolor lumbar.

7) *Comparison of EMG activity on abdominal muscles during plank exercise with unilateral and bilateral additional isometric hip adduction.*

Kim SY et al. 2017

Este estudio mostro resultados mas favorables en el grupo de pacientes que realizaban la aducción isométrica unilateral de cadera durante el ejercicio isométrico de tabla abdominal frente a los de la aducción bilateral, en cuanto a su potencial de activación muscular abdominal se refiere, aunque ambas incrementan significativamente esta activación muscular en comparación al ejercicio estándar de tabla

8) *Muscle activation among supine, prone, and side position exercises with and without a Swiss ball*

Escamilla RF et al. 2106

Este estudio de laboratorio controlado revela que los ejercicios en posición prono utilizando el balón suizo en las sesiones son buenas alternativas a los ejercicios en posición supina a la hora de reclutar la musculatura central abdominal, mientras que los ejercicios en posición lateral son mejores a la hora de reclutar la musculatura paravertebral, oblicua y lumbar.

9) *Progression of core stability exercises based on the extent of muscle activity*

Calatayud J et al. 2017

Los resultados que nos ofrece este estudio nos indican que el ejercicio isométrico abdominal en tabla en posición prono, proporcionaron una gran actividad del recto superior del abdomen, que la tabla isométrica “roll-out” la proporciona a nivel de la musculatura oblicua y que la posición de plancha lateral lo hace a nivel paravertebral y lumbar, pero no significativamente más que la tabla isométrica “roll-out”

A continuación se van a exponer los resultados del resto de artículos que conforman esta revisión Bibliográfica, siendo estos los que hablan de cuales son los movimientos o posturas que no son beneficiosos o correctos a nivel terapéutico o de prevención de lesiones abdominales

10) *Is physical activity Good or bad for the female pelvic floor? A narrative review*

Bø K et al. 2019

Los resultados que arrojó esta revisión narrativa son que tanto la presión intraabdominal asociada con el ejercicio como la fuerza de la musculatura del suelo pélvico varían entre actividades y entre mujeres; así, el umbral para efectos óptimos o negativos en el suelo pélvico casi seguramente difiere de persona a persona

11) *Influence of lumbar spine rhythms and intra-abdominal pressure on spinal loads and trunk muscle forces during upper body inclination*

Arshad R et al. 2016

Este estudio demostró que, con varios supuestos posibles del ritmo de la columna lumbar y la presión intraabdominal, la variación en las cargas pronosticadas y las fuerzas musculares aumentan con una mayor flexión. Por lo tanto, es esencial adaptar estos parámetros del modelo para una predicción precisa de las cargas espinales y las fuerzas musculares del tronco.

12) Influence of spinal disc translation stiffness on the lumbar spinal loads ligament forces and trunk muscle forces during upper body inclination

Arshad R et al. 2017

Este estudio mostró la influencia de la rigidez traslacional del disco espinal en la predicción de las cargas espinales, las fuerzas musculares del tronco, las fuerzas de los ligamentos y el centro de rotación de los discos espinales durante la flexión de tronco. Predijo cargas espinales más bajas, fuerzas de ligamentos y una distribución variada de las fuerzas musculares locales y globales. La consideración de la rigidez traslacional influyó en los resultados del modelo y mostró mayores diferencias con valores de rigidez más bajos.

13) *Subject-specific biomechanics of trunk: musculoskeletal scaling, internal loads and intradiscal pressure estimation*

Ghezelbash F et al. 2016

Los resultados del estudio indican la importancia de los parámetros personales al calcular las fuerzas musculares y las cargas espinales, especialmente en ángulos de flexión del tronco más grandes, ya que los cambios menores en los parámetros individuales arrojaron diferencias de hasta un 30% en las fuerzas espinales.

14) *Impact of lumbar spine posture on thoracic spine motion and muscle activation patterns*

Nairn BC et al. 2014

Los resultados del estudio mostraron que con una columna lumbar flexionada, la región torácica inferior tenía 14.83 ° y 15.61 ° más de flexión que las regiones torácica superior y media, respectivamente. Esto nos hace comprender que la zona lumbar es la más sufriendora a nivel discogénico durante la flexión de tronco

15) *New findings confirm regional internal disc strain changes during simulation of repetitive lifting motions*

Amin DB et al. 2019

Se descubrió, mediante el uso de un modelo anatómico y con la repetición secuencial de flexo-extensión que que aumentar el ángulo de flexión hasta más allá del límite fisiológico resultó en hernia en el 24% de las muestras

16) *Abdominal exercises affect inter-rectus distance in postpartum women: a two-dimensional ultrasound study*

Sancho MF et al. 2015

En contraste con las recomendaciones existentes para el entrenamiento de fuerza abdominal entre mujeres postparto, este estudio encontró que los ejercicios de contracción abdominal redujeron la

distancia entre rectos y los ejercicios de estiramiento no fueron efectivos en la recuperación de dicha musculatura

17) *Intervertebral neural foramina deformation due to two types of repetitive combined loading*

Drake JDM et al. 2009

El resultado de este estudio indica que se desarrolló una presión significativamente mayor, en los agujeros intervertebrales de las muestras que se flexo-extendieron repetidamente en comparación con las que se retorcieron repetidamente. Todas las muestras flexo-extendidas presentaron hernias discales

18) *Low back load over a variety of abdominal exercises: searching for safest abdominal challenge*

Axler CT et al. 1997

En este estudio se concluyó que se requieren una variedad de ejercicios abdominales seleccionados para desafiar suficientemente todos los músculos abdominales y que estos ejercicios serán diferentes para cumplir mejor los diferentes objetivos de entrenamiento de las personas.

