



Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

**Efectividad de un tratamiento propioceptivo en el
tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia
frente a solo el tratamiento convencional.**

Alumno: Irene Díaz Rivas

Tutor: Néstor Pérez Mallada

Madrid, 3 de Mayo de 2016

Agradecimientos

Este trabajo representa una meta muy importante en mi vida, una meta que no habría podido alcanzar sin la ayuda de varias personas; por ello quiero mostrar mi agradecimiento a todas esas personas que me han apoyado siempre y han sido pilares fundamentales para alcanzarla:

A mi tutor, Néstor Pérez Mallada, por guiarme y aconsejarme en la realización de este trabajo y por su disposición y ayuda brindada siempre que la he necesitado. Sin olvidar sus labores como profesor y jefe de estudios en esta etapa universitaria.

A los profesores y tutores de prácticas, que han compartido conmigo sus conocimientos y experiencia durante estos 4 años, permitiéndome apreciar cada día lo bonita que puede llegar a ser esta profesión a la que quiero dedicarme en los próximos años de mi vida.

A mis padres, mi gran ejemplo a seguir, por haber confiado siempre en mí y haberme demostrado y recordado cada día que con esfuerzo, constancia y confianza en uno mismo se puede llegar a alcanzar todo lo que te propongas. Agradecerles especialmente, el haberme dado la oportunidad de llegar hasta aquí.

A mi hermano Rubén, por ser un gran ejemplo de superación y haberme ayudado siempre que lo he necesitado.

A mi madrina Ana y a mi amiga Mirta, mi gran apoyo incondicional, por los ánimos y la positividad que siempre me han brindado, por confiar y creer en mí en todo momento,

A mis compañeras y amigas, que siempre me han apoyado y han estado conmigo en las buenas y en las malas, porque han hecho este camino más bonito, llenándolo de alegrías y buenos momentos que siempre recordaré.

Muchas gracias a todos

ÍNDICE

1. Antecedentes y estado actual del tema	7
2. Evaluación de la evidencia	20
3. Objetivos del estudio	22
4. Hipótesis	23
5. Metodología	
5.1 Diseño	24
5.2 Sujetos de estudio	25
5.3 Variables	28
5.4 Hipótesis operativa	31
5.6 Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis	33
5.7 Limitaciones del estudio	35
5.8 Equipo investigador	35
6. Plan de trabajo	
6.1 Diseño de la intervención	36
6.2 Etapas de desarrollo	42
6.3 Distribución de tareas de todo el equipo investigador	42
6.4 Lugar de realización del proyecto	44
7. Listado de referencias	45
8. Anexos	
- Anexo I: Solicitud al Comité Ético	51
- Anexo II: Consentimiento Informado	53
- Anexo III: Hoja de datos personales	56
- Anexo IV: Hoja de datos para el estudio	57
- Anexo V: Hoja de recogida de datos	58
- Anexo VI: Cuestionario de Oswestry	59
- Anexo VII: Intervención en los grupos.....	62
- Anexo VIII: Ubicación de realización del estudio	65

Índice de tablas y figuras

Figuras

Figura 1: Principal musculatura componente del Core	10
Figura 2: Sistema estabilizador de la columna	11
Figura 3: Estabilidad mecánica como concepto dicotómico	12
Figura 4: Relación entre los conceptos de entrenamiento, sistema sensoriomotor, estabilidad articular y control neuromuscular	15
Figura 5: Dinamómetro isocinético	18
Figura 6: Gráfica de representación de datos	18
Figura 7: Esquema sobre contraste de hipótesis	34
Figura 8: Cronograma de días de realización del estudio	42
Figura 9: Diagrama de Gantt del diseño del estudio	42
Figura 10: Diagrama de Gantt de la realización del estudio	43

Tablas

Tabla 1: Clasificación de los deportes para la columna	8
Tabla 2: Clasificación de los sistemas estabilizadores	12
Tabla 3: Términos y palabras claves de la búsqueda	20
Tabla 4: Relación entre el poder estadístico y nivel de significación	26
Tabla 5: Clasificación de las variables del estudio	30
Tabla 6: Cronograma de intervención en los diferentes grupos	40

Resumen

Antecedentes

El dolor de espalda baja afecta al 60-80% de las personas en algún momento de su vida, siendo la causa de muchas bajas laborales. En los deportistas es frecuente debido a factores como: sobreentrenamiento, movimientos repetitivos de hiperextensión de la columna, desequilibrios musculares, debilidad de la musculatura extensora, o disminución de la actividad muscular. Siendo mayor su incidencia en los levantadores de pesas, judocas, gimnastas y bailarinas.

Objetivo

Determinar si es eficaz la aplicación de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Metodología

Se ha diseñado un estudio experimental en el que un total de 196 gimnastas diagnosticadas de lumbalgia, serán divididas en dos grupos: Grupo control (n=98): realizará un tratamiento convencional para la lumbalgia, centrado en ejercicios de estabilización y fortalecimiento de la musculatura del núcleo sobre superficies estables, y un grupo experimental (n=98): que incluirá la realización de dichos ejercicios sobre superficies inestables. Las variables fuerza muscular, dolor, relación agonista/antagonista y la capacidad funcional serán medidas antes y después de la intervención para observar los cambios en ellas, y por tanto conocer la efectividad de cada tratamiento. Se realizará un análisis estadístico descriptivo e inferencial usando el programa informático SPSS, llevando a cabo un contraste de hipótesis para muestras independientes con los datos obtenidos en las mediciones.

Palabras clave: Dolor de espalda bajo, tratamiento propioceptivo, músculos del tronco, fisioterapia, fuerza muscular.

Abstract

Background

Low back pain affects between 60-80% of people once their lives, and this is the result of some works leave. Low back pain is common in athletes by factors such as: overtraining, repetitive hyperextension spinal movements, muscle imbalances, weakness of the extensor muscles or decrease of muscle activity. This pain has a higher prevalence in weight lifters, judokas, gymnasts and ballet dancers.

Objective

Determine the efficacy of the application of a proprioceptive treatment in the conventional treatment of low back pain gymnasts.

Methodology

Has been designed a experimental study, which one hundred ninety six gymnasts with low back pain, will be assigned to different groups: Control group (n =98) who will perform a conventional treatment for low back pain, that consist of stabilization exercises and strengthening of the muscle trunk on stable surfaces. And a experimental group (n=98) to perform such exercises on unstable surfaces. The intensity pain, muscle strength, agonist and antagonist relation and functional capacity will be measured before and after of intervention, to observe the changes and know the effectiveness of each treatment. A descriptive and inferential statistical analysis will be performed, by means of SPSS software; making a contrast of hypothesis for independent samples with the measurement data.

Keywords: Low back pain, proprioceptive training, trunk muscles, physical therapy, muscle strength.

Tabla de abreviaturas

Abreviatura	Término completo
CSE	Core Stabilization exercise
IRT	Instability resistance training
LBP	Low back pain
LSE	Lumbar Stabilization exercise
TrA	Transverso del abdomen

1. Antecedentes y estado actual del tema

De acuerdo con la Sociedad Internacional para el Estudio de la Columna Lumbar, se define la lumbalgia como el síndrome que cursa con dolor localizado en la zona lumbar, presentando en ocasiones irradiación a la región glútea, las caderas o la parte distal del abdomen (1).

Actualmente es un problema muy común experimentado por el 60-80% de las personas en algún momento de su vida. Según un estudio epidemiológico realizado, se ha estimado que su incidencia en un año oscila alrededor de un 1,5% y 36%, presentándose en ocasiones de forma crónica o recurrente (2). En otros estudios se habla de una prevalencia media al año de un 14,8 % en la población española y de un 18,3% a nivel mundial (3,4).

En los países industrializados es una causa importante de bajas laborales, lo cual supone un impacto económico considerable para los individuos, familias, industrias, gobierno y comunidades (2,5). Existen diversos factores de riesgo, ambientales o personales que influyen en la aparición del dolor de espalda baja (LBP), entre ellos: estrés, ansiedad, obesidad, edad, insatisfacción laboral, bajos niveles de apoyo social en el lugar de trabajo, actividad física (2).

En los deportistas LBP constituye una de las patologías más frecuentes debida a los esfuerzos y movimientos a los que se somete la columna; llegando a suponer en algunos casos la inactividad o abandono de la actividad física por parte del deportista (6).

Se ha estimado la aparición de LBP en el 25% de las mujeres deportistas profesionales, y el 15,2 % en el caso de los hombres. En los atletas, los datos publicados hablan de que este problema, puede llegar hasta más del 30% de prevalencia.(7)

Además, se cree que su aparición en los deportistas puede estar relacionada con déficits en la fuerza extensora lumbar, así como con la duración, frecuencia y características del entrenamiento, siendo el sobreentrenamiento un factor agravante (7,8).

Se ha demostrado la aparición de LBP cada año en casi todos los levantadores de pesas, entre el 30-40% de los nadadores de elite, y en más del 60% de los esquiadores de fondo; siendo menos frecuente su incidencia en deportes como el fútbol, vóleybol o tenis (8).

De esta manera, al verse demostrado que algunos deportes son más negativos para la columna que otros, existe una clasificación de los deportes en función de su influencia sobre la columna:

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
Vertebralmente negativos	Se realizan movimientos de inclinación lateral, rotación y flexo-extensión de manera continua y repetida, buscando la máxima intensidad y en ocasiones con cargas continuas o discontinuas	Gimnasia deportiva, rítmica y artística, el judo, los lanzamientos de jabalina, la natación en estilo mariposa
Negativos en potencia	Los movimientos de la columna no son realizados de manera forzada y continua; una técnica de ejecución adecuada de los mismos permite estabilizar y proteger de la columna. A nivel competitivo si pueden suponer influencia negativa sobre la columna	Rugby, halterofilia, atletismo, vela, remo, esquí
Vertebralmente indiferentes	No se producen movimientos de la columna forzados, o acompañados de carga o choques	Futbol, esgrima, hockey, tenis
Vertebralmente positivos	Se dan movimientos no forzados y sin cargas y además desarrollan un comportamiento simultáneo de estiramiento	Voleibol, balonmano, gimnasia no deportiva, natación.

Tabla 1: Clasificación de los deportes según su influencia sobre la columna. Elaboración propia basada en Balius & Bahr (8,9)

Dentro del ámbito de la competición deportiva, LBP es una de las lesiones más frecuentes en gimnastas de elite, constituyendo según un estudio el 12% de las lesiones de este deporte y habiéndose encontrado en su práctica más predisposición a padecer enfermedades degenerativas del disco, fracturas, esguinces, tensiones musculares y patologías del raquis como espondilolisis y espondilolistesis (10,11).

Se considera como factor de riesgo predisponente en su aparición: la realización de movimientos de flexión repetitiva crónica de la columna, posturas hiperlordóticas y de hiperextensión, así como las rotaciones y las cargas compresivas y verticales de impacto, implicadas en su práctica deportiva (12,13).

Según los resultados obtenidos en un estudio (*A.Cupisti et al*) (14) en el cual se muestra el número de lesiones y las zonas de lesión que se produjeron en los Campeonatos Nacionales de Gimnasia Artística de los Estados Unidos, el dolor inespecífico de la espalda baja fue uno de los más tratados (12,3%) junto con las lesiones de tobillo (16,4%).

En otro estudio más actual *Vernetta et al* (15) orientado a las lesiones sufridas durante los entrenamientos se volvieron a obtener resultados similares, presentando las lesiones en la espalda el 42% y las de tobillo un 16%.

También se observó la aparición de un mayor número de lesiones en algunos periodos específicos de la práctica deportiva como: *durante la preparación de rutina competitiva*, debido a la realización de rutinas de entrenamiento más largas que conllevan a sobreesfuerzos y en ocasiones a un aumento considerable de la fatiga. *En las semanas justo antes de la competición* debido a un aumento de la ansiedad y la sensación de estrés. *En los periodos en los que se produce una reducción del tiempo de entrenamiento* (periodos vacacionales o recuperaciones), suponiendo ello un aumento de la carga de trabajo demanda (12).

Tras el análisis de estos aspectos observados se establecen factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos; siendo algunos factores intrínsecos: el somatotipo, la edad, la etapa de crecimiento, características psicosociales (estrés, ansiedad, problemas personales), debilidad muscular, falta de flexibilidad lumbar. Y como factores extrínsecos se encuentra: la exposición (12,14).

En cuanto a la exposición, se ha demostrado una mayor incidencia de lesiones musculotendinosas en función de las horas de entrenamiento, presenciándose la ausencia o menor número de lesiones en gimnastas que entrenan una media de 18,7 horas a la semana, frente a un mayor número de lesiones en las que entrenan una media de 27,5 horas semanales (16).

En relación al tratamiento de LBP en gimnastas, existen algunas medidas de prevención y tratamiento como ejercicios de fortalecimiento de la musculatura del tronco, tratando de corregir a través de ellos los desequilibrios musculares que tengan relación con la zona afectada (15,17).

Serán también favorables algunas técnicas de estiramiento que mejoren la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y de la fascia lumbodorsal (16). Además, según un estudio (*J.Durall et al*) (18) se ha demostrado que la aparición de LBP puede disminuir realizando dos veces por semana un entrenamiento muscular de los flexores laterales, y flexores y extensores del tronco durante 10 semanas.

En el ámbito de la fisioterapia a día de hoy, existen diversos tratamientos que se llevan a cabo frecuentemente y han demostrado ser eficaces en LBP para la reducción del dolor: terapia acuática, terapia manual y movilizaciones articulares, estiramientos de la musculatura lumbar e isquiotibial, o técnicas de flexibilización de la columna (19) .

Otras técnicas menos frecuentes o conocidas también han demostrado eficacia en el tratamiento de LBP, como el Tai -Chi (20)

Se ha demostrado que el reposo en LBP debilita y atrofia la musculatura de la espalda, por lo que está contraindicado. Sin embargo, el ejercicio físico ha demostrado su eficacia contra el dolor, la disminución de las recidivas y el número de días de bajas laborales (21).

