



Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Título:

Efectos del método Pilates en la actitud escoliótica

Alumna: Elena Sanz García

Tutor: Ricardo Blanco Méndez

Madrid, 3 de mayo de 2018

ÍNDICE:

Glosario de abreviaturas	3
Índice de tablas	4
Índice de imágenes	5
Resumen.....	6
Abstract	7
Evaluación de la evidencia.....	22
Objetivos del estudio.....	25
Hipótesis Conceptual	26
Metodología.....	27
Diseño del estudio	27
Sujetos de estudio	27
Variables	30
Limitaciones del estudio	33
Equipo investigador.....	33
Plan de trabajo	34
Diseño de la intervención	34
Etapas de desarrollo	43
Bibliografía	45
Anexos.....	50
ANEXO I: Clasificación de la escoliosis según la CIE-10 (5)	50
ANEXO II: Escala Análoga Visual (EVA) (40).....	51
ANEXO III: Tabla de términos MESH y DECS.	52
ANEXO IV: Cálculo muestral, desviación típica y precisión (1).	53
ANEXO V: Hoja de recogida de datos.	54
ANEXO VI: Solicitud al Comité Ético de Investigación clínica (CEIC) del Hospital 12 de Octubre.....	55
ANEXO VII: Hoja de información al paciente.....	57
ANEXO VIII: Consentimiento informado	59
ANEXO IX: Hoja de revocación.....	60
ANEXO X: Dirección de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” de la Universidad Pontificia Comillas	61

Glosario de abreviaturas

AE	Actitud Escoliótica
AVDs	Actividades de la Vida Diaria
EE	Escoliosis Estructural
EI	Escoliosis Idiopática
EMG	Electromiografía
EMGS	Electromiografía de Superficie
ME	Método Pilates
OMS	Organización Mundial de la Salud
RMS	Root Mean Square
RPG	Reeducación Postural Global
SENIAM	Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles
SRS	Scoliosis Research Society

Índice de tablas

Tabla 1. Encuesta de hábitos deportivos en España, 2015. Personas según la frecuencia con la que practican deporte en el último año.....	10
Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los electrodos intramusculares y de los electrodos superficiales.....	19
Tabla 3. Estrategia de búsqueda en PUDMED.	23
Tabla 4. Estrategia de búsqueda en EBSCO.....	23
Tabla 5. Estrategia de búsqueda en GOOGLE ACADÉMICO.....	24
Tabla 6. Criterios de selección.	28
Tabla 7. Nivel de significación y poder estadístico.	29
Tabla 8. Clasificación de variables.	30
Tabla 9. Tabla de recogida de datos.....	35

Índice de imágenes

Imagen 1. Radiografía EE. Rotación vertebral.	11
Imagen 2. Representación del core.....	14
Imagen 3. Músculos del core.....	15
Imagen 4. Funcionamiento del sistema de adquisición de señales SMEG.	18
Imagen 5. Colocación electrodos.....	35
Imagen 6. Test de extensión lumbar para la medición de la actividad electromiográfica.....	35
Imagen 7. Respiraciones costales.....	36
Imagen 8. Báscula pélvica..	36
Imagen 9. Conexión de escápulas.	37
Imagen 10. Posición inicial giros tronco con miembros inferiores.....	37
Imagen 11. Posición final giros tronco con miembros inferiores.....	37
Imagen 12. Puente.....	38
Imagen 13. Nadando.....	38
Imagen 14. Extensión lumbar.....	38
Imagen 15. Elevación de miembros inferiores.....	39
Imagen 16. Posición final de giros de columna.....	39
Imagen 17. Posición inicial de giros de columna.....	39
Imagen 18. Posición final de rodar sobre sacro.....	40
Imagen 19. Posición inicial de rodar sobre sacro.....	40
Imagen 20. Posición inicial de la sierra.....	40
Imagen 21: posición final de la sierra.....	40
Imagen 22. Posición final de la cueva.....	41
Imagen 23. Posición inicial de la cueva.....	41
Imagen 24. Posición inicial del gato.....	41
Imagen 25. Posición final del gato con retroversión pélvica.....	41
Imagen 26. Posición final del gato con anteversión pélvica.....	41
Imagen 27. Estiramiento de la cadena lateral.....	42
Imagen 28. Estiramiento de isquiotibiales.....	42
Imagen 29. Estiramiento de la cadena anterior.....	42
Imagen 30. Estiramiento de cuádriceps y espalda.....	43

Resumen

Antecedentes: La actitud escoliótica, escoliosis funcional o escoliosis no estructural es una patología que se caracteriza por la inclinación de la columna vertebral sin rotación de los cuerpos vertebrales y cuya etiología es multifactorial. Esta patología desaparece al tratar la causa que la produjo. No existe un tratamiento estipulado para la actitud escoliótica, ya que solo precisa de seguimiento.

En este estudio se propone el método Pilates para el tratamiento de la actitud escoliótica.

Objetivo principal: Analizar la efectividad de un protocolo de ejercicios del método Pilates en el tratamiento de la actitud escoliótica.

Metodología: Se ha establecido un estudio cuasiexperimental con diseño pre-post en el que solo hay un grupo de 53 pacientes al que se les aplica un protocolo basado en el método Pilates. El tratamiento tendrá una duración de 8 semanas y cada sesión constará de 3 partes: calentamiento, núcleo y estiramientos. Las variables que se van a medir son: el dolor (mediante la escala analógica visual), el ángulo de Cobb (a través de una radiografía anteroposterior y mediante un goniómetro) y la actividad eléctrica muscular (medida mediante electromiografía). Estas variables se medirán antes y después de la intervención para analizar la efectividad del tratamiento.

Palabras clave: actitud escoliótica, columna vertebral, método Pilates, electromiografía de superficie.

Abstract

Background: Non-structural scoliosis or functional scoliosis is a pathology characterized by the non-rotating inclination of the spine of the vertebral bodies and whose aetiology is multifactorial. This pathology disappears when the cause of it is treated. There is no stipulated treatment for non-structural scoliosis, as it only requires follow-up.

In this study the Pilates Method is proposed for the treatment of non-structural scoliosis.

Main objective: To analyse the effectiveness of an exercise protocol of the Pilates Method in the treatment of non-structural scoliosis.

Methodology: A quasi-experimental study with a pre-post design has been established in which there is only a group of 53 patients to whom a protocol based on the Pilates Method is applied. The treatment will last 8 weeks and each session will consist of 3 parts: warm-up, core and stretching. The variables to be measured are: pain (using the visual analogue scale), Cobb angle (using an antero-posterior x-ray and a goniometer) and muscular electrical activity (using electromyography). These variables will be measured before and after the intervention to analyse the effectiveness of the treatment.

Keywords: non-structural scoliosis, spine, Pilates Method, surface electromyography.

Antecedentes y estado actual del tema

La actitud escoliótica (AE) también se define como: escoliosis funcional, escoliosis antiálgica o escoliosis no estructural y se engloba dentro de la clasificación general para la escoliosis. Actualmente, se puede encontrar una clasificación de la escoliosis en dos grupos diferenciados según si el cambio en la columna vertebral es fijo o no. De esta forma, encontramos la escoliosis estructurada (EE), en la que la deformidad ósea es fija e irreversible; y la escoliosis funcional, en la que los cambios óseos no lo son. La actitud escoliótica se encuentra dentro del segundo grupo ya que presenta una reversibilidad de la curva (1) y también se define como la inclinación lateral de la columna vertebral, sin rotación de las apófisis espinosas hacia la concavidad (2).

Una publicación del año 2000 realizada por el Ministerio de Sanidad y Consumo basada en la CIE-9; puso de manifiesto una clasificación que incluye a la AE. Establece una diferenciación entre la EE y la escoliosis no estructural o AE. De la AE menciona que se corrige cuando el paciente se coloca en decúbito o cuando se elimina la causa que produjo esa desviación. Las posibles causas que se exponen en este boletín son: la diferencia de longitud de los miembros inferiores, una deformidad en la cadera o un espasmo de los músculos de la masa espinal. La AE es más frecuente en niños y en adolescentes que en adultos (aunque también se da en estos) y este boletín señala que no necesita tratamiento, pero sí vigilancia (3).

Sin embargo, en el libro *Biomecánica Funcional* de los autores Michel Dufour y Michel Pillu (3) se exponen los 3 planos de movimiento vertebral: frontal, transversal y sagital. En el plano frontal se menciona que no debería existir ninguna curvatura fisiológica y que si existen son patológicas y se denominan escoliosis. Además, al hablar de las curvas en el plano transversal, se menciona el componente de rotación transversal que ocurre en la EE, pero no se menciona la AE (4).

Esta, tampoco está registrada en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10, 2ª Edición- Enero 2018) realizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y desarrollada en 1992. Esta clasificación establece una codificación de las enfermedades mediante una letra y dos números. La escoliosis corresponde al M41 (ANEXO I) y se subdivide en: escoliosis idiopática (EI) infantil, EI juvenil y del adolescente, otras escoliosis idiopáticas, escoliosis toracógena, escoliosis neuromuscular, otras escoliosis secundarias, otras formas de escoliosis y escoliosis no especificada (5). En la CIE-10 no se encuentra clasificada la AE, ya que solo se hace referencia a escoliosis estructurales y no se menciona la existencia de las escoliosis funcionales.

En la literatura hay una clara controversia en relación a la clasificación de la escoliosis en estructural y funcional; ya que en algunas fuentes si se establece esta diferenciación y en

otras no. Además, son pocos los estudios realizados sobre esta patología debido a su baja incidencia.

No hay evidencia acerca de la prevalencia de la AE en la literatura existente. Debido a esto, se podría considerar que la prevalencia de la AE estuviera dentro de las cifras epidemiológicas de la escoliosis en general.

F. Zurita Ortega y su equipo realizaron un estudio en niños de 8 a 12 años ($n = 472$) en Granada, España en el 2008. En este estudio se expone que la prevalencia de escoliosis en un Ángulo de Cobb menor de 10° es igual en ambos sexos en edades tempranas. Además, se produce una mayor progresión de la curva en niñas antes de la menstruación que después. También, se exponen datos de prevalencias mundiales de escoliosis en niños. Estos datos están basados en otros estudios realizados en diferentes países, por ejemplo: en Estados Unidos la incidencia es de un 5%, en Nigeria es de un 7,30%, en Países Bajos de un 8,85%, en Norteamérica de un 12%, en España de un 16% y en Madrid de un 6,01%. Tras el estudio se obtuvo una mayor presencia de escoliosis en el sexo masculino y no se pudo establecer una prevalencia clara entre las regiones granadinas debido a los resultados heterogéneos que se dieron. Se estableció que la prevalencia en general en Granada fue de un 16% (6).

Según el artículo realizado por Maria Erivânia Alves de Araújo en 2011 en Brasil, se menciona que los cambios posturales que se producen en la columna vertebral presentan una alta incidencia. En concreto, la escoliosis en general tiene una prevalencia cercana a un 4%. Este porcentaje representa un 30% de todos los casos de desviación postural (7). Según los datos que se obtienen de este artículo, la AE podría encontrarse dentro de este 4% de prevalencia.

El estudio realizado en Estados Unidos en el 2014 por Urrutia J. tenía como objetivo establecer la prevalencia de la escoliosis torácica en pacientes de 50 años o más. El estudio con 760 pacientes se dividió en 2 grupos de 380 hombres y 380 mujeres. Se obtuvo que la prevalencia de escoliosis torácica fue un 24,2% y que el género femenino tuvo una prevalencia mayor al masculino (28,9% frente a 19,4%, respectivamente) (8).

En otro estudio realizado por Luis Ruiz Rodríguez en 2014 en Ciudad del Carmen, México, pretendía establecer la prevalencia de la escoliosis en niños de 9 a 12 años ($n= 295$). De esos 295, 42 presentaron escoliosis, lo que corresponde a un 14,2% y según los autores del artículo, son valores de prevalencia semejantes a los encontrados en otros lugares del mundo (9).

