

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Efectividad del ejercicio Schroth en la escoliosis idiopática adolescente.  
Revisión bibliográfica.**

AUTOR: Stoica Ruiz, Juan

TUTOR: Agulló Bonus, Antonio

Departamento: Patología y Cirugía

Curso académico: 2022-2023

Convocatoria de junio



## ÍNDICE

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>6</b>
<b>Material y Métodos.....</b>	<b>7</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>9</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>16</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>17</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>20</b>



## **RESUMEN**

**Introducción:** la escoliosis idiopática adolescente (EIA) representa la forma más común de escoliosis con un 90% de aparición, las complicaciones más comunes son el dolor, disfunción pulmonar y problemas psicosociales. El ejercicio Schroth se prescribe durante la etapa de crecimiento para retrasar la progresión, aunque los efectos no están claros. Esta revisión tiene como objetivo establecer la efectividad del método Schroth para reducir la curva escoliótica en adolescentes. Además, tiene como objetivo definir la frecuencia de tratamiento idóneo, la influencia del tipo de curva y la efectividad de los ejercicios combinada con otras terapias.

**Métodos:** Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Scopus y Web Of Science. La calidad del estudio fue evaluada según las escalas PEDro y NOS.

**Resultados:** once artículos fueron examinados, de los cuales ocho eran ensayos clínicos aleatorizados, dos estudios observacionales y una serie de casos. Nueve estudios mostraron resultados positivos en la reducción del ángulo de Cobb, cuatro estudios en el ángulo de rotación de tronco, dos en la percepción de los pacientes y uno en la función pulmonar. No se logró llegar a un consenso en relación con la frecuencia de los ejercicios.

**Conclusiones:** la evidencia sugiere que los ejercicios Schroth resultan efectivos para el manejo de la EIA, sin embargo, debido a la escasez de estudios y a las diferencias respecto al periodo de tratamiento y medidas de resultados, se necesitan más investigaciones para obtener resultados concluyentes.

**Palabras clave:** fisioterapia, escoliosis, adolescente, ejercicio

## **ABSTRACT**

**Introduction:** adolescent idiopathic scoliosis (AIS) represents the most common form of scoliosis with 90% of occurrence, the most common complications are pain, pulmonary dysfunction and psychosocial problems. Schroth exercise is prescribed during the growth stage to delay progression, although the effects are unclear. This review aims to establish the effectiveness of the Schroth method in reducing the scoliotic curve in adolescents. Furthermore, it aims to define the ideal treatment frequency, the influence of curve type and the effectiveness of the exercises combined with other therapies.

**Methods:** a literature review was carried out in Pubmed, Scopus and Web Of Science databases. Study quality was evaluated according to the PEDro scale and the NOS scale.

**Results:** eleven articles were examined, of which eight were randomized clinical trials, two observational studies and one case series. Nine studies showed positive results on Cobb angle reduction, four studies on trunk rotation angle, two on patient perception and one on lung function. No consensus was reached on the frequency of exercise.

**Conclusions:** the evidence suggests that Schroth exercises are effective in the management of AIT, however, due to the paucity of studies and differences in treatment period and outcome measures, further research is needed to obtain conclusive results.

**Keywords:** physical therapy, scoliosis, adolescent, exercise.

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la escoliosis era descrita como una afectación bidimensional que resultaba en una curvatura con forma de “S” en la columna vertebral. No fue hasta la década de 1990 que se descubrió la afectación tridimensional debida a la forma helicoidal que adquiriría la columna a raíz de la observación de cambios en las curvas lordóticas y cifóticas fisiológicas (Smith JR et al., 2008).

Actualmente, la escoliosis idiopática del adolescente (EIA) se define como una deformidad tridimensional de la columna vertebral con un ángulo de Cobb superior a 10 grados que afecta alrededor de un 4% de los adolescentes de todo el mundo (Wang B et al., 2022). Representa la forma más común de escoliosis con un 90% de aparición con un comienzo entre los 10 años y el final de la edad de crecimiento. Aunque la probabilidad de aparición de escoliosis es similar en hombres y mujeres, se estima una mayor incidencia del sexo femenino sobre el masculino con una proporción de 3,5:1 además, las mujeres cuentan entre 5 y 10 veces más de probabilidad de progresión a ángulos de Cobb de 30 grados o más (Abdel Ghafar MA et al., 2022; Kuznia AL et al., 2020).

La fisiopatología de la escoliosis idiopática es desconocida, aunque se ha asociado un factor genético con el desarrollo y la progresión de la escoliosis (Horne JP et al., 2014). Smith JR (2008) afirma que, si ambos progenitores padeciesen escoliosis idiopática, los hijos de estos tendrían 50 veces más probabilidades de necesitar tratamiento para la escoliosis en comparación con la población general. Otra de las hipótesis barajadas en la aparición de la escoliosis se centra en la influencia de las hormonas sexuales debido a que en edades más jóvenes la prevalencia entre hombres y mujeres se muestra similar, sin embargo, esta cambia a partir de la pubertad con una mayor prevalencia en las mujeres respecto a los hombres (Addai D et al., 2020).

La deformidad tridimensional provocada en la escoliosis da lugar a una deformidad asimétrica del tórax debido a la creación de un lado convexo y otro cóncavo sobre el plano transversal de la columna. Debido a esta deformidad, la pared torácica se endurece, lo que provoca una reducción

en la tensión de los músculos respiratorios y una disfunción mecánica del diafragma. Los pacientes con escoliosis presentan una caja torácica reducida en comparación con los individuos sanos, esta disminución de la caja torácica puede resultar en una limitación de la capacidad pulmonar y una menor tolerancia al ejercicio (Abdel Ghafar MA et al., 2022).

Aunque el dolor no es un factor clínico, los pacientes con escoliosis pueden tener dolor en función del grado del ángulo de Cobb (Alberto O et al., 2014). Entre el 27 y el 59% de pacientes con escoliosis sufren dolor (Ceballos Laita L et al., 2018).

El tratamiento de la escoliosis tendrá distintos enfoques en función del ángulo de Cobb, si este es superior a 45-50 grados el tratamiento aconsejado es la cirugía, si el ángulo es igual o mayor a 25 grados se utilizan ortésis y si el ángulo es inferior a 25 grados el tratamiento se suele combinar con una ortésis durante menor tiempo junto a otras técnicas tales como el ejercicio ya sea como parte principal del tratamiento en los casos más leves o como un tratamiento adicional en los más graves, tracciones, biofeedback y la simple observación con el propósito de corregir, prevenir o detener el desarrollo de la enfermedad (Kuru T et al., 2016; Kocaman H et al., 2021; Schreiber S et al., 2016).

Los ejercicios se recomiendan para disminuir la progresión, corregir el comportamiento postural aumentar el control neuromotor, mejorar la flexibilidad de la columna vertebral y de la caja torácica, así como la fuerza muscular y la elasticidad (Negrini S et al., 2