19) *Abdominal Crunch exercise análisis performed with maximum and submaximum loads: An electromyographic study*

Moura ML et al. 2011

Los resultados del estudio mostraron que la carga externa en el ejercicio de contracción abdominal podría ser una alternativa para aumentar la intensidad mientras se realiza el ejercicio de contracción abdominal, que a su vez puede ser una herramienta práctica para sujetos que buscan aumentar el nivel de fuerza abdominal.

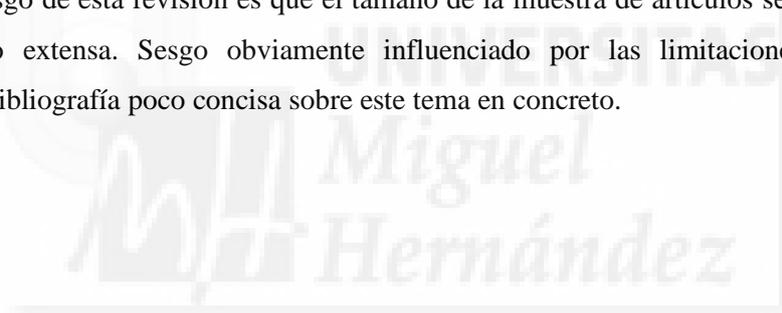
5. LIMITACIONES Y POSIBLES SESGOS

Sin lugar a duda la mayor y más importante de las limitaciones que he sufrido a la hora de realizar esta revisión bibliográfica ha sido la falta de investigación previa del motivo de la misma. Ha sido realmente difícil encontrar artículos que hablaran específicamente del tema.

Puesto que no he sido capaz de encontrar un solo artículo que hable de la negatividad o capacidad lesiva de algún tipo de ejercicio abdominal, he tenido que apoyarme en estudios que hablaran de esta flexo-extensión repetida y lo que esto produce a nivel vertebral, fascicular, del suelo pélvico, de que manera afecta en la aparición de prolapsos y efecto en la degeneración articular, enfocadas en otras patologías o investigaciones que nada tenían que ver con el ejercicio abdominal.

Soy consciente de que es un tema que se está investigando en la actualidad, que lo he podido observar fijándome en la fecha de las publicaciones, ya que ninguna es previa 2016, exceptuando el artículo de Axler CT et al. , que data de 1997, y próximamente irán apareciendo más y mejores artículos sobre este tema.

Un posible sesgo de esta revisión es que el tamaño de la muestra de artículos sea insuficiente o no demasiado extensa. Sesgo obviamente influenciado por las limitaciones previamente comentadas, bibliografía poco concisa sobre este tema en concreto.



6.DISCUSIÓN

En el artículo de Axler CT y McGil SM se demuestra que es importante no pensar en el abdomen como un conjunto de músculos que deben ser entrenados de forma independiente, ya que se trata de un bloque conformado por el músculo transverso del abdomen, oblicuos externos e internos y el recto abdominal, y aunque se puedan entrenar cada uno de forma específica, no podemos centrarnos tan solo en uno y se debe dedicar esfuerzo en trabajar todos y cada uno de ellos; para esto disponemos de una gran variedad de ejercicios .

Arshad R et al, Ghezelbash F et al, Armin DB et al y Drake et al, nos concluyen que el ejercicio más recurrido a la hora de trabajar esta musculatura conocido como “Crunch abdominal”, ha resultado ser el que presenta mayor potencial lesivo a largo plazo y no de forma puntual; este movimiento de flexo-extensión repetido aumenta el riesgo de lesiones lumbares, de hecho, se sabe que aumenta la presión y ritmo de desgaste o artrosis tanto de las vertebrae lumbares como de los discos intervertebrales al comprimir repetidamente dicha zona.

Así mismo, en el caso de Bø K et al, nos muestra que los músculos del suelo pélvico pueden verse afectados por estos aumentos de presión abdominal continuos(1), sin olvidarnos del estrés y la tensión que se ocasionan también en otras zonas corporales como es el cuello.

Todo lo previamente mencionado, en conjunto, puede resultar en hernias discales, incontinencia urinaria e incluso prolapsos genitales a largo plazo, por lo que se desaconseja(Armin DB, Moawad CM, Costi JJ) totalmente el uso de este ejercicio en todas sus modalidades, pese a que también se haya demostrado que a la hora de ganancia de fuerza muscular son muy eficaces.

Este grupo de autores concluyen que: un tipo muy interesante de ejercicios para ejercitar esta musculatura son los llamados isométricos. Estos ejercicios en posición de tabla con postura mantenida han resultado ser los ideales a la hora de entrenar la musculatura abdominal, puesto que activan y trabajan en su totalidad dicha musculatura(16), y, para llevarlos a cabo, no hay que realizar posturas o movimientos lesivos o inadecuados. Dentro de esta modalidad de trabajo, la elevación bilateral de pierna ha resultado ser la mas eficaz a la hora de trabajar la musculatura paravertebral (8,9) y en el tratamiento y prevención del dolor lumbar (9,10,11). Por último, hay que indicar que la posición lateral isométrica trabaja con gran eficacia los músculos oblicuos, tanto externos e internos(8,10). Sería recomendable establecer estos ejercicios como la piedra angular de toda sesión de trabajo abdominal.