En los últimos años el concepto de Core Stability está siendo muy usado en el ámbito deportivo para mejorar la condición física. Pero también tiene un papel importante en la rehabilitación clínica, ya que es considerado como un factor clave para la prevención y el tratamiento de LBP o de la inestabilidad lumbar (22,23)

Actualmente cuando hablamos de core stability nos referimos al conjunto de estructuras musculares y osteoarticulares de la parte central del cuerpo (Figura 1), las cuales participan en el mantenimiento de la estabilidad del tronco y en la generación y transferencia de fuerza desde la parte central del cuerpo a las extremidades (24,25)



Figura 1. Principal musculatura componente del Core (26)

La musculatura del tronco tiene como principal función el mantenimiento de la estabilidad del raquis (27). El concepto de estabilidad fue definido por *Bergmark* (1998) como la habilidad que posee el raquis de mantener su estado de equilibrio estático cuando es sometido a fuerzas o perturbaciones, tanto internas como externas.

Diferentes autores han profundizado sobre este concepto de estabilidad; encontramos así diferentes clasificaciones y teorías que lo explican.

Panjabi (28) dividió el sistema estabilizador en tres subsistemas (Figura 2), los cuales deben funcionar de manera coordinada para lograr la estabilidad mecánica requerida:

- Subsistema unidad de control (sistema nervioso)
- Subsistema de estabilidad pasiva (vértebras y ligamentos)
- Subsistema de estabilidad activa (músculos y tendones)

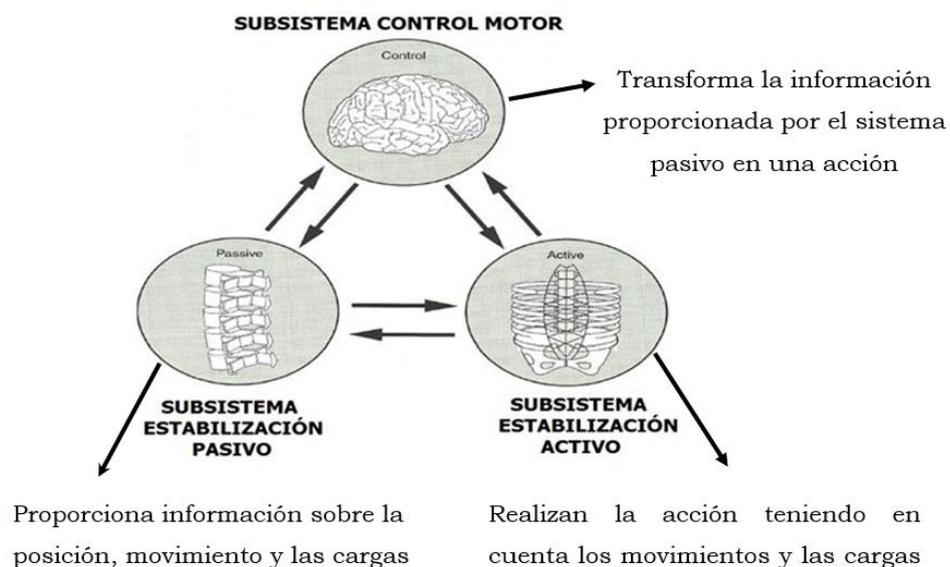


Figura 2: Sistema estabilizador de la columna. Elaboración propia basada en lo propuesto por Panjabi (28,29)

Basándose en esta clasificación, se cree que LBP puede ocurrir cuando uno de los subsistemas es deficiente, lo cual conlleva a un mayor estrés compensatorio en los otros subsistemas.

Por otro lado *Bergmark* (30) dividió la musculatura del tronco en dos grandes sistemas (Tabla 1), el sistema estabilizador local encontramos los músculos cuyo origen e inserción se encuentran en las vértebras, y su función será controlar la curvatura y proporcionar rigidez

lateral y sagital, para lograr mantener la estabilidad de la columna. Y el sistema estabilizador global compuesto por los músculos y la presión intraabdominal, implicados en la transferencia de cargas entre la pelvis y la caja torácica.

Sistema Estabilizador Local	Sistema Estabilizador Global
Intertransverso	Longísimo del tórax (porción torácica)
Interespinal	Intercostal (porción torácica)
Multífido	Cuadrado lumbar (fibras laterales)
Longísimo del tórax (porción lumbar)	Recto abdominal
Iliocostal lumbar	Oblicuo externo
Cuadrado lumbar (fibras mediales)	Oblicuo interno
Transverso Abdominal	
Oblicuo Interno (inserción en fascia toraco-lumbar)	

Tabla 2: Stability of the Lumbar Spine: A study mechanical engineering (31)

Según las bases mecánicas desarrolladas por *Cholewicki, McGill y Bergmark* (32) la estabilidad articular está relacionada con la magnitud de deformación, por lo que cuanto mayor sea la rigidez, la deformación será menor, y por tanto la columna vertebral será más estable. En la figura 3 se muestra la diferente estabilidad que puede tener un cuerpo, considerando un cuerpo más estable cuanto mayor es la fuerza necesaria para cambiar su estado. Dicha figura intenta explicar que cuanto mayor sea la pendiente de la superficie que rodea la bola, mayor será la rigidez y la estabilidad del cuerpo.

Cuando no hay una buena estabilidad en un segmento específico o múltiple de la columna, aumentará el riesgo de lesión, el dolor y disminuirá el rendimiento deportivo (33,34).

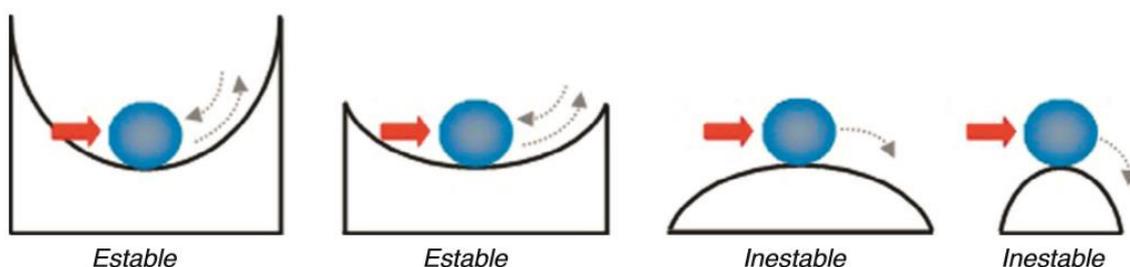


Figura 3: Estabilidad mecánica como concepto dicotómico (35)

Como se hace referencia en la Tabla 1, los músculos multífidos y el Tra son estabilizadores locales importantes, responsables de la estabilidad segmentaria lumbar y controladores de la zona neutra. Se ha demostrado una reducción de la actividad muscular del Tra en pacientes

con LBP (33). Y también deficiencias en la musculatura multifida caracterizadas por atrofia y cambios en su consistencia, por depósitos o infiltración de grasa (36).

Teniendo en cuenta estas observaciones, en un estudio realizado en remadores (*Dehner and Schemlz*)(37) se observó la reducción del dolor en 2,5 puntos de la escala análoga visual en, tras realizar un programa de fortalecimiento de la musculatura de la espalda, centrándose principalmente en los multifidos. Además en 12 de 13 remadores participantes se observó un aumento del par máximo de fuerza. El programa de fortalecimiento se realizó mediante un dispositivo en el cual se realizaban ejercicios dinámicos en todos los planos de movimientos.

Otro estudio realizado en soldados (*Hoppes et al*)(38) demostró el aumento de la activación del Tra y el aumento de la resistencia muscular de la musculatura del núcleo, tras la realización de ejercicios de estabilización del core (CSE) durante ocho semanas.

En pacientes con LBP también se reduce la actividad del glúteo mayor, por lo que el fortalecimiento de este músculo y de la musculatura del núcleo, junto a la mejora de la flexibilidad lumbar, también suponen una reducción del dolor, una mejora en el índice de discapacidad del dolor lumbar y un aumento de la fuerza (39,40).

Otros estudios realizados en estos últimos años en pacientes que presentan inestabilidad lumbar y LBP, han demostrado la eficacia de los programas CSE al presentar cambios significativos en algunas variables:

- *Areeudomwong et al* (41) demostraron una mayor disminución del dolor lumbar y mejora en la calidad de vida y mayor activación de muscular del Tra y los oblicuos externos, tras la realización de CSE durante 10 semanas por 10 sujetos, en comparación con los 10 sujetos que realizaron una terapia con hidrocolator y estiramientos de la musculatura del tronco.
- *Bruce-low and Smith* (42) establecen que el entrenamiento de resistencia de los músculos lumbares únicamente una vez a la semana, disminuirá el dolor y mejorará el ROM y la fuerza isométrica en trabajadores con LBP.
- *Yang and Kim* demuestran un aumento de la fuerza muscular tras la realización de CSE y movilizaciones de la zona torácica en los 10 sujetos que realizaron dicha intervención, frente a los 10 sujetos restantes que solo realizaron CSE (43).

Propiocepción y control neuromuscular

El término propiocepción fue utilizado por primera vez por Sherrington (1907) dicho término hace referencia a la información aferente que permite detectar el movimiento y posición de las articulaciones. Para que esta información se perciba es necesaria la participación de diferentes receptores (cutáneos, articulares y musculares), estos reciben los estímulos sensoriales provenientes de los sistemas auditivo, visual y vestibular, y se encargan convertir las acciones mecánicas ocurridas en los tejidos, en señales neurológicas.

El entrenamiento propioceptivo puede influir en los periodos de latencia, haciendo que estos sean más cortos durante las cocontracciones agonistas-antagonistas que se producen. De tal forma que esto puede proporcionar cierta prevención de lesiones o mejorar la recuperación de una lesión en el núcleo(44). Además, se cree que los estímulos provocados con este entrenamiento permite aumentar el rendimiento, ya que se mejoran los mecanismos reflejos, eliminándose los reflejos incorrectos, lo cual produce una respuesta mejor ante pérdidas de equilibrio o situaciones inesperadas (45).

El control neuromuscular es la activación muscular precisa que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de una acción. Su correcto funcionamiento ejerce un papel clave en el control de la estabilidad articular y el déficit de este control en el tronco puede estar relacionado con las lesiones a nivel lumbar y de los miembros inferiores (46) además de producir movimientos descontrolados del cuerpo durante el ejercicio atlético (47) y ser causa de una actividad muscular inadecuada (44). Habiéndose demostrado en un estudio de *Holme & Inger* (48) que el entrenamiento neuromuscular disminuye el riesgo de lesiones en mujeres atletas.

En cuanto a las ganancias de fuerza muscular o los cambios en ella aparte de estar relacionados con la hipertrofia de la musculatura demandada, también se cree que son importantes las adaptaciones neuromusculares, ya que suponen un aumento de inervación neural (38,49).

Un sistema propioceptivo alterado puede conllevar a una inestabilidad funcional, además según *Spencer* (1984) una alteración en la columna puede suponer cierta pérdida propioceptiva (50). Debido a ello, en los últimos años se hace hincapié en el entrenamiento del sistema propioceptivo, ya que su mejora permite un patrón de movimiento más preciso y ayuda a prevenir lesiones (Lephart et al)(51).

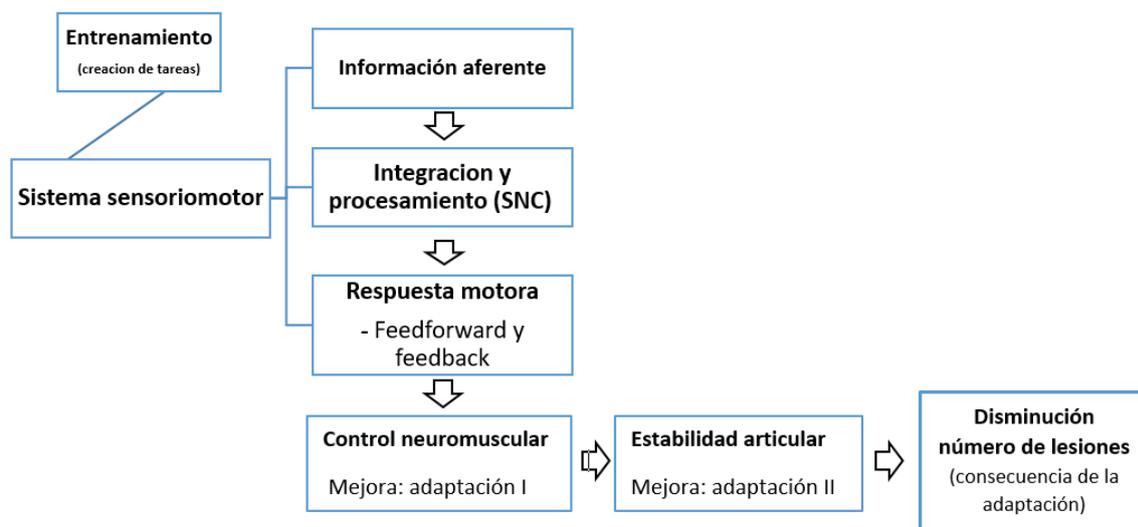


Figura 4: Relación entre los conceptos de entrenamiento, sistema sensoriomotor, estabilidad articular y control neuromuscular. (52)

En el entrenamiento propioceptivo es frecuente el uso de las superficies inestables, las cuales aumentarán las demandas de control neuromuscular y a su vez de la actividad propioceptiva, ya que su uso conlleva la necesidad de una estabilización activa mayor (53).

Desde antes de la Segunda Guerra Mundial han sido utilizadas dichas superficies inestables, como por ejemplo el balón suizo “Swiss ball”, debido a que se empezó a mostrar interés en esa época por el entrenamiento neuromuscular. Hoy en día existen más dispositivos inestables, los cuales son usados para el entrenamiento y la rehabilitación de las lesiones de la zona lumbar y los miembros inferiores (54).

Sin embargo, existen muchas controversias y preguntas sobre los beneficios del entrenamiento sobre superficies inestables en los deportistas, ya sea en relación a su rendimiento deportivo y la prevención de lesiones, como a otras cualidades: fuerza, potencia, activación muscular (55).

En relación a la actividad muscular según varios estudios, se ha demostrado que el entrenamiento sobre superficies inestables, conlleva a una mayor activación de la musculatura del núcleo en comparación con la realización de los mismos ejercicios bajo condiciones estables (56,57) , además de una activación mayor de la musculatura del núcleo *Behmn et al* (49) en su estudio observaron que al realizar extensiones de rodilla sobre una pelota suiza, y se da un aumento de la activación de los músculos antagonistas de los miembros inferiores.

Anderson and Behm (58) en su estudio indicaron también un aumento de las co-contracciones, presenciado durante la realización de sentadillas en superficies inestables, así como un aumento de la actividad muscular mayor en las contracciones concéntricas que excéntricas, y en superficies inestables que estables.

