

**Universidad San Jorge**

**Facultad de Ciencia de la Salud**

**Grado de Fisioterapia**

**Trabajo de fin de grado**

Título del proyecto:

Efecto de la natación en adolescentes con escoliosis idiopática para disminuir el ángulo de Cobb: un protocolo de un ensayo clínico aleatorizado controlado.

**Autor del proyecto: Lara Bourgeat**

**Tutor del proyecto: Alejandro Almenar Arasanz**

**Villanueva de Gallego, 16 de mayo de 2022**



## DECLARACIÓN DEL ALUMNO

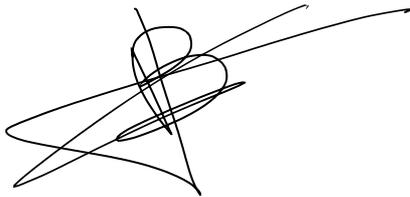
Este trabajo constituye parte de mi candidatura para la obtención del título de Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge y no ha sido entregado previamente (o simultáneamente) para la obtención de cualquier otro título.

Este documento es el resultado de mi propio trabajo, excepto donde de otra manera esté indicado y referido.

Doy mi consentimiento para que se archive este trabajo en la biblioteca universitaria de Universidad San Jorge, donde se puede facilitar su consulta.

Firma:

Fecha: 16 mayo 2022



## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO**

En primero, quiero agradecer a mis padres que me permitieron estudiar en esta universidad y que me apoyaron en mis elecciones y a los largo de toda la carrera.

Gracias a mis amigos para todos los felices momentos que pasamos juntos. Gracias a Pauline, mi compañera de piso, Awaly y Arantxa por todos los momentos que hemos pasado juntos, por todas nuestras experiencias, por todo el trabajo que hemos hecho, por todos los exámenes que hemos repasado y también por todos nuestros momentos de vida. Sin los cuales estos estudios habrían sido diferentes.

Doy las gracias a todos los profesores encontrado durante mis estudios y que me permitieron aprender y enseñarme mi futuro trabajo. Pero también a todos los participantes y profesionales conocidos durante estos cuatro años.

Gracias a Marie, mi tutora, a la que conocí durante mi estancia en pediatría. Ella es la que me ha inspirado este tema porque es especializada en la escoliosis.

Y por fin, gracias a mi tutor Alejandro Almenar Arasanz por su implicacion, su disponibilidad y sus consejos durante este trabajo de fin de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1-</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>2-</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>3-</b>	<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>4-</b>	<b>TITULO DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
<b>5-</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1-</b>	<b>Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2-</b>	<b>Justificación .....</b>	<b>9</b>
<b>5.3-</b>	<b>Hipótesis e objetivos .....</b>	<b>9</b>
<b>6-</b>	<b>MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>10</b>
<b>6.1-</b>	<b>Diseño del estudio.....</b>	<b>10</b>
<b>6.2-</b>	<b>Cálculo del tamaño muestral.....</b>	<b>10</b>
<b>6.3-</b>	<b>Participantes .....</b>	<b>11</b>
6.3.2-	Criterios inclusión.....	11
6.3.3-	Criterios de exclusión .....	11
6.3.4-	Criterios de abandono .....	11
6.3.5-	Aleatorización y consentimiento informado .....	12
<b>6.4-</b>	<b>Métodos de valoración .....</b>	<b>12</b>
6.4.1-	Variable primaria ( <i>tabla 1</i> ).....	12
6.4.2-	Variables secundarias ( <i>Tabla 2</i> ).....	13
<b>6.5-</b>	<b>Planificación de la futura intervención .....</b>	<b>14</b>
6.5.1-	Protocolo comun.....	14
6.5.2-	Grupo control .....	16
6.5.3-	Grupo experimental.....	17
<b>6.6-</b>	<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>18</b>
<b>6.7-</b>	<b>Control de calidad .....</b>	<b>18</b>
<b>7-</b>	<b>PLAN DE TRABAJO .....</b>	<b>19</b>
<b>8-</b>	<b>DISCUSION .....</b>	<b>22</b>
<b>9-</b>	<b>LIMITACIONES Y FORTALEZAS.....</b>	<b>23</b>
<b>10-</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>11-</b>	<b>BIBLIORAFIA .....</b>	<b>25</b>
<b>12-</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>28</b>

## **1- RESUMEN**

Introducción: La escoliosis idiopática en adolescentes es una deformación estructural de la columna vertebral en los tres planos. Este tipo de escoliosis es la más frecuente y afecta más a los adolescentes entre 10 y 17 años. Existe diferentes tipos de tratamiento: conservador con ejercicios o corse y quirúrgico. El tratamiento conservador es el tratamiento de elección en adolescentes con escoliosis leve. El método de Schroth es uno de los tratamientos "Physiotherapy Scoliosis Specific Exercises" (PSSE) más utilizados. Hay pocos estudios que demuestren que la práctica de la natación o terapia acuática es eficaz en el tratamiento de la escoliosis.

Objetivo: El objetivo de este estudio será de comprobar la efectividad de la terapia acuática asociada con un tratamiento terapéutico tradicional en adolescentes con escoliosis idiopática mediante el ángulo de Cobb en un periodo de 8 meses.

Material y métodos: Se realizará un ensayo clínico controlado y aleatorizado en dos grupos paralelos, su duración será aproximadamente de 2 años con 8 meses de intervención y 3 meses de seguimiento. Habrá dos grupos, el experimental y el control con 10 participantes en cada grupo. El grupo experimental efectuará ejercicios de natación combinado con el tratamiento convencional. Mientras que el grupo control recibirá un placebo y el tratamiento convencional. Se valorará como variable primaria el ángulo de Cobb y como secundarias el ángulo de rotación de tronco, la calidad de vida con el cuestionario Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) y la fuerza de los extensores de tronco mediante la prueba Biering-Sorensen.

Resultados esperados: Se esperará una mejora en todas las variables de los dos grupos, pero más significativa en el grupo experimental a través del uso de la natación.

Conclusión: La práctica de la natación combinado con el tratamiento habitual permiten tener mejores resultados en los adolescentes con escoliosis idiopática y así disminuir el ángulo de Cobb.

Palabras claves: Escoliosis idiopática, Terapia acuática, Natación, método de Schroth, Adolescentes, Angulo de Cobb.

## **2- ABSTRACT**

Introduction: Adolescent idiopathic scoliosis is a structural deformation of the spine in all three plans. This type of scoliosis is the most frequent and mainly affects adolescents between 10 and 17 years. There are different treatment: conservative with exercises or corse and surgical. Adolescents with mild scoliosis are essentially treated with conservative treatment. The Schroth method is one of the most widely used physiotherapy scoliosis specific exercises PSSE treatments. Few studies have demonstrated that swimming or aquatic therapy is effective in the treatment of scoliosis.

Objetive: The aim of this study will be to test the effectiveness of aquatic therapy associated with traditional therapeutic treatment in adolescents with idiopathic scoliosis using the Cobb angle within a period of 8 months.

Material and methods: A randomized controlled clinical trial will be conducted in parallel in two diferents groups, its duration will be approximately 2 years with 8 months of treatment and 3 months of follow-up. Each of the two groups will have 10 participants. The first group named experimental group will perform swimming exercises combined with conventional treatment. While the second one called control group will receive a placebo and conventional treatment. The Cobb angle was evaluated as the primary variable. The trunk rotation angle, the quality of life evaluated through the SRS-22 questionnaire and the strength of the trunk extenders were by using the Biering-Sorensen test will be the secondary variables.

Expected results: An improvement is expected in all variables of the two groups, but it should be more significant in the experimental group due to additional benefits generated by swimming exercises.

Conclusion: Treatment of idiopathic scoliosis in adolescents population through practice of swimming combined with the usual treatment is more efficient and is driving to have better results espacially in the decrease of the angle of Cobb.

Key words: Idiopathic scoliosis, Aquatic therapy, Swimming, Schroth method, Adolescents, Cobb angle

### **3- ABREVIATURAS**

EIA: escoliosis idiopática en adolescentes

IMC: índice de masa corporal

SRS: scoliosis research society

PSSE: physiotherapy scoliosis specific exercises

SOSORT: International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment

GE: grupo experimental

GC: grupo control

ATR: ángulo de rotación del tronco

LPB: low back pain

#### **4- TITULO DEL PROYECTO**

Efecto de la natación en adolescentes con escoliosis idiopática para disminuir el ángulo de Cobb: un protocolo de un ensayo clínico aleatorizado controlado.