Otra alternativa para entrenar esta musculatura es a través de los ejercicios hipopresivos, esta técnica que junta una serie de respiraciones con posturas, muchas de ellas isométricas, ha resultado eficiente a la hora de aumentar la resistencia, no solo de los abdominales , sino que también de la musculatura glútea y aductora(5,6). Además afirman que estos ejercicios son indicados para

frenar el desarrollo de la incontinencia urinaria y de posibles prolapsos genitales, razón por la cual son altamente recomendables en mujeres embarazadas para trabajar durante el post-parto(5).

Por ultimo, quedo demostrado que con las posturas que intervienen en las sesiones de pilates se conseguían beneficios en la estabilización muscular y articular de los músculos del tronco, además de una notoria mejora en la eficiencia neuromuscular de los mismos(7). Por lo que desde luego sería interesante la introducción de alguna sesión de esta disciplina en nuestra rutina de trabajo abdominal.



7. CONCLUSIONES

Tras la realización de esta revisión bibliográfica se ha llegado a una serie de conclusiones acerca de la indicación de los ejercicios abdominales terapéuticos, y estas son:

1-Se necesita alta variedad de ejercicios para la activación y desarrollo de la totalidad de la musculatura abdominal

2- Los ejercicios hipopresivos activan la musculatura del suelo pélvico, abdominales, glúteos y aductores y son eficaces a nivel de resistencia muscular, pero insuficientes en cuanto a ganancia de fuerza muscular

3- En cuanto a los ejercicios isométricos, sabemos que la condición horizontal mantenida tiene la ventaja de trabajar altamente toda la musculatura abdominal, paravertebral, oblicua y glútea, frente a los ejercicios abdominales convencionales. Además, posee alta capacidad de ganancia de fuerza muscular y son buenos para la prevención y tratamiento de dolor lumbar.

4- Los ejercicios utilizados en las sesiones de pilates podrían ser útiles en la mejora de la eficiencia neuromuscular de la musculatura abdominal, por lo que sería interesante introducir alguna sesión de esta disciplina en la rutina de trabajo abdominal

5- La repetición constante del movimiento de flexo-extensión tan característico del ejercicio conocido como “Crunch abdominal” lo convierte en un ejercicio altamente lesivo para el suelo pélvico donde aumenta altamente la presión de la musculatura involucrada, siendo un importante riesgo en un posible prolapso vaginal e incontinencia urinaria; y sumamente dañino a nivel discogénico, castigando especialmente a la porción lumbar del raquis, siendo un importante factor a la hora de posibles apariciones de hernias.

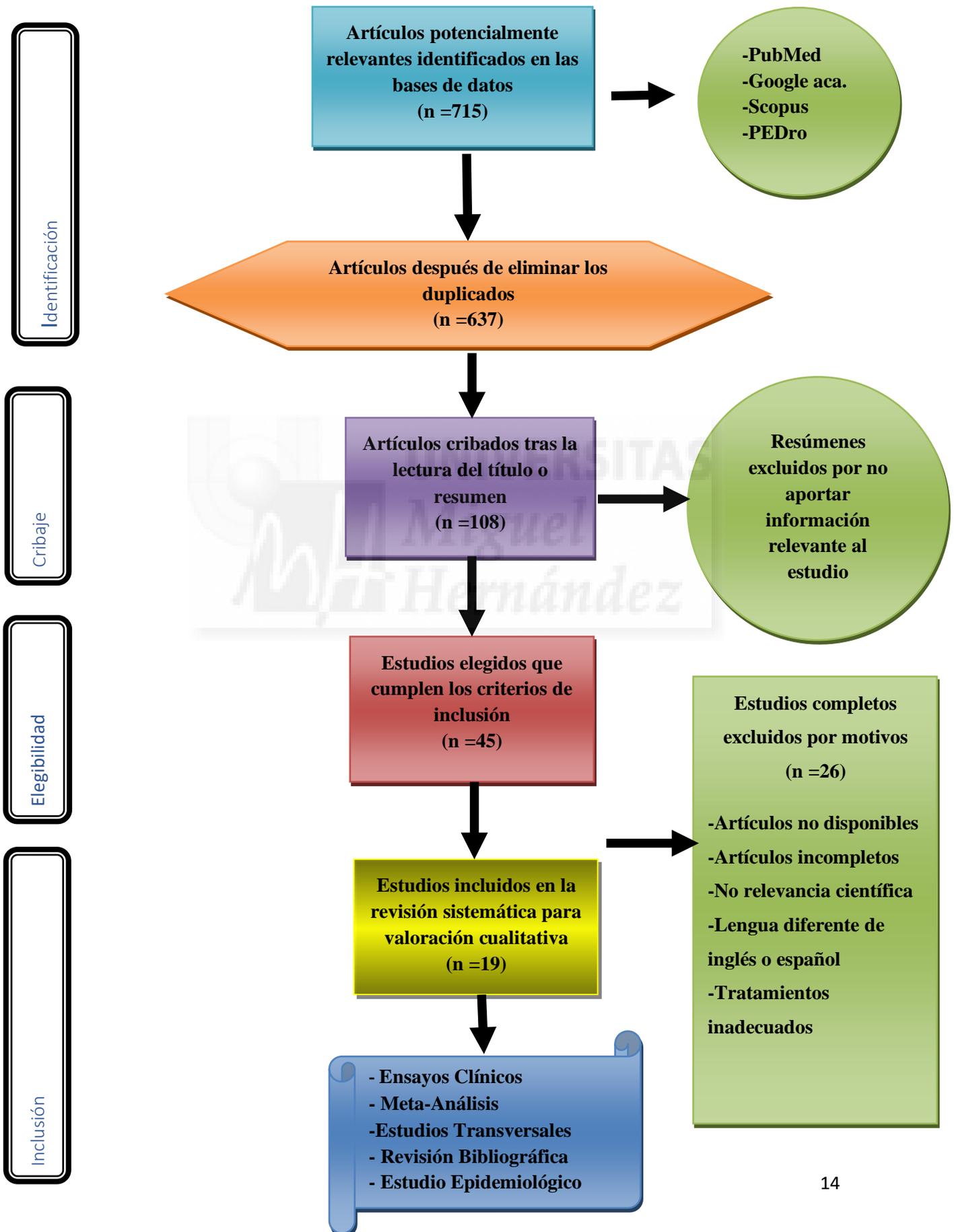
7- La condición personal de cada individuo es muy importante a la hora de hablar de una posible degeneración discogénica, ya que no todas las columnas aguantan las mismas fuerzas y cargas espinales.