Por otro lado, se han demostrado beneficios en LBP con el uso de superficies inestables en la realización de los ejercicios de estabilización del núcleo, como la disminución del dolor y una mayor eficiencia sensorial en los tejidos blandos que estabilizan las articulaciones (56) .

En cuanto al dolor, en un estudio de *Morone et al* (59) realizado en 65 paciente con LBP se establecieron tres grupos: uno realizó escuela de espalda, otro ejercicios perceptivos en un dispositivo desarrollado y en el tercero recibían medicamentos) según los resultados obtenidos en la escala EVA y el cuestionario Mc Gill la mayor disminución del dolor fue observada en el grupo de tratamiento perceptivo, además en este grupo como en el de escuela de espalda también se encontraron mejoras en el índice de discapacidad de Oswestry

En otro estudio de 79 pacientes realizado por *Gatti et al* (60) se establecieron dos grupos, ambos realizaron ejercicios de flexibilidad de tronco, pero uno de ellos realizó además ejercicios de fortalecimiento y el otro ejercicios de equilibrio del tronco. No se hallaron grandes diferencias en el dolor, pero si se encontraron mejoras significativas en el Cuestionario de Roland Morris del grupo que realizó los ejercicios de equilibrio del tronco, en los cuales se implicaba el uso de diferentes superficies, así como el mantener los ojos cerrados o una determinada posición durante un tiempo.

Además, actualmente se han incluido algunos elementos en las rehabilitaciones como por ejemplo las plataformas vibratorias, las cuales han demostrado su eficacia en la disminución del dolor y la mejora de la calidad de vida. En un último estudio de *Wang et al* (61) se realizaron diversos ejercicios de fortalecimiento del núcleo, un grupo de 60 pacientes los realizaron sobre la plataforma vibratoria y los otros 60 del grupo control sin ella, observando una disminución del dolor mayor en los pacientes que realizaron el ejercicio en la plataforma, fue presenciado según la escala VAS y el Índice de Discapacidad Oswestry. Previo a este estudio *Pozo-Cruz et al* (62) demostraron que 12 semanas de tratamiento con plataforma vibratoria a baja frecuencia producían mejoras en LBP habiendo obtenido diferencias significativas en los cuestionarios de Roland Morris y Oswestry y también se encontraron mejoras en la estabilidad postural antero- posterior medida con el sistema de equilibrio Biodex.

En cuanto a las variaciones de la fuerza a día de hoy existen estudios contradictorios, a los que se hará referencia a continuación; dichas controversias se deben a que algunos demuestran mejoras significativas en la fuerza al realizar ejercicios sobre superficies inestables, mientras que otros muestran resultados similares en ambos e incluso la disminución de producción de misma. Por ello, la efectividad de este tipo de tratamiento para el aumento de la fuerza en deportistas es una temática de la cual hay poca evidencia, pero es un tema de interés en el ámbito de la rehabilitación deportiva.

En el estudio de *Kibele and Behmn* (63) no se encontraron diferencias significativas en la fuerza entre el grupo de veinte sujetos que realizó ejercicios como extensión de una pierna, salto de longitud, sentadillas o sobre superficies estables frente al que lo realizó sobre superficies inestables dos veces por semana durante 7 semanas.

En un estudio en bailarines de ballet *Klinet et al* (64) demostraron un aumento de fuerza y disminución del dolor y discapacidad mediante la realización de un entrenamiento de eslinga dinámica supervisada para fortalecer el núcleo frente a un tradicional programa de ejercicios de estabilización lumbar sin supervisión.

Se ha demostrado también un aumento de la fuerza isométrica máxima y la fuerza explosiva en la capacidad de salto vertical en jóvenes lanzadores, tras la aplicación de una sesión de vibro-estimulación por semana durante 6 semanas (65).

En otro estudio de *Cug et al* (66) 43 participantes (realizar 27 hombres y 16 mujeres) realizaron ejercicios sobre un balón suizo (Abdominales, extensiones lumbares, sentadillas sobre pared...) 3 veces por semana durante 10 semanas, se midió la fuerza previa a la intervención y la posterior mediante dinamometría isocinética observándose aumento del par máximo de fuerza concéntrica de los flexores y extensores de la columna.

Granacher et al (67) realizaron un estudio en el cual participaron 32 sujetos, la mitad de ellos realizo IRT progresivo del núcleo 2 veces por semana durante 9 semanas, mientras que los 16 restantes pertenecieron al grupo control. Tras la intervención se volvió a medir la fuerza isométrica máxima de flexores, extensores, rotadores y flexores laterales encontrándose un aumento de la fuerza entre el pre y post test, y no encontrándose diferencias significativas en el grupo control, por lo que el IRT produjo mejoras en la fuerza muscular.

Dinamometría isocinética

En la fisioterapia deportiva, la medición de la fuerza muscular es un aspecto bastante importante que puede proporcionar mucha información útil en relación a la etiología de las lesiones y su rehabilitación; ya que nos permite conocer las deficiencias específicas de la función muscular, siendo así una herramienta útil tanto para la prevención de las lesiones como para su tratamiento en deportistas.

Este sistema de evaluación isocinética, conocido como dinamómetro isocinético (Figura 5) está formado por tres elementos: un goniómetro, mediante el cual se mide el arco de movimiento; un taquímetro, que indicará la velocidad a la que se realiza el movimiento, y un dinamómetro, capaz de mostrar el valor del momento de fuerza desarrollado en cada instante (68). Este dispositivo además cuenta con diferentes herramientas que se pueden acoplar a él, en función de la acción o tarea que se quiera medir. Los datos obtenidos en las mediciones se reflejan mediante un sistema informático de manera gráfica y numérica (Figura 6)



Figura 5: Dinamómetro isocinético (69)

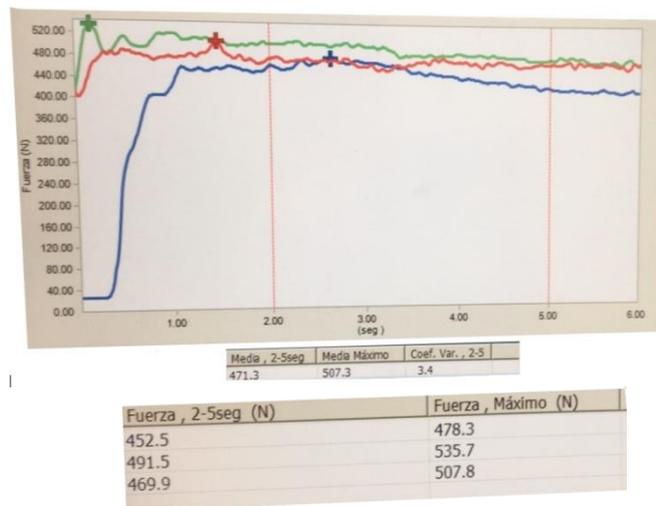


Figura 6: Representación de los resultados de una medición con dinamómetro isocinético. Elaboración propia.

En la patología lumbar es favorable contar con datos objetivos en la recuperación, ya que a veces se encuentran discordancias entre la clínica y las pruebas complementarias. Con pruebas dinanométricas lograremos una valoración de la fuerza muscular, así como información sobre los déficits de movilidad y fuerza de los flexores y extensores lumbares, permitiendo conocer la funcionalidad de la columna y la toma de decisiones adecuadas para el tratamiento (70).

A día de hoy se han realizado algunos estudios en los que se ha utilizado esta herramienta dinamométrica para medir la fuerza muscular de los flexores y extensores del tronco en deportistas. En un estudio de *Kim & Jeoung* (71) se evaluó la fuerza isocinética en jugadores de voleibol en los flexores y extensores de tronco, extensores y flexores de rodilla, y rotadores internos y externos de hombro; fueron medidos par máximo y potencia media a una velocidad de 60°/s con el fin de identificar los desequilibrios musculares y poder adaptar los programas de entrenamiento a lograr un equilibrio en la fuerza. *Zouita* en otro estudio (72) evaluó la fuerza de los flexores y extensores de tronco en 16 atletas que realizaban levantamiento de pesas o lucha libre, encontrándose valores mayores de fuerza en la musculatura extensora del tronco que en la flexora. En ambos estudios el objetivo principal es conocer los desequilibrios musculares, para lograr disminuir o prevenir las lesiones en los deportistas.

También se ha realizado un estudio en 64 trabajadores con lumbalgia, tratando de conocer la fuerza concéntrica y excéntrica de los músculos extensores de la columna lumbar a velocidades de 10 y 40 °/s, comparando entre hombres y mujeres y comparando los valores obtenidos con las referencias de normalidad. *Ridao et al* (70) encontraron tras su realización déficits en la fuerza tanto concéntrica como excéntrica, siendo mayor el déficit en la fuerza concéntrica, y no encontrando diferencias muy significativas entre hombres y mujeres.

2. Evaluación de la evidencia

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos MEDLINE (PubMed), EBSCO y PEDro, Google académico y algunos libros con las siguientes palabras clave:

Término libre	Término Dec'S	Término MESH
Low back pain	Low back pain	Low back pain
Treatment	Therapeutics	Therapeutics
Physiotherapy	Physical Therapy Modalities Physical Therapy Specialty	Physical Therapy Modalities Physical Therapy Specialty
Core Stability	--	Core
Trunk muscles	Abdominal muscles Back muscles	Trunk muscles
Force	Muscle strength	Muscle strength/power
Strengthening	Resistance training	Resistance training
Athletes	Athletes	Athletes
Gymnasts	Gymnasts	Gymnasts
Proprioception	Proprioception	Proprioception Proprioceptive training
Instability training Unstable surface	--	--
Neuromuscular control	--	--
Isocinetic dynamometer	Muscle strength dinamometer	Muscle strength dinamometer

Tabla 3: Términos y palabras clave usados en la estrategia de búsqueda.

Elaboración propia

Se ha limitado la búsqueda, estableciendo un filtro de 5 a 10 años, y seleccionando únicamente artículos relacionados con humanos. En la estrategia de búsqueda se han combinado los booleanos OR y AND en función de las preferencias de cada búsqueda.

Dicha búsqueda fue realizada hasta el día 4/01/2017.

Las estrategias de búsqueda utilizadas han sido las siguientes:

S1: Low back pain AND Gymnasts

S2: Therapeutics OR Treatment AND Low back pain AND Athletes

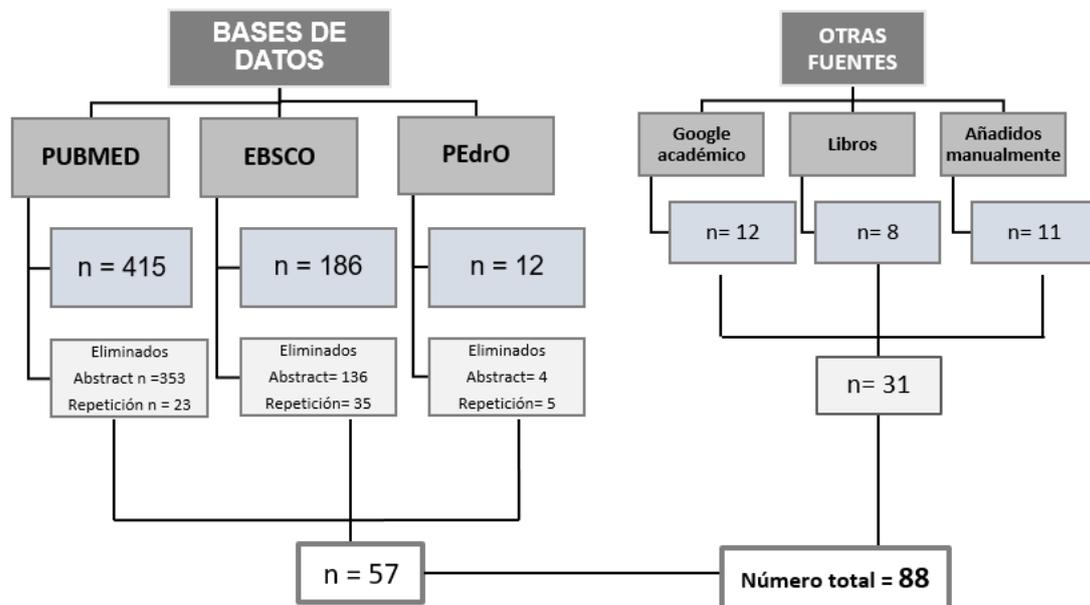
S3: Proprioception AND Force OR Muscle strength AND Low back pain

S4: Instability training AND Force or Muscle strength AND Trunk muscles

S5: Propioceptive training AND Trunk muscles OR core AND Low back pain AND Resistance training

S6: Isokinetic dinamometer AND Trunk muscles

Diagrama de flujo



3. Objetivos del estudio

Objetivo general:

Determinar si es eficaz la inclusión de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia comparado con solo el tratamiento convencional.

Objetivos específicos:

- Comprobar si al incluir un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia se producen variaciones en el dolor medido con la escala EVA, en comparación con solo el tratamiento convencional.
- Determinar si existe alguna variación en los valores de fuerza muscular isocinética de la musculatura flexora y extensora del tronco medidos mediante dinamometría isocinética, al incluir un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia, frente a solo el tratamiento convencional.
- Valorar la influencia de incluir un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia, en la variación de la relación entre agonistas y antagonistas, frente a solo el tratamiento convencional.
- Conocer si al incluir un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia se producen variaciones en la capacidad funcional medida con el cuestionario de discapacidad de Oswestry, en comparación con solo el tratamiento convencional.
- Evaluar si al incluir un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia se producen variaciones en hombres y mujeres, frente a solo el tratamiento convencional en las variables dolor, fuerza muscular, relación agonista/antagonista y capacidad funcional.

4. Hipótesis

La inclusión de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia, es más eficaz que solamente el tratamiento convencional, para la disminución del dolor lumbar, el aumento de la fuerza muscular de la musculatura flexora y extensora del tronco y la mejora de la relación entre la musculatura agonista/antagonista, y la capacidad funcional.

5. Metodología

5.1 Diseño

El estudio que se ha diseñado se trata de un estudio analítico, experimental, con un diseño pre-post test en cada grupo, en los que serán medidas las diferentes variables a estudiar al inicio y al final de la intervención. Se realizarán dos grupos: un grupo control y un grupo experimental, al cual se le aplicará la intervención objeto de estudio, con el fin de conocer su eficacia para la aplicación en futuros tratamientos o rehabilitaciones.