La columna vertebral cuenta con un sistema de estabilidad, compuesto por tres subsistemas: activo, formado por músculos esqueléticos que rodean la columna vertebral; pasivo, que engloba el conjunto de vértebras y estructuras articulares (ligamentos, discos, etc.); y neuronal, que dispone de mecanismos de control neuronal aferente, eferente y central. En

condiciones fisiológicas normales, estos subsistemas funcionan de forma correcta y dotan de estabilidad espinal a la columna, mediante el reclutamiento de los músculos del tronco proporcionando estabilidad dinámica. Se considera que el mecanismo más utilizado para el mantenimiento de la estabilidad de la columna es la activación de los músculos del tronco, debido a que este mecanismo sirve de protección a las estructuras vertebrales durante la realización de actividades funcionales (10).

Los malos hábitos posturales que presentan los seres humanos hoy en día, sumados al sedentarismo, están asociados a un uso asimétrico del sistema músculo-esquelético durante actividades funcionales y, por lo tanto, estaría relacionado con la aparición de AE (7). La última encuesta de hábitos deportivos en España, realizada en 2015 por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte puso de relieve el sedentarismo de la población española de 15 años de edad en adelante. La encuesta muestra cómo menos del 50% (46,2%) de la población encuestada realizó deporte al menos una vez a la semana y tan solo un 51,0% realizó deporte una vez al mes (ver tabla 1) (11).

3.1. Personas según la frecuencia con la que practican deporte en el último año

(En porcentaje de la población total investigada de cada colectivo)

	TOTAL (Miles)	Total practicaron en el último año	Todos los días	Al menos una vez a la semana	Al menos una vez al mes	Al menos una vez al trimestre
TOTAL (Miles)	38.934	20.840	7.595	17.977	19.857	20.380
%	100	53,5	19,5	46,2	51,0	52,3
SEXO						
Hombres	18.980	59,8	21,8	50,4	57,0	58,4
Mujeres	19.954	47,5	17,3	42,1	45,3	46,6
EDAD						
De 15 a 19 años	2.163	87,0	38,1	81,5	85,9	86,7
De 20 a 24 años	2.288	78,2	34,6	71,0	76,0	77,1
De 25 a 34 años	5.770	72,6	26,7	62,5	69,9	71,5
De 35 a 44 años	7.769	64,6	21,0	54,0	61,1	63,1
De 45 a 54 años	7.097	53,2	16,7	44,9	50,2	51,7
De 55 a 64 años	5.525	44,5	15,8	37,4	41,5	43,1
De 65 a 74 años	4.262	30,0	13,3	27,0	28,4	29,1
De 75 años y más	4.059	10,9	4,5	9,6	10,2	10,3

Tabla 1. Encuesta de hábitos deportivos en España, 2015. Personas según la frecuencia con la que practican deporte en el último año. Fuente: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Con el paso del tiempo, este desequilibrio músculo-esquelético puede dar lugar a cambios en la postura. Muchos episodios de dolores de espalda se han relacionado con malos hábitos posturales, que dan lugar a un desequilibrio entre el esfuerzo que se requiere para realizar actividades de la vida diaria (AVDs) y entre la capacidad funcional para la realización de estas (7). Además, un alto porcentaje de dolores de espalda (90%) son de origen inespecífico y de etiología multifactorial, y esto hace difícil su diagnóstico y ocasiona altos costes en el sistema de salud. Las posibles causas de estos dolores son: disfunciones musculares, cambios en el control motor y un reclutamiento inadecuado de los músculos del tronco. Estas causas conducen a una disminución de la estabilidad de los segmentos de la columna vertebral y, por consiguiente, producen una alteración de cargas en la región afecta (10). Si esta condición

perdura en el tiempo, pueden llegar a darse otros cambios posteriores (por ejemplo: cifosis, hernias discales) o deformidades irreversibles (7).

Existe poco consenso y escasas publicaciones que determinen una clara actuación diagnóstica en la AE. Para poder unificar los criterios este estudio pone de manifiesto los principales argumentos dados por diferentes autores o fuentes.

Primeramente, se examina la columna vertebral de los sujetos en busca de escoliosis dorso-lumbar con convexidad derecha o izquierda. Para descartar la presencia de escoliosis estructural y asegurar la presencia de AE, se utiliza el test de Adams. Para este test es necesario que el paciente se coloque en bipedestación, deje el torso al descubierto y se quede descalzo. Las piernas deben permanecer extendidas mientras se realiza una flexión de tronco hacia delante. En esta posición el especialista observa la presencia (EE) o ausencia (AE) de gibosidad (1, 7).

Además, diferenciamos una escoliosis estructural (EE) de una AE mediante una radiografía anteroposterior. En la radiografía de una EE encontraremos una deformidad y además una rotación de los cuerpos vertebrales (ver Imagen 1), sin embargo, en la actitud escoliótica no se observa esa rotación vertebral (12). También, mediante la imagen radiográfica se puede obtener el Ángulo de Cobb y certificar si la convexidad es hacia la derecha o hacia la izquierda. El Ángulo de Cobb se calcula trazando una línea paralela al límite superior de la vértebra superior (vértebra proximal) de la curva y otra línea paralela al límite inferior de la vértebra inferior (vértebra distal). La intersección de esas dos líneas forma el ángulo de desviación de la columna. La medición de este se realiza con un goniómetro. (7)

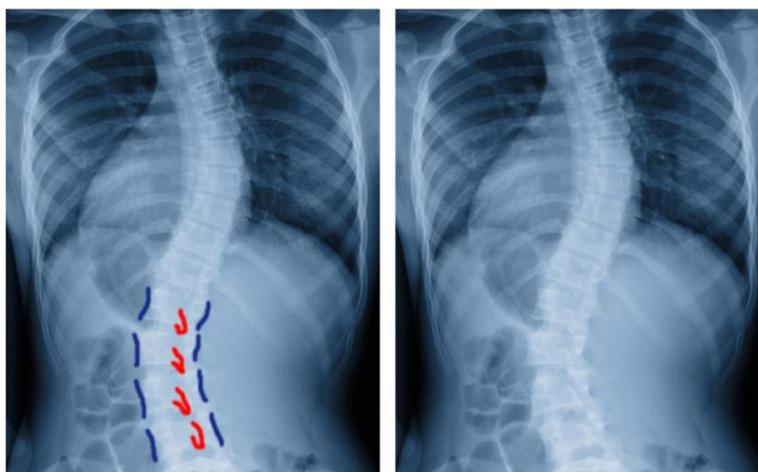


Imagen 1. Radiografía EE. Rotación vertebral. Fuente: Espalda y cuello.

La AE no suele ser tratada debido a que no es una patología muy crítica y solo hace falta llevar una vigilancia de esta por si pudiera evolucionar en una EE (3).

En el estudio de Maria Erivânia Alves de Araújo se describen varias terapias y métodos para el tratamiento de la AE; todas ellas con el objetivo de mejorar la postura. Estos tratamientos incluyen electroestimulación muscular, ejercicios físicos, reorganización tónica y fásica de la postura, Reeducción Postural Global (RPG) y osteopatía, entre otros (7).

Las búsquedas realizadas con el criterio de filtro en humanos y con las palabras clave seleccionadas han dado como resultado un número muy elevado de resultados relacionados con la EI. Por tanto, de alguna manera, podemos considerar que algunos de los tratamientos empleados en la EI se pueden aplicar también en la actitud escoliótica o escoliosis funcional.

Saadet Otman realizó un estudio en Turquía en el año 2005 acerca de la efectividad del método Schroth en el tratamiento de la EI en 50 adolescentes de 13-15 años. Obtuvo una mejora significativa en la capacidad vital, en la fuerza y en la postura de estos. El ángulo de Cobb (26,10° inicial) fue disminuyendo conforme pasaban las semanas de tratamiento, siendo 23,45° a las 6 semanas, 19,25° a los 6 meses y 17,85° tras un año de tratamiento (13).

En la revisión realizada por Maja Zarzycka en el año 2009 expone métodos alternativos al tratamiento conservador de la EI que aún están por confirmar por la Scoliosis Research Society (SRS). El tratamiento conservador de la EI es el uso de corsés y aparatos ortopédicos. Se plantea la kinesiterapia como un modo de realizar ejercicios globales que fortalezcan los músculos del abdomen y del tronco y, también se engloban aquí, los ejercicios asimétricos que estiran los ligamentos y músculos en el lado cóncavo y fortalecen estas estructuras en el lado convexo de la curva escoliótica. Dentro de esta, se habla método Schroth y se exponen varios estudios que no muestran que este método comparado con el tratamiento habitual (corsés) disminuya el ángulo de Cobb. También, se plantean tratamientos como: el yoga, el pilates, el masaje, la acupuntura o la electroestimulación. En esta revisión solo se aportaron estudios a cerca de la electroestimulación superficial y de acupuntura; sin embargo, no se expuso la evidencia de la efectividad del pilates, del yoga y del masaje. En cuanto a la electroestimulación, se habla de un estudio en el que se consiguió reducir la progresión de la curva en un 63% de los casos. Además, se expone un estudio acerca del tratamiento de la EI mediante acupuntura en el que se indica que solo se obtuvieron efectos positivos en los sujetos con una curva menor de 35° (14).

Un estudio realizado por Sanja Schreiber en 2016 en Canadá con sujetos que presentaban EI (10-18 años) demostró la eficacia del método Schroth más el tratamiento habitual (observación y corsés) frente a solo el tratamiento habitual en la reducción de la curva escoliótica. En el grupo tratado mediante el método Schroth se produjo una disminución de la

curva de 1, 2º, mientras que en el grupo control la curva escoliótica aumentó 2, 3º. El método Schroth consiste en ejercicios sensoriomotores, posturales y respiratorios cuyo objetivo es mejorar la alineación postural, el control postural y la estabilidad de la columna vertebral (15).

Uno de los métodos que hoy en día se utiliza dentro del ámbito de la fisioterapia es el denominado método Pilates.

El método Pilates (MP) fue ideado por Joseph H. Pilates en 1920 (16) durante la Primera Guerra Mundial (10). Su método de ejercicios está basado en la combinación de principios filosóficos, técnicas de movimiento orientales (por ejemplo: yoga) y métodos occidentales relacionados con el acondicionamiento corporal (como por ejemplo la gimnasia médica de P.H. Ling) (17). En un principio, Pilates comenzó a rehabilitar a los soldados heridos durante la Primera Guerra Mundial y, más tarde, el MP se extendió a otros ámbitos de rehabilitación (10, 18). El MP tiene como principal objetivo la mejora la consciencia del cuerpo como un todo, usando la gravedad, mediante ejercicios que buscan la armonía del cuerpo (7). Este propósito se lleva a cabo a través de más de 500 ejercicios de fortalecimiento y estiramientos. Los ejercicios se pueden dividir en 2 categorías en función de en la superficie en la que se realizan: ejercicios de mat (colchoneta) y ejercicios con aparatos. El aparato más usado es el reformer. Está provisto de muelles, resortes y poleas que aportan la resistencia necesaria para la realización de ejercicios; pudiéndose ajustar esta según las capacidades del paciente. Permite la práctica de ejercicios en diferentes posiciones: tumbado, sentado y de pie (17). Además, existe el cadillac (o su adaptación, unit) que es un aparato intermedio entre el mat y el reformer. En el mat, la resistencia es el propio del cuerpo; mientras que, en los aparatos anteriormente nombrados, se utilizan muelles para resistir o ayudar al movimiento (19).

En MP se basa en 6 principios (20, 21):

Concentración: El movimiento se debe realizar de forma correcta y para ello hay que prestar atención a cada parte del cuerpo, tomar consciencia de cada una de ellas y estar concentrado todo el tiempo. En el método Pilates la mente guía al cuerpo por lo que es muy importante focalizar toda la atención mientras se realizan los ejercicios (20, 21).

Control: Es necesario tener un buen control del cuerpo, no solo para controlar grandes movimientos (por ejemplo: movimientos de las extremidades), sino para controlar los pequeños movimientos que se producen a nivel de la cabeza, los dedos de manos y pies, etc. (20, 21).