#### **5- INTRODUCCIÓN**

##### 5.1- Marco teórico

La escoliosis idiopática es la más frecuente, afecta al 89% <sup>(1)</sup> de los adolescentes entre 10 y 17 años. Este tipo de escoliosis afecta 2% de la población adolescente y con una mayor prevalencia en las niñas que en los niños: 1/6 <sup>(1, 2)</sup>. Se puede explicar por un índice de masa corporal inferior a la normal y son chicas más grandes <sup>(3, 4)</sup>. La prevalencia de la escoliosis idiopática es de 0,47-5,2% <sup>(4)</sup>. La escoliosis idiopática en adolescentes (EIA) está definida como una deformación estructural de la columna vertebral en las tres dimensiones. Según la Scoliosis Research Society (SRS), una escoliosis está confirmada por un "ángulo de Cobb superior o igual a 10°, una rotación vertebral y una desviación en el plano frontal"<sup>(4)</sup>. Este método fue descrito por "John Cobb en 1948"<sup>(4)</sup>. La escoliosis idiopática es de origen desconocida, este término fue determinado por Kleinberg <sup>(5)</sup>. Esta patología es multifactorial, hay varios factores que pueden justificar su aparición: la genética, la vitamina D, la melatonina, la calmodulina y la baja densidad mineral ósea, el estilo de vida, los tejidos, la biomecánica de la columna vertebral <sup>(4, 6)</sup>. Sin embargo, las hipótesis más probables son la causa genética y hereditaria <sup>(3)</sup>. Además de tener repercusiones estéticas existe también repercusión emocional y psicológica en la vida de los niños. La escoliosis puede ser a diferentes niveles de la columna vertebral según el nivel de la vertebra ápex. En efecto puede ser: cervical, torácico o lumbar y las curvas torácicas son la más frecuentes (48%)<sup>(2)</sup>. Las curvaturas se describen como en forma de "C" o de "S"<sup>(7)</sup>. Normalmente una escoliosis no es dolorosa, pero puede generar dolor en actividades de la vida diaria<sup>(1, 7)</sup>.

La evaluación de la escoliosis se hace a través de una exploración visual y una anamnesis (antecedentes familiares, dolor, síntomas neurológicos, estadio de madurez y edad ósea). La observación es la parte más importante para detectar de manera temprana la escoliosis. Además, la anamnesis juega un papel importante en el diagnóstico. En la exploración visual hay que hacer una inspección estática desde posterior, anterior y lateral. Este primer paso, permite detectar las asimetrías al nivel de los hombros, escapulas, cinturas y longitudes de los miembros. Luego, se realiza la prueba de Adam. La prueba es positiva si aparece una gibosidad en el lado convexo <sup>(1, 4)</sup>. Durante esta prueba se puede colocar un escoliómetro para valorar el grado de deformidad de la columna. En efecto si hay una asimetría la bola se desplaza y nos indica el ángulo de rotación del tronco <sup>(1, 4)</sup>. Se puede realizar pruebas complementarias: radiografía simple y

resonancia magnética. En la radiografía se puede ver la magnitud gracias a la medida del ángulo de Cobb, el tipo de curvatura y el estado del esqueleto por la escala de Risser. La escala de Risser nos permite determinar la edad ósea, es la "cantidad de osificación en la apófisis iliaca" <sup>(8)</sup>. La escala va del 0 (no hay osificación) hacia el 5 (maduración). La resonancia magnética no está indicada en todos los pacientes sino en pacientes con curva de progresión rápida, dolor, examen neurológico anormal o presentación escoliosis atípica <sup>(1, 4)</sup>. Es importante realizar re-evaluación a los niños con escoliosis porque según la edad, el sexo, el crecimiento, el grado de la curva su evolución puede cambiar de manera rápida.

La SRS recomienda para la escoliosis idiopática tres categorías de tratamiento: observación, corsé y cirugía <sup>(2)</sup>. Según el grado de la escoliosis se elige un tratamiento frente a otro. El tratamiento conservador se base sobre la realización de ejercicios y la utilización de corsé. Se utiliza el corsé en curva entre 20-40° con un Risser inferior a 3 <sup>(9)</sup>. Cuando la curvatura es mas de 45° y el Risser es de 0, la cirugía es el tratamiento de elección. El método de Schroth es uno de los tratamientos PSSE más utilizados <sup>(7)</sup> lo que permite trabajar en los tres planos del espacio. Este tratamiento consiste en realizar ejercicios de fortalecimientos, estiramientos musculares y un trabajo respiratorio importante. La modificación del patrón respiratorio se llama "respiración rotacional" <sup>(7)</sup>, el paciente inhalará en la concavidad para intentar corregir las deformidades del lado convexo <sup>(10)</sup>. Esto permite trabajar la rotación de los cuerpos vertebrales y automatizar los movimientos. Este método permite corregir la postura y las deformidades, trabajar la propiocepción y la flexibilización. Un espejo se utiliza a menudo lo que permite a los pacientes tomar conciencia de correcciones y posturas viciosas. Los pacientes deben ser asidua en sus ejercicios y combinarlos con una actividad física diaria.

La Sociedad Científica Internacional para el Tratamiento Ortopédico y de Rehabilitación de la Escoliosis (SOSORT) considera que el deporte es "útil en el tratamiento de la escoliosis" <sup>(11)</sup>. La natación es "un deporte completo y que puede ser una opción de tratamiento para los pacientes con escoliosis" <sup>(12)</sup>. Se ve que este deporte es seguro porque los niños tienen muy pocas probabilidades de lesiones y saludable para pacientes que tienen problemas al nivel de la columna. El uso del agua en tratamientos terapéuticos tiene muchos beneficios. En efecto, permite eliminar la carga de la masa corporal, aumento de la amplitud de movimiento del pecho, reducción de tensión en los músculos posturales, mejorar la postura y trabajar los músculos respiratorios <sup>(13)</sup>. Entonces la natación permite mejorar al "ratio de fuerza de los flexores y extensores espinales" <sup>(13)</sup>. Según Lubkowska, el medio acuático es una alternativa que permite a los niños y adolescentes relajar los músculos y aliviar <sup>(14)</sup>. Al final, gracias a varios estudios este deporte es muy útil para niños y adolescentes porque tienen beneficios al nivel físico y educativo <sup>(15)</sup>.

## 5.2- Justificación

Así sabemos que la escoliosis es una patología que afecta a muchos adolescentes y sobre todo a las niñas. En la actualidad, la utilización de la natación o ejercicios acuáticos como método de tratamiento suscita muchas controversias. Además, existen muy pocos estudios que permitan demostrar la efectividad de la natación para tratar la escoliosis. Algunos artículos dicen que la natación se asocia al "aumento de asimetrías del tronco, hipercifosis, hiperlordosis y dolor lumbar" (11, 12). Pero existe artículos que dicen lo contrario. En efecto, existe una mejora más pronunciada de la escoliosis en adolescentes que hacen natación (11). Teniendo en cuenta estos diferentes aspectos, sería relevante ver si la terapia acuática permitiría disminuir el ángulo de Cobb en adolescentes con escoliosis idiopática.

## 5.3- Hipótesis e objetivos

**Hipótesis alternativa:** Un programa de ejercicios acuáticos dentro de un programa de tratamiento terapéutico tradicional será capaz de producir mayor cambio sobre el ángulo de Cobb en adolescentes con escoliosis idiopática moderada comparado con tratamiento terapéutico convencional.

**Objetivo general:** Comprobar la efectividad de la terapia acuática asociada con un tratamiento terapéutico tradicional en adolescentes con escoliosis idiopática mediante el ángulo de Cobb en un periodo de 8 meses.

### **Objetivos específicos:**

- Analizar la evolución de la deformación escoliótica mediante el ángulo de rotación del tronco en ambos grupos.
- Evaluar cambios en la calidad de vida y discapacidades percibidas mediante el cuestionario SRS-22.
- Valorar la mejoría de fuerza en los extensores de tronco con la prueba "Biering-Sorensen".

## **6- MATERIAL Y METODOS**

### **6.1- Diseño del estudio**

Se realizará un ensayo clínico controlado y aleatorizado en dos grupos paralelos (un grupo control y un grupo experimental) con asignación oculta siguiendo la guía práctica clínica SPIRIT<sup>(16)</sup>. Habrá dos grupos: un grupo experimental (GE) que realizará ejercicios acuáticos/natación además del tratamiento habitual. El otro grupo sería el grupo control (GC) que llevará a cabo el tratamiento tradicional y relajación en piscina (placebo en agua). Será un estudio analítico, experimental y prospectivo. Todos los participantes e investigadores serán informados sobre el desarrollo del estudio, los objetivos, las expectativas y los posibles efectos adversos. En este tipo de estudio los participantes, el médico y los fisioterapeutas que se encargarán de las mediciones y del reclutamiento no conocerán el grupo a que pertenecen, estarán enmascaradas. Mientras que los fisioterapeutas que se ocuparán de la intervención conocerán a los grupos. La duración del estudio será de aproximadamente 2 años, los 6 primeros meses se dedicarán al reclutamiento y la valoración inicial. Después el tratamiento se establecerá durante 8 meses y los siguientes 3 meses servirán para el seguimiento.