Se trata a su vez de un estudio abierto, en el cual no habrá enmascaramiento, de tal forma que los pacientes que formen parte del mismo conocerán a qué grupo pertenecen. La asignación de los pacientes en los diferentes grupos se realizará mediante un muestreo aleatorio simple, utilizando para ello el programa informático Research Randomizer; de esta forma la asignación será totalmente al azar, logrando así una población más representativa y evitando los sesgos que se pudieran producir en la asignación de los grupos.

Los pacientes que formen parte del estudio recibirán una hoja de información y un consentimiento informado (Anexo 1) con el fin de permitirles tener un conocimiento claro y lo más completo posible sobre la finalidad y los detalles del estudio en el que van a participar, mostrando información sobre la intervención que se les va a realizar, la frecuencia y el tiempo de duración del tratamiento, así como la seguridad y legalidad del mismo.

Se asegurará el cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre, de protección de Datos de Carácter Personal en todas las fases del estudio, respetando así la intimidad del paciente y manteniendo el anonimato de los datos que se recojan y analicen durante todo el estudio. Para que esto se cumpla, en primer lugar, se recogerán únicamente los datos personales que sean necesarios para la finalidad del estudio asignando a cada paciente un código de identificación personal. A continuación, serán incluidos en un fichero protegido con un nivel de seguridad básico, siendo necesaria una identificación y autenticación personalizada para el acceso a los ficheros de la cual solo dispondrá el personal implicado en el estudio, no pudiendo acceder a ellos ninguna persona ajena a dicho estudio.

Por último, para la correcta realización del estudio se tendrán en cuenta los aspectos determinados por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario La Paz y el Comité de Investigación de la Universidad, mediante el envío de solicitud para la realización del estudio (Anexo 2), y respetando siempre lo estipulado en la Declaración de Heilsinki aprobada por la Asociación Médica Mundial (AMM) en junio de 1964.

5.2 Sujetos del estudio

Población diana: Gimnastas con lumbalgia

Población de estudio: Mujeres y hombres gimnastas federados en Madrid que presenten dolor lumbar.

Criterios de inclusión:

- Sexo masculino o femenino
- Edad entre 14-30 años, debido a que en este rango de edad es frecuente la práctica deportiva y competitiva. Además estudios sobre las bases fisiológicas de la fuerza muestran que hasta los 14 años no se aprecian grandes desarrollos en la la fuerza ni diferencias entre hombres y mujeres. Dicha capacidad de desarrollo de la fuerza irá disminuyendo de forma progresiva a partir de los 30 años (73,74).
- Ser gimnasta federado
- Padecer lumbalgia o haber tenido episodios frecuentes en los últimos 6 meses.

Criterios de exclusión:

- Presentar alguna cirugía lumbar o de la columna vertebral.
- Tomar medicamentos analgésicos de forma continua.
- Ser fumador
- Presentar alguna alteración neurológica o cognitiva.

Muestra: Será considerada como el subgrupo de sujetos que sea representativo para toda la población. Para ello será necesario determinar el tamaño muestral, de tal forma que al tratarse de un estudio en el que se van a comparar dos medias, la fórmula empleada será la siguiente:

$$n = \frac{2K * SD^2}{d^2}$$

K= constante

SD= desviación típica

d= precisión

El valor de K se definirá en función del nivel de significación y de la potencia estadística, encontrando así los siguientes posibles valores para K (Tabla 3). Al tratarse de un estudio relacionado con el ámbito sanitario e intentar evitar falsos negativos que supongan aceptar la hipótesis nula, siendo esta falsa para la población; la potencia que se estimará en el estudio será de 0,8, lo cual indicará que habrá un 80% de posibilidades de detectar una diferencia de una determinada magnitud. El nivel de significación será del 5%.

De esta forma el valor de K para nuestro calculo será el marcado en la tabla:

PODER ESTADÍSTICO	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN		
	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 4: Relación entre el poder estadístico y el nivel de significación. Elaboración propia.

Los valores de precisión (d) y desviación típica (SD) para la variable dolor han sido extraídos de los resultados obtenidos en el estudio de *Aguado & Cosmes (75)* en el cual también se realiza una intervención pre y post test, que consistió en la realización de ejercicios de flexibilización de la columna y de fortalecimiento de la musculatura abdominal y paravertebral en una muestra de 93 pacientes con lumbalgia inespecífica. El dolor fue evaluado mediante la escala EVA, siendo esta escala la misma que va a ser usada en el estudio.

Tras usar los datos de dicho estudio de las variables dependientes dolor y capacidad funcional, el tamaño muestral que obtenemos es el siguiente:

Dolor:

$$n = \frac{2*7,8 * (21,52)^2}{(9,24)^2} = 85,37$$

Capacidad funcional:

$$n = \frac{2*7,8 * (14,88)^2}{(6,63)^2} = 78,57$$

En el caso de la variable fuerza muscular, extraeremos los datos del estudio de *Cug et al (76)* en el cual se midió mediante dinamometría isocinética el par máximo de fuerza concéntrica de los flexores y extensores de la columna y de la rodilla, calculada a partir de diez repeticiones a una velocidad angular de 90°/s. Esta medición se realizó previa y posterior a la intervención, que consistió en un entrenamiento de inestabilidad durante 10 semanas, en el cual se realizaban diversos ejercicios sobre un balón suizo tres veces por semana.

Se ha seleccionado dicho estudio, ya que la variable dependiente fuerza muscular ha sido medida con la misma herramienta que la del estudio diseñado y una intervención bastante relacionada con la que se quiere llevar a cabo. Al aplicar los datos de la (SD) reflejados en el estudio, y considerando el valor de la precisión (d) como la diferencia entre el valor pre-test post-test del estudio, el tamaño de la muestra que se obtiene es el siguiente:

Valor de n para los extensores de tronco:

$$n = \frac{2 * 7,8 * (78,4)^2}{(76,1)^2} = 16,55$$

Valor de n para los flexores de tronco:

$$n = \frac{2 * 7,8 * (61,5)^2}{(42,4)^2} = 32,82$$

Tras analizar el tamaño muestral obtenido en ambas variables dependientes del estudio, nos quedaremos con el valor de n que sea mayor, para poder extrapolar los resultados a la población y evitar sesgos, de tal forma que nuestro tamaño muestral será el obtenido en la variable dolor: 85,37.

A este valor de n debido a las posibles pérdidas por abandono u otras circunstancias que se puedan dar tras el reclutamiento de la muestra, añadiremos un 15%, siendo el tamaño muestral final de 98 sujetos por grupo.

Para lograr reclutar la muestra necesaria obtenida en el cálculo muestral anterior se realizará lo siguiente: Se acudirá a los diferentes Clubs de todo el municipio de Madrid en los cuales se imparta alguna de las especialidades incluidas en la Federación Madrileña de Gimnasia, siendo estas: gimnasia rítmica, gimnasia artística, gimnasia estética de grupo, gimnasia acrobática y trampolín. En cada uno de ellos se informará detalladamente a los entrenadores del estudio que se quiere realizar y de los criterios que se requieren para formar parte del mismo. De esta forma los entrenadores o entrenadoras serán los que nos deriven a los diferentes gimnastas que puedan ser susceptibles de formar parte de la muestra para el estudio, siempre y cuando dichos gimnastas estén dispuestos a colaborar en él.

En el caso de que no sea posible acudir personalmente a dichos clubes, se buscará la forma de ponerse en contacto con los entrenadores, mediante medios telefónicos o electrónicos, proporcionando la misma información a través de los mismos.

5.3 Variables

Para este estudio contamos con variables dependientes e independientes considerando:

Variables dependientes:

- Dolor
- Fuerza muscular
- Relación entre agonistas y antagonistas
- Capacidad funcional

Variables independientes:

- Sexo

Las variables dependientes del estudio serán todas cuantitativas, tres de ellas (dolor, fuerza muscular y relación entre agonistas y antagonistas) serán cuantitativas continuas, ya que podrán tomar valores intermedios en sus mediciones. Mientras que la variable capacidad funcional será cuantitativa discreta.

La variable independiente para el estudio es el sexo, siendo una variable cualitativa dicotómica, ya que solo puede tomar dos valores (hombre o mujer).

En el caso del dolor se empleará la Escala Análoga Visual como forma de medición de la intensidad del mismo, esta se trata de una escala de 100 mm en la cual el valor mínimo es 0, representando este valor la ausencia de dolor y el valor máximo será 10 representando el peor dolor. En los diferentes estudios que se han realizado sobre LBP la forma de medición de la intensidad del dolor en la mayoría de ellos ha sido mediante esta escala (37,42,59,61) la cual aporta información fiable sobre esta variable en una misma persona, pero no servirá para comparar la intensidad del dolor entre distintas personas debido a que la percepción del dolor en cada persona será diferente.

Para la medición de la variable de fuerza se empleará un dinamómetro isocinético (BTE-Primus RS), mediante el cual se medirá lo siguiente:

- V_1 : fuerza isocinética concéntrica-excéntrica de los flexores y extensores de la columna, a velocidades de 60 y 90°/s. Se realizarán 5 repeticiones.

Por otro lado, tras conocer V_1 podremos conocer una segunda variable V_2 que será:

- Relación entre agonista y antagonista (%), conociendo así los posibles desequilibrios musculares que a veces son causa de LBP y de otras lesiones como se mencionó anteriormente.

El uso de la fuerza isocinética en este estudio, se debe a que al realizar ejercicios de tipo isocinético algunos estudios muestran ventajas se, como la producción de una contracción máxima en todo el rango de movimiento. (71,77)

En cuanto a la velocidad y las repeticiones determinadas para la medición, existen diversos estudios en los que ha sido medida la flexión y extensión del tronco a diferentes velocidades, en el estudio de *Zouita* (72) se midió la fuerza de los flexores y extensores de la columna en atletas, la velocidad fue medida a 60 y 180°/s, mientras que en estudio *Barczyk-Pawelwc et al* (78) las velocidades usadas fueron 60, 90 y 120°/s. Sin embargo, en el estudio de *Van Damme et al* (79) las velocidades empleadas para la medición fueron 60 y 120°/s. En todos estos estudios se han realizado 5 repeticiones, realizándose en alguno de ellos 10 repeticiones cuando la velocidad era mayor (120° o 180°). La velocidad más adecuada en relación a las actividades de la vida diaria se considera 60°, y además pacientes que presenten LBP debido al dolor la velocidad empleada no debe ser muy alta (71). Por todo esto, se ha decidido realizar las mediciones del estudio a 60 y 90° y con 5 repeticiones.

En relación a la variable fuerza puede variar entre hombres y mujeres, en algunos estudios se refleja que los valores de fuerza máxima son inferiores en las mujeres que en los hombres, esto se cree que es debido a las hormonas y otros factores fisiológicos, como la estructura corporal (74,80). Por lo que en este estudio al ser nuestra variable independiente el sexo y una de las dependientes la fuerza podría ser relevante observar si existen diferencias entre los resultados obtenidos en ambos sexos.

La variable capacidad funcional será medida mediante el cuestionario de discapacidad de Oswestry (Anexo VI) este cuestionario consta de 10 preguntas con 6 posibles ítems que serán puntuados del 0 al 5, obteniendo la puntuación final expresada en porcentaje (0-100%) mediante la suma de las puntuaciones de cada ítem, dividida por la máxima puntuación obtenida multiplicada por 100. Las preguntas de este cuestionario recogen información sobre diversos aspectos de las actividades de la vida diaria y ha sido utilizada en diversos estudios (39,59,61,62) ,ya que presenta valor predictivo de la cronificación del dolor, así como de resultados de los tratamientos conservadores y duración de las bajas laborales.

Este cuestionario está incluido en el protocolo de valoración de las diferentes sociedades internacionales de la columna vertebral, y ha demostrado su validez y fiabilidad, mostrando valores entre 0.92 y 0.99 en el coeficiente de correlación (81). En cuanto a la sensibilidad, para considerar un cambio o mejoría como clínicamente significativa, debe variar al menos un 20% lo que supone unos 10 puntos en el cuestionario.

	Variable	Tipo	Unidad de medición	Método de medición
VD	Dolor	Cuantitativa continua	Puntuaciones del 0 al 10	Escala análoga visual
VD	Fuerza máxima isocinética	Cuantitativa continua	Newton (Nm)	Dinamometría
VD	Relación agonista-antagonista	Cuantitativa continua	%	Resultados de la fuerza
VD	Capacidad funcional	Cuantitativa discreta	Puntuaciones del 0 al 100	Cuestionario de Oswestry
VI	Sexo	Cualitativa dicotómica		0 = Hombres 1 = Mujeres

Tabla 5: Clasificación de las variables del estudio. Elaboración propia

5.4 Hipótesis operativas

Dolor

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la variación de la intensidad del dolor medida con la escala análoga visual.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la variación de la intensidad del dolor medida con la escala análoga visual (EVA).

Fuerza isocinética

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la variación de la fuerza muscular isocinética de los flexores y extensores de la columna medida con el dinamómetro isocinético.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la variación de la fuerza muscular isocinética de los flexores y extensores de la columna medida con el dinamómetro isocinético.

Relación agonista-antagonistas

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la relación entre agonistas y antagonistas de la musculatura flexo-extensora de la columna.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la relación entre agonistas y antagonistas de la musculatura flexo-extensora de la columna.

Capacidad funcional

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la variación de capacidad funcional medida con el cuestionario de Oswestry.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias significativas entre la inclusión o no de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia en la variación de la capacidad funcional medida con el cuestionario de Oswestry.

Sexo/ Fuerza

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable fuerza muscular al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable fuerza muscular al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Sexo/dolor

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable dolor al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable dolor al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Sexo/Relación agonista/antagonista

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable relación agonista/antagonista al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable relación agonista/antagonista al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Sexo/ Capacidad funcional

Hipótesis nula (H0): No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable capacidad funcional al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos en la variable capacidad funcional al incluir o no un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

5.5 Recogida, análisis de datos, contraste de hipótesis

Una vez seleccionados los participantes del estudio, se procederá a la entrega de un documento (Anexo III) donde dichos participantes completarán los datos personales necesarios para el estudio. A este documento se adjuntará otro que recoja los datos obtenidos por el evaluador en el momento previo a la intervención (Anexo IV) en el cual también se anotarán los resultados obtenidos tras la intervención. Toda esta información será introducida en una hoja de Excel para facilitar el posterior análisis estadístico que será realizado en el programa informático SPSS Statistics.