Centro: El centro o "core", también conocido como "powerhouse", forma una banda continua entre la parte inferior de la caja torácica y la parte superior de los huesos de pelvis (20, 21). Primero hay que tener estabilidad y control en el core, para después poder realizar movimientos periféricos con el resto del cuerpo (extremidades, cabeza). Para ello, es

necesario realizar una contracción isométrica de los músculos profundos del abdomen, como el oblicuo interno y el transverso del abdomen. Esta contracción da lugar a una coactivación antagonista de la zona lumbar profunda (10). Pilates decía que es importante fortalecer y estirar todos los músculos del cuerpo, pero hizo especial énfasis en los músculos del “core”; ya que, como se ha mencionado anteriormente, el centro es la base del movimiento de los demás segmentos corporales. Algunos autores le dan una definición más estricta, dicen que el “core” es: el punto exacto entre la mitad superior y la mitad inferior del cuerpo y entre el lado derecho y el lado izquierdo de este. Otros, en cambio, lo definen como una banda de aproximadamente 6 pulgadas (15,24 cm) que se encuentra justo por debajo del ombligo. También, existe otra definición que guarda relación con el mundo del Pilates: se establece el “core” como la parte del cuerpo que va desde el suelo pélvico (por la parte inferior), hasta la caja torácica (por la parte superior) (21).

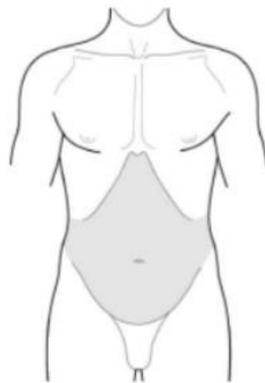


Imagen 2. Representación del core. Fuente: The effectiveness of the pilates method: Reducing the degree of non-structural scoliosis, and improving flexibility and pain in female college students. Autor: Alves de Araújo.

Fluidez de movimientos: El movimiento debe ser fluido, sin rigideces ni movimientos desiguales. Además, el movimiento no tiene que ser ni muy rápido ni muy lento. Hay que conseguir un movimiento suave y fluido mediante el control (20, 21).

Precisión: Los ejercicios se deben practicar con precisión para realizarlos correctamente. Pilates decía: “It is not how many, but how”, es decir, Pilates insiste en que prima la calidad frente a la cantidad. En este método se realizan pocas repeticiones, pero cada una de ellas se efectúa de la forma más precisa posible (20, 21).

Respiración: Se debe tener consciencia de la respiración para coordinarla con los ejercicios, con el fin de mantener una óptima circulación de sangre oxigenada en todos los tejidos del cuerpo. Con el objetivo de oxigenar los tejidos, se realizan inspiraciones y expiraciones. Hay que conseguir que los pulmones se vacíen lo máximo posible y para ello, hay que llevar a cabo una exhalación forzada y luego una inhalación máxima (20, 21).

La pelvis es el centro principal de cambio de peso y transferencia de carga en el cuerpo. El centro de gravedad se encuentra anterior a S2, debido a esto, la mecánica del core se establece alrededor de la parte anterior del sacro. Además, hay dos músculos necesarios para el soporte central y el control del movimiento, que son: el diafragma y el transverso del abdomen (22).

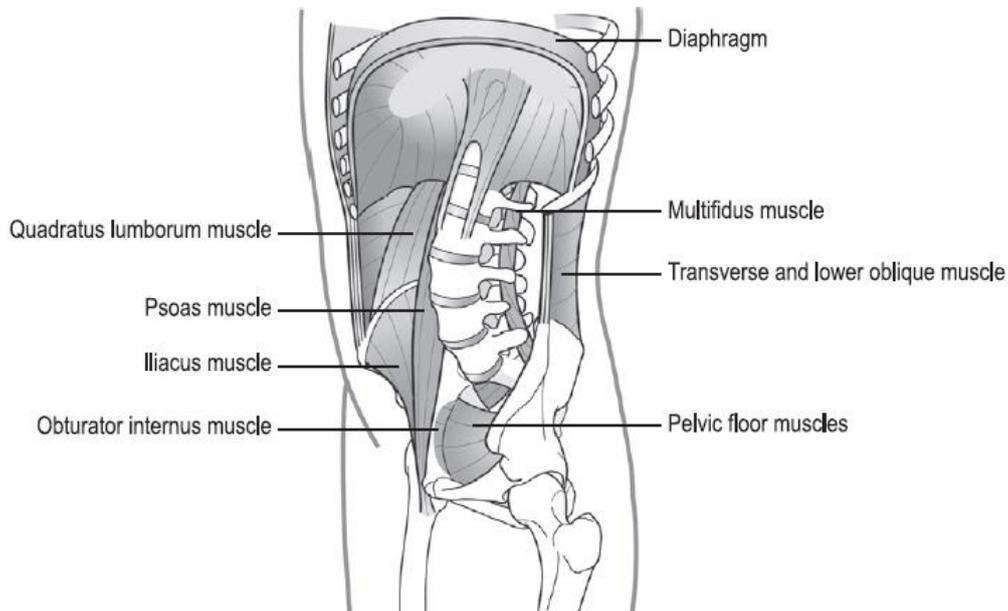


Imagen 3. Músculos del core. Fuente: 'The core': understanding it, and retraining its dysfunction. Autor: Key J.

Los músculos del core tienen la función de soportar el tronco, mejorar la postura y el equilibrio y estabilizar la columna vertebral (también cuando se produce movimiento de las extremidades). El centro está compuesto por los siguientes músculos (19):

- Músculos abdominales: recto abdominal, oblicuo externo, oblicuo interno y transverso abdominal.
- Músculos de la espalda: paravertebrales o grupo extensor espinal (espinoso, longuísimo e iliocostal), transverso espinal y cuadrado lumbar.
- Músculos extensores de cadera: glúteo mayor, isquiotibiales y aductor mayor.
- Músculos flexores de cadera: psoas-iliaco, recto femoral, sartorio, tensor de la fascia lata y aductores.
- Musculatura del suelo pélvico.

Diversos estudios de estabilidad vertebral establecen otra clasificación, diferenciando entre los músculos locales y globales de tronco en función de si están directamente o indirectamente relacionados con la vértebra. Los músculos locales, como los multifidos o el oblicuo interno,

tienen inserciones en las vértebras y aunque no poseen una alta capacidad de rotación de estas, contribuyen al control del movimiento de cada vértebra lumbar. Por otra parte, los músculos globales de tronco, como el iliocostal lumbar y el recto abdominal, cruzan varias articulaciones con conexiones a la pelvis y al tórax y tienen un brazo de palanca más grande; siendo adecuados para controlar la orientación del tronco y la resistencia a fuerzas externas (10).

Los ejercicios del método Pilates desafían la estabilidad del tronco, requiriendo la resistencia de estos y activando los músculos profundos del “core” (21). Los ejercicios han de realizarse manteniendo una elongación axial, que produzca un aplanamiento de las curvas fisiológicas (20). El gasto de energía se minimiza cuando la cabeza, el tórax y la pelvis están alineados en relación con la línea de la gravedad (conocida como la “posición neutral” de la columna) (22). Al ser una técnica de bajo impacto, puede ser practicada casi por cualquier tipo de personas: atletas que quieren mejorar su rendimiento deportivo, personas sanas que quieren mantenerse activas y personas con patología a modo de rehabilitación (19).

Actualmente, hay una corriente del Pilates que se ha propuesto como adaptación del MP, llamada Skilled Modern Pilates. Esta corriente, ampliamente usada en fisioterapia, usa la filosofía y los principios del Método, pero precisa de una posición lumbo-pélvica neutral. Esta posición neutra pelviana está más adaptada y guarda una mayor relación con la curvatura fisiológica de la columna lumbar. Además, otorga una posición óptima que aumenta el reclutamiento de músculos abdominales y lumbares profundos (10).

El MP se utiliza para tratar un gran número de patologías. Se ha utilizado para tratar el dolor lumbar crónico (23, 24, 25, 26, 27), el dolor crónico de cuello (28) y el dolor ocasional y/o crónico de hombro y cuello (29). Además, se ha empleado este método para la rehabilitación la función respiratoria en mujeres tras una mastectomía (30) o para el tratamiento de la incontinencia urinaria (31). También, se han realizado varios estudios que tratan la El mediante el este método (14, 32, 33). Más concretamente se han realizado 2 estudios con sujetos que presentan AE y que son tratados mediante el MP (1,7).

Varios autores señalan que el método Pilates estimula la circulación sanguínea: activa los mecanismos de eliminación de los productos de desecho procedentes de actividades musculares y mentales (10, 21). Existe controversia sobre si mejora el equilibrio dinámico y estático (34); o sobre si no se produce un verdadero cambio en el estático, pero sí que se produce una mejora en el equilibrio dinámico (35). Otros autores también señalan la mejora en el control dinámico de fuerzas internas y externas sobre el tronco. Además, sostienen que ese control dinámico tiene un papel importante en la prevención de lesiones repetitivas (por ejemplo: lesiones en las articulaciones facetarias, lesiones de discos intervertebrales, etc.) (17).

Algunos estudios exponen que mejora la alineación postural de todo el cuerpo, pero, sobre todo, señalan una mejora en la postura de la pelvis y de la columna (en mayor medida, la columna lumbar) (10, 16, 21). Otros, sin embargo, muestran que no se encontraron mejoras en la alineación postural (35). Leticia Souza Andrade y su equipo afirman que el dolor lumbar se ve reducido a través de la realización de ejercicios de Pilates, ya que se produce una mejora del control postural debido a un aumento de resistencia muscular y flexibilidad (18). Además, el Método flexibiliza y fortalece la musculatura de la columna vertebral (16, 21, 35).

Se encontró una evidencia moderada sobre la mejora de la resistencia muscular (35). Según otros autores, el Pilates mejora de forma significativa la calidad del sueño y produce una reducción de los trastornos del mismo (36). Además, se ha observado, que el Método también mejora la calidad de vida (recogida en el cuestionario SF-36) (36, 37), ya que, como todo ejercicio físico, aumenta los niveles de serotonina y también; influye de forma indirecta en la termorregulación (36). En una revisión, se expone un estudio realizado con niñas de 11 años que nos muestra que el MP reduce de forma significativa el IMC. En esta misma revisión, otro estudio señala que el MP mejora de la actividad física en pacientes con espondilitis anquilosante (38).

Las herramientas que se han utilizado para medir la evolución de las diferentes intervenciones sobre la patología musculoesquelética como son las AE son diversas. Una de ellas es la Escala Visual Analógica (EVA). La EVA es una escala ampliamente utilizada en el ámbito sanitario y que está validada por la OMS (39). Se emplea para la evaluación del dolor en numerosas patologías. Por ejemplo, en el estudio realizado por M. M. Santana Pineda en 2012 se evaluó el dolor de hombro mediante esta escala (40). Otro estudio, realizado en el 2018, utilizaba esta escala para valorar el dolor que experimentaron los sujetos tras una operación de fijación de fractura inestable de radio distal usando clavos intramedulares (41). Además, esta escala se ha utilizado en numerosas ocasiones para evaluar el dolor de pacientes con diferentes tipos de escoliosis (42, 43, 44). Inclusive, varios artículos que han estudiado el dolor en la zona lumbar han utilizado la EVA (23, 24, 25, 45).

El ángulo de Cobb se utiliza para cuantificar la desviación de curva y su progresión en diferentes tipos de escoliosis: EI, escoliosis neuromuscular, escoliosis congénita y actitud escoliótica (1, 46, 47, 48). Anteriormente se ha hecho referencia acerca de cómo realizar la medición de este ángulo en el apartado de diagnóstico de la AE.

La EMG detecta la actividad eléctrica que generan los músculos, la recoge y utiliza esas señales biológicas para estudiar la función muscular. Las señales se procesan y se analizan mediante un circuito electrónico y un software. (49).

Existen un gran número de variables de la EMGS y se pueden dividir en 2 grupos (49, 50):

VARIABLES DE FRECUENCIA:

- El espectro de frecuencias se extrae a partir de la Frecuencia Transformada de Fourier. Esta frecuencia, mide la amplitud de señal sobre los componentes de frecuencia. Del espectro de frecuencias se obtienen las siguientes variables:
 - o Frecuencia media: Promedio de todas las frecuencias.
 - o Frecuencia mediana o central: es la división del espectro en 2 regiones de igual potencia.