El estudio fue presentado a un comité ético de investigación clínica en Francia que garantizan los derechos de los pacientes. Fue inscrito en el registro de ensayos francés, respetando los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki de la Asociación Medical Mundial. Además, el ensayo clínico estará registrado en el ClinicalTrials.gov. Las posibles modificaciones del protocolo se comunicarán a cada participante por teléfono o durante las sesiones. Además, se notificará por correo electrónico a los investigadores y al Comité si es necesario introducir algún cambio.

### **6.2- Cálculo del tamaño muestral**

Para asegurarnos de un reclutamiento adecuado de los participantes se calculará el tamaño de la muestra mediante una calculadora en línea, que se llama HEDWIG<sup>(17)</sup>. Se tomará el valor de  $\alpha=0,05$ ,  $\beta=0,2$  y una potencia de 80% para minimizar el riesgo de error tipo I y tipo II. Se tuvo en cuenta la herramienta primaria, el ángulo de Cobb tendrá una desviación estándar (DS) de 3,2 y un cambio mínimo a detectar (MCID) de 5 gracias a dos estudios<sup>(18, 19)</sup>. Se añadirá un 20% de pérdidas de seguimiento. Entonces será necesario de reclutar a 10 personas para cada grupo. El tamaño muestral sería de 20 participantes.

### 6.3- Participantes

#### 6.3.1- Estrategias de reclutamiento

Los pacientes de este estudio se reclutarían en la Unidad de Pediatría especializado en la atención del raquis del Hospital de Tolosa (CHU-Toulouse). Entonces los pacientes serán reclutados durante 6 meses en este hospital. Tras el ingreso por diagnóstico de escoliosis, los pacientes serán vistos por el médico y un fisioterapeuta en el hospital de Tolosa para determinar si el paciente es elegible y cumple todos los criterios de inclusión. Para así, poder participar en el estudio.

#### 6.3.2- Criterios inclusión

- Diagnóstico de escoliosis idiopática: deformidad de la columna en los tres planos de origen desconocida <sup>(20)</sup>.
- Adolescentes entre 10 y 18 años <sup>(21)</sup>.
- Angulo de Cobb entre 10-25° <sup>(20)</sup>, grado de deformidad leve.
- Paciente con un Risser < 3 <sup>(20)</sup>. La escala de Risser nos permite determinar la edad ósea, es la "cantidad de osificación en la apófisis iliaca" <sup>(8)</sup>. La escala va del 0 (no hay osificación) hacia el 5 (maduración). En paciente con Risser inferior a 3 se ve mejor resultados <sup>(20)</sup>.
- Paciente que saben nadar.

#### 6.3.3- Criterios de exclusión

- Pacientes que presentan otro tipo de escoliosis.
- Pacientes que no presentan escoliosis.
- Pacientes que llevan corsé <sup>(20)</sup>.
- Pacientes que tienen una curvatura menor de 10° o mayor de 25° <sup>(2)</sup>.
- Pacientes que han tenido una cirugía antes para esta patología <sup>(21)</sup>.
- Pacientes que tienen historia de enfermedad cardiovascular o pulmonar <sup>(21)</sup>.

#### 6.3.4- Criterios de abandono

- Decisión del paciente de retirarse del estudio.
- Baja adherencia al tratamiento menos de 80%.
- Paciente que desarrolla los criterios de exclusión durante el estudio.
- Paciente que mueren.

### 6.3.5- Aleatorización y consentimiento informado

Las personas que cumplirán todos los criterios podrán participar al estudio. Estarán informado antes de empezar el estudio por escrito y oral. Los pacientes van a ser distribuidos en los grupos de manera aleatoria gracias a un programa informático (<https://dan.randomized.org>). Para los pacientes que aceptaran de participar al estudio, se obtendrá el consentimiento informado por escrito de cada participante y representante legal (*Anexo 1*). Tras el consentimiento informado obtenido cada paciente se verá asignado de manera aleatoria a los grupos: grupo experimental o grupo control. Se utilizará una aleatorización en bloque con una proporción de 1:1 y estratificada en función del índice de masa corporal <sup>(22, 23)</sup>. En efecto, se ve que en muchos estudios existe una baja media del IMC en pacientes con EIA <sup>(22, 23)</sup>. Como dice Barrios en su artículo, "21,2% de las chicas con escoliosis tienen un IMC debajo de 17,5" <sup>(22, 23)</sup>. Hay dos personas externas que se encargarán de la aleatorización, no van a participar al resto del estudio.

### 6.4- Métodos de valoración

Todas las mediciones del estudio serán realizadas por el médico y dos fisioterapeutas previamente preparados que no conocerán a los participantes de cada grupo para evitar los riesgos de errores. Se realizarán las primeras mediciones al inicio del tratamiento en el lugar de reclutamiento (hospital). En primero se tomará el ángulo de Cobb para así ver cómo ha evolucionado la escoliosis. Después se evaluarán las variables secundarias: ATR, SRS-22 y la fuerza. Durante el estudio otras 3 sesiones, se dedicarán a la medición de las variables para ver si hay cambios o una evolución. Estas otras mediciones se realizarán después de 4 meses y 8 de tratamiento y al final del seguimiento debido a la edad temprana de los pacientes y la evolución rápida de esta patología. Estas mediciones se llevarán a cabo en el lugar de la consulta habitual siguiendo mismo procedimiento y orden de las pruebas.

#### 6.4.1- Variable primaria (*Tabla 1*)

El ángulo de Cobb (en grados) permite medir el grado de deformidad de la columna y la magnitud de la escoliosis. Para medir el ángulo de Cobb se utiliza una radiografía simple en anterior y posterior. Hay que identificar las vértebras más inclinadas en los extremos de la curva: límite superior e inferior. Se traza las paralelas a estas vértebras, la zona donde se cruzan ambas líneas se puede medir el ángulo<sup>(4)</sup>. Esta prueba se considera como el "gold estándar" <sup>(18)</sup>.

Tabla 1 : variable primaria del estudio

Nombre de la variable	Definición	Cuando se mide	Material	Métodos
El ángulo de Cobb (en grados)	Permite medir el grado de deformidad y de la escoliosis	Pre tratamiento, a los 4 y 8 meses y al final del seguimiento	Radiografía	Medir el ángulo entre la vertebras superior e inferior

#### 6.4.2- Variables secundarias (Tabla 2)

SRS-22 (Anexo 2) es un cuestionario sobre la calidad de vida en pacientes con escoliosis. Se trata de 22 preguntas sobre diferentes ámbitos: la función y actividad, el dolor, su autopercepción de imagen, su salud mental y su satisfacción del tratamiento. Hay 5 preguntas para los 4 primeros ámbitos y 2 para el ultimo. Cada ítem se puede dar una puntuación que va del 1 (el peor) al 5 (el mejor). La puntuación final va del 22 al 110 <sup>(24)</sup>. Este cuestionario tiene una "excelente consistencia interna y fiabilidad" <sup>(25)</sup>.

Angulo de rotación del tronco (ATR) es un ángulo que se mide durante la prueba de Adams con el escoliómetro de Bunnel <sup>(5)</sup>. Los niños estarán de pie y deberán flexionar el tronco hacia delante con los brazos cruzados<sup>(1,4)</sup>. Se utilizará la vertebra apical de la curva y se colocará el escoliómetro de Bunnel para que se indica el ángulo de rotación del tronco <sup>(26)</sup>. Valores que están entre 0-3° se consideran normal <sup>(27)</sup>, valores entre 4-6° se consideran intermedias y valores >7° el niño tiene riesgo de tener una escoliosis <sup>(28)</sup>. Un aumento de 4° de ATR se considera como diferencia clínica significativa <sup>(26)</sup>. Se ha demostrado que esta prueba es "sensible, específica y fiable" <sup>(26)</sup>

Fuerza de los músculos extensores del tronco, se utilizará la prueba "Biering-Sorensen". Esta prueba se utiliza para medir la fuerza muscular y la fatiga<sup>(29, 30)</sup>. El paciente sería en decúbito prono con el tronco fuera de la camilla y con las crestas iliacas apoyadas en la camilla. Los brazos estarán cruzados y las piernas estarán mantenidas con cinturas. El objetivo sería de mantener el tronco recto lo más tiempo posible. La prueba finalizará cuando el paciente ha superado los 240s o no puede mantener la posición.<sup>(31)</sup>

Tabla 2 : variables secundarias del estudio

Nombre de la variable	Definición	Cuando se mide	Material	Métodos
SRS-22 (0-22)	Cuestionario sobre la calidad de vida	Pre tratamiento, a los 4 y 8 meses y al final del seguimiento	SRS-22 en papel	Completado por el propio paciente
Angulo de rotación del tronco (en grados)	Permite medir el ángulo de rotación de las vertebrae	Pre tratamiento, a los 4 y 8 meses y al final del seguimiento	Escoliómetro de Bunnel	Realizar la prueba de Adam y ver el ángulo con el escoliometro
Fuerza de extensores del tronco (en tiempo)	Permite ver la fuerza y fatiga de los extensores del tronco	Pre tratamiento, a los 4 y 8 meses y al final del seguimiento	Cronómetro	Realizar prueba de Biering-Sorensen. Ver cuánto tiempo puede aguantar el paciente