8- Sin lugar a duda hace falta mas investigación acerca de cuales son los ejercicios o posturas terapéuticamente correctas a la hora de ejercitar la musculatura abdominal.

Por lo que he podido observar realizando esta revisión bibliográfica, en los últimos 5 años han aumentado mucho los estudios relacionados con el tema y estoy seguro que en los próximos años aumentara considerablemente la cantidad de bibliografía de la misma.

8. ANEXOS

FIGURA I. DIAGRAMA DE FLUJO; METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA



ESCALA I: ESCALA JADAD

Mediante estas siete preguntas puede realizarse una valoración de la validez de un ensayo clínico:

Pregunta	Puntuación
1 ¿El estudio se describe como aleatorizado (o randomizado)?	Sí: 1 punto No: 0 puntos
2 ¿Se describe el método utilizado para generar la secuencia de aleatorización y este método es adecuado?	Sí: 1 punto No: 0 puntos
3 ¿Es adecuado el método utilizado para generar la secuencia de aleatorización?	Sí: 0 punto No: -1 punto
4 ¿El estudio se describe como doble ciego?	Sí: 1 punto No: 0 puntos
5 ¿Se describe el método de enmascaramiento (o cegamiento) y este método es adecuado?	Sí: 1 punto No: 0 puntos
6 ¿Es adecuado el método de enmascaramiento (o cegamiento)?	Sí: 0 puntos No: -1 punto
7 ¿Hay una descripción de las pérdidas de seguimiento y los abandonos?	Sí: 1 punto No: 0 puntos

ARTÍCULO	1	2	3	4	5	6	7	PUNTUACIÓN
----------	---	---	---	---	---	---	---	------------

ESCALA II : ESCALA AMSTAR

En la escala AMSTAR se evalúa la calidad de las revisiones sistemáticas mediante once ítems:

1. ¿Se proporcionó un diseño "a priori"?
2. ¿Hubo selección de estudios y extracción de datos duplicados?
3. ¿Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva?
4. ¿Se utilizó el estatus de publicación como criterio de inclusión?
5. ¿Se proporcionó una lista de estudios (incluidos y excluidos)?
6. ¿Se proporcionaron las características de los estudios incluidos?
7. ¿Se evaluó y documentó la calidad científica de los estudios incluidos?
8. ¿Se utilizó adecuadamente la calidad científica de los estudios incluidos para formular conclusiones?
9. ¿Fueron apropiados los métodos utilizados para combinar los hallazgos de los estudios?
10. ¿Se evaluó la probabilidad de sesgo de publicación?
11. ¿Se incluyó el conflicto de intereses?

ARTÍCULO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PUNTUACIÓN
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	------------



ESCALA III : ESCALA NEWCASTLE-OTTAWA (Ejemplo)