VARIABLES DE AMPLITUD:

- Root Mean Square (RMS): mide el poder eléctrico de la señal, es decir la actividad muscular electromiográfica. Se mide en mV o en μV .

Desde que se recoge la señal electromiográfica hasta que se interpretan los datos, la señal recogida pasa por una serie de fases. Primero, está la fase de amplificación en la que se utiliza un amplificador para recoger las señales mioeléctricas de pequeña amplitud. Estas señales de la actividad muscular pueden verse interferidas con señales de mayor amplitud, como el ruido ambiental, la piel, campos electromagnéticos, etc.; y por ello el amplificador debe de ser capaz de detectar y amplificar las señales de pequeña amplitud y desechar las señales del ruido. Después, tenemos la etapa de filtrado en la que se acota la frecuencia de 20Hz a 300Hz y se aplican dos filtros, un filtro de baja frecuencia y un filtro de alta frecuencia. A continuación, se rectifica la señal. Para la adquisición de los datos se usa un convertidor analógico digital (ADC) y después un software específico (49, 50, 51).

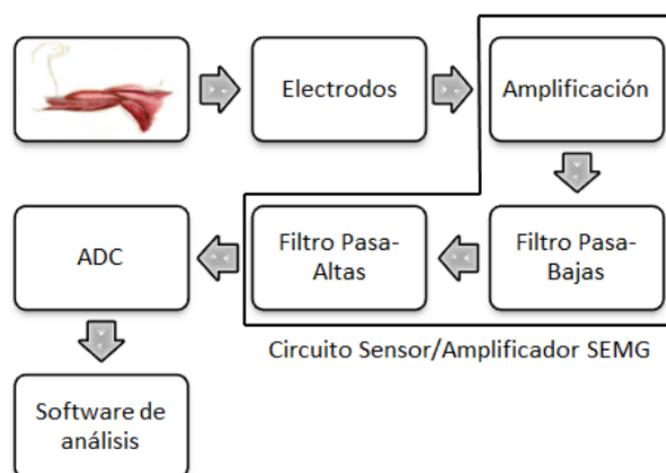


Imagen 4. Funcionamiento del sistema de adquisición de señales SEMG. Fuente: Sistema de Adquisición de Señales SEMG para la Detección de Fatiga Muscular. Autor: Correa-Figueroa JL.

Existen dos tipos de electrodos: los electrodos intramusculares y los electrodos de superficie. A continuación, se muestra una tabla con las ventajas y desventajas de estos. (Ver Tabla 2) (50, 51).

	Electrodos intramusculares	Electrodos superficiales
Ventajas	Registro más localizado del músculo (51).	Registro global del músculo (51).
	Registro de músculos profundos (51)	No invasivos (51), indoloros (50).
	Registro de músculos superficiales (51).	Sin limitación en cuanto a la superficie a estudiar (51).
	Captan un espectro de frecuencias más alto (51).	Sin limitación en cuanto al tiempo de registro (51).
	No necesitan una gran preparación de la piel (51).	Fáciles de colocar (50).
Inconvenientes	Invasivos, provocan dolor (51).	Sólo registro de musculatura superficial (51).
	Difíciles de colocar (50).	Necesitan una adecuada preparación de la piel (50, 51).
		Fenómeno cross talk (50).

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los electrodos intramusculares y de los electrodos superficiales. Fuente: Elaboración propia basada en los artículos: *Electromiografía cinesiológica de Aparicio Villarroya MA.* y *Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte de Massó N.*

Los electrodos superficiales se colocan directamente sobre la superficie de la piel. Se suelen seguir las recomendaciones de la Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM) para la colocación de estos. (52) Según el estudio de J.L. Correa-Figueroa, los electrodos de superficie tienen una alta evidencia en la medición de la actividad eléctrica de un músculo o de grupos musculares. También, la EMG se utiliza, en muchas ocasiones, para medir la fatiga muscular (49, 50).

En los electrodos de superficie hay que tener en cuenta el fenómeno *cross talk*, en el que se registran señales electromiográficas de músculos adyacentes al que queremos estudiar (50).

El material de los electrodos es variable, los más utilizados están fabricados con plata, acero inoxidable, platino y oro. Es importante que el electrodo no sea polarizado, es decir; que cada

vez que se produzca paso de corriente a través del electrodo, el potencial de este no debe variar de forma considerable. También es necesario que los electrodos presenten una baja impedancia. Los más utilizados son los de plata/cloruro de plata (Ag/AgCl) que, además, cumplen con las características anteriormente nombradas y están recomendados por la SENIAM (49, 50, 52).

La preparación de la piel es una fase necesaria para la utilización de electrodos de superficie. El objetivo de su realización es reducir la resistencia entre la piel y los electrodos para un buen registro electromiográfico. Para ello, se utiliza alcohol para eliminar los aceites y cremas corporales y se elimina el vello de la zona (18, 49, 50, 51).

En la literatura se han realizado 2 estudios que tratan la AE mediante el método Pilates.

Concretamente, en el estudio de Maria Erivânia Alves de Araújo se demuestra que el MP reduce el grado de escoliosis no estructural o AE, aumenta la flexibilidad y disminuye el dolor. Este estudio fue llevado a cabo en Brasil en 2012 e incluyó a 31 mujeres adultas (18-25 años) con los siguientes criterios de inclusión: estilo de vida sedentario, presencia de escoliosis no estructural en la zona dorso-lumbar con convexidad derecha o izquierda, acortamiento muscular de la cadena posterior, dolor en un segmento de la columna vertebral y habilidades psicomotoras. No se estipularon criterios de exclusión. La muestra se dividió en dos: 11 sujetos en el grupo control (al que no realizó ningún tipo de intervención) y 20 sujetos en el grupo experimental (al que se le llevó a cabo la intervención mediante el MP). Se midieron las siguientes variables: ángulo de Cobb, rango de movimiento y dolor. El ángulo de Cobb se obtuvo a partir de pruebas radiológicas y se expresó en grados. El rango de movimiento se midió mediante un goniómetro y se utilizó para evaluar el acortamiento de musculatura posterior de la pierna. El dolor se cuantificó mediante una escala llamada Borg CR 10. La intervención mediante el protocolo del MP fue de 3 meses y la duración de la clase fue de 60 minutos, divididos en 3 partes: 8 minutos de calentamiento, 5 minutos de estiramientos, 42 minutos de ejercicios específicos y 5 minutos para volver a una posición relajada (7).

El estudio, realizado por Yun Hee Park en el 2016, se llevó a cabo en Changwon (República de Corea) con 51 sujetos varones. El criterio de inclusión fue la aparición de AE dorsolumbar según el test de Adams. Los criterios de exclusión fueron: cirugía previa de columna vertebral, enfermedad neurológica o reumática y contraindicación para el ejercicio o la actividad física. Se realizó una medición antes de la intervención y otra después de esta de las siguientes variables: ángulo de Cobb, actividad muscular y simetría. El ángulo de Cobb se obtuvo mediante radiografías y se expresó en grados. La actividad muscular (actividad electromiográfica dinámica) y la simetría (valorada mediante la relación entre la actividad electromiográfica estática del lado derecho y del izquierdo) se midieron mediante EMGS. Los datos se obtuvieron en microvoltios y representaban la amplitud de la actividad muscular a lo

largo del tiempo. En el estudio se formaron 2 grupos: uno con un programa de ejercicios de core en casa y el otro con un programa de ejercicios de core en grupo. El protocolo del MP duró 10 semanas y constaba de 3 partes: 10 minutos de calentamiento, 30 minutos de ejercicios principales y 10 minutos de estiramientos. Se demostró que los ejercicios de core disminuyen el Ángulo de Cobb de forma significativa en ambos grupos, pero no se observaron diferencias entre estos. También, se reveló un aumento significativo de la actividad muscular en ambos grupos (sin diferencias entre estos) (1).

Por lo tanto, según todo lo expuesto anteriormente, se hace necesario mejorar la investigación acerca de la actitud escoliótica ya que en la bibliografía no se concreta de forma clara, lo que demuestra que es una patología poco estudiada.

Con el presente estudio se pretende analizar los efectos de un protocolo del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica, observando los efectos producidos en tres variables: dolor (medido con la EVA), ángulo de Cobb (medido a través de una radiografía anteroposterior) y actividad muscular eléctrica (medida a través de electromiografía de superficie), a fin de determinar la eficacia del Método.

Evaluación de la evidencia

Las búsquedas bibliográficas se han realizado en las bases de datos: Pubmed, EBSCO (CINAHL) y Google Académico.

En primer lugar, se limitó la búsqueda a 5 años, pero se encontraron pocos artículos que dotaran de buena evidencia, por lo que se decidió ampliar la búsqueda a 10 años. Observando que se obtenían pocos artículos, se decidió ampliar la búsqueda a más de 10 años. A partir de ese momento se encontraron artículos de interés relacionados con la AE, aunque aún falta mucha investigación acerca de la Actitud Escoliótica en el entorno sanitario; quizá por ser una patología que habitualmente no se trata. Se han seleccionado únicamente artículos relacionados con humanos y a texto completo.

En Pudmed las palabras clave utilizadas fueron: “functional scoliosis”, “pilates”, “scoliosis” y “exercise therapy”. Estas palabras clave se fueron combinando con las demás mediante el boleano AND.

En EBSCO (CINAHL) se llevó a cabo una búsqueda simple mediante las palabras “pilates” y “scoliosis”.

En Google Académico se realizó la búsqueda con las siguientes palabras clave: “Functional Scoliosis” y “Pilates Method”.

En todas las búsquedas se descartaron los artículos que no estuvieran disponibles en inglés ni en castellano; eliminando así artículos en alemán, chino, portugués y ruso, debido a su difícil comprensión.

La última búsqueda fue realizada el 23/01/2018.

En el ANEXO III se facilita la tabla de términos MeSH y DeCS.

A continuación, se muestran las tablas con las estrategias de búsqueda:

	Estrategia de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos relevantes
PUDMED	(functional scoliosis) AND pilates	1	1
	(functional scoliosis) AND physical therapy specialty	2	2
	(functional scoliosis) AND exercise therapy	35	4
	(functional scoliosis) AND range of movement	18	2
	(functional scoliosis) AND quality of life	91	5
	(functional scoliosis) AND body mass index	13	1
	(functional scoliosis) AND cobb angle	107	2
	(pilates) AND scoliosis	4	2
	(pilates) AND spine	16	8
	(pilates) AND physical therapy specialty	3	2
	(pilates) AND physical therapy	226	10
	(pilates) AND pain	85	7
	(pilates) AND manual therapy	9	1
	(pilates) AND exercise therapy	135	3
	(pilates) AND range of movement	35	4
	(pilates) AND quality of life	46	6
	(pilates) AND body mass index	25	5
	(scoliosis) AND swimming	14	1
(exercise therapy) AND cobb angle	47	4	
TOTAL		912	70

Tabla 3. Estrategia de búsqueda en PUDMED. Fuente: Elaboración propia.