## 6.5- Planificación de la futura intervención

### 6.5.1- Protocolo común

La intervención se realizará por cuatros fisioterapeutas y un especialista en terapia acuática, dos para cada grupo y eso durante todo el tratamiento es decir 8 meses. Estos cuatros fisioterapeutas y el especialista serán los únicos que conocerán la distribución de los grupos. Todos los pacientes van a recibir un protocolo común. Los pacientes van a realizar 2 sesiones de ejercicios por semana y durarán entre 1h y 1h30, dependiendo del paciente. Cada sesión empezará con ejercicios de estiramientos musculares del lado de la concavidad. Cada paciente realizará estiramientos de los glúteos (figura 1) y de los isquiotibiales (figura 2) <sup>(32)</sup>. Cada estiramiento se hará durante 4 series de 30 segundos. Al final de estos dos estiramientos, el fisioterapeuta va a abrir el ángulo ilio-costal con el paciente en decúbito-lateral lo que permitirá estirar este musculo. Realizará este ejercicio 10 veces. Después los pacientes van a realizar ejercicios de fortalecimiento del tronco del lado de la convexidad. Hará 3 ejercicios diferentes: fortalecimiento del psoas (el paciente está en decúbito supino, trata de llevar la pierna izquierda hacia él contra resistencia del fisioterapeuta, figura 3), fortalecimiento cuadrado lumbar (el paciente está en decúbito lateral y debe inclinar su cuerpo, figura 4) y fortalecimiento del CORE (ejercicio de la plancha sobre los codos, figura 5)<sup>(33)</sup>. Para los ejercicios de refuerzo realizarán 5 repeticiones de 3 series. Para acabar la sesión, los pacientes van a ejecutar ejercicios respiratorios siguiendo la metodología de Schroth. Esta metodología se basa en 3 pasos de corrección: de la postura, de la respiración y de la propiocepción <sup>(26)</sup>. En el anexo se puede ver todos los ejercicios de Schroth que existen<sup>(29)</sup>. Se elige los ejercicios que incluyen cada tipo de curvas. Entonces cada

paciente realizará el ejercicio 2 "side-lying and shoulder counter-traction with muscle cylinder", el ejercicio 4 "sitting on a ball", ejercicio 9 "standing between two poles" y el ejercicio 16 "conscious walking" (*Anexo 3*). Como para los ejercicios de refuerzo harán 5 repeticiones y 3 series de entrenamiento. A lo largo de las sesiones los ejercicios no van a cambiar, así como el nivel de dificultad. Cada sesión se realizará de la misma manera. Comenzando con los estiramientos, luego los ejercicios de refuerzo y, finalmente, el método de Schroth.

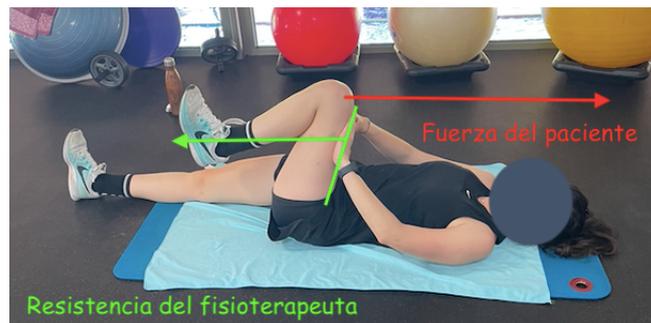
Al tratarse de un protocolo que necesitará la presencia de fisioterapeuta, las sesiones se llevarán a cabo en la consulta del propio fisioterapeuta. Se pedirá a los pacientes y a los profesionales que no divulguen el contenido de las sesiones realizadas conjuntamente. Los posibles cambios serán el tiempo de las sesiones y las repeticiones para adaptarse a los pacientes. Pero también adaptar los ejercicios a las dificultades de los pacientes.



*Figura 1. Estiramiento de los glúteos*



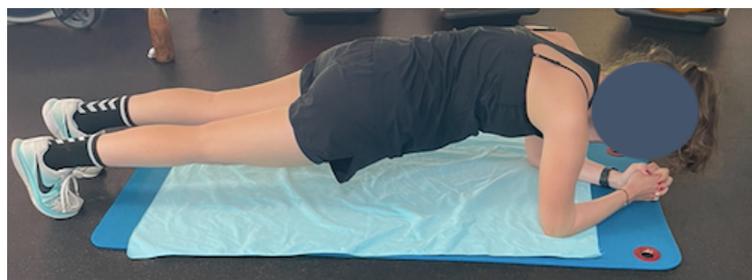
*Figura 2. Estiramiento de los isquiotibiales*



*Figura 3. Ejercicio de fortalecimiento del psoas contra-resistencia*



*Figura 4. Ejercicio de fortalecimiento del cuadrado lumbar*



*Figura 5. Ejercicio de fortalecimiento del CORE (plancha)*

#### 6.5.2- Grupo control

Además del tratamiento convencional este grupo va a recibir un placebo. Este placebo consiste en realizar ejercicios de relajación y flotación en piscina. Los pacientes tendrán que venir una vez por semana a la piscina. Las sesiones se llevarán a cabo en la piscina de Tolosa. Las sesiones durarán entre 30 y 40 minutos y serán supervisadas por el entrenador de natación. Las sesiones se van a dividir en dos partes: la primera parte que consiste en ejercicios de flotación. Para el primer ejercicio, el paciente estará en decúbito supino con tubo de espuma debajo de los brazos, efectuarán 5 repeticiones de 45 segundos. Harán una pausa antes de pasar al siguiente ejercicio. El otro ejercicio, el paciente estará en decúbito prono con una tabla debajo del vientre y harán el mismo número de repeticiones. En la segunda parte de la sesión, los adolescentes van a hacer ejercicios de respiración en decúbito supino. Durante este ejercicio los niños deben

controlar su respiración. Van a inspirar por la nariz durante 4 segundos y expirarán 8 segundos. Tendrán que repetir el ejercicio 15 veces. Para evitar la hiperventilación, harán 3 series de 5 repeticiones.

### 6.5.3- Grupo experimental

La intervención se realizará en la piscina municipal de Tolosa con la supervivencia de un entrenador de natación y de dos fisioterapeutas para garantizar el buen desarrollo de las sesiones. Los pacientes van a realizar 1 sesión de 1 hora de trabajo en la piscina por semana además del tratamiento convencional <sup>(13)</sup>. Las sesiones se van a dividir en dos: una parte que se enfoca en ejercicios acuáticos y en la otra parte natación. Las sesiones se van a realizar de manera individual para que se adapte mejor a cada paciente. Los dos estilos de natación eligen serán el crol y la espalda porque permiten producir "un estiramiento global de la columna vertebral" <sup>(34)</sup>. Cada sesión empezará con 15 minutos de calentamiento y ejercicios acuáticos. Para empezar, los adolescentes caminarán en el agua durante 5 minutos yendo hacia adelante, hacia los lados y hacia atrás. A continuación, realizarán 3 ejercicios diferentes durante 15 minutos. Para el primer ejercicio, el niño estará de pie. Cuando inspira va a realizar un movimiento de pelvis hacia adelante flexionando las piernas y volverá a la posición inicial al exhalar. A continuación, el paciente estará en decúbito prono. El brazo del lado cóncavo de la escoliosis se estirará a lo largo del eje del tronco mientras que el otro brazo se mantendrá a lo largo del cuerpo. Las piernas realizarán movimientos de latido (figura 6) <sup>(14)</sup>. Para el último ejercicio, realizarán un ejercicio en decúbito prono, el brazo del lado convexo y la pierna del lado cóncavo ejecutarán movimientos de brazada. El brazo del lado cóncavo estará extendido y la otra pierna inmóvil (figura 7) <sup>(14)</sup>. Los niños dispondrán de 5 minutos para realizar cada ejercicio. Harán 4 series de 8 repeticiones para los 3 ejercicios. Después, nadaran 40 minutos y al menos 1 km alternando entre crol y espalda.



Figura 6. Ejercicio 2 del calentamiento en el agua <sup>(14)</sup>

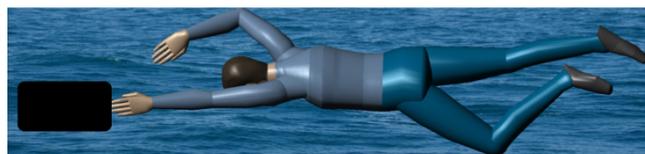


Figura 7. Ejercicio 3 del calentamiento en el agua <sup>(14)</sup>

#### 6.6- Análisis estadístico

El análisis estadístico se realiza mediante la utilización del programa IBM SPSS Statistics 27.0. En un primer momento, se estudiará la normalidad de las variables con la prueba de Shapiro-Wilk porque es una muestra pequeña. Según la distribución que tienen las variables se seleccionará una prueba frente a otra. Para comparar los dos grupos, si las variables siguen una distribución normal se utilizará la prueba Anova de medidas repetidas y para las variables no paramétricas se elegirá la prueba de Mann-Whitney. Para comparar los valores en el mismo grupo se utilizará la prueba Anova de medidas repetitivas para los variables paramétricas mientras que para los no paramétricas se usará la prueba de Friedman. Se establecerá un nivel de confianza de 95% y p se considera significativo cuando es  $<0,05$ . Los valores perdidos serán analizados por intención de tratar (ITT).