También se pedirá a los participantes que rellenen algunos cuestionarios previos a la intervención (Anexo V) que complementen las diferencias o cambios que se den en la capacidad funcional antes y después de la intervención.

Dentro del análisis estadístico de este estudio diferenciaremos dos tipos de análisis:

- **Análisis descriptivo:** en el obtendremos información sobre la forma de distribución de los datos referentes a las variables dependientes, así como datos de tendencia central (media, mediana, moda) que proporcionarán una síntesis de los datos en un valor representativo. También en este análisis se podrán analizar datos de dispersión (desviación típica, varianza, mínimo, máximo) los cuales nos permitirán conocer la variabilidad de los datos y cuanto se alejan estos de los valores de distribución normal. En definitiva, en este análisis lograremos reunir, organizar, analizar y presentar los datos.
- **Análisis inferencial:** nos permitirá realizar inferencias y pruebas de hipótesis, así como hacer predicciones; con el fin de lograr sacar conclusiones para una población a través del estudio de una muestra y poder estimar parámetros. En este estudio, con el análisis estadístico inferencial buscaremos conocer si la intervención que se va a realizar presenta efectos estadísticos significativos, por lo que se realizará un contraste de hipótesis bilateral, mediante los valores medios obtenidos en las valoraciones pre-post test de las variables dependientes que van a ser estudiadas.

Para ello, en primer lugar se realizará la prueba de normalidad que sea la adecuada para el tamaño muestral del estudio, en este caso al presentar una muestra superior a los 30 individuos, llevaremos a cabo la prueba de Kolmogorov-Smirnov, en la cual consideraremos que existe normalidad si el valor de p es mayor de 0,05. En función de dicho resultado de

normalidad llevaremos a cabo la elección de una prueba paramétrica o no paramétrica. Utilizando la prueba paramétrica si existe normalidad, y por el contrario las no paramétricas en el caso de que no existiera normalidad. A continuación también valoraremos la homogeneidad de varianzas, mediante el test de Levene.

En el estudio tenemos dos grupos, a los cuales se les va a realizar intervenciones diferentes por lo que la prueba que se realizará será para muestras independientes, utilizando por tanto una de las siguientes, en función de los resultados obtenidos en el análisis de normalidad y varianza explicado anteriormente.

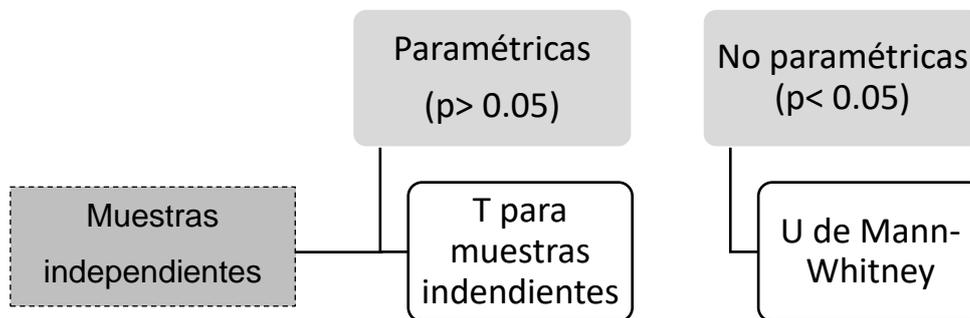


Figura 7: Esquema sobre las pruebas de contraste de hipótesis para muestras independientes. Elaboración propia

Como podemos ver de manera gráfica en la figura:

- Si el valor de p es $> 0,05$ en la prueba de normalidad, utilizaremos pruebas paramétricas, siendo la más adecuada para muestras independientes la prueba T para muestras independientes.
- Si por el contrario el valor de p es $< 0,05$ en la prueba de normalidad, utilizaremos una prueba no paramétrica, que será la prueba U de Mann-Whitney.

Cuando se realicen estas pruebas de hipótesis podremos determinar si aceptamos la hipótesis nula o alternativa: aceptando la hipótesis nula y rechazando la alternativa cuando el valor de p sea superior a 0,05, y por el contrario aceptaremos la hipótesis alternativa y rechazaremos la hipótesis nula cuando el valor de p sea inferior a 0,05.

Una vez obtenidos los resultados de ambos análisis, se expresarán mediante tablas o gráficos para que puedan ser analizados e interpretados de una forma más rápida.

En el caso de las variables cualitativas se usarán gráficos de sectores o diagramas de barras, mientras que en las cuantitativas continuas los datos resultantes del estudio se representarán mediante histogramas o polígonos de frecuencias.

5.6 Limitaciones del estudio

Una de las limitaciones que presenta este estudio es la disponibilidad de pacientes, ya que puede que sea complicado conseguir el tamaño muestral requerido para su realización, puesto que se precisa la presencia de una patología en el mismo momento o en un periodo de tiempo corto, y a su vez esta muestra debe cumplir los criterios de inclusión y querer participar en el estudio.

5.7 Equipo investigador

- Investigadora principal: Irene Díaz Rivas, Grado en Fisioterapia.
- 2 graduados en fisioterapia con mínimo 2 años de experiencia.
- 1 graduado en fisioterapia con Máster en Fisioterapia deportiva.

6. Plan de trabajo

6.1 Diseño de la intervención

Una vez terminado el diseño y la redacción de este estudio de investigación, se llevará a cabo el posterior envío de la solicitud de realización del estudio a los diferentes comités éticos (Comité Ético del Hospital Universitario La Paz y Comité ético de Investigación de la Universidad) con el fin de que sean aprobados los diferentes aspectos éticos necesarios para su realización.

A continuación, cuando el proyecto sea aprobado por estos comités se procederá a reunir a todo el equipo investigador para poder comenzar el estudio. Los fisioterapeutas colaboradores en el estudio recibirán toda la información necesaria sobre la intervención que se va a realizar en cada grupo, determinando de forma explícita como se debe realizar cada una de las terapias y ejercicios que forman parte de la intervención, para lograr que esta sea lo más similar posible en todos los pacientes de cada uno de los grupos independientemente del fisioterapeuta que la realice, evitando así los posibles sesgos en la intervención. De igual manera, se hará hincapié en estipular la forma de medición de la variable fuerza del estudio, determinando todos los parámetros, referencias y posiciones que influyen en la medición, con el fin de evitar posibles sesgos y logrando a su vez la máxima fiabilidad interevaluador.

Los pacientes serán derivados de los diferentes clubs que impartan alguna especialidad deportiva de gimnasia, a través de los entrenadores de dichos clubs, con los cuales se ha contactado anteriormente para informar sobre el estudio y los criterios y requisitos para formar parte de él.

El periodo de reclutamiento de sujetos para la muestra será de 3 meses, el cual podrá ser ampliado en el caso de encontrar dificultades en la consecución de la muestra requerida para el estudio.

En el momento en el que las pacientes sean derivadas, para formar parte del estudio se recogerán sus datos personales necesarios y a continuación se les asignará un código de identificación que será el usado en el estudio, con el fin de mantener el anonimato de los datos, no siendo posible conocer dichos datos proporcionados en ninguna de las fases del estudio por personas ajenas al mismo.

Todos los códigos de identificación se ordenarán en una lista que comprenda los números del 1 al 196, realizándose con dicha lista un muestreo aleatorio simple con la ayuda del programa informático Research Randomizer. De esta forma se asignarán los sujetos de la muestra a los diferentes grupos (grupo control y grupo experimental).

Una vez asignados los pacientes a cada grupo, se procederá a realizar una reunión informativa en la cual se explicará el objetivo del estudio y como se va a llevar a cabo el mismo. Para evitar que haya un gran número de sujetos en la reunión informativa, lo cual podría dificultar la organización, así como el entendimiento de toda la información por parte de los sujetos; se dividirá cada grupo en otros 3 grupos, realizándose así 6 reuniones informativas.

Estas reuniones informativas se realizarán en dos días, por lo que en cada reunión se citará a unos 32 o 33 pacientes. Durante las mismas, se contestará a todas las dudas o preguntas que les puedan surgir a los sujetos el estudio. Por último, al finalizar cada una de ellas, todos los sujetos deberán leer la hoja de información al paciente que les será entregada y a continuación firmar el documento de consentimiento informado (Anexo II), necesario para poder participar en el estudio.

Tras haber realizado las reuniones informativas y contar con todos los documentos de consentimiento informado firmados, durante la primera semana se irá citando a los diferentes sujetos del estudio para realizar las mediciones iniciales. A cada sujeto que acuda a esta primera sesión, se le entregará la hoja de datos del estudio (Anexo III) en la cual rellenará algunos datos referentes a su actividad deportiva y al dolor que presenta.

También se les entregará el cuestionario de capacidad funcional de Oswestry (Anexo VI) cuya finalidad a parte de la medición de la capacidad funcional como variable, puede ser a su vez una fuente de información o percepción útil para el paciente, ya que al realizar este cuestionario previo y posterior a la intervención que se va a realizar, si se producen mejoras en algunos aspectos de la vida personal y social de los que evalúa dicho cuestionario, será más perceptible esa mejoría por los sujetos del estudio, lo cual si así ocurre será algo favorable en lo referente a la satisfacción del paciente, así como a la investigación o futuras investigaciones.

A continuación, se procederá a la medición inicial de la fuerza muscular con el dinamómetro isocinético.

El protocolo de medición con dicha herramienta será el siguiente:

- Primeramente se pesará y medirá al paciente
- Se calibrará el equipo y se introducirán los datos de peso y altura, así como el resto de datos necesarios para la medición, y la posterior representación de los datos obtenidos por el software informático.
- Mientras lo anterior se realiza, el paciente llevará a cabo un breve y previo calentamiento, que consistirá en realizar bicicleta estática durante 4 minutos y a continuación realizar los siguientes ejercicios de forma activa siempre y cuando su realización no suponga dolor para el paciente:
 - En bipedestación con los pies colocados a una abertura ligeramente mayor que la anchura de las caderas y las rodillas ligeramente flexionadas para evitar la tensión en la musculatura isquiotibial, se pedirá al paciente que flexione su tronco, de tal manera que intente llevar su mano a tocar el pie contrario, se realizará 5 veces hacia cada lado.
 - A continuación, en bipedestación con las manos sobre la cintura, rotará su tronco hacia un lado manteniendo la posición durante 3 segundos y después rotará hacia el otro lado, realizará 5 rotaciones hacia cada lado, intentando mantener siempre la pelvis fija.
- Una vez que el paciente haya finalizado dicho calentamiento se colocará en la plataforma del dinamómetro en bipedestación: Colocará los pies paralelos y separados a la anchura de sus caderas, las rodillas desbloqueadas, con una ligera flexión de unos 10° para evitar tensión en la cadena posterior durante el movimiento de flexión. sus brazos relajados a lo largo del cuerpo.
- Se ajustarán las herramientas de sujeción y los parámetros necesarios para la medición, entre ellos la velocidad a la que se va a realizar la medición, siendo esta 60 y $90^{\circ}/s$.
- Se explicará al paciente lo que debe realizar y como lo debe realizar, para lograr que la medición que se va a realizar sea lo más correcta y fiable posible, y se evite un coeficiente de variación elevado por un mal entendimiento de la prueba. Se realizará primera una familiarización con la prueba, de tal forma que se llevarán a cabo previamente 2 o 3 repeticiones que serán de prueba, no tomando los datos resultantes como válidos para el estudio.

- Tras esta familiarización ya se realizará la medición definitiva, en la cual se realizarán 5 repeticiones, tomando como valor final de fuerza máxima, la media aritmética obtenida entre dichas repeticiones. Entre cada repetición se realizará un descanso de 10 segundos.

Todos los datos obtenidos tras esta primera sesión de mediciones, serán anotados en la tabla de datos (Anexo V), para el posterior análisis de los mismos, una vez que se finalice la intervención y se añadan los datos de las mediciones finales.

En la segunda semana se procederá a empezar la intervención que se va a realizar en ambos grupos. Para ello, se citará a los pacientes de los diferentes grupos intentando compaginar las preferencias de horarios de los pacientes, si tuvieran dificultad para asistir a las sesiones.

La intervención durará 5 semanas, realizándose 2 sesiones por semana, menos la primera semana, en la cual todos los sujetos del estudio (ambos grupos) realizarán una primera sesión individual, cuya duración será de 45 minutos, en la cual primeramente se realizará un valoración para intentar conocer a qué se debe la sintomatología que refiera el paciente, y a continuación si es preciso en dicho paciente se llevará a cabo lo siguiente:

- Tratamiento específico del músculo cuadrado lumbar mediante técnicas de masoterapia profunda, ya que Zheng et al (82) han demostrado una disminución del dolor al aplicar esta técnica frente a únicamente la tracción lumbar.
- Tratamiento de los Puntos Gatillo musculares (PGM) si los hubiera en la musculatura del cuadrado lumbar, psoas y piramidal, mediante técnicas de compresión isquémica, y posterior estiramiento analítico, Rodríguez and Zuñil (83) ha demostrado la eficacia de este tratamiento cuando la activación de los PGM son la causa del dolor lumbar.
- Aplicación de una técnica neuromuscular en la musculatura paravertebral, para disminuir su tensión.

Las 4 semanas restantes se realizarán sesiones colectivas, ambos grupos se dividirán en pequeños grupos de 14 sujetos cada uno, de tal forma que el grupo control contará con 7 grupos, y el grupo experimental con otros 7, para facilitar la ejecución de la intervención, así como la organización, y a su vez haya la disponibilidad de espacio y equipamiento necesario durante la misma.

La duración de cada sesión colectiva será de 30 minutos. En ellas los grupos realizarán lo siguiente:

- Grupo control: Realizará ejercicios de estabilización y fortalecimiento de la musculatura del núcleo sobre superficies estables (Anexo VII).
- Grupo experimental: Realizarán ejercicios similares pero en superficies inestables o ligeramente inestables (Anexo VII).

Los ejercicios seleccionados que se van a llevar a cabo en el protocolo están basados en el método Pilates y en ejercicios tradicionales de fortalecimiento de la musculatura abdominal y paravertebral, la realización de sesiones de 40 minutos de ambos programas han demostrado ser eficaces en el aumento de la fuerza muscular, además en el caso del Pilates tras realizarlo se ha presenciado una mayor activación de la musculatura transversa y oblicua interna, además de una mayor flexibilidad de la columna y de los miembros inferiores (84).