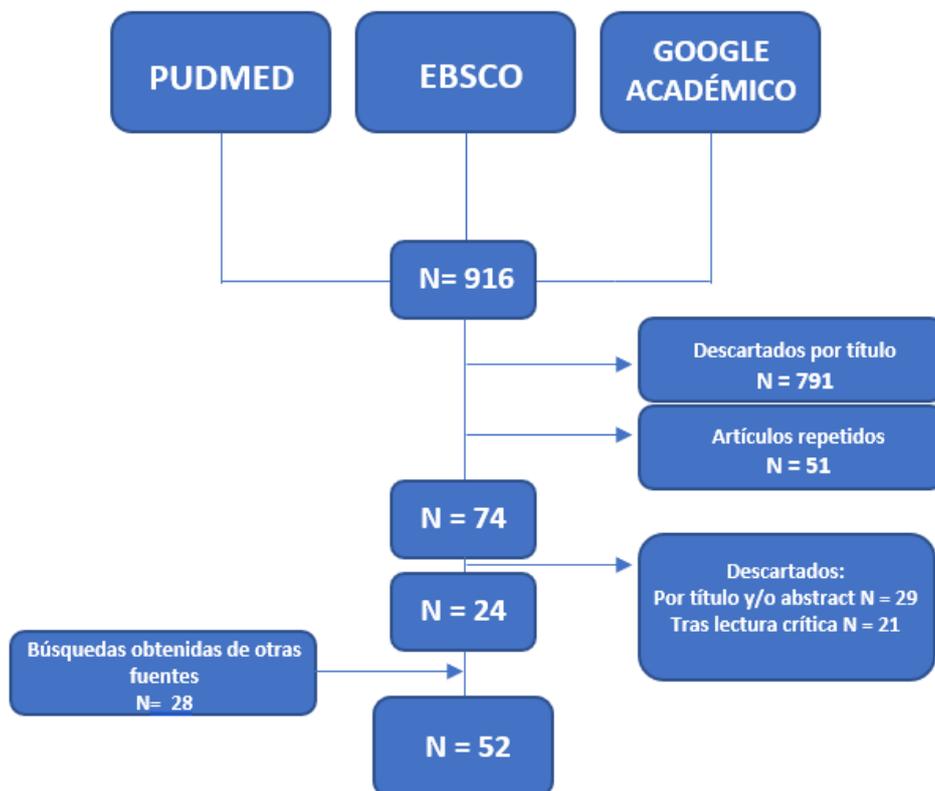
	Estrategia de búsqueda	Artículos relevantes
EBSCO (CINAHL)	pilates	4
	scoliosis	1
TOTAL		5

Tabla 4. Estrategia de búsqueda en EBSCO. Fuente: Elaboración propia.

	Estrategia de búsqueda	Artículos relevantes
GOOGLE ACADÉMICO	functional scoliosis	1
	pilates method	2
TOTAL		3

Tabla 5. Estrategia de búsqueda en GOOGLE ACADÉMICO. Fuente: Elaboración propia.

Flujograma:



Objetivos del estudio

Objetivo principal:

- Analizar la efectividad de un protocolo de ejercicios del método Pilates en el tratamiento de la actitud escoli6tica.

Objetivos secundarios:

- Analizar los cambios sobre el dolor en la zona lumbar de los pacientes diagnosticados de actitud escoli6tica tras la intervenci6n.
- Analizar los cambios sobre los grados del 6ngulo de Cobb a nivel lumbar en los pacientes diagnosticados de actitud escoli6tica tras la intervenci6n.
- Analizar los cambios sobre la actividad muscular a nivel lumbar en los pacientes diagnosticados de actitud escoli6tica tras la intervenci6n.

Hipótesis Conceptual

La aplicación de un protocolo de ejercicios basados en el método Pilates produce mejoras significativas en los pacientes con actitud escoliótica.

Metodología

Diseño del estudio

El estudio que se va a llevar a cabo es un estudio cuasiexperimental, con un diseño pre-post para valorar los cambios que se producen en la AE mediante el MP. La muestra se selecciona mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia hasta conseguir la muestra necesaria de 53 sujetos.

El estudio es cuasiexperimental ya que solo hay un grupo sobre el que se realiza la intervención. Se realizan mediciones antes de la intervención y después de esta, por lo que el diseño se denomina Pretest/Posttest.

Los pacientes que formen parte del estudio recibirán previamente una hoja de información acerca del estudio en el que van a participar. Además, se les proporcionará un consentimiento informado (ANEXO VIII) y un cuestionario de recogida de datos (ANEXO V). Los sujetos que presenten AE diagnosticada previamente por un traumatólogo del Hospital 12 de Octubre, serán tratados mediante el MP en la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios".

Se garantiza el cumplimiento de los requisitos éticos y jurídicos expuestos en la Declaración de Helsinki (aprobada en 1964 por la Asamblea Médica Mundial) sobre la investigación clínica con seres humanos.

El estudio necesitará la aprobación por parte del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital 12 de Octubre, y posteriormente la del Comité Ético de la Universidad Pontificia Comillas.

Sujetos de estudio

La población diana serán personas que presenten Actitud Escoliótica, de entre 18 y 50 años que sean susceptibles de recibir tratamiento mediante el método Pilates. El motivo de elegir este rango de edad es debido a criterios meramente poblacionales.

Los sujetos se escogen en el Hospital Doce de Octubre de la Comunidad de Madrid, según los criterios de inclusión y exclusión. Una vez entregada la hoja de información al paciente (ANEXO VII) y cumplimentado el consentimiento informado, se comienza con el estudio en la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios".

La población de estudio va a ser definida mediante los criterios de inclusión y exclusión, de forma que los sujetos cumplan con los criterios de inclusión y no presenten ninguno de los criterios de exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Sexo: femenino y masculino	Sujetos que no cumplan los criterios de inclusión
Edad: 18-50 años.	Sujetos con patología en extremidades superiores o inferiores.
Sujetos que presenten actitud escoliótica.	Embarazo.
Sujetos sin experiencia previa con el método Pilates.	Trastornos cognitivos.
Sujetos adscritos al Sistema Madrileño de Salud y autorización de un traumatólogo para el ejercicio activo.	Sujetos con cirugía de columna (1).
Sujetos que presenten acortamiento de la cadena posterior (7).	Patología cardiovascular.

Tabla 6. Criterios de selección. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo Muestral:

Para determinar el tamaño muestral necesitamos en el estudio, vamos a utilizar la fórmula de comparación de medias:

$$N = \frac{2K \cdot SD^2}{d^2}$$

N= muestra.

K: constante.

SD: desviación estándar/típica.

d: precisión.

Los valores utilizados frecuentemente en el ámbito sanitario son: poder estadístico (1-β) del 80% y un nivel de significación (α) del 5%.

Poder estadístico (1-β)	Nivel de significación (α)		
	5%	1%	0.10%
80%	7.8	11.7	17.1
90%	10.5	14.9	20.9
95%	13	17.8	24.3
99%	18.4	24.1	31.6

Tabla 7. Nivel de significación y poder estadístico. Fuente: Elaboración propia.

Las desviaciones típicas y la precisión del ángulo de Cobb (grados) y la actividad muscular eléctrica (mV) han sido extraídas del artículo “The effect of a core exercise program on Cobb angle and back muscle activity in male students with functional scoliosis: a prospective, randomized, parallel-group, comparative study” (1). Para la variable dolor, se ha utilizado el siguiente artículo: “Pilates improves pain, function and quality of life in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial” (23). Ambos estudios evalúan estas variables con sujetos similares.

La “SD” la sacamos de los datos de desviación típica post intervención y la “d” la extraemos de la resta entre los datos pre y post intervención.

- Dolor, mediante la escala análoga visual:

$$N = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 2,42^2}{1,75^2} = 15,77$$

- Ángulo de Cobb:

$$N = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 2,45^2}{5,25^2} = 3,40$$

- Actividad muscular eléctrica:

Se ha convertido los valores del artículo que estaban en μV a mV para efectuar el cálculo (ANEXO IV)

$$N = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 0,0293^2}{0,01673^2} = 47,85$$

El cálculo muestral más grande es el de 47,85, añadimos un 10% para evitar pérdidas, por lo que nuestro cálculo muestral sería de 52,64 ≈ 53 sujetos.

Variables

En este estudio se van a valorar tres variables. Todas ellas son dependientes: dolor lumbar, ángulo de Cobb y la actividad eléctrica muscular.

- Se evaluará el dolor lumbar mediante la Escala Visual Analógica (EVA). Esta escala consta de una línea de 10 cm que contiene los números del 0 al 10, divididos en intervalos iguales. Cero representa la ausencia de dolor y diez el dolor máximo posible. Los pacientes rodean o marcan el número que corresponda a la intensidad del dolor que sienten (ANEXO II).
- Se evaluará el Ángulo de Cobb mediante una radiografía de la zona lumbar. El ángulo resultante de la curva se calculará empleando el goniómetro y el resultado obtenido se expresará en grados.
- Se evaluará la actividad eléctrica muscular a través del RMS máximo en 6 segundos con EMGS, siendo su unidad de medida el mV. Se realizarán mediciones del iliocostal derecho y del iliocostal izquierdo.

VARIABLES	CLASE	TIPO	INSTRUMENTO O FORMA DE MEDIDA	UNIDADES
Ángulo de Cobb	Dependiente	Cuantitativa Continua	Goniómetro	Grados
Dolor	Dependiente	Cuantitativa Continua	EVA	Puntuaciones del 0 al 10
Actividad eléctrica muscular	Dependiente	Cuantitativa Continua	EMGS	mV

Tabla 8. Clasificación de variables. Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis operativa

Dolor lumbar

Hipótesis nula (H_0)

No existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la intensidad del dolor lumbar medida con la EVA tras la aplicación del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica.

Hipótesis alternativa (H_1)

Existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la intensidad del dolor lumbar medida con la EVA tras la aplicación del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica.

Ángulo de Cobb

Hipótesis nula (H_0)

No existen diferencias estadísticamente significativas en la variación del ángulo de Cobb medido con goniómetro tras la aplicación del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica.

Hipótesis alternativa (H_1)

Existen diferencias estadísticamente significativas en la variación del ángulo de Cobb medido con goniómetro tras la aplicación del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica.

Actividad eléctrica muscular

Hipótesis nula (H_0)

No existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la actividad eléctrica muscular medida mediante el electromiógrafo de superficie tras la aplicación del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica.

Hipótesis alternativa (H_1)

Existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de la actividad eléctrica muscular medida mediante el electromiógrafo de superficie tras la aplicación del método Pilates en pacientes con actitud escoliótica.

Recogida de datos, análisis de datos, contraste de la hipótesis

Una vez los sujetos hayan pasado el proceso de selección, se les entregará el cuestionario de recogida de datos (ANEXO V) en el cual se recogerán los datos personales de los sujetos. Se asegura el anonimato de los datos y el respeto a la intimidad del paciente a través de la aplicación de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Para que se lleve a cabo una anonimización de los datos, aplicamos un código numérico identificativo a cada paciente. Los datos de las mediciones pre y post de las variables se recogerán en una hoja que únicamente tendrá el código de identificación asignado a cada sujeto, sin sus datos personales. De esta forma, podemos hacer uso de los datos de los sujetos de forma estadística y cumpliendo dicha ley. Después, estos datos se plasmarán en una hoja de Excel® para luego realizar el análisis estadístico mediante el programa informático SPSS®, versión 24.0.

Se lleva a cabo un análisis estadístico que consta de dos partes: análisis descriptivo y análisis inferencial.

A través del análisis descriptivo obtendremos datos de tendencia central (moda, media y mediana) que nos aportarán información acerca de la distribución de las variables medidas. Además, se analizarán los datos de dispersión (desviación típica, varianza, máximo y mínimo) que nos permitirán observar la variabilidad de los datos y cuánto se alejan estos de la normalidad.

Mediante el análisis inferencial se realizará una comparación de medias entre la medición inicial y la final del grupo, para cada variable. Se llevará a cabo un análisis de normalidad de cada variable dependiente, es decir, estudiaremos si existen diferencias antes y después de la intervención. Dado que la muestra es superior a 30 sujetos, se aplicará el test Kolmogorov-Smirnov y a través de este, se elegirá una prueba paramétrica o no paramétrica. Se considera que existe normalidad si el valor p es mayor de 0,05 y en este supuesto se aplicaría la prueba paramétrica T-Student para muestras dependientes; en el caso en el que p fuera menor de 0,05 se aplicaría la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Para estos tests, si el valor p es menor a 0,05 se aceptará la hipótesis alternativa; sin embargo, si el valor de p es mayor de 0,05 se aceptará la hipótesis nula.

Para la representación de los resultados, se empleará un diagrama de barras por cada variable, ya que estas variables son cuantitativas. Mediante esta representación se obtiene una información clara y sencilla a la hora de interpretar los resultados del estudio comparando las variables antes y después de la intervención.