#### 6.7- Control de calidad

Se realizará por un comité independiente del estudio. Este comité se encargará de supervisar las mediciones de las variables y además controlará la entrada de los datos.

## 7- PLAN DE TRABAJO

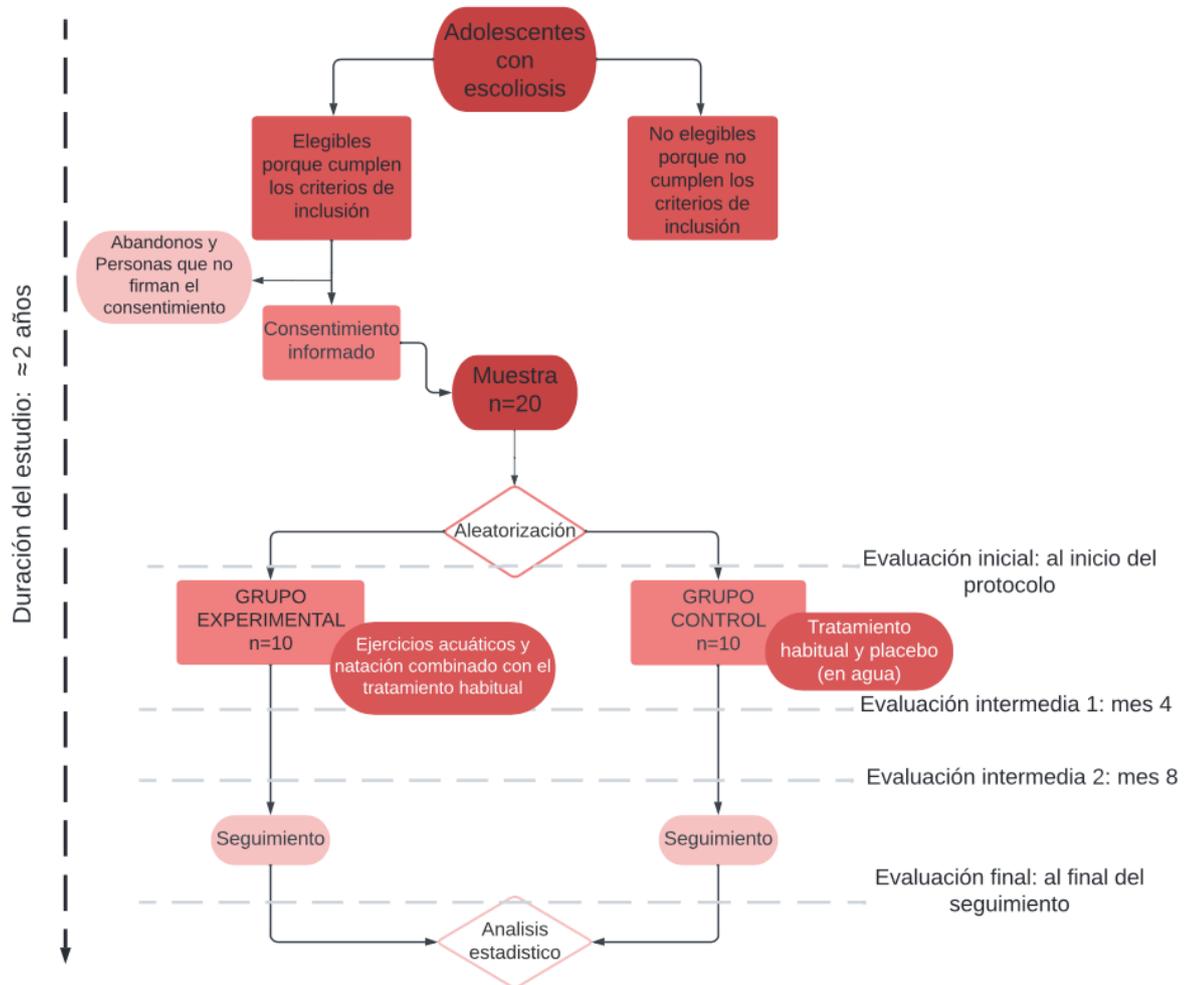


Figura 8. Diagrama de flujo del estudio

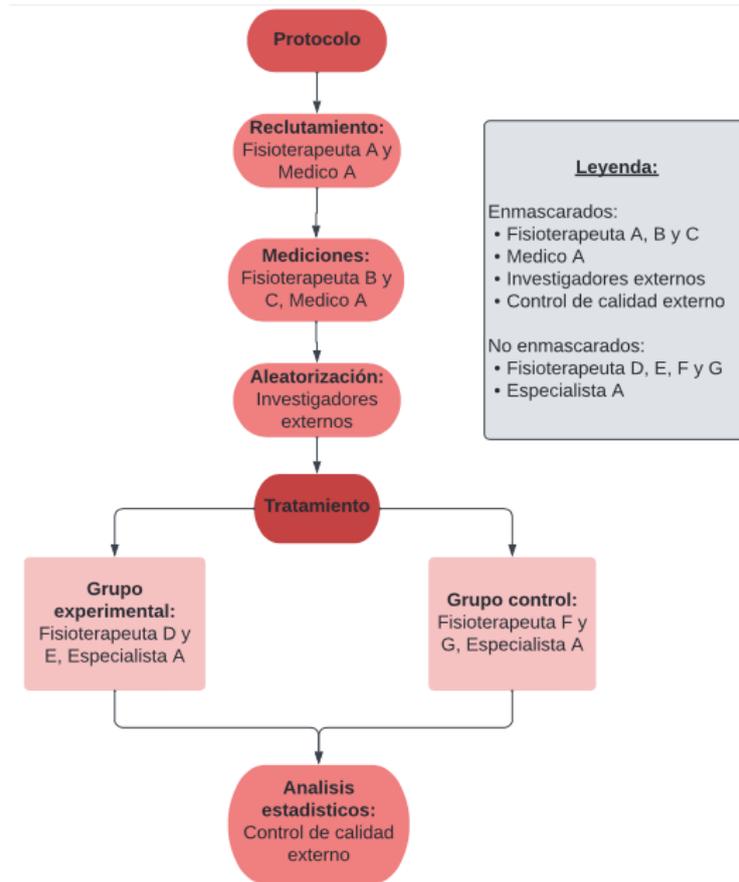


Figura 9. Diagrama de los investigadores y fisioterapeutas que se encargarán del estudio

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Reclutamiento	■	■	■	■	■	■																		
Aleatorización							■																	
Evaluación inicial							■																	
Intervención							■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Evaluación intermedia 1										■														
Evaluación intermedia 2														■										
Seguimiento															■	■	■							
Evaluación final																			■					
Análisis estadístico																							■	
Publicación de los resultados																							■	

Figura 10. Cronograma del estudio

<b>ETAPAS DEL PROTOCOLO</b>	
Reclutamiento	
Aleatorización en el grupo control o experimental	
Evaluación inicial	
Intervención	
Ejercicios acuáticos/natación y tratamiento tradicional (GRUPO EXPERIMENTAL)	Tratamiento tradicional y placebo (GRUPO CONTROL)
3 sesiones por semana	3 sesiones por semana
<i>Tradicional</i> (2 por semana de 1h/1h30)	<i>Tradicional</i> (2 por semana de 1h/1h30)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Estiramientos</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Glúteos (4x 30segundos)</li> <li>→ Isquiotibiales (4x 30segundos)</li> <li>→ Apertura ángulo ilio-costal (10 veces)</li> </ul> </li> <li>- <u>Fortalecimiento</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Psoas (5x3)</li> <li>→ Cuadrado lumbar (5x3)</li> <li>→ CORE (5x3)</li> </ul> </li> <li>- <u>Método de Schroth</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ejercicio 2 (5x3)</li> <li>→ Ejercicio 4 (5x3)</li> <li>→ Ejercicio 9 (5x3)</li> <li>→ Ejercicio 16 (5x3)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Estiramientos</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Glúteos (4x 30segundos)</li> <li>→ Isquiotibiales (4x 30segundos)</li> <li>→ Apertura ángulo ilio-costal (10 veces)</li> </ul> </li> <li>- <u>Fortalecimiento</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Psoas (5x3)</li> <li>→ Cuadrado lumbar (5x3)</li> <li>→ CORE (5x3)</li> </ul> </li> <li>- <u>Método de Schroth</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ejercicio 2 (5x3)</li> <li>→ Ejercicio 4 (5x3)</li> <li>→ Ejercicio 9 (5x3)</li> <li>→ Ejercicio 16 (5x3)</li> </ul> </li> </ul>
<i>Terapia acuática</i> (1 por semana- 1 hora)	<i>Placebo</i> (1 por semana- 30/40 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Calentamiento</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Caminar (5 minutos)</li> <li>→ Movimiento de la pelvis (4x8)</li> <li>→ Ejercicio 2 (4x8)</li> <li>→ Ejercicio 3 (4x8)</li> </ul> </li> <li>- Natación (40 minutos-1km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Flotación</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Goma espuma debajo de los brazos (5 x 45 segundos)</li> <li>→ Tabla debajo del vientre (5 x 45 segundos)</li> </ul> </li> <li>- Respiración (3x5)</li> </ul>
Evaluación intermedia 1	
Intervención	
Evaluación intermedia 2	
<b>SEGUIMIENTO</b>	
Evaluación final	
Análisis estadístico	
Publicación de los resultados	