En las guías clínicas para el manejo de la lumbalgia inespecífica en la práctica clínica, está indicado el ejercicio y las escuelas de espalda, en la lumbalgia crónica y subaguda, ya que se ha demostrado su eficacia en la mejora de la sintomatología, estando contraindicado el reposo en cama (85,86)

	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
Semana 1	Sesión individual de 45 min	
Semana 2	Lunes (40´) Sesión colectiva	Martes (40´): Sesión colectiva
	Jueves (40´): Sesión colectiva	Viernes (40´): Sesión colectiva
Semana 3	Lunes (40´) Sesión colectiva	Martes (40´): Sesión colectiva
	Jueves (40´): Sesión colectiva	Viernes (40´): Sesión colectiva
Semana 4	Lunes (40´) Sesión colectiva	Martes (40´): Sesión colectiva
	Jueves (40´): Sesión colectiva	Viernes (40´): Sesión colectiva
Semana 5	Lunes (40´) Sesión colectiva	Martes (40´): Sesión colectiva
	Jueves (40´): Sesión colectiva	Viernes (40´): Sesión colectiva
Semana 6	Se citará para realizar la medición final	

Tabla 6: Cronograma de la intervención en los diferentes grupos.

Elaboración propia.

Cuando hayan finalizado todas las sesiones de intervención, se realizarán las mediciones finales, de tal forma que se volverá a citar a todos los sujetos durante la última semana del estudio. Se les facilitará nuevamente la hoja de datos para el estudio (Anexo IV) la cual será rellenaada tras haber recibido la intervención, de esta manera conseguiremos saber si ha habido variaciones en el dolor en comparación con la medición inicial. Al igual que en la medición de la variable fuerza, la cual será medida nuevamente de la misma forma que en la medición inicial, siguiendo el protocolo explicado anteriormente. También se les volverá a entregar el cuestionario de capacidad funcional de Oswestry (Anexo VI), para que lo rellenen una vez finalizada la intervención y puedan apreciar si han notado mejorías en las actividades de su vida diaria tras la intervención.

Se incluirán estos datos de las mediciones post-intervención en la tabla de datos, mediante la cual se procederá al análisis de datos mediante el programa SSPS, en este software se realizará el análisis descriptivo e inferencial, obteniendo posteriormente los resultados y conclusiones de este estudio de investigación.

6.2 Etapas de desarrollo

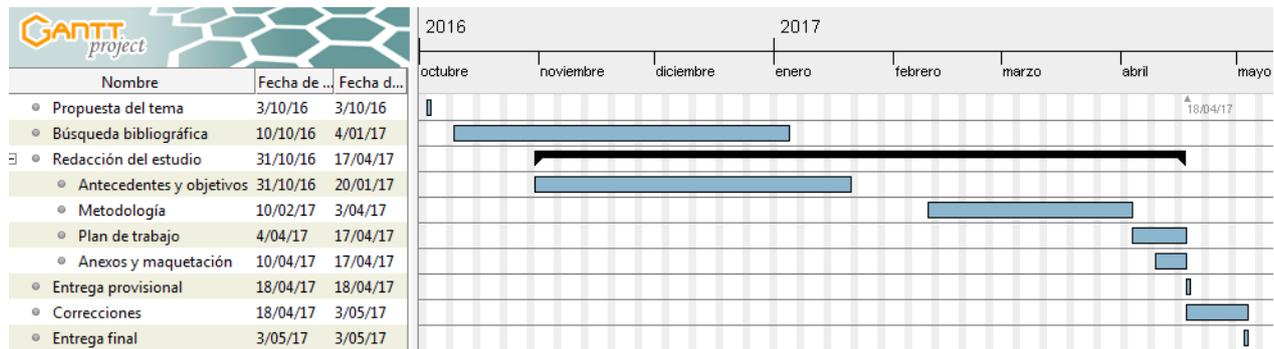


Figura 8: Diagrama de Gantt de las etapas de desarrollo del diseño del estudio.

Elaboración propia.

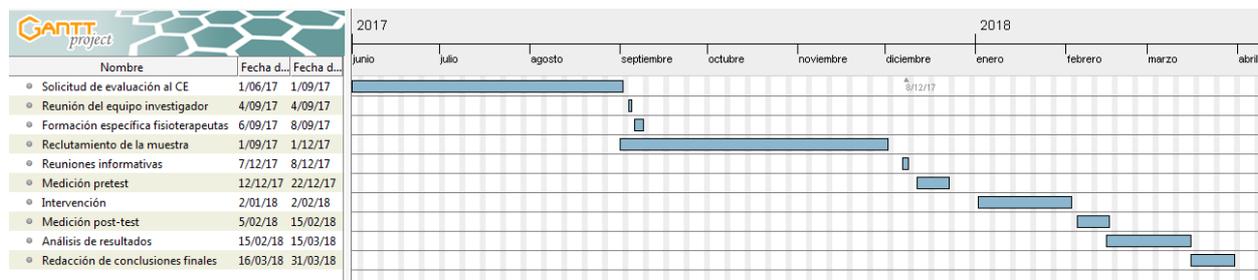


Figura 9: Diagrama de Gantt de las etapas de desarrollo de la realización del estudio.

Elaboración propia

6.3 Distribución de tareas de todo el equipo investigador

Las tareas de este estudio de investigación serán realizadas de forma conjunta por todo el equipo investigador, el cual lo componen:

- Investigadora principal: Irene Díaz Rivas, graduada en fisioterapia y responsable del estudio y de su realización. Se encargará de informar al equipo investigador de cómo se llevará a cabo el estudio, informando al mismo de las tareas que se deben realizar en cada fase del estudio y qué protocolo y aspectos se deben tener en cuenta en ellas. Además supervisará y dirigirá algunas sesiones colectivas junto con otro fisioterapeuta, así como de realizar las mediciones con el dinamómetro junto con el fisioterapeuta que tenga el Máster en Biomecánica y Fisioterapia deportiva.

- Fisioterapeuta con Master en Biomecánica y Fisioterapia Deportiva: Será el encargado junto con la investigadora principal de llevar a cabo las diferentes mediciones pre y post intervención mediante dinamometría isocinética, además de supervisar y dirigir algunas de las sesiones colectivas de intervención, que realizará junto con otro fisioterapeuta colaborador. Realizará también el análisis de datos y la redacción de las conclusiones finales junto con la investigadora principal.
- Fisioterapeutas: Serán graduados en fisioterapia, su función será la realización de las diferentes fases de intervención, en las sesiones colectivas siempre contarán con la colaboración de la investigadora principal y el fisioterapeuta con el Master en Biomecánica y Fisioterapia Deportiva.

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Reunión informativa	GC	GE			
Medición previa	GC/GE	GC/GE	GC/GE	GC/GE	GC/GE
Semana 1	GC/GE	GC/GE	GC/GE	GC/GE	GC/GE
Semana 2	GC (1-7)	GE (1-7)		GC (1-7)	GE (1-7)
Semana 3	GC (1-7)	GE (1-7)		GC (1-7)	GE (1-7)
Semana 4	GC (1-7)	GE (1-7)		GC (1-7)	GE (1-7)
Semana 5	GC (1-7)	GE (1-7)		GC (1-7)	GE (1-7)
Medición post	GC/GE	GC/GE	GC/GE	GC/GE	GE/GE
Análisis y conclusiones					

 Investigadora principal
 Fisioterapeuta con Máster en biomecánica y deportiva.
 Fisioterapeuta colaborador 1
 Fisioterapeuta colaborador 2

Figura 10: Cronograma de días de realización del estudio por el equipo investigador. Elaboración propia

6.4 Lugar de realización del proyecto

El estudio diseñado se realizará en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, Ciempozuelos (Madrid) (Anexo X). Dentro de las instalaciones de la escuela, las diferentes fases del estudio se llevarán a cabo en:

- Un despacho: donde cada paciente rellenará su hoja de datos personales y se explicarán y resolverán aquellas dudas o preguntas que sean necesarias.
- Laboratorio de biomecánica: En él encontraremos la herramienta de medición para el estudio, por lo tanto en él se realizarán las mediciones iniciales y finales.
- Sala de simulación de fisioterapia: En ella se llevarán a cabo todas las sesiones de intervención de ambos grupos.

7. Listado de referencias

- (1) Jiménez Soto Daniela. Abordaje clínico del dolor lumbar desde el punto de vista de la atención primaria. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica* 2013;577-579.
- (2) Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The Epidemiology of low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 2010 December;24(6):769-781.
- (3) Berenguera A, Pujol E, Rodríguez Blanco T, Casajuana M, Violan C, de Kort N. Study protocol of cost-effectiveness and costutility of a biopsychosocial multidisciplinary intervention in the evolution of non-specific subacute low back pain in the working population. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2011.
- (4) Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain; Seminar 2016 October.
- (5) Vargas-Prada S, Serra C, Martínez JM, Ntani G, Delclos GL, Palmer KT, et al. Psychological and culturally-influenced risk factors for the incidence and persistence of low back pain and associated disability in Spanish workers: findings from the CUPID study. *Occupational And Environmental Medicine* 2013 January;70(1):57-62.
- (6) Tejeda Barreras Martín. Lesiones de columna vertebral lumbar en deportistas. *Medigraphic artemisa* 2009 Enero;5(1):79-85.
- (7) Pomin F. Abordaje multidisciplinar de la prevención, control y recuperación de procesos álgicos en la columna lumbar. Primera ed.; 2015.
- (8) Roald Bahr, Sverre Maehlum. Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. 2ª ed.: Panamericana; 2009.
- (9) Balius J, Balius Matas R. Columna vertebral y deporte. *Centre d'Estudis de l'Alt Rendiment Esportiu Barcelona ;Treballs originals(XXIV):223-229.*
- (10) Bennett D, Nassar L, DeLano M. Lumbar spine MRI in the elite-level female gymnast with low back pain. *Skeletal Radiol* 2006 Jul;35(7):503-509.
- (11) Harringe M, Nordgren J, Arvidsson I, Werner S. Low back pain in young female gymnasts and the effect of specific segmental muscle control exercises of the lumbar spine: a prospective controlled intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthr* 2007 Oct;15(10):1264-1271.
- (12) Dennis Caine, Larry Nassar. *Gymnastics Injurs: Epidemiology of pediatrics Sports Injuries.* *Medicine Sport Sci Basel, Kargel ;48:18-58.*
- (13) Piazza M, Di Cagno A, Cupisti A, Panicucci E, Santoro G. Prevalence of low back pain in former rhythmic gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness* 2009 Sep;49(3):297-300.
- (14) A. Cupisti, C.D. Alessandro, M. Piazza, F. Galetta. Low back pain in competitive rhythmic gymnastics. *Journal of sports Medicine and Physical Fitness* 2004 Marzo;44(1).
- (15) Vernetta M, Montosa I, López-Bedoya J. Análisis de las lesiones deportivas en jóvenes practicantes de gimnasia rítmica de competición en categoría infantil. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 2016 September;9(3):105-109.

- (16) Zetaruk MN, Violan M, Zurakowski D, Mitchell WA, Micheli LJ. Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite. *Apunts. Medicina de l'Esport* 2006;41(151):100-106.
- (17) Abdelraouf Osama R, Abdel-aziem Almaz A. The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *Int J Sports Phys Ther* 2016 -6;11(3):337-344.
- (18) Durall CJ, Udermann BE, Johansen DR, Gibson B, Reineke DM, Reuteman P. The effects of preseason trunk muscle training on low-back pain occurrence in women collegiate gymnasts. *J Strength Cond Res* 2009 Jan;23(1):86-92.
- (19) Baena-Beato PA, Arroyo-Morales M, Delgado-Fernández M, Gatto-Cardia MC, Artero EG. Effects of different frequencies (2–3 Days/Week) of aquatic therapy program in adults with chronic low back pain. A non-randomized comparison Trial. *Pain Medicine* 2013 Jan;14(1):145-158.
- (20) Weifen W, Muheremu A, Chaohui C, MD LW, Lei S. Effectiveness of tai Chi practice for non-specific chronic low back pain on retired athletes: A randomized controlled study. *Journal of Musculoskeletal Pain* 2013 Mar;21(1):37-45.
- (21) Pérez-Guisado J. Low back pain and physical exercise. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2006;6(24).
- (22) F.J. Vera-García, D. Barbado, V. Moreno-Pérez, S. Hernández-Sánchez, C. Juan-Recio, J.L.L. Elvira. Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 2015 Jun 1,;8(2):79-85.
- (23) Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core Stability training for injury prevention. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 2013 Nov;5(6):514-522.
- (24) Escamilla RF, Lewis C, Bell D, Bramblet G, Daffron J, Lambert S, et al. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2010 May;40(5):265-276.
- (25) Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006;36(3):189-198.
- (26) Robert Tejero Pastor. Mundo entrenamiento. 2015; Available at: <https://mundoentrenamiento.com/core-mejor-especifico/>.
- (27) Heredia Elvar JR, Chulvi I. CORE: entrenamiento de la zona media. *Lecturas: Educación física y deportes* 2006(97).
- (28) Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2003;13(4):371-379.
- (29) Heredia JR, Peña G, Segarra V. Estabilidad raquídea: El concepto de zona neutra en su aplicación a los programas de acondicionamiento físico saludable. 2013.
- (30) Bergmark A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1989;230.