Limitaciones del estudio

La literatura y bibliografía de la AE es relativamente escasa en los últimos 5 años, lo que obligó a ampliar la búsqueda a documentación científica con más de 10 años de antigüedad; y, aun así, la cantidad de material útil para el estudio no fue abundante.

Además, debido a que en esta bibliografía no se ha obtenido un claro tratamiento habitual, no ha sido posible realizar un estudio analítico, experimental con dos grupos, uno control y otro experimental, como sería deseable.

Es posible que la población objeto de este estudio no se vea fielmente representada, debido a que la muestra seleccionada pertenece únicamente al Hospital 12 de Octubre, por lo quizá los resultados que se obtengan de este estudio no sean extrapolables.

Equipo investigador

El equipo de este estudio contará con las siguientes personas:

- Investigadora principal: Elena Sanz García, Grado en Fisioterapia.
- Un fisioterapeuta con formación en el MP.
- Un fisioterapeuta con formación en EMGS.
- Un traumatólogo experto en radiología.
- Un estadístico, que se encargará del análisis de los datos con al menos 2 años de experiencia en estudios de investigación.

Plan de trabajo

Diseño de la intervención

En primer lugar, se enviará una solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica (ANEXO VI) y con este se confirmará la colaboración del Hospital 12 de Octubre, ya que es el traumatólogo el que se encarga de seleccionar a los pacientes en base a pruebas radiológicas y a explicar la existencia del estudio y los fines de este.

A los sujetos del estudio, que vienen derivados del traumatólogo del 12 de Octubre, se les entregará una hoja de información al paciente (ANEXO VII) y una hoja de consentimiento informado. Tras la firma del consentimiento informado (ANEXO VIII), los pacientes recibirán una hoja de recogida de datos para su cumplimentación (ANEXO V). Además, se les asignará un código de identificación para preservar sus datos personales.

En primer lugar, se comenzará con las mediciones de las variables: dolor, ángulo de Cobb y actividad eléctrica muscular. Las mediciones de los sujetos se realizarán durante el plazo de un mes.

Los pacientes recibirán la escala analógica visual que cuenta con una numeración del 0 al 10; siendo el 0 el menor dolor que se ha sentido y 10 el mayor. Los sujetos tendrán que redondear el valor del dolor que mejor se corresponda con el suyo (ANEXO II).

Para la medición de la variable ángulo de Cobb será necesario la realización una radiografía anteroposterior del paciente y la participación de un traumatólogo, experto en radiología, que calcule el valor del ángulo de Cobb. Además, la fisioterapeuta encargada del estudio realizará el test de Adams para descartar a los sujetos que presenten escoliosis estructural.

La actividad eléctrica muscular se medirá en el músculo iliocostal lumbar de ambos lados, cuyas acciones son: extensión cuando ambos iliocostales actúan al mismo tiempo e inclinación cuando actúan unilateralmente. La medición se realizará a través del electromiógrafo de superficie FREEEMG que cuenta con electrodos ARBO ECG de un diámetro de 24mm-H124SG. Estos electrodos cuentan con una capa de hidrogel conductivo y son desechables. El material del sensor es Ag/AgCl con soporte de foam (espuma). Para la realización de esta medición, el paciente estará colocado en pronación sobre una superficie estable y tendrá que realizar una extensión de tronco contra gravedad. La duración de la medición de la actividad electromiográfica será de 6 segundos, realizando 3 contracciones en ese período de tiempo. Se tomará el valor del RMS (mV) como medición de la actividad electromiográfica. Se toma como valor de normalización el pico máximo de activación del RMS y los datos serán obtenidos en porcentajes del RMS máximo. Se colocará un electrodo a cada lado siguiendo las recomendaciones de la SENIAM: el electrodo debe colocarse 1 dedo de

ancho hacia medial desde la línea que va desde la espina iliaca postero superior hasta el punto más bajo de la costilla inferior, a nivel de L2.



Imagen 5. Colocación electrodos.
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 6. Test de extensión lumbar para la medición de la actividad electromiográfica. Fuente: Elaboración propia.

Los datos de medición de las variables se recogerán en la siguiente tabla.

Código de identificación:	MEDICIÓN PRE	MEDICIÓN POST
Dolor		
Ángulo de Cobb		
Actividad eléctrica muscular derecha		
Actividad eléctrica muscular izquierda		

Tabla 9. Tabla de recogida de datos. Fuente: Elaboración propia.

Los sujetos comenzarán el protocolo de Pilates tras las mediciones. Este protocolo tendrá una duración de 8 semanas (2 meses). Se tendrá que acudir a la dirección especificada (ANEXO X) de lunes a viernes a las 16:00 horas. La duración de las clases será de 45 minutos.

El objetivo de la primera clase de Pilates es que los sujetos sean conscientes de su propio cuerpo. Para esto, se les enseñará a realizar las 3 respiraciones (torácica, costal y abdominal) y la báscula pélvica. En la segunda clase y en las siguientes se realizará el siguiente protocolo,

que consta de 3 partes: calentamiento (5 minutos), núcleo (35 minutos) y estiramientos (5 minutos).

Calentamiento:

- Paciente en decúbito supino. Comenzamos con respiraciones costales, para ello durante la inspiración se lleva el aire a la zona lateral de las costillas inferiores. Las manos se colocan en la zona en la que vamos a llevar el aire para dar información propioceptiva. 5 repeticiones.



Imagen 7. Respiraciones costales. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en decúbito supino. Realizamos la báscula pélvica acompañada con la respiración. De esta forma, al realizar anteversión inspiramos y al realizar retroversión espiramos. Las manos se colocan en las espinas ilíacas anterosuperiores a modo propioceptivo. 5 repeticiones.



Imagen 8. Báscula pélvica. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en decúbito supino. Brazos en la vertical, codos rectos, muñecas rectas. Durante la inspiración llevamos las puntas de los dedos al techo y durante la espiración, juntamos escápulas. 5 repeticiones.



Imagen 9. Conexión de escápulas. Fuente: Elaboración propia.

Núcleo:

- Paciente en decúbito supino. Doble mentón, columna elongada, brazos en cruz y piernas en posición de tablero (90° caderas, 90° rodillas, 90° tobillos). Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se dirigen las piernas hacia un lado sin que se levante el hombro contrario. Durante la inspiración las piernas vuelven a la posición inicial. Se realiza el ejercicio alternando un lado y el otro. 10 repeticiones por cada lado.



Imagen 10. Posición inicial giros tronco con miembros inferiores. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 11. Posición final giros tronco con miembros inferiores. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en decúbito supino. Doble mentón, brazos a lo largo del cuerpo, pelvis neutra, columna neutra, piernas flexionadas y pies a la altura de las caderas. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se va subiendo vértebra a vértebra hasta la altura de las escápulas, realizando un puente. Una vez arriba, se inspira y al espirar se baja vértebra a vértebra hasta llegar a la posición inicial. 10 repeticiones.



Imagen 12. Puente. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en decúbito prono. Doble mentón, brazos estirados, pelvis neutra, columna neutra y piernas estiradas. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se eleva el brazo de un lado y la pierna del lado contrario. En la inspiración se vuelve a la posición inicial. Se realiza el ejercicio alternando un lado y el otro. 10 repeticiones por cada lado.



Imagen 13. Nadando. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en decúbito prono. Doble mentón, brazos a lo largo del cuerpo, pelvis neutra, columna neutra y piernas estiradas. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se realiza una extensión lumbar y los brazos se mantienen rectos acompañando la subida del tronco. Se inspira para volver a la posición inicial. 10 repeticiones.



Imagen 14. Extensión lumbar. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en decúbito prono. Doble mentón, brazos a lo largo del cuerpo, pelvis neutra, columna neutra y piernas estiradas. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se realiza una extensión del miembro inferior y los brazos se mantienen relajados apoyados en el suelo, pero manteniendo la elongación axial. Se inspira para volver a la posición inicial. 10 repeticiones.



Imagen 15. Elevación de miembros inferiores. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en sedestación. Doble mentón, brazos flexionados con manos en la zona occipital, pelvis neutra, columna elongada y piernas cruzadas. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se rota la columna hacia un lado. Se inspira para volver a la posición inicial. Se realiza el ejercicio alternando un lado y el otro. 10 repeticiones a cada lado.



Imagen 17. Posición inicial de giros de columna. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 16. Posición final de giros de columna. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en sedestación. Doble mentón, brazos en la horizontal con codos y muñecas estirados, pelvis neutra, columna elongada, piernas flexionadas y pies a la altura de las caderas. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se va bajando vértebra a vértebra, controlando la bajada, hasta el sacro. Una vez allí, se inspira y al espirar se vuelve a la posición inicial. 10 repeticiones.



Imagen 19. Posición inicial de rodar sobre sacro. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 18. Posición final de rodar sobre sacro. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en sedestación. Doble mentón, brazos en cruz con codos y muñecas estirados, pelvis neutra, columna neutra, piernas estiradas y en abducción. Se inspira en la posición inicial. Durante la espiración se realiza una rotación y flexión de tronco mientras se lleva una mano al pie contrario. Se inspira para volver a la posición inicial. Se realiza el ejercicio alternando un lado y el otro. 10 repeticiones a cada lado.



Imagen 20. Posición inicial de la sierra. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 21: posición final de la sierra. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en cuadrupedia. Doble mentón, muñecas debajo de hombros y codos estirados, pelvis neutra, columna neutra, piernas flexionadas y rodillas debajo de caderas. Durante la inspiración se gira y se apoya sobre la escápula y hombro contrario. Se espira para volver a la posición inicial. Se realiza el ejercicio alternando un lado y el otro. 10 repeticiones a cada lado.



Imagen 23. Posición inicial de la cueva. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 22. Posición final de la cueva. Fuente: Elaboración propia.

- Paciente en cuadrupedia. Doble mentón, muñecas debajo de hombros y codos estirados, pelvis neutra, columna neutra, piernas flexionadas y rodillas debajo de caderas. Se inspira y se realiza flexión de columna y se espira para volver a la posición inicial. Se inspira y se realiza una ligera extensión de columna y se espira para volver a la posición inicial. 10 repeticiones.



Imagen 24. Posición inicial del gato. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 26. Posición final del gato con retroversión pélvica. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 25. Posición final del gato con anteversión pélvica. Fuente: Elaboración propia.

Estiramientos:

- Estiramiento de la cadena lateral: Paciente en decúbito supino. Brazos en cruz. Se pone una pierna cruzada por encima de la otra y las piernas giran para el lado contrario. Es importante que el hombro contrario al giro no se levante de la colchoneta. Se realiza el estiramiento hacia el otro lado.



Imagen 27. Estiramiento de la cadena lateral. Fuente: Elaboración propia.

- Estiramiento de isquiotibiales: Paciente en sedestación, piernas estiradas y juntas. El paciente tiene que llevar las manos a tocar los pies todo lo que pueda sin que se flexionen las rodillas.



Imagen 28. Estiramiento de isquiotibiales. Fuente: Elaboración propia.

- Estiramiento de la cadena anterior: Paciente en decúbito supino. La pelvis tiene que permanecer pegada a la colchoneta mientras el paciente extiende los brazos y cabeza.



Imagen 29. Estiramiento de la cadena anterior. Fuente: Elaboración propia.

- Estiramiento de cuádriceps y espalda: Paciente de rodillas sentado sobre sus talones. El paciente tiene que llevar los brazos estirados hacia adelante sin despegar los glúteos de los talones.



Imagen 30. Estiramiento de cuádriceps y espalda. Fuente: Elaboración propia.

Etapas de desarrollo

En los dos primeros meses (septiembre-octubre), se realiza el diseño del estudio y se coordina con el Hospital 12 de Octubre. Se establece la pregunta PICO, se realiza la búsqueda bibliográfica, se desarrolla antecedentes y se plantean la hipótesis, los objetivos y las variables. También, se define la población diana y se realiza el cálculo muestral. Más adelante, se diseña el protocolo de tratamiento y cómo se va a llevar a cabo la medición de los datos. Además, durante este período de tiempo, se establece la coordinación con el Hospital 12 de Octubre.

Durante el mes de noviembre, se realiza la medición pre-intervención, midiendo el dolor, el ángulo de Cobb y la actividad electromiográfica (derecha e izquierda) en todos los sujetos.