Figura 11. Etapas del estudio

## 8- DISCUSION

El objetivo de este proyecto es de estudiar la efectividad de la terapia acuática para disminuir el ángulo de Cobb en los adolescentes con escoliosis idiopática. De manera que el estudio sea concluyente, esperamos que los resultados muestran una mejoría en los dos grupos durante las evaluaciones intermedias y la evaluación final. Sin embargo, se esperaría obtener una diferencia significativa a favor del grupo experimental porque han realizado ejercicios acuáticos en comparación con el grupo control. En efecto, se esperará una mejora en las variables utilizadas en el protocolo. Para la primera variable, queremos una disminución del ángulo de Cobb que ilustra un incremento de la estabilidad de la columna. También en la calidad de vida mediante el cuestionario SRS-22 con una mejoría en la puntuación, un aumento de la fuerza al nivel de los extensores espinales que están responsable del equilibrio de la columna y una disminución del ángulo de rotación del tronco.

En relación con los resultados esperados, hemos podido encontrar en las literaturas disponibles lo siguiente:

El estudio realizado por Lubkowska et al. (2015) se ha demostrado que existe una disminución de la deformidad de la columna. Existe una disminución de distorsión de entre 1,24-8,45° en los niños que realizan ejercicios y ejercicios asimétricos en el agua <sup>(14)</sup>. Además, se ve que existen mayores resultados en los niños con escoliosis torácica o torácica-lumbar. Lo que lleva a pensar que sería más interesante incluir el tipo de escoliosis en los criterios de selección. Para así tener mejor resultados.

Según Aydin et al. (2019) la natación es un tratamiento recomendado ya que ayuda a mejorar la capacidad respiratoria y fortalecer los músculos: abdominales y dorsales <sup>(27)</sup>. Este estudio demuestra que la natación es un deporte completo que da muchos beneficios a los niños. Además, según Fenoll et al (2017) este tipo de tratamiento permite dar buenos efectos al nivel muscular: "dando como resultado el refuerzo de todo el corsé muscular" <sup>(35)</sup>. Así que en la evidencia científica, se ve que fortalecer los músculos estabilizadores de la columna permite corregir las anomalías fisiológicas del tronco <sup>(32)</sup>.

En el estudio de Bielec et al. (2013), se ve que existe una mejoría más relevante al nivel de la escoliosis en el grupo que realiza ejercicios de natación que en el grupo control <sup>(27)</sup>. También explica que los ejercicios realizados bajo la supervisión de un especialista ofrecen mejores resultados <sup>(36)</sup>. Es por eso que en el estudio la presencia de especialista no es despreciable.

Aydin et al. (2019) estudió a los nadadores para ver si tenían escoliosis. Así que de los 28 nadadores que han sido diagnosticados con escoliosis 17 fueron seguidos durante un año para ver la evolución de su escoliosis (a nivel radiológico). Los resultados indican que no existe un aumento significativo de las curvaturas torácicas o lumbares ( $P > 0,05$ )<sup>(27)</sup>. También explican que la natación ayuda a eliminar la gravedad y, por lo tanto, influir en el ángulo de Cobb para permitir eventualmente disminuirlo.

Du et al. (2013) han demostrado que el hecho de realizar ejercicios va a dar muchos beneficios y aumentar la puntuación en el SRS-22. En efecto, se puede observar "la función y actividad fue mejor en el grupo que realiza ejercicio y también la apariencia, autoimagen y satisfacción"<sup>(37)</sup>.

Por el contrario, hay autores que creen que la natación tiene efectos negativos en la escoliosis de los pacientes. Marugo et al. (2007) es el primer autor que critica la natación como tratamiento para la escoliosis. En efecto, puede aumentar el riesgo de tener dolor de hombro y desarrollar hipercifosis<sup>(13)</sup>. En el estudio de Zaina y al. (2015), ilustran que la natación aumenta el riesgo de "hipercifosis, hiperlordosis, mayor riesgo de asimetría del tronco y un aumento de prevalencia de dolor lumbar en las mujeres"<sup>(12)</sup>. Se ve también que el ángulo de rotación del tronco no varía para los hombres que hacen más natación (4,7° para el grupo experimental y 4,2° para el grupo control) pero para las mujeres existe una diferencia. El hecho de hacer más natación aumenta el ATR (5,3° para el grupo experimental y 4,5° para el grupo control), lo que ilustra que la natación aumenta el riesgo de asimetría del tronco<sup>(12)</sup>.

Sin embargo, hay estudios que demuestran los efectos nefastos de la natación competitiva<sup>(37)</sup>, lo que contradice los beneficios de la natación. Pero hay que tener en cuenta que la natación terapéutica sería "ejercicios controlados y prescritos por una determinada persona"<sup>(37)</sup>, y eso es lo que podría generar beneficios.

Otro punto importante para tener en cuenta es que como dice Zaina et al. (2015) en su estudio<sup>(12)</sup>, en las mujeres se ve un aumento del LBP. Se ve que en las mujeres hay un OR (Odd Ratio) de 2,10 ( $P < 0,05$ ) mientras que en los hombres es solo de 1,2<sup>(12)</sup>. Estos resultados pueden estar falseados porque existe ítems sobre dolor de espalda.

Aunque los resultados pueden variar de un estudio a otro, la terapia acuática como tratamiento complementario de la escoliosis podría ser una alternativa a tener en cuenta. De hecho, la natación muestra importantes beneficios como el aumento de la fuerza muscular o el

aumento de la capacidad respiratoria a menudo dañado en presencia de escoliosis. Además, varios estudios enseñan que la natación no aumenta las asimetrías del tronco.

No obstante, en la actualidad existen pocos estudios que evalúa los efectos de este método en la escoliosis o patologías de la columna vertebral. De hecho, es difícil encontrar estudios recientes que muestran que el ángulo Cobb disminuye significativamente en los niños que nadan para tratar la escoliosis. En futuros estudios, sería interesante hacer un seguimiento completo para así ver cómo evoluciona la escoliosis, pero también ver si la natación puede tener beneficios en la escoliosis más grave. Sería interesante realizar estudios que utilizan la natación como tratamiento único frente a niños que realizaran tratamiento tradicional. Para permitir una fiabilidad y validez clínicamente relevante.

## **9- LIMITACIONES Y FORTALEZAS**

En este protocolo será posible encontrar limitaciones que podrán influir en los resultados, es por eso que es importante conocerlas para minimizar los riesgos de sesgos y maximizar su validez.

La primera limitación sería el tamaño de muestra relativamente pequeño lo que podría generar un sesgo en los resultados y que los resultados no se puedan extrapolar a la población. Después, otra limitación podría ser la posibilidad importante de abandono a lo largo del estudio debido a la larga duración y la edad temprana de los pacientes. Es cierto que los pacientes pueden tener una falta de motivación. Entonces sería importante de favorecer la adherencia al tratamiento desde el inicio del protocolo y motivar a los adolescentes. Además, el hecho de que la población sea adolescente puede generar limitaciones, ya que deben organizarse con las clases y actividades extraescolares. Luego, el hecho de tener que ir a la piscina puede ser difícil para algunos niños por miedo o falta de confianza, pero también puede ser vinculante. No obstante, el enmascaramiento de los investigadores que se encargaran de la intervención es imposible porque solo hay un especialista en terapia acuática que se ocupará de ambos grupos. Y los fisioterapeutas tendrán que venir a la piscina entonces sabrán si los pacientes realizan placebo o ejercicios de natación.

Sin embargo, este estudio presenta varias fortalezas. Uno de los puntos fuertes más importantes es que la escoliosis es una patología que afecta a muchos niños. Esto significa que este estudio puede interesar a muchos niños y padres. Otro punto fuerte de este estudio es que las sesiones de fisioterapia en la piscina son supervisadas por especialistas. Lo que permite tranquilizar a los padres y garantizar sesiones de calidad para los niños. Adicionalmente, las sesiones se realizan de forma individual, lo que permite a los fisioterapeutas adaptarse a cada

niño y a cada tipo de escoliosis. Y esto también permite un mejor seguimiento y soporte. Además, la variable primaria del estudio es el "gold estándar", entonces es de alta validez, fiabilidad y sensibilidad en relación con nuestros objetivos lo que permite limitar los sesgos. La última fortaleza es que los fisioterapeutas que se encargarán del reclutamiento y de las mediciones, los participantes y el médico no conocerán los grupos.