Autores	Ala-Mursula L, Valtersa J, Kivimaki M, Kevin MV, Pentti J,		
Título	Employee control over working times: associations between subjective health and sickness absences.		
Referencia	J Epidemiol Community Health. 2002;56:272-278		
Diseño	Cohortes	N	6542
Método	Karasek JGQ		
Resumen	Empleados municipales de 8 ciudades finlandesas respondieron a un cuestionario sobre datos laborales, económicos y sociodemográficos. Seguimiento durante tres años. Se evidencian diferencias por motivos de género, que atribuyen a diferente asignación de los puestos de trabajo. En mujeres el control sobre el trabajo se asocia a afectación del estado de salud, mayor absentismo y distrés psicológico.		
OR - RR	♂ Baja decisión: 1,29 (1,09-1,52) Alta demanda: 1,14 (0,99 - 1,32) ♀ Baja decisión: 1,28 (1,18-1,39) Alta demanda: 1,24 (1,15 -1,35)		
ESCALA DE NEWCASTLE-OTTAWA (Estudios Cohortes)			
Selección			
Representatividad de la cohorte de expuestos	Verdadera representatividad de los factores psicosociales en la muestra*		
	Cierta representatividad de los factores psicosociales en la muestra *		✓
	Grupos seleccionados de trabajadores (pacientes)		
	No hay descripción		
Selección de la cohorte de no expuestos	Elegida de la misma comunidad que la cohorte de expuestos*		✓
	Elegida de un modo diferente		
	No hay descripción de la selección de la cohorte de no expuestos		
Conocimiento de la exposición	Fuente segura (p.e. registro quirúrgico)*		
	Entrevista estructurada*		
	Cuestionario autoadministrado		✓
	No hay descripción		
Demostración de que el evento de interés no estaba presente al inicio del estudio	Si *		✓
	No		
Comparabilidad			
Comparabilidad de las cohortes en la base del diseño o el análisis	Análisis de las cohortes por factores sociodemográficos*		
	Estudio de controles por otro factor adicional* (Factores laborales y educativos)		✓
Resultado			
Conocimiento de la exposición	Ciego independiente*		
	Aceptamiento de registro* (Informatización de la baja)		✓
	Auto informe		
Fue el seguimiento suficientemente largo para que sucediera el resultado	Sin descripción		
	Si (seleccionar un periodo de seguimiento adecuado para el resultado esperado >=6 meses)* (Tres años)		✓
Idoneidad del seguimiento de las cohortes	No (<= 6 meses)		
	Seguimiento completo - todos los individuos*		
	Pérdida de sujetos insuficiente para introducir un sesgo. Pequeño número de pérdidas (67 %) *		
	Tasa de pérdidas > 25 %, sin descripción de estas pérdidas		✓
	Sin referencias		
Total			6

Autor y año	título	Tipo de estudio	N	Objetivos	Variables Medidas	Instrumentos medidas	conclusiones
Resende APM Bernardes BT Stüpp L, Oliveira E, Castro RA, Girão MUBC, Sartori MGF 2018	Pelvic floor muscle training is better than hypopressive exercises in pelvic organ prolapse treatment: An assessor-blinded randomized controlled trial	Ensayo controlado aleatorizado	61 mujeres sintomáticas en estadio II de prolapso vaginal	Comparar la eficacia de los ejercicios hipopresivos y el entrenamiento muscular del suelo pélvico en cuanto a su potencial de mejoría de los síntomas del prolapso de los órganos pélvicos (POP)	1-Síntomas POP 2-Calidad de vida 3-Severidad POP 4-Función musculatura suelo pélvico	1-Sistema de cuantificación del prolapso en órganos pélvicos (POP-Q) 2-Preguntas específicas P-QoL	El entrenamiento muscular del suelo pélvico resultó más efectivo que los ejercicios hipopresivos en todas las variables medidas en el estudio, presentando estos también mejoras en dichos campos
Navarro Brázalez B, Sánchez Sánchez B, Prieto Gómez V De la villa Polo P McLean L, Torres L, Lacomba M 2020	Pelvic floor and abdominal muscle responses during hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction	Estudio Transversal	66 mujeres que habían participado en un programa de fisioterapia centrado en los ejercicios hipopresivos	Medir la activación neuromuscular del suelo pélvico y los músculos abdominales simultáneamente con las fuerzas de cierre vaginal inducidas durante un ejercicio hipopresivo (HE) e identificar la contribución de los HE en la activación del músculo	1-Activación de la musculatura del suelo pélvico (PFM) 2-Fuerza de cierre vaginal 3-Activación de los músculos aductores, abdominales y glúteos	1-Electromiografía de superficie (sEMG) para la activación muscular 2-Dinamometría vaginal para la fuerza de cierre 3-sEMG para la activación muscular	Los músculos del suelo pélvico (PFM), abdominales, glúteos y aductores se activan durante la realización de un HE. El nivel de activación de los PFM y los músculos abdominales es probablemente insuficiente para generar ganancias de fuerza; sin embargo, podrían tener un efecto de resistencia.

<p>Ithamar L, de Moura Filho AG, Benedetti, Rodrigues MA, Duque Cortez KC, Machado VG, de Paiva Lima CRO, Moretti E, Lemos A</p> <p>2017</p>	<p>Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics</p>	<p>Estudio Observacional</p>	<p>30 mujeres nulíparas eutróficas de entre 18 a 35 años</p>	<p>Determinar el nivel de activación de los músculos abdominales y la PFM y la influencia de la postura en el nivel de activación de estos músculos durante la gimnasia hipopresiva</p>	<p>1-Nivel de activación de los músculos abdominales y la PFM</p> <p>2-La influencia de la postura a nivel de activación de estos músculos durante los ejercicios hipopresivos</p>	<p>1-Electromiografía de superficie para evaluar la actividad muscular y la influencia postural</p>	<p>La gimnasia hipopresiva abdominal activa los músculos abdominales y la musculatura del suelo pélvico.</p> <p>La posición no tiene influencia en el nivel de activación EMG de la musculatura del suelo pelvico</p>
<p>Panhan AC, Gonçalves M, Eltz GD, Villalba MM, Cardozo AC, Bérzin F</p> <p>2019</p>	<p>Effect of pilates Mat exercises on neuromuscular efficiency of multifidus and internal oblique muscles in healthy ballerina</p>	<p>Estudio Observacional</p>	<p>1 bailarina clásica y sana de 24 años</p>	<p>Evaluar la eficiencia neuromuscular(EMN) y la fuerza isométrica de los músculos oblicuos internos y multifidos después de 8 semanas realizando pilates</p>	<p>1-Calcular la EMN utilizando los valores de torque y la Electromiografía</p>	<p>1-Electromiografía</p> <p>2-Dinamómetro</p>	<p>Según los resultados, los ejercicios de Pilates podrían mejorar la eficiencia neuromuscular de los músculos testados</p>
<p>Park DJ, Park SY</p> <p>2019</p>	<p>Wich Trunk exercise most effectively activates abdominal muscles? A comparative study of plank and</p>	<p>Estudio Comparativo</p>	<p>18 mujeres sin problemas musculoes queleticos en los</p>	<p>Investigar qué tan efectivamente se activan los músculos del tronco durante los ejercicios isométricos</p>	<p>1-Activación musculatura del tronco</p>	<p>1-Electromiografía de superficie</p>	<p>La condición horizontal tiene la ventaja de activar los músculos oblicuos internos, y el ejercicio de elevación de piernas es efectivo para la musculatura abdominal global</p>