En diciembre y enero se lleva a cabo el tratamiento mediante un protocolo basado en el método Pilates cuya duración es de 8 semanas (2 meses).

Tras el tratamiento, se realiza una medición post intervención de las variables en el mes de febrero.

En abril y en mayo se realiza el análisis de los datos y se elaboran los resultados para en mayo de 2018 redactar los resultados y publicarlos.

2017-2018	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
<i>Diseño del estudio</i>	x	x							
<i>Coordinación con el Hospital 12 de Octubre</i>	x	x							
<i>Medición pre-intervención</i>			x						
<i>Tratamiento</i>				x	x				
<i>Medición post- intervención</i>						x			
<i>Análisis de datos y elaboración de resultados</i>							x	x	
<i>Redacción y publicación de resultados</i>									x

Bibliografía

- (1) Park YH, Park YS, Lee YT, Shin HS, Oh M, Hong J, et al. The effect of a core exercise program on Cobb angle and back muscle activity in male students with functional scoliosis: a prospective, randomized, parallel-group, comparative study. *J Int Med Res* 2016 Jun;44(3):728-734.
- (2) Philippe Souchard, Marc Ollier. Escoliosis. Su tratamiento en fisioterapia y ortopedia. España: Médica Panamericana; 2002.
- (3) Ministerio de Sanidad y Consumo. CODIFICACIÓN CLÍNICA CON LA CIE-9-MC [Internet]. España: Ministerio de Sanidad y Consumo; Jun 2000 [acceso 12 de enero de 2018]. Disponible en:
http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/normalizacion/clasifEnferm/boletines/Codificacion_clinica_n16_00.pdf
- (4) Dufour M, Pillu M. Biomecánica Funcional. Barcelona, España: Masson; 2006.
- (5) Eciemaps.msssi.gob.es, Edición electrónica de la CIE-10-ES. España: Eciemaps.msssi.gob.es; 2018- [actualizada enero 2018; acceso 20 enero 2018]. Disponible en: <https://eciemaps.msssi.gob.es/ecieMaps/browser/metabusador.html>
- (6) Zurita Ortega F, Moreno Lorenzo C, Ruiz Rodríguez L, Martínez Martínez A, Zurita Ortega A, Castro Sánchez AM. Cribado de la escoliosis en una población escolar de 8 a 12 años de la provincia de Granada. *An Pediatr (Barc)* 2008;69(4):342-350.
- (7) Alves de Araújo, Maria Erivânia, Bezerra da Silva E, Bragade Mello D, Cader SA, Shiguemi Inoue Salgado A, et al.. The effectiveness of the pilates method: Reducing the degree of non-structural scoliosis, and improving flexibility and pain in female college students. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(2):191-198.
- (8) Urrutia J, Zamora T, Klaber I. Thoracic Scoliosis Prevalence in Patients 50 Years or Older and Its Relationship With Age, Sex, and Thoracic Kyphosis. *Spine.* 2014;39(2):149-152.
- (9) Ortega FZ, Rodríguez LR, Morales LZ, Sánchez MF, García RF, Manrique ML. Análisis de la prevalencia de escoliosis y factores asociados en una población escolar mexicana mediante técnicas de cribado. *G Méd Méx.* 2014;150(5):432-439.
- (10) Rossi DM, Morcelli MH, Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M, Laroche DP, et al. Antagonist coactivation of trunk stabilizer muscles during Pilates exercises. *J Bodyw Mov Ther* 2014;18(1):34-41.

- (11) Subdirección General de Estadística y Estudios, Secretaría General Técnica Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2015. Consejo Superior de Deportes; 2015.
- (12) Espalda y cuello [Internet]. España: Espalda y cuello; 2016 [actualizada 14 de marzo de 2016, acceso 15 de enero de 2018]. De Serrano Sáenz de Tejada, FB. Actitud escoliótica. Disponible en: <https://espaldaycuello.com/actitud-escoliotica/>.
- (13) Otman S, Kose N, Yakut Y. The efficacy of Schroth's 3-dimensional exercise therapy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey. *Saudi Med J*. 2005;26(9):1429-1435.
- (14) Zarzycka M, Rozek K, Zarzycki M. Alternative methods of conservative treatment of idiopathic scoliosis. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2009;11(5):396-412.
- (15) Schreiber S, Parent EC, Khodayari Moez E, Hedden DM, Hill DL, Moreau M, et al. Schroth Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises Added to the Standard of Care Lead to Better Cobb Angle Outcomes in Adolescents with Idiopathic Scoliosis - an Assessor and Statistician Blinded Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE* 2016;11(12):e0168746.
- (16) Campos RR, Dias JM, Pereira LM, Obara K, Barreto MS, Silva MF, et al. Effect of the Pilates method on physical conditioning of healthy subjects: a systematic review and meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016;56(7-8):864-873.
- (17) Queiroz BC, Cagliari MF, Amorim CF, Sacco IC. Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(1):86-92.
- (18) Andrade LS, Mochizuki L, Pires FO, da Silva, Renato André Sousa, Mota YL. Application of Pilates principles increases paraspinal muscle activation. *J Bodyw Mov Ther*. 2015 ;19(1):62-66.
- (19) Werba DdR, Cantergi D, Tolfo Franzoni L, Fagundes AdO, Fagundes Loss J, Nogueira Haas A. Electrical Activity of Powerhouse Muscles During the Teaser Exercise of Pilates Using Different Types of Apparatus. *Percept Mot Skills*. 2017;124(2):452-461.
- (20) Latey P. The Pilates method: history and philosophy. *J Bodyw Mov Ther*. 2001;5(4):275-282.
- (21) Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the "powerhouse"—I. *J Bodyw Mov Ther*. 2004;8(1):15-24.
- (22) Key J. 'The core': understanding it, and retraining its dysfunction. *J Bodyw Mov Ther* 2013 Oct;17(4):541-559.

- (23) Natour J, Cazotti Lda, Ribeiro LH, Baptista AS, Jones A. Pilates improves pain, function and quality of life in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2015;29(1):59-68.
- (24) Yamato TP, Maher CG, Saragiotto BT, Hancock MJ, Ostelo, Raymond WJG, Cabral CMN, et al. Pilates for Low Back Pain: Complete Republication of a Cochrane Review. *Spine.* 2016;41(12):1013-1021.
- (25) Cruz-Díaz D, Martínez-Amat A, Osuna-Pérez MC, De la Torre-Cruz M J, Hita-Contreras F. Short- and long-term effects of a six-week clinical Pilates program in addition to physical therapy on postmenopausal women with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2016;38(13):1300-1308.
- (26) 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.
- (27) Miyamoto GC, Franco KFM, van Dongen JM, Franco YRDS, de Oliveira NTB, Amaral DDV, et al. Different doses of Pilates-based exercise therapy for chronic low back pain: a randomised controlled trial with economic evaluation. *Br J Sports Med.* 2018.
- (28) Uluğ N, Yılmaz ÖT, Kara M, Özçakar L. Effects of Pilates and yoga in patients with chronic neck pain: A sonographic study. *J Rehabil Med.* 2018;50(1):80-85.
- (29) Emery K, De Serres SJ, McMillan A, Côté JN. The effects of a Pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clin Biomech.* 2010;25(2):124-130.
- (30) Odinets T, Briskin Y, Pityn M. Effect of individualized physical rehabilitation programs on respiratory function in women with post-mastectomy syndrome. *Physiother Theory Pract.* 2018 Feb 26:1-8.
- (31) Lausen A, Marsland L, Head S, Jackson J, Lausen B. Modified Pilates as an adjunct to standard physiotherapy care for urinary incontinence: a mixed methods pilot for a randomised controlled trial. *BMC Womens Health.* 2018 Jan 12;18(1):16.
- (32) Kim G, HwangBo P. Effects of Schroth and Pilates exercises on the Cobb angle and weight distribution of patients with scoliosis. *J Phys Ther Sci.* 2016 Mar;28(3):1012-1015.
- (33) Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, Villagrasa M, Negrini S. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014 Feb;50(1):111-121.

- (34) Vaquero-Cristóbal R, López-Miñarro PA, Alacid Cárceles F, Esparza-Ros F. Efectos del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y la flexión del tronco. *Nutr Hosp*. 2015;32(5):1967-1986.
- (35) Leopoldino AAO, Avelar NCP, Passos GB, Santana NÁP, Teixeira VP, de Lima VP, et al. Effect of Pilates on sleep quality and quality of life of sedentary population. *J Bodyw Mov Ther*. 2013 Jan;17(1):5-10.
- (36) Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011 Dec;92(12):2071-2081.
- (37) Vieira FTD, Faria LM, Wittmann JI, Teixeira W, Nogueira LAC. The influence of Pilates method in quality of life of practitioners. *J Bodyw Mov Ther*. 2013 Oct;17(4):483-487.
- (38) Kamioka H, Tsutani K, Katsumata Y, Yoshizaki T, Okuizumi H, Okada S, et al. Effectiveness of Pilates exercise: A quality evaluation and summary of systematic reviews based on randomized controlled trials. *Complement Ther Med*. 2016 Apr;25:1-19.
- (39) Organización Mundial de la Salud. Conjunto de documentos sobre el dolor persistente en niños: directrices de la OMS sobre el tratamiento farmacológico del dolor persistente en niños con enfermedades médicas. 2012.
- (40) Santana Pineda MM, Moreno Martín A. Electroacupuntura para el tratamiento del síndrome subacromial. *Rev Int Acupuntura* 2012;6:136-143.
- (41) Calbiyik M. Fixation of unstable distal radius fractures by using expandable Intramedullary nailing system in adult patients. *Pak J Med Sci*. 2018 Jan-Feb;34(1):198-203.
- (42) Lee KY, Kim M, Im CS, Jung YH. Radiologic and Clinical Courses of Degenerative Lumbar Scoliosis (10°-25°) after a Short-Segment Fusion. *Asian Spine J*. 2017 Aug;11(4):570-579.
- (43) Atici Y, Aydin CG, Atici A, Buyukkuscu MO, Arikan Y, Balioglu MB. The effect of Kinesio taping on back pain in patients with Lenke Type 1 adolescent idiopathic scoliosis: A randomized controlled trial. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2017 May;51(3):191-196.
- (44) Wang T, Wang H, Ma L, Zhang D, Ding W. Correction of sagittal imbalance in treatment for adult degenerative scoliosis with thoracic lordosis and lumbar kyphosis: A case report. *Medicine*. 2017 Apr;96(16):e6416.
- (45) Mostagi, Fernanda Queiroz Ribeiro Cerci, Dias JM, Pereira LM, Obara K, Mazuquin BF, Silva MF, et al. Pilates versus general exercise effectiveness on pain and functionality in non-specific chronic low back pain subjects. *J Bodyw Mov Ther*. 2015 Oct;19(4):636-645.

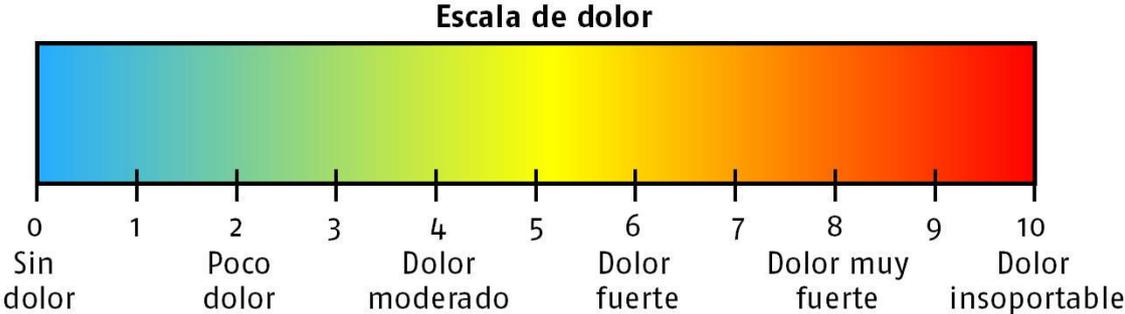
- (46) Mordecai SC, Dabke HV. Efficacy of exercise therapy for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of the literature. *Eur Spine J.* 2012 Mar;21(3):382-389.
- (47) Chaudry Z, Anderson JT. Curve flexibility in cerebral palsy-related neuromuscular scoliosis: does the intraoperative prone radiograph reveal more flexibility than preoperative radiographs? *Scoliosis Spinal Disord.* 2017;12:15.
- (48) Cao J, Zhang X, Sun N, Sun L, Guo D, Qi X, et al. The therapeutic characteristics of serial casting on congenital scoliosis: a comparison with non-congenital cases from a single-center experience. *J Orthop Surg Res.* 2017 Apr;12(1):56.
- (49) Correa-Figueroa JL, Morales-Sánchez E, Huerta-Ruelas JA, González-Barbosa JJ, Cárdenas-Pérez CR. Sistema de Adquisición de Señales SEMG para la Detección de Fatiga Muscular. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica* 2016:17-27.
- (50) Aparicio Villarroya MA. Electromiografía cinesiología. *Rehabilitación (Madr)* 2005;39(6):255-264.
- (51) Massó N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa L, Germán A. Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Med Esport.* 2010;45(166):127-136.
- (52) Seniam.org, Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM) [Internet]. Netherlands: seniam.org. [acceso 23 de enero de 2018] Disponible en: <http://www.seniam.org/>.