## **10- CONCLUSIÓN**

En conclusión, los resultados esperados de nuestro estudio afirman que la natación asociada con el tratamiento habitual podría disminuir el ángulo de Cobb, mejorará la calidad de vida de estos pacientes, disminuirá el ángulo de rotación del tronco y fortalecerá los extensores dorsales.

Esto ilustra la necesidad de continuar investigar porque la terapia acuática es un método innovadora e interesante en el tratamiento de la escoliosis.

## **11- BIBLIORAFIA**

1. Álvarez García de Quesada LI, Núñez Giralda A. Escoliosis idiopática. Revista Pediatría de Atención Primaria. 2011;135-46.
2. Anthony A, Zeller R, Evans C, Dermott JA. Adolescent idiopathic scoliosis detection and referral trends: impact treatment options. Spine Deform. 2021;9(1):75-84.
3. de Sèze M, Cugy E. Pathogenesis of idiopathic scoliosis: A review. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2012;55(2):128-38.
4. Addai D, Zarkos J, Bowey AJ. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. Childs Nerv Syst. 2020;36(6):1111-9.
5. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. Scoliosis Spinal Disord. 2018;13:3.
6. Peng Y, Wang SR, Qiu GX, Zhang JG, Zhuang QY. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. Chin Med J (Engl). 2020;133(4):483-93.
7. Day JM, Fletcher J, Coghlan M, Ravine T. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis. Arch Physiother. 2019;9:8.
8. Escalada F, Marco E, Aguirrezabal A, Boza R. Crecimiento, madurez y pronóstico de la escoliosis. Métodos de valoración de la madurez. Rehabilitación. 2009;43(6):276-80.
9. Pantoja TS, Chamorro LM. Escoliosis en niños y adolescentes. Revista Médica Clínica Las Condes. 2015;26(1):99-108.
10. Weiss HR. The method of Katharina Schroth - history, principles and current development. Scoliosis. 2011;6:17.

11. Aydın C, Öner A, Hekim H, Arslan A, Öztaş D, Akman Ye. The Prevalence of Scoliosis in Adolescent Swimmers and the Effect of Swimming on Adolescent Idiopathic Scoliosis. 2019.
12. Jandrić S. Scoliosis and sport. *Sport Logia*. 2015;11(1):1-10.
13. Lubkowska W, Paczynska-Jedrycka M, Jerzy E. The Significance of Swimming and Corrective Exercises in Water in Treatment of Postural Deficits and Scoliosis. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2014;6:93-101.
14. Lubkowska W. The Concept of Treatment of Scolioses Employing Asymmetrical Aquatic Exercises. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2015;9:55-64.
15. Zaina F, Donzelli S, Lusini M, Minnella S, Negrini S. Swimming and spinal deformities: a cross-sectional study. *J Pediatr*. 2015;166(1):163-7.
16. Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC, Krleža-Jerić K, et al. SPIRIT 2013 statement: defining standard protocol items for clinical trials. *Ann Intern Med*. 2013;158(3):200-7.
17. Schoenfeld D. Sample size: Mallinckrodt General Clinical Research Center; 2011 [Available from: [http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample\\_size/js/js\\_parallel\\_quant.html](http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample_size/js/js_parallel_quant.html)].
18. Langensiepen S, Semler O, Sobottke R, Fricke O, Franklin J, Schönau E, et al. Measuring procedures to determine the Cobb angle in idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur Spine J*. 2013;22(11):2360-71.
19. Papaliadis DN, Bonanni PG, Roberts TT, Hesham K, Richardson N, Cheney RA, et al. Computer Assisted Cobb Angle Measurements: A novel algorithm. *Int J Spine Surg*. 2017;11(3):21.
20. Liu D, Yang Y, Yu X, Yang J, Xuan X, Huang Z. Effects of Specific Exercise Therapy on Adolescent Patients With Idiopathic Scoliosis: A Prospective Controlled Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020;45(15):1039-46.
21. Xavier VB, Avanzi O, de Carvalho B, Alves V. Combined aerobic and resistance training improves respiratory and exercise outcomes more than aerobic training in adolescents with idiopathic scoliosis: a randomised trial. *J Physiother*. 2020;66(1):33-8.
22. Barrios C, Cortés S, Pérez-Encinas C, Escrivá MD, Benet I, Burgos J, et al. Anthropometry and Body Composition Profile of Girls With Nonsurgically Treated Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine*. 2011;36(18).
23. Tarrant RC, Queally JM, Moore DP, Kiely PJ. Prevalence and impact of low body mass index on outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*. 2018;72(11):1463-84.
24. Leal-Hernández M, Martínez-Monje F, Pérez-Valencia M, García-Romero R, Mena-Poveda R, Caballero-Cánovas J. [Analysis of the quality of life in patients affected by scoliosis]. *Semergen*. 2018;44(4):227-33.
25. Cheshire J, Gardner A, Berryman F, Pynsent P. Do the SRS-22 self-image and mental health domain scores reflect the degree of asymmetry of the back in adolescent idiopathic scoliosis? *Scoliosis Spinal Disord*. 2017;12:37.
26. Kocaman H, Bek N, Kaya MH, Büyükturan B, Yetiş M, Büyükturan Ö. The effectiveness of two different exercise approaches in adolescent idiopathic scoliosis: A single-blind, randomized-controlled trial. *PLoS One*. 2021;16(4):e0249492.

27. Adamczewska K, Wiernicka M, Malchrowicz-Moško E, Małecka J, Lewandowski J. The Angle of Trunk Rotation in School Children: A Study from an Idiopathic Scoliosis Screening. Prevalence and Optimal Age Screening Value. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(18).
28. Chowanska J, Kotwicki T, Rosadzinski K, Śliwiński Z. School screening for scoliosis: Can surface topography replace examination with scoliometer? *Scoliosis*. 2012;7:9.
29. Schreiber S, Parent EC, Moez EK, Hedden DM, Hill D, Moreau MJ, et al. The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis-an assessor and statistician blinded randomized controlled trial: "SOSORT 2015 Award Winner". *Scoliosis*. 2015;10:24.
30. Schreiber S, Parent EC, Hedden DM, Moreau M, Hill D, Lou E. Effect of Schroth exercises on curve characteristics and clinical outcomes in adolescent idiopathic scoliosis: protocol for a multicentre randomised controlled trial. *J Physiother*. 2014;60(4):234; discussion
31. Pitcher MJ, Behm DG, Mackinnon SN. Neuromuscular fatigue during a modified Biering-sørensen test in subjects with and without low back pain. *J Sports Sci Med*. 2007;6(4):549-59.
32. Romano M, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Zaina F, Chockalingam N, Kotwicki T, et al. Exercises for adolescent idiopathic scoliosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012(8).
33. Li X, Shen J, Liang J, Zhou X, Yang Y, Wang D, et al. Effect of core-based exercise in people with scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2021;35(5):669-80.
34. Vallejo MÁG. Escoliosis y natación terapéutica. *Piscinas Hoy*. Mayo 2014.
35. Fenoll R, Guillén-Torregrosa MC, Panadero-Belmonte A. El papel de la natación y las actividades acuáticas para la mejora de la escoliosis idiopática. *Revista de Investigación en Actividades Acuáticas*. 2022;1(1):23-32.
36. Bielec G, Peczak-Graczyk A, Waade B. Do swimming exercises induce anthropometric changes in adolescents? *Issues Compr Pediatr Nurs*. 2013;36(1-2):37-47.
37. DU Q, ZHOU X, LI J, ZHAO L, TAO Q, CHEN T, et al. The differential effects of exercise, brace and combined rehabilitation treatment in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *中国康复医学杂志*. 2013;6.

## 12-ANEXOS

### Anexo 1: Consentimiento informado

Para satisfacción de los Derechos del Paciente/Participante, y en cumplimiento de la normativa vigente en materia de investigación:

D/Dña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ D/  
Dña. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ como  
padres o tutores del menor de edad (nombre y apellidos)  
\_\_\_\_\_, como progenitores/tutor legal del menor de edad en  
pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente,

EXPONGO: que he sido debidamente INFORMADO/A por  
D/Dña. \_\_\_\_\_,  
en entrevista personal realizada el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de que el menor  
a mi cargo entra a formar parte de un proyecto de investigación para el estudio de "".