	isometric bilateral leg raise exercises		últimos 6 meses	en plancha y elevación bilateral de piernas			
Nakai Y, Kawada M, Miyazaki T, Kiyama R 2019	Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation using electromyography and ultrasound	Estudio Comparativo	20 pacientes varones sanos	Aclarar la activación muscular durante el ejercicio de estabilización de tronco con rotación isométrica de cadera comparándolo con la contracción abdominal(AC) y la alevación activa de la pierna recta(ASLR)	1-Actividad muscular 2-Grosor muscular	1-Electromiografía 2-Ecografía	El ejercicio de estabilización del tronco con rotación isométrica de cadera puede ser un ejercicio más seguro y efectivo para promover la actividad muscular de tronco que AC y ASLR
Kim SY, Kang MH, Kim ER, Jung IG, Seo EY, Oh JS 2017	Comparison of EMG activity on abdominal muscles during plank exercise with unilateral and bilateral additional isometric hip adduction	Estudio comparativo	20 pacientes varones sanos	Investigar los efectos de la aducción isométrica de cadera, unilateral y bilateral durante el ejercicio isométrico en plancha sobre los músculos abdominales	1-Actividad del recto abdominal y oblicuos externos e internos	1-Electromiografía	La aducción isométrica de cadera durante la postura de plancha podría ser un método útil para mejorar la actividad muscular abdominal, siendo la unilateral más beneficiosa que la bilateral
Escamilla RF, Lewis C, Pecson A, Imamura R, Andrews JR	Muscle activation among supine, prone, and side position exercises	Estudio de laboratorio controlado	18 hombres y mujeres	Probar si la actividad muscular abdominal es mayor en los ejercicios en posición prono en comparación	1-Actividad muscular	1-Electromiografía de superficie 2-Análisis de varianza de	Los ejercicios de posición prono son buenas alternativas a los ejercicios en posición supina para reclutar la musculatura central. Los ejercicios de

2016	with and without swiss ball		entre 23 y 45 años	con los ejercicios en posición supina y lateral		medidas repetidas de 1 vía 3-Corrección de Bonferroni	posición lateral son mejores para el reclutamiento paraespinal oblicuo y lumbar
Calatayud J, Casaña J, Martín F, Jakobsen 2017	Progression of core stability exercises bases don the extent of muscle activity	Estudio transversal	20 universitarios hacienda 8 variables de planchas isométricas	Evaluar la variedad de ejercicios isométricos en posición de plancha	1-Actividad muscular abdominal	1-Electromiografía	Los ejercicios isométricos en posición de placha prono son más eficaces para la musculatura abdominal, mientras que los ejercicios de plancha isométricos laterales lo son para la lumbar



TABLA ARTICULOS 2

Autor y año	título	Tipo de estudio	N	Objetivos	Variables Medidas	Instrumentos medidas	conclusiones
Bø K, Nygaard IE 2019	Is physical activity Good or Bad for the Female pelvic floor? A narrative Review	Revisión Narrativa	40 articulos	Presentar dos hipótesis opuestas ampliamente aceptadas sobre el efecto del ejercicio general en el suelo pélvico y discutir la evidencia de cada una	1-Influencia del ejercicio específico en la presión intraabdominal	1-Bibliografía	Tanto la presión intraabdominal asociada con el ejercicio como la fuerza de PFM varían entre actividades y entre mujeres; así, el umbral para efectos óptimos o negativos en el suelo pélvico casi seguramente difiere de persona a persona.
Arshad R Zander T Dreischarf M Schmidt H 2016	Influencie of lumbar spine rhythms and intra-abdominal pressure on spinal loads and trunk muscle forces during upper body inclination	Research support		Investigar la influencia de los ritmos de la columna lumbar y la presión intraabdominal sobre las fuerzas de compresión y corte en el disco L4-L5 y las fuerzas musculares del tronco durante la inclinación de la parte superior de l cuerpo	1-Fuerza de compresión disco L4-L5 2-Fuerzas musculares del tronco	1-Modelo musculoesquelético dinámico	El ritmo de la columna lumbar y la presión intraabdominal, la variación en las cargas pronosticadas y las fuerzas musculares aumentan con una mayor flexión
Arshad R Zander T Bashkuev M Schmidt H	Influence of spinal disc translational stiffness on the lumbar spinal loads ligament forces and	Research support	18 simulatio ns	Investigar la influencia de la rigidez traslacional del disco (cizalladura y rigidez a la compresión) en la	1-Rango de variación en las cargas espinales	1-Modelo musculoesquelético dinámico	Este estudio mostró la influencia de la rigidez traslacional del disco espinal en la predicción de las cargas espinales, las fuerzas