- (31) Zambrana Ruiz JR, Vallejo Ruano G. CORE y lesiones deportivas. Progresión metodológica. Revista Digital Buenos Aires 2014.
- (32) Cholewicki J, McGill S. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics* 1996;11(1):1-15.
- (33) Morey J Kolber, Beekhuizen K. Lumbar stabilization: An evidence-based approach for the athlete with low back pain. *Strength and Conditioning Journal* 2015 Aug 1,;37(4):85.
- (34) Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004 Mar;85(3 Suppl 1):S86.
- (35) F.J. Vera-García, D. Barbado, V. Moreno-Pérez, S. Hernández-Sánchez, C. Juan-Recio, J.L.L. Elvira. Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 2015 Jun 1,;8(2):79-85.
- (36) Hides JA, Stanton WR, McMahon S, Sims K, Richardson CA. Effect of stabilization training on multifidus muscle cross-sectional area among young elite cricketers with low back pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2008 Mar;38(3):101-108.
- (37) Dehner C, Schmelz, Volker. Low back pain intensity, microcirculation and muscle performance of the multifidus following back muscle strengthening in young elite oarsmen. *International SportMed Journal* 2009;10(4):163-175.
- (38) Hoppes CW, Sperier AD, Hopkins CF, Griffiths BD, Principe MF, Schnall BL, et al. The efficacy of an eight-week core stabilization program on core muscle function and endurance: a randomized trial. *International journal of sports physical therapy* 2016 Aug;11(4):507.
- (39) Kumar T, Kumar S, Nezamuddin M, Sharma VP. Efficacy of core muscle strengthening exercise in chronic low back pain patients. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation* 2015;28(4):699.
- (40) Jeong U, Sim J, Kim C, Hwang-Bo G, Nam C. The effects of gluteus muscle strengthening exercise and lumbar stabilization exercise on lumbar muscle strength and balance in chronic low back pain patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2015;27(12):3813-3816.
- (41) Areeudomwong P, Puntumetakul R, Jirattanaphochai K, Wanpen S, Kanpittaya J, Chatchawan U, et al. Core stabilization exercise improves pain intensity, functional disability and trunk muscle activity of patients with clinical lumbar instability: A pilot randomized controlled study. *Journal of Physical Therapy Science* 2012;24(10):1007-1012.
- (42) Bruce-Low S, Smith D, Burnet S, Fisher J, Bissell G, Webster L. One lumbar extension training session per week is sufficient for strength gains and reductions in pain in patients with chronic low back pain ergonomics. *Ergonomics* 2012 Apr 1,;55(4):500-507.
- (43) Yang S, Kim K, Park S, Kim K. The effect of thoracic spine mobilization and stabilization exercise on the muscular strength and flexibility of the trunk of chronic low back pain patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2015;27(12):3851-3854.
- (44) McCaskey MA, Schuster-Amft C, Wirth B, Suica Z, de Bruin ED. Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck- and low back pain rehabilitation: a systematic literature review. *BMC musculoskeletal disorders* 2014;15(1):382.

- (45) Avalos Ardila C, Berrio Villegas J. Evidencia del trabajo propioceptivo utilizado en la prevención de lesiones deportivas. 2007.
- (46) Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. Apunts. Medicina de l'Esport 2013 Jul;48(179):109-120.
- (47) Zazulak BT. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. Am J Sports Med 2007 Jul 1;;35(7):1123-1130.
- (48) Holm I, Fosdahl M, Friis A, Risberg M, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. Clinical Journal of Sport Medicine 2004 Mar;14(2):88-94.
- (49) Behm DG, Anderson K, Curnew RS. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. Journal of strength and conditioning research 2002 Aug;16(3):416-422.
- (50) Leon Chaitow. Aplicación clínica de técnicas neuromusculares. 2009.
- (51) Scott M, Lephart Danny M, Pincivero Jorge L, Giraido Freddie H, Fu. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic Injuries. The American Journal of Sports Medicine 1997 Jan 1;;25(1):130-137.
- (52) Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. Apunts. Medicina de l'Esport 2013 Jul;48(179):109-120.
- (53) Peña G, Elvar Heredia JR, Moral S, Mata F. Evidencias sobre los efectos del entrenamiento inestable para la Salud y el Rendimiento. 2012.
- (54) Behm DG, Drinkwater EJ, Cowley PM, Willardson JM. The use of instability to train the core musculature. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 2010 Feb;35(1):91-108.
- (55) Fowles JR. What I always wanted to know about instability training. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 2010 Feb;35(1):89-90.
- (56) Behm DG, Drinkwater EJ, Cowley PM, Willardson JM. Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 2010 Feb;35(1):109-112.
- (57) Cowley P, Swensen T, Sforzo G. Efficacy of instability resistance training. Int J Sports Med 2007 Oct;28(10):829-835.
- (58) Behm DG, Anderson K. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. Canadian Journal of Applied Physiology 2005 Feb 1;;30(1):33-45.
- (59) Morone G, Iosa M, Paolucci T, Fusco A, Alcuri R, Spadini E, et al. Efficacy of perceptive rehabilitation in the treatment of chronic nonspecific low back pain through a new tool: a randomized clinical study. Clinical Rehabilitation 2012 Apr;26(4):339-350.

- (60) Gatti R, Faccendini S, Tettamanti A, Barbero M, Balestri A, Calori G. Efficacy of trunk balance exercises for individuals with chronic low back pain: a randomized clinical trial. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2011 Aug;41(8):542-552.
- (61) Wang X, Pi Y, Chen P, Chen B, Liang L, Li X, et al. Whole body vibration exercise for chronic low back pain: study protocol for a single-blind randomized controlled trial. *Trials* 2014;15(1):104.
- (62) Pozo-Cruz B, Adsuar J, Parraca José, Muro Inmaculada, Gusi Narcis, Hernández Mocholí M. Effects of whole body vibration therapy on main outcome measures for chronic non-specific low back: a single-blind randomized controlled trial. *Journal Rehabilitation Medicine* 2011:689-694.
- (63) Kibele A, Behm D. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009 Dec;23(9):2443-2450.
- (64) Kline JB. Core strength training using a combination of home exercises and a dynamic sling system for the management of low back pain in pre-professional ballet dancers: A case series. *Journal of Dance Medicine & Science* 2013 Mar 1;17(1):24-33.
- (65) Flores de Frutos FJ, Benito Trigueros A, Redondo Castán J, Valcarce Merayo E, Sedano Campo S, De Paz Fernández JA. Efecto agudo de una sesión con vibro-estimulación sobre la fuerza en jóvenes lanzadores. 2012.
- (66) Cuğ M, Ak E, Ozdemir RA, Korkusuz F, Behm DG. The effect of instability training on knee joint proprioception and core strength. *Journal of sports science & medicine* 2012;11(3):468-474.
- (67) Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology* 2013 Feb;59(2):105-113.
- (68) Huesa Jiménez F, García Díaz J, Vargas Montes J. Dinamometría isocinética. *Rehabilitación* 2005;39(6):288-296.
- (69) Equipamiento de la unidad de biomecánica. Available at: <http://www.euef.comillas.edu/es/unidad-de-investigacion-clinica-de-biomecanica-y-fisioterapia/equipamiento>.
- (70) Sánchez MD, Ridaó Sais N, Chaler Vilaseca J, Müller B. Aportación de la dinamometría isocinética de columna lumbar en una mutua laboral. *Trauma* 2009;20(4):229-233.
- (71) Kim C, Jeoung BJ. Assessment of isokinetic muscle function in Korea male volleyball athletes. *JER* 2016 Oct 31;12(5):429-437.
- (72) Zouita Ben Moussa A. Isokinetic strength trunk assessment of athletes. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2016 Sep;59:e155.
- (73) Renato Manno. El entrenamiento de la fuerza: Bases teóricas y prácticas: Inde.
- (74) Gorostiaga Ayestarán E, González Badillo JJ. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento. 3rd ed.: Indi; 2002.

- (75) A. Bigorda-Sague. Estudio sobre la eficacia de la escuela de espalda en la lumbalgia inespecífica. Elsevier 2012 Mar 12,;46:222-226.
- (76) Cuğ M, Ak E, Ozdemir RA, Korkusuz F, Behm DG. The effect of instability training on knee joint proprioception and core strength. Journal of sports science & medicine 2012;11(3):468-474.
- (77) Garay B, Pujadas E, Gonzalez I. Isokinetic strength in athletes of national teams of combat sports; Cub. Med. Dep. & Cul. Fís 2014;9.
- (78) Barczyk-Pawelec K, Piechura JR, Dziubek W, Rożek K. Evaluation of isokinetic trunk muscle strength in adolescents with normal and abnormal postures. Journal of manipulative and physiological therapeutics 2015 Sep;38(7):484-492.
- (79) Van Damme, Benedicte B L, Stevens VK, Van Tiggelen DE, Duvigneaud NNP, Neyens E, Danneels LA. Velocity of isokinetic trunk exercises influences back muscle recruitment patterns in healthy subjects. Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology 2013 Apr;23(2):378-386.
- (80) Ebben WP, Jensen RL. Strength training for women: debunking myths that block opportunity. The Physician and sportsmedicine 1998 May;26(5):86-97.
- (81) Alcántara-Bumbiedro S, Flórez-García MT, Echávarri-Pérez C, García-Pérez F. Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry. Rehabilitación 2006;40(3):150-158.
- (82) Zhixin Zheng, Jun Wang, Qian Gao, Jingshan Hou, Ling Ma, Congbo Jiang, et al. Therapeutic evaluation of lumbar tender point deep massage for chronic non-specific low back pain. Journal of Traditional Chinese Medicine 2012;32(4):534-537.
- (83) Rodríguez Fernández AL, Zuil Escobar JC, López Andrino J. Tratamiento específico del músculo cuadrado lumbar en la lumbalgia: estudio de 14 casos. Fisioterapia 2003;25(4):233-243.
- (84) Galindo Torres A, Espinoza Salido S. Programas de ejercicio en lumbalgia mecanopostural. Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación 2009;21:11-19.
- (85) Guía de práctica clínica sobre lumbalgia. : Osakidetza; 2007.
- (86) Fundacion Kovacs. Guía práctica clínica para el manejo de la lumbalgia del programa europeo COST B13. 2005.
- (87) Silke Grotkasten, Hubert Kienzerle. Gimnasia para la columna vertebral. 8th ed. Barcelona: Paidotribo; 2001.
- (88) Timón V. Enciclopedia de ejercicios de pilates. Madrid: Pila Teleña; 2012.

ANEXO I: Solicitud de realización del estudio al Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC).

Don/Dña Irene Díaz Rivas en calidad de investigadora principal con domicilio social en Madrid.

EXPONE:

Que desea llevar a cabo el estudio “Efectividad de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia” que será realizado en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios por Irene Díaz Rivas .

El estudio se realizará tal y como se ha planteado, respetando la normativa legal aplicable para los ensayos clínicos que se realicen en España y siguiendo normas éticas internacionalmente aceptadas.

Por lo expuesto,

SOLICITA:

Le sea autorizada la realización de este ensayo cuyas características son las que se indican en la hoja de resumen del 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

Para lo cual se adjunta:

- 4 copias del protocolo de ensayo clínico
- 3 copias del manual del Investigador
- 3 copias de los documentos referentes al consentimiento informado, incluyen la información para el sujeto de ensayo.
- 3 copias de la póliza de Responsabilidad Civil.
- 3 copias de los documentos sobre la idoneidad del investigador principal y colaboradores.
- Propuesta de compensación económica para los sujetos el centro y los investigadores

Firmado:

Don/Doña: Irene Díaz Rivas

En Madrid a ____ de ____ de ____.

ANEXO II: Documento de consentimiento informado

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. Con la firma del presente documento ratifica que se le ha informado de todos los riesgos que tiene la terapia a utilizar. Así mismo ha consultado todas las dudas que se le planteen. Del mismo modo, ha podido resolver las cuestiones planteadas sobre la sistemática de evaluación y riesgos que esta posee.

Le recordamos que, por imperativo legal, tendrá que firmar usted o su representante legal, el consentimiento informado para que podamos realizarle dicho procedimiento.

Titulo de la investigación

Efectividad de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de gimnastas con lumbalgia.

Objetivo del estudio

El objetivo principal del estudio es demostrar que la inclusión de un tratamiento propioceptivo en el tratamiento convencional de la lumbalgia, producirá variaciones en el dolor y la fuerza.

Procedimiento del estudio

Una vez seleccionada la muestra se asignará de forma aleatoria a dos grupos:

- Grupo control: Su intervención consistirá en un tratamiento convencional para la lumbalgia.
- Grupo experimental: Su intervención será el tratamiento convencional y además una serie de ejercicios propioceptivos.

Se les facilitará a los pacientes una hoja de datos personales, y algunos cuestionarios sobre el dolor, que tendrán que rellenar antes de comenzar la intervención. A continuación se realizará una valoración previa a la intervención, para medir la fuerza isocinética de los flexores y extensores de la columna a 60 y 90º con un dinamómetro isocinético.

La intervención será aplicada durante 6 semanas, realizándose 2 sesiones por semana y siendo la duración de cada sesión de unos 30 minutos. En ambos grupos tras recibir un previo tratamiento basado en terapia manual y técnicas de masoterapia y estiramiento se realizarán ejercicios de fortalecimiento y estabilización del núcleo. El grupo control lo realizará bajo superficies estables, mientras que el grupo experimental realizará dichos ejercicios bajo condiciones inestables.

Una vez finalizada la intervención se volverá a realizar la valoración de la fuerza de los flexores

y extensores de la columna con el dinamómetro, y se volverá a facilitar los cuestionarios iniciales sobre el dolor, para que sean nuevamente rellenados tras haber recibido el tratamiento.

Riesgos para la salud de la intervención y las mediciones.

La realización de estas intervenciones no conlleva ningún riesgo específico para la salud del paciente, únicamente podría aparecer alguno derivado de la actividad física como por ejemplo la fatiga, o el dolor articular o muscular posterior al ejercicio. En relación al método de medición, que en este caso es el dinamómetro isocinético, no se conocen riesgos en su utilización, pero si hay que tener en cuenta sus contraindicaciones que son las siguientes:

- Marcapasos o dispositivos intracardiacos o implantes metálicos.
- Trombosis o hemorragias activas
- Hipertensión arterial y varices sin control
- Enfermedades agudas con fiebre
- Epilépticos no controlados y síndromes coreicos
- Alteraciones neurológicas o de la sensibilidad
- Derrame sinovial, hemartros y heridas recientes de partes blandas
- Embarazadas: Zona pélvica y tronco.
- Tratamientos con cortisona (+ 6 semanas) o anticoagulantes
- Neoplasias, hemofilia, enfermedades reumáticas primarias

Confidencialidad y participación.

Los datos personales empleados en este estudio serán completamente confidenciales, de tal forma que no serán publicados, ni utilizados en ningún informe, artículo o red. La colaboración o participación en este estudio es totalmente voluntaria, siendo decisión del paciente la participación en el mismo.

Compensación

Por la participación en este estudio, no se recibirá ningún tipo de compensación económica

Derecho de abandono del estudio

Cualquier persona que decida participar libremente en este estudio, tendrá el derecho de abandonar el estudio en cualquier momento del mismo, no siendo exigidas en ningún momento las causas del abandono o retirada.