MANIFIESTO: que he entendido y estoy satisfecho de todas las explicaciones y aclaraciones  
recibidas sobre el proceso de participación citado, y OTORGO MI CONSENTIMIENTO para que el  
menor a mi cargo participe en este estudio titulado "**Efecto de la natación en adolescentes  
con escoliosis idiopática para disminuir el ángulo de Cobb: protocolo de ensayo clínico  
aleatorizado controlado.**"

**Con el objetivo de comprobar de observar si la terapia acuática asociada con un  
tratamiento terapéutico tradicional en adolescentes con escoliosis idiopática puede  
disminuir el ángulo de Cobb en un periodo de 6 meses.**

De acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de  
abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de  
Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, el participante y/o sus padres  
o tutores legales quedan informados de que el Responsable del tratamiento de sus datos  
personales será FUNDACION UNIVERSIDAD SAN JORGE.

Todos los datos personales, incluidos los clínicos en su caso, serán tratados por el equipo  
investigador conforme a las leyes en vigor en la materia, especialmente el RGPD, únicamente con  
fines estadísticos, científicos y de investigación, para extraer conclusiones del proyecto en el que  
participa.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de manera que no se pueda identificar a los participantes y su identidad no será revelada de ninguna manera excepto en los casos legalmente previstos. Cualquier publicación de los resultados de la investigación, estadísticos o científicos, reflejará únicamente datos disociados que impidan la identificación de los participantes en el estudio.

Como participante en el estudio puede ejercitar sus derechos de acceso, modificación, oposición, cancelación, limitación del tratamiento y portabilidad, dirigiéndose al Delegado de Protección de Datos de la Universidad adjuntando a su solicitud de ejercicio de derechos una fotocopia de su DNI o equivalente al domicilio social de USJ sito en Autovía A-23 Zaragoza- Huesca, km. 299, 50830- Villanueva de Gállego (Zaragoza), o la dirección de correo electrónico [privacidad@usj.es](mailto:privacidad@usj.es). Asimismo, tiene derecho a dirigirse a la Agencia Española de Protección de Datos en caso de no ver correctamente atendido el ejercicio de sus derechos.

El participante podrá retirarse del estudio en cualquier momento comunicándose al investigador principal, si bien queda informado de que sus datos no podrán ser eliminados para garantizar la validez de la investigación y garantizar el cumplimiento de los deberes legales del Responsable.

Igualmente queda informado de que los resultados del presente proyecto podrán ser usados en el futuro en otros proyectos de investigación relacionados con el campo de estudio objeto del presente, así como que tiene derecho a ser informado sobre los resultados del estudio en el caso de que así lo solicite.

Y, para que así conste, firmo el presente documento

Villanueva de Gállego, a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma padre/madre/tutor (rodear la opción correcta) y nº DNI	Firma del padre/madre/tutor (rodear la opción correcta)	Firma del investigador y nº DNI
		

Anexo 2 : Cuestionario SRS-22

## **CUESTIONARIO DE SALUD SRS-22**



**Este cuestionario está diseñado para valorar el estado de su espalda. Es importante que usted mismo responda a las diferentes preguntas y señale la respuesta más adecuada a cada pregunta.**

- 1) Cuánto dolor ha tenido en los últimos 6 meses?
  - a. Ninguno
  - b. Ligero
  - c. Regular
  - d. Moderado
  - e. Intenso
  
- 2) Cuando dolor ha tenido en el último mes
  - a. Ninguno
  - b. Ligero
  - c. Regular
  - d. Moderado
  - e. Intenso
  
- 3) Durante los últimos 6 meses, ¿cuánto tiempo estuvo muy nervioso?
  - a. Nunca
  - b. Sólo alguna vez
  - c. Algunas veces
  - d. Casi siempre
  - e. Siempre
  
- 4) Si tuviera que pasar el resto de su vida con la espalda como la tiene ahora, ¿cómo se sentiría?
  - a. Muy contento
  - b. Bastante contento
  - c. Ni contento ni descontento
  - d. Bastante descontento
  - e. Muy descontento
  
- 5) ¿Cuál es su nivel de actividad actual?
  - a. Permanentemente en cama
  - b. No realiza prácticamente ninguna actividad
  - c. Tareas ligeras y deportes ligeros
  - d. Tareas moderadas y deportes moderados
  - e. Actividad incompleta
  
- 6) ¿Cómo te queda la ropa?
  - a. Muy bien
  - b. Bien
  - c. Aceptable
  - d. Mal
  - e. Muy mal
  
- 7) Durante los últimos 6 meses, ¿se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?
  - a. Siempre
  - b. Casi siempre
  - c. Algunas veces
  - d. Solo alguna vez
  - e. Nunca
  
- 8) ¿Tiene dolor de espalda en reposo?
  - a. Siempre
  - b. Casi siempre
  - c. Algunas veces
  - d. Solo alguna vez
  - e. Nunca

- 9) ¿Cuál es su nivel actual de actividad laboral o escolar?
- 100% de lo normal
  - 75% de lo normal
  - 50% de lo normal
  - 25% de lo normal
  - 0% de lo normal
- 10) ¿Cómo describiría el aspecto de su cuerpo, sin tener en cuenta el de la cara y extremidades?
- Muy bueno
  - Bueno
  - Regular
  - Malo
  - Muy malo
- 11) ¿Toma medicamentos para su espalda?
- Ninguno
  - Calmantes suaves 1 vez a la semana o menos
  - Calmantes suaves a diario
  - Calmantes fuertes 1 vez a la semana o menos
  - Calmantes fuertes a diario
- 12) ¿Le limita la espalda la capacidad para realizar sus actividades habituales por casa?
- Nunca
  - Sólo alguna vez
  - Algunas veces
  - Casi siempre
  - Siempre
- 13) ¿Durante los últimos 6 meses, cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?
- Siempre
  - Casi siempre
  - Algunas veces
  - Solo alguna vez
  - Nunca
- 14) ¿Cree que el estado de su espalda influye en sus relaciones personales?
- Nada
  - Un poco
  - Regular
  - Bastante
  - Mucho
- 15) ¿Usted o su familia tienen limitaciones económicas por su espalda?
- Mucho
  - Bastante
  - Regular
  - Un poco
  - Nada
- 16) ¿En los últimos 6 meses se ha sentido desanimado y triste?
- Nunca
  - Sólo alguna vez
  - Algunas veces
  - Casi siempre
  - Siempre

- 17) ¿En los últimos 3 meses, cuántos días ha faltado al trabajo o al colegio debido a su dolor de espalda?
- 0
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4 ó más
- 18) ¿Le dificulta la situación de su espalda salir de casa con sus amigos o su familia?
- Nunca
  - Sólo alguna vez
  - Algunas veces
  - Casi siempre
  - Siempre
- 19) ¿Se siente atractiv@ con el estado actual de su espalda?
- Sí, mucho
  - Sí, bastante
  - Ni atractivo/ni poco atractivo
  - No, no demasiado
  - En absoluto
- 20) ¿Durante los últimos 6 meses, cuanto tiempo se sintió feliz?
- Nunca
  - Sólo alguna vez
  - Algunas veces
  - Casi siempre
  - Siempre
- 21) ¿Está satisfecho con los resultados del tratamiento?
- Completamente satisfecho
  - Bastante satisfecho
  - Indiferente
  - Bastante insatisfecho
  - Totalmente insatisfecho
- 22) ¿Aceptaría el mismo tratamiento otra vez si estuviera en la misma situación?
- Sí, sin duda
  - Probablemente sí
  - No estoy seguro/a
  - Probablemente no
  - No, sin duda

*Anexo 3: tabla de los ejercicios de Schroth*

Exercise	Picture	Curve type	Passive support	Movement type	Start dose*	Target dose*
1. Side-bending in side-lying		3c, 3cp	Substantial	Static	2 min.	10 min.
2. Side-lying + shoulder counter-traction and muscle cylinder		All	Substantial	Static	5 sets x 6 breaths	5 x 8
3. Shoulder counter-traction with psoas activity		All	Substantial	Static	4 x 5	5 x 8
4. Sitting on a ball		All	Medium	Static	4 x 6	5 x 10
5. Hip flexion in side-lying		4c, 4cp	Substantial	Static	5 x 5	5 x 8
6. Hip Resistance		3cp, 4cp	None	Static	5 x 5	5 x 8
7. Chest Twister		3c, 3cp	Medium	Static	4 x 5	5 x 6
8. Hip flexion against a ball		4c, 4cp	Medium	Static	3 x 6	3 x 8
9. Standing between two poles		All	None	Static	5 x 4	5 x 6
10. Foot (or knee) under a bar		4c, 4cp	None	Static	4 x 6	5 x 8
11. Side-Hanging		3c, 3cp	None	Static	2 x 4	2 x 4
12. St. Andrew's Cross		3c, 3cp	None	Static	2 x 4	2 x 4
13. Muscle cylinder		4c, 4cp	None	Static	4 x 5	5 x 10
14. Muscle cylinder with a pole		3c, 3cp	None	Static	4 x 5	5 x 10
15. The Circle		All	None	Dynamic	3	5
16. Conscious walking		All	None	Dynamic	4 x 10m	-
17. Schroth walking		All	None	Dynamic	-	4 x 10m