2017	trunk muscle upper body inclination			cinemática articular y las fuerzas de los discos intervertebrales (L1-L5), los músculos del tronco y los ligamentos para una posición flexionada intermedia	2-Fuerzas musculares del tronco 3-Fuerzas de los ligamentos		musculares del tronco, las fuerzas de los ligamentos y el centro de rotación de los discos espinales durante la flexión de tronco
Ghezelbash F, Shirazi-Adl A, Arjmand N, El-Ouiaaid Z, Plamondon A 2016	Subject-specific biomechanics of trunk: musculoskeletal scaling, internal loads and intradiscal pressure estimation	Research support		actualizar y personalizar las estructuras pasivas y activas en un modelo existente de elementos finitos basado en cinemática musculoesquelética; y proponer una nueva ecuación de regresión no lineal que relacione la presión intradiscal con su fuerza de compresión y rotación de flexión intersegmental	1-Fuerzas espinales 2-Cargas espinales	1-Modelo de tronco musculodinámico 2-Base de datos de imágenes y principios biomecánicos 3-predicciones de un modelo detallado de elementos pasivos de la columna	Los resultados indican la importancia de los parámetros personales al calcular las fuerzas musculares y las cargas espinales, especialmente en ángulos de flexión de tronco más grandes
Brian C, Nairn, Janessa DM Drake	Impact of lumbar spine posture on thoracic spine motion and muscle activation patterns	Research support	13 hombres sin dolor de espalda,	Clarificar los efectos de la postura de la columna lumbar en los patrones de	1-Grados de flexión de la región torácica con columna lumbar flexionada	1-Electromiografía	con una columna lumbar flexionada, la región torácica inferior tenía 14.83 ° y 15.61 ° más de flexión que las regiones torácica superior y media, respectivamente. Esto nos hace

2014			hombro y cuello	movimiento de la columna torácica	2-Torsión de la región trácica con columna lumbar flexionada		comprender que la zona lumbar es la más sufridora a nivel discogenico durante la flexión de tronco
Amin DB Moawad CM Costi JJ 2019	New Findings confirm regional internal disc strain changes during simulation of repetitive lifting motions		8 segmentos cadavéricos	Medir las distensiones internas del disco durante la flexión repetitiva simulada y su relación con las lesiones discales	1-Hiperflexión y rotación axial 2-Tensión de corte máxima	1-Resonancia magnética	Las cargas discales que sufren las vértebras lumbares durante los movimientos repetidos de flexión resultan en protuberancias anulares, fallas de la placa terminal o hernia de disco lumbar
Sancho MF Pascoal AG Mota P, Bø K 2015	Abdominal exercises affect inter-rectus distance in postpartum women: a two-dimensional ultrasound study	Estudio experimental transversal	Parto vaginal N=23 Cesárea N=15	Comparar la distancia entre rectos (IRD) en reposo, entre mujeres que tuvieron parto vaginal con mujeres que tuvieron una cesárea y describir el efecto de diferentes ejercicios en IRD	1-Distancia entre rectos abdominales en reposo y tras la realización de ejercicios abdominales	1-Ultrasonido	los ejercicios de contracción abdominal redujeron la IRD, y los ejercicios de estiramiento no fueron efectivos para reducir la IRD. Se justifican más estudios básicos y ensayos controlados aleatorios para explorar el efecto del entrenamiento abdominal en IRD.
Drake JDM Callaghan JP 2008	Intervertebral neural foramina deformation due to two types of repetitive combined loading	Research support	16 segmentos de columna porcina	Medir la oclusión de los agujeros intervertebrales debido a dos tipos de carga repetitiva e investigar si la carga de torsión axial repetitiva puede	1-Presión discal durante la flexo-extensión repetida	1-tubos de plástico con Sistema de monitoreo de presión	se desarrolló una presión significativamente mayor (diferencia pre-post) en los agujeros intervertebrales de las muestras que se flexionaron-extendieron repetidamente (P = 0.028) en comparación con las

				contribuir a la lesion del disco			que se retorcieron repetidamente. Todas las muestras flexo-extendidas hernieron
Axler CT McGil SM 1997	Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge	Estudio transversal	9 voluntarios realizaron 12 ejercicios abdominales diferentes	Identificar cuantitativamente ejercicios abdominales que optimizasen el trabajo de los musculos abdominales pero sin dañar la columna lumbar	1-Compresión espinal 2-cargas intervertebrales	1-Electromiografía	se requieren una variedad de ejercicios abdominales seleccionados para desafiar suficientemente todos los músculos abdominales y que estos ejercicios serán diferentes para cumplir mejor los diferentes objetivos de entrenamiento de las personas
Moura ML Tessutti LS Moares AC 2011	Abdominal Crunch exercise análisis performed with 25 maximum and submaximum loads: An electromyographic study	Estudio Transversal	13 hombres y mujeres entre 18 y 23 años	Verificar la actividad electromiográfica del recto abdominal y oblicuo externo del abdomen durante el ejercicio de contraccion abdominal realizando cargas máximas y submáximas	1-Actividad electromiográfica de la diferente musculature abdominal	1-Electromiografía 2-Raices cuadradas medias de la actividad EMG	la carga externa en el ejercicio de contracción abdominal podría ser una alternativa para aumentar la intensidad mientras se realiza el ejercicio de contracción abdominal, que a su vez puede ser una herramienta práctica para sujetos que buscan aumentar el nivel de fuerza abdominal.