CONSENTIMIENTO DEL PACIENTE

Yo, (Nombre y apellidos) con DNI he leído la hoja de información que me entrego la fisioterapeuta responsable de este estudio de investigación, declarándome así informada de la finalidad, riesgos y condiciones del estudio y comprendiendo toda la información facilitada en dicha hoja, así como de las preguntas o dudas planteadas tras su lectura. El anonimato y la intimidad de mis datos personales serán respetados bajo la vigente normativa de protección de datos; teniendo derecho de acceso, rectificación y cancelación de los mismos; y no pudiendo ser cedidos a terceras personas sin mi consentimiento previo y expreso.

Comprendiendo también que el consentimiento que ahora presto, podrá ser revocado en cualquier momento. También declaro que los datos proporcionados sobre mi persona y mi estado físico y de salud son verdaderos.

Con todo ello manifiesto mi satisfacción por la información recibida y presto voluntariamente mi conformidad para participar en este estudio de investigación.

Recibiré un duplicado de este consentimiento

En Madrid, a de 201...

AUTORIZACIÓN DEL TUTOR O FAMILIAR (en caso de ser menor de edad)

D/Dña con DNI

En calidad de (padre, madre, tutor legal) decido dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente de la técnica descrita en los procedimientos indicados en el presente documento.

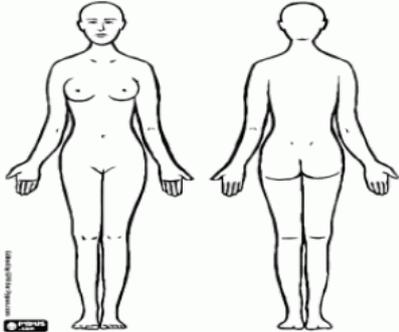
Firma:

Madrid, ____ de _____ del 20__

ANEXO III: Hoja de datos personales

DATOS PERSONALES	
Nombre	
Apellidos	
Fecha de nacimiento	
Edad	
Sexo	
Peso	
Talla	
<p>Especialidad deportiva (marque la que corresponda)</p> <p>Gimnasia Rítmica <input type="radio"/> Gimnasia artística <input type="radio"/> Gimnasia estética <input type="radio"/></p> <p>Gimnasia acrobática <input type="radio"/> Trampolín <input type="radio"/></p> <p>Club al que pertenece: _____</p> <p>Horas de entrenamiento (semana): _____</p> <p>Años de práctica deportiva: _____</p>	

ANEXO IV: Hoja de datos para el estudio

DATOS PARA EL ESTUDIO	
Código de identificación	
Grupo al que pertenece (rellenado por el investigador)	<input type="checkbox"/> Grupo control <input type="checkbox"/> Grupo experimental
<p>Rellene los siguientes aspectos, en relación a su dolor:</p> <p>¿Hace cuánto tiempo comenzó el dolor? _____</p> <p>¿Comenzó de forma brusca o progresiva? _____</p> <p>¿Le impide realizar alguna actividad de su vida diaria? _____</p> <p>¿Cuándo es mayor su dolor? _____</p> <p>¿Toma algún medicamento? _____</p> <p>¿Está recibiendo algún otro tratamiento? _____</p> <p>¿Cuánto duele?</p> <p style="text-align: center;">Escala Visual Analógica</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"><div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Nada de dolor</div><div style="border-top: 1px solid black; width: 100%;"></div><div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">El peor dolor imaginable</div></div> <p>¿Dónde duele?</p> <div style="text-align: center;"></div>	

ANEXO V: Tabla de datos y resultados del estudio

	n° ID	Dolor	Fuerza isoc Máx (N)	Relación agonista antagon	Cap funcional		Dolor	Fuerza isoc Máx (N)	Relación agonista antagon	Cap funcional
GRUPO CONTROL						INTERVENCIÓN				
GRUPO EXPERIMENTAL						INTERVENCIÓN				

ANEXO VI: Cuestionario de capacidad funcional.

Cuestionario de discapacidad de Oswestry

Por favor lea atentamente: estas preguntas han sido diseñadas para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de espalda le afecta en su vida diaria. Responda a todas las preguntas señalando en cada una solo aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más de una respuesta se puede aplicar en su caso, marque solo aquella que describa mejor su problema:

1- Intensidad del dolor

- Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
- El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
- Los calmantes me alivian un poco el dolor
- Los calmantes apenas me alivian el dolor
- Los calmantes no me quitan el dolor y no los tomo

2- Cuidados personales (lavarse, vestirse, etc)

- Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
- Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor
- Lavarme, vestirme... me produce dolor, debo hacerlo lento y con cuidado
- Necesito alguna ayuda para hacer la mayoría de las cosas yo solo
- Necesito alguna ayuda para hacer la mayoría de las cosas
- No puedo vestirme, me cuesta lavarme y suelo quedarme en la cama.

3- Levantar peso

- Puedo levantar objetos pesados sin que me aumenten el dolor
- Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
- El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (una mesa)
- El dolor me impide levantar objetos pesados, pero si puedo levantar objetos muy ligeros
- Solo puedo mover objetos muy ligeros
- No puedo levantar ni elevar ningún objeto

4- Andar

- El dolor no me impide andar
- El dolor me impide andar mas de un kilometro
- El dolor me impide andar mas de 500 metros
- Solo puedo andar con bastón o muletas
- Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

5- Estar sentado

- Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
- Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
- El dolor me impide estar sentado más de una hora
- El dolor me impide estar sentado más de media hora
- El dolor me impide estar sentado más de diez minutos
- El dolor me impide estar sentado

6- Estar de pie

- Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
- Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero aumenta el dolor
- El dolor me impide estar de pie más de una hora
- El dolor me impide estar de pie más de media hora
- El dolor me impide estar de pie más de diez minutos
- El dolor me impide estar de pie

7- Dormir

- El dolor no me impide dormir bien
- Solo puedo dormir si tomo pastillas
- Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas
- Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas
- Incluso tomando pastillas duermo menos de dos horas
- El dolor me impide totalmente dormir

8- Actividad sexual

- Mi actividad sexual es normal y no aumenta mi dolor
- Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor
- Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor
- Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor
- Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor
- El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

9- Vida social

- Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
- Mi vida social es normal pero me aumenta el dolor
- El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero si impide mis actividades mas enérgicas como bailar...
- El dolor ha limitado mi vida social no salgo tan a menudo
- No tengo vida social a causa del dolor

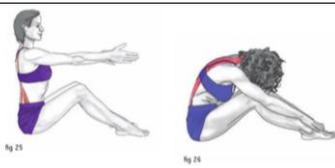
10- Viajar

- Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
- Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
- El dolor es fuerte, pero aguanto viajes de mas de dos horas
- El dolor me limita a viajes de menos de una hora
- El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora
- El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital

ANEXO VII: Ejercicios de la intervención del grupo control y experimental.

Ejercicios de la primera semana

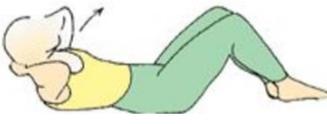
1. Rodilla al pecho: Partiendo de la posición decúbito supino con las rodillas flexionadas y los pies apoyados a la anchura de las caderas, se pedirá al paciente que lleve una rodilla hacia el pecho, a continuación lo realizará con la otra pierna. Realizando 10 repeticiones con cada pierna.
2. Báscula pélvica: Desde la posición anterior (decúbito supino con las rodillas flexionadas y los pies apoyados a la anchura de las caderas, se realizará un movimiento de báscula pélvica (anteversión/retroversión). Se realizará 10 repeticiones. 3 series de 8 repeticiones
3. Elevación de la pelvis: En decúbito supino con las piernas flexionadas, los pies apoyados a la anchura de las caderas, y los brazos extendidos y apoyados en el suelo. El paciente deberá elevar su pelvis hacia arriba, adoptando una correcta alineación de su pelvis. Se realizarán 3 series de 8 repeticiones.
4. Gato: En posición de cuadrupedia, con las rodillas alineadas con las caderas, y las manos alineadas con los hombros, Se realizará un movimiento flexión en el cual se intenta realizar una C con la espalda, flexionando toda la columna, a continuación realizaremos el movimiento contrario, realizando una extensión de la columna. Se repetirá 10 veces.
5. Elongación axial: En sedestación sobre los isquiones deslizaremos los brazos sobre las tibias, formando una ligera C con nuestra espalda, después nos estiraremos hacia arriba, alineando totalmente nuestra columna, de tal manera que esté recta por completo, manteniendo los brazos en flexión de 90° con los hombros relajados y las escapulas conectadas. Se realizarán 3 series de 8 repeticiones.
6. Rotación lumbar: En decúbito supino con las piernas flexionadas y los pies juntos, habrá que llevar las piernas hacia un lado y hacia otro, intentando siempre mantener la zona lumbar en contacto con el suelo. Se realizarán 10 repeticiones hacia cada lado,

	EJERCICIO	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
S E M A N A 1	Rodilla al pecho		En este grupo, el apoyo de los pies, para la realización del ejercicio se realizará sobre un bosu.
	Bascula pélvica		
	Elevación de la pelvis		
	Gato		Las manos se apoyarán sobre dos discos de aire.
	Elongación axial		Se realizará sentado sobre un disco de aire.
	Rotación lumbar		Se apoyará la zona del sacro sobre un disco de aire

Una vez realizados los ejercicios de la primera semana, se añadirán los siguientes durante las siguientes semanas, siempre y cuando la progresión no suponga un incremento considerable del dolor.

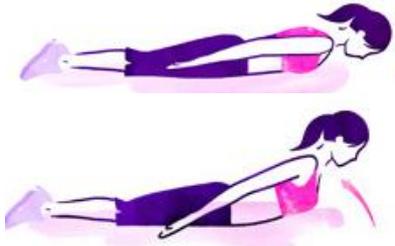
Ejercicios de la segunda semana

1. Estiramiento piramidal: Partiendo de la posición decúbito supino con las rodillas flexionadas, se cruzará una pierna sobre la otra, apoyando sobre el muslo del pie de apoyo, la cara externa de la pierna contralateral, con las manos agarraremos la zona poplíteica de la pierna base, y estiraremos suavemente manteniendo la posición durante unos 30 segundos con cada pierna.
2. Flexión en C: Desde la posición decúbito supino, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados a la anchura de las caderas, se realizará una flexión de tronco colocando las manos detrás de la nuca y manteniendo durante 3 segundos la posición.
3. Mantener piernas a 90°: Desde la posición de decúbito supino, se elevarán ambas piernas, hasta adoptar una posición de 90° de flexión de cadera y rodilla. Se debe mantener esta posición durante 30 segundos, cuidando que la zona lumbar siempre esté en contacto con el suelo. Se podrá complicar el ejercicio llevando las piernas hacia un lado u hacia otro, o estirando alternamente las piernas.
4. Flexión con extensión de pierna: En decúbito supino con las rodillas flexionadas y los pies apoyados a la anchura de las caderas, se pedirá al paciente que estire una rodilla a la vez que flexiona el tronco con las manos sobre su nuca, mantendrá esta posición durante 3 segundos y cambiara de pierna. Se realizarán 10 repeticiones con cada pierna.
5. Abdominal oblicuo: Sentado sobre los isquiones inclinando el cuerpo ligeramente hacia atrás, y manteniendo las rodillas flexionadas sin apoyo, se colocarán las manos detrás de la nuca y a continuación manteniendo esa posición se irá rotando el tronco hacia un lado y otro, manteniendo la pelvis estable. Se realizarán 3 series de 8 repeticiones.

	EJERCICIO	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
S E M A N A 2	Estiramiento piramidal		Lo realizará de la misma forma que el grupo control
	Flexión en C		Realizará el mismo ejercicio pero sentado sobre un disco de aire
	Mantengo piernas a 90°		Realizará el ejercicio apoyando el sacro y la zona lumbar sobre un disco de aire.
	Flexión con extensión de pierna		
	Abdominal oblicuo		Este grupo los realizará en una posición de sedestación sobre un fitball. 

Ejercicios de la tercera y cuarta semana

1. Plancha apoyo en codos: Partiendo de la posición decúbito supino el paciente deberá apoyar la punta de sus pies y sus codos, manteniendo su cuerpo alineado y estable durante 30 segundos.
2. Plancha lateral: En decúbito lateral, apoyando el codo y la parte externa del pie de lado de apoyo, el paciente debe elevar su cuerpo, manteniéndolo alineado.
3. Extensión lumbar: En decúbito prono el paciente deberá realizar una extensión de su columna hacia atrás, manteniendo siempre los pies y la pelvis en contacto con el suelo, y las escápulas conectadas. Podrá colocar sus brazos a lo largo del cuerpo, o sus manos sobre la nuca. Realizará 3 series de 8 repeticiones.

	EJERCICIO	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
S E M A N A 3 Y 4	Plancha codos		El apoyo de los codos se realizará sobre un bosu.
	Plancha lateral		Lo realizará de la misma forma, pero el apoyo lateral de los pies será sobre un bosu.
	Extensión lumbar		Lo realizarán de la misma forma colocando la parte inferior del abdomen apoyada sobre un fitball

En caso de que algún paciente no pueda realizar algún ejercicio será sustituido por otro similar o se realizará alguna variación que facilite su ejecución. Algunos ejercicios podrán ir aumentando el número de repeticiones o incrementar el tiempo de realización en función de cómo se vaya dando el progreso de las sesiones en los pacientes, realizándose de la forma más equitativa posible en todos los grupos para evitar posibles sesgos en los resultados del estudio. De la misma forma si alguno de los componentes del equipo investigador, realiza alguna variación o modificación en la sesión por alguna razón imprevista, deberá reflejarlo o comentarlo al resto del equipo investigador.

La información y las fotos de los ejercicios han sido extraídas de los siguientes libros: (87,88)

ANEXO IX: Ubicación del lugar de realización del estudio

Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios.

Av/ San Juan de Dios 1. 28350 Ciempozuelos (Madrid)



Autobuses interurbanos:

- **426:** (Salida Legazpi) Paradas en: Almendrales, Doce de octubre, Ciudad de los Ángeles, Villaverde bajo cruce, Pinto, Valdemoro, Ciempozuelos.

Cercanías Renfe:

- **Línea C3:** (Aranjuez) Paradas en: Chamartín, Nuevos Ministerios, Sol, Atocha, Villaverde Bajo, San Cristobal de los Ángeles, San Cristobal Industrial, El Casar, Getafe Industrial, Pinto, Valdemoro, Ciempozuelos y Aranjuez.

Coche:

- Autovía del Sur (**A-4**) Salida 29. Carretera M-404.