Anexos

ANEXO I: Clasificación de la escoliosis según la CIE-10 (5)

Dorsopatias	
Dorsopatias deformantes	
M40	Cifosis y lordosis
M41	Escoliosis
M42	Osteocondrosis de la columna vertebral
M43	Otras dorsopatias deformantes
Espondilopatias	
M45	Espondilitis anquilosante
M46	Otras espondilopatias inflamatorias
M47	Espondilosis
M48	Otras espondilopatias
M49	Espondilopatias en enfermedades clasificadas en otra parte
Otras dorsopatias	
M50	Trastornos de disco cervical
M51	Otros trastornos de los discos intervertebrales
M53	Otras dorsopatias, no clasificadas en otra parte
M54	Dorsalgia

ANEXO II: Escala Análoga Visual (EVA) (40)



ANEXO III: Tabla de términos MESH y DECS.

	ESPAÑOL	INGLÉS	MESH	DECS	TÉRMINO LIBRE
1	Escoliosis funcional	Functional Scoliosis / Nonstructural Scoliosis	No	No	Si
2	Pilates	Exercise Movement Techniques / Pilates	No	No	Si
3	Escoliosis	Scoliosis	Si	Si	No
4	Columna Vertebral	Spine	Si	Si	No
5	Fisioterapia	Physical Therapy Specialty	Si	Si	No
6	Dolor	Pain	Si	Si	No
7	Masaje	Massage	Si	Si	No
8	Terapia Manual	Manual Therapy	No	No	Si
9	Ejercicio Terapéutico	Exercise Therapy	Si	Si	No
10	ROM	Range Of Movement	No	No	Si
11	Calidad de vida	Quality of Life	Si	Si	No
12	IMC	Body Mass Index	Si	Si	No
13	Ángulo de Cobb	Cobb Angle	No	No	Si
14	Natación	Swimming	Si	Si	No
15	Cinesiterapia	Kinesiotherapy	No	No	Si

ANEXO IV: Cálculo muestral, desviación típica y precisión (1).

Table 3. Effect of a 10-week home- or community-based core strengthening exercise programme on Cobb angle and back muscle strength in male patients with functional scoliosis.

Parameter	Home-based programme n = 23	Community-based programme n = 28	Statistical significance ^a		
			Time effect	Group effect	Time/Group Interaction
Cobb angle, °			<i>P</i> < 0.001	NS	<i>P</i> < 0.001
Baseline	9.12 ± 2.26	9.58 ± 2.66			
10 weeks	7.07 ± 3.01	4.33 ± 2.45			
T7 symmetry			NS	NS	NS
Baseline	1.70 ± 1.37	2.26 ± 3.18			
10 weeks	2.69 ± 4.79	5.17 ± 11.39			
T12 symmetry			NS	NS	NS
Baseline	1.32 ± 0.79	1.58 ± 1.15			
10 weeks	1.54 ± 1.30	1.76 ± 2.49			
L3 symmetry			NS	NS	NS
Baseline	1.37 ± 0.78	1.79 ± 2.59			
10 weeks	1.92 ± 3.39	2.71 ± 4.84			
Muscle strength, μV			<i>P</i> = 0.029	NS	NS
Baseline	153.56 ± 35.93	144.21 ± 28.03			
10 weeks	157.28 ± 33.19	160.94 ± 29.30			

Data presented as mean ± SD.

^aMixed two-way repeated measures analysis of variance.

ANEXO V: Hoja de recogida de datos.

Hoja de recogida de datos

Código de identificación:

Nombre y apellidos:

Edad:

Género:

Dirección:

Teléfono de contacto:

E-mail:

Profesión:

	Medición pre-tratamiento	Medición post-tratamiento
DOLOR		
ÁNGULO DE COBB		
ACTIVIDAD MUSCULAR		

***Los datos de las mediciones se traspasarán a otra tabla que contiene el código de identificación y no contiene datos personales.**

ANEXO VI: Solicitud al Comité Ético de Investigación clínica (CEIC) del Hospital 12 de Octubre

SOLICITUD AL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA (CEIC) DEL HOSPITAL 12 DE OCTUBRE

D/Dña _____ (nombre y apellidos del promotor)
en calidad de _____ (relación con la entidad promotora)
con domicilio social en _____.

EXPONE:

Que desea llevar a cabo el estudio "Efectos del Método Pilates en la Actitud Escoliótica"
(título código y fecha de versión)_____.

Que el estudio se realizara tal y como se ha planteado, respetando la normativa legal aplicable para los ensayos clínicos que se realicen en España y siguiendo las normas éticas internacionalmente aceptadas (Helsinki última versión).

Por lo expuesto,

SOLICITA:

Le sea autorizada la realización de este ensayo cuyas características son las que se indican en la hoja de resumen de ensayo y en el protocolo:

- Primer ensayo Clínico con un PEI.
- Ensayo Clínico posterior al primero autorizado con un PEI (indicar nº de PEI).
- Primer ensayo Clínico referente a una modificación de PEI en trámite.
- Ensayo clínico con una especialidad farmacéutica en las condiciones de uso autorizadas.
- Ensayo de bioequivalencia con genéricos.
- Otros.

Adjuntando la siguiente información:

- 4 copias del protocolo de ensayo clínico
- 3 copias de los documentos sobre la idoneidad del investigador principal y colaboradores.

- 3 copias de los documentos referentes al consentimiento informado, incluyendo la hoja de la información para el sujeto de ensayo.
- 3 copias del manual del investigador
- 3 copias de la póliza de Responsabilidad Civil

Firmado:

Dña: Elena Sanz García

En Madrid a _____ de _____ de _____.

ANEXO VII: Hoja de información al paciente

Hoja de información al paciente

Usted tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante en este estudio y las complicaciones más frecuentes que pueden ocurrir. Debe leer este documento con atención y consultar todas las dudas que puedan surgir.

Al firmar este documento, usted ratifica que ha sido informado de los posibles riesgos de la intervención que se va a realizar en este estudio. Del mismo modo, ha podido resolver las cuestiones planteadas sobre la sistemática de evaluación y riesgos que esta posee.

Para pertenecer al estudio, usted debe firmar el consentimiento informado, que se le entregará a continuación.

Datos del equipo investigador

Nombre y apellidos del/la investigador/a principal:

Centro:

Dirección:

Teléfono de contacto:

Dirección de e-mail:

Descripción de la investigación y del estudio

Este estudio con título “Efectos de Método Pilates en la Actitud Escoliótica”, ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica y el Comité Ético de Investigación de la Universidad Pontificia de Comillas.

Los datos serán anonimizados mediante dos bases de datos: una que posee los datos personales recogidos en la hoja de recogida de datos y el código identificador que se ha asignado, teniendo acceso a éste únicamente la investigadora principal; y otra en la que solo aparecerá el código identificador, a la cual tendrá acceso el encargado de evaluar los datos.

Este estudio tendrá una duración de 8 semanas teniendo que acudir a la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” de lunes a viernes a las 16:00 horas. La duración del tratamiento será de 45 minutos.

Se realizará una medición antes del inicio del tratamiento y al final de este.

Procedimiento del estudio:

Al haber completado el número de sujetos necesarios llevar a cabo el estudio, se comenzará con la medición de los sujetos.

Medición de la variable dolor:

Para medir la variable dolor se utilizará la escala visual analógica (EVA), cuyos valores se comprenden entre el 0 (ausencia de dolor) y el 10 (mayor dolor que has experimentado nunca). El paciente ha de redondear el número que mejor se corresponda al dolor que siente.

Medición de la variable ángulo de Cobb:

Para la medición de esta variable será necesario realizar una radiografía anteroposterior del paciente y contar con un traumatólogo experto en radiología en el estudio, que calcule el valor del ángulo de Cobb. Además, la fisioterapeuta encargada del estudio realizará el test de Adams para descartar a los sujetos que presenten escoliosis estructural.

Medición de la variable actividad muscular:

Para la medición de esta variable será necesario que el paciente se desvista de cintura para arriba para la colocación de los electrodos en la zona lumbar. A continuación, se le pedirá al paciente que se coloque sobre una colchoneta en decúbito prono y realice 3 extensiones de columna en contra de la gravedad durante 6 segundos. Se registrará esa contracción mediante un electromiógrafo de superficie.

Tratamiento:

El tratamiento que se va a llevar a cabo es un protocolo basado en el método Pilates. Es necesario llevar ropa cómoda para realizar de forma correcta los ejercicios.

En la primera clase se realizará un aprendizaje de la respiración y de la báscula pélvica. En las siguientes clases se comenzará con el protocolo que consta de 3 partes: el calentamiento, el núcleo y los estiramientos.

Se adjunta la hoja de revocación (ANEXO IX) ya que los pacientes tienen derecho a abandonar el estudio por los motivos que crean oportunos.

ANEXO VIII: Consentimiento informado

Consentimiento informado

Yo, Don/Doña _____ con DNI _____ afirmo que he leído y comprendido la Hoja de Información al Paciente entregada en el estudio “Efectos del Método Pilates en la Actitud Escoliótica”.

Afirmo que he recibido la información necesaria del funcionamiento de todas las técnicas empleadas en el estudio, objetivos y características del mismo, así como una copia de la Hoja de Información al Paciente y una copia del presente Consentimiento Informado con fecha y firma.

Cualquier duda que haya tenido con respecto a la realización del estudio, ha sido resuelta correctamente por parte del equipo de investigación.

Soy consciente de que la participación en el estudio es totalmente voluntaria, pudiendo abandonarlo en cualquier momento y por cualquier motivo que pueda surgirme firmando la Hoja de Revocación, de la cual dispongo de una copia.

Este consentimiento ha sido firmado y entregado a la investigadora principal del estudio de forma voluntaria.

Mi consentimiento y otros datos que he donado para este estudio estarán en la base de datos de la investigación de forma confidencial, por lo que no podré ser identificado ni se podrán usar públicamente.

Recibiré una copia de este consentimiento y firmo por duplicado.

Firma:

A ____ de _____ de _____.

ANEXO IX: Hoja de revocación

Hoja de revocación

Yo, Don/Doña _____ con DNI _____ y
fecha ____ de _____ de _____, decido revocar el consentimiento informado firmado
para el estudio en virtud de mis propios derechos. Por ello, firmo el presente documento.

Firma:

A ____ de _____ de _____.

ANEXO X: Dirección de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” de la Universidad Pontificia Comillas

Dirección de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” de la Universidad Pontificia Comillas

Situación

Avda. San Juan de Dios, 1
28350 Ciempozuelos (Madrid)
Tel.: 91 893 37 69 Fax: 91 891 02 75
[Ver mapa en Google Maps](#)

Transporte

Tren de cercanías: Ciempozuelos
Autobuses: Líneas 410, 426 [Consultar detalles](#)

Accesibilidad:

Centros docentes

- [Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios"](#)