9.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher. PROMETHEUS Anatomia General y aparato locomotor 3ª edición; 2012
- 2-Ricci B, Marchetti M, Figura F. Biomechanics of sit-up exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1981;13(1):54-9
- 3-Kloubec J. Pilates: how does it work and who needs it? *Muscles Ligaments Tendons J.* 2011 Dec 29;1(2):61-6. Print 2011 Apr
- 4-Resende APM, Bernardes BT, Stüpp L, Oliveira E, Castro RA, Girão MUBC et al. Pelvic floor muscle training is better than hypopressive exercises in pelvic organ prolapse treatment: An assessor-blinded randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn.* 2019 Jan;38(1):171-179
- 5-Navarro Brazález B, Sánchez Sánchez B, Prieto Gomez V, De la Villa Polo P, McLean L, Torres Lacomba M. Pelvic floor and abdominal muscle responses during hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction. *Neurourol Urodyn.* 2020 Feb;39(2):793-803
- 6-Ithamar L, de Moura Filho AG, Benedetti Rodrigues MA, Duque Cortez KC, Machado VG, de Paiva Lima CRO et al. Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics. *JBodyw Mov Ther.* 2018 Jan;22(1):159-165
- 7-Panhan AC, Gonçalves M, Eltz GD, Villalba MM, Cardozo AC, Bérzin F. Effect of pilates Mat exercises on neuromuscular efficiency of the multifidus and internal oblique muscles in a healthy ballerina. *J Dance Med Sci.* 2019 Jun 15;23(2):80-83.
- 8-Park DJ, Park SY. Which trunk exercise most effectively activates abdominal muscles? A comparative study of plank and isometric bilateral leg raise exercises. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2019;32(5):797-802.
- 9-Nakai Y, Kawada M, Miyazaki T, Kiyama R. Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation using electromyography and ultrasound. *J Electromyogr Kinesiol.* 2019 Dec;49:102357.
- 10-Kim SY, Kang MH, Kim ER, Jung IG, Seo EY, Oh JS. Comparison of EMG activity on abdominal muscles during plank exercise with unilateral and bilateral isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2016 Oct;30:9-14.
- 11-Escamilla RF, Lewis C, Pelson A, Imamura R, Andrews JR. Muscle activation among supine, prone, and side position exercises with and without a swiss ball. *Sports Health.* 2016 Jul;8(4):372-9
- 12-Calatayud J, Casaña J, Martín F, Jakobsen MD, Colado JC, Andersen LL. Progression of core stability exercises based on the extent of muscles activity. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017 Oct;96(10):294-699
- 13-Bø K, Nygaard IE. Is physical activity Good or bad for the female pelvic floor? A narrative review. *Sports Med.* 2020 Mar;50(3):471-484

- 14-Arshad R, Zander T, Dreicharf M, Schmidt H. Influence of lumbar spine rhythms and intra-abdominal pressure on spinal loads and trunk muscle forces during upper body inclination. *Med Eng Phys.* 2016 Apr;38(4):333-8
- 15-Lawrence KJ, Elser T, Stromberg R. Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Phys Ther Sport.* 2016 Jul;20:56-60
- 16-Arshad R, Zander T, Bashkuev M, Schmidt H. Influence of spinal disc translational stiffness on lumbar spinal loads, ligament forces and trunk muscle forces during upper body inclination. *Med Eng Phys.* 2017 Aug;46:54-62
- 17-Ghezelbash F, Shirazi-Adl A, Arjmand N, El-Ouaaid Z, Plamondon A. Subject-Specific biomechanics of trunk: musculoskeletal scaling, internal loads and intradiscal pressure estimation. *Biomech Model Mechanobiol.* 2016 Dec;15(6):1699-1712
- 18-Nairn BC, Drake JD. Impact of lumbar spine posture on thoracic spine motion and muscle activation patterns. *Hum mov Sci.* 2014 Oct;37:1-11
- 19-Amin DB, Moawad CM, Costi JJ. New findings confirm regional internal disc strain changes during simulation of repetitive lifting motions. *Ann Biomed Eng.* 2019 Jun;47(6):1378-1390
- 20-Sancho MF, Pascoal AG, Mota P, Bø K. Abdominal exercises affect inter-rectus distance in postpartum women: a two-dimensional ultrasound study. *Physiotherapy.* 2015 Sep;101(3):286-91
- 21-Drake DJ, Callaghan JP. Intervertebral neural foramina deformation due to two types of repetitive combined loading. *Clin Biomech (Bristol,Avon).* 2009 Jan;24(1):1-6
- 22-Axler CT, McGill SM. Low back loads ver a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Jun;29(6):804-11
- 23-Moura ML, Tessutti LS, Antonio C Moares. Abdominal crunch exercise analysis performed with maximum and submaximum loads: An electromyographic study. *Motricidade.* 2011,vol.7, n.1, pp.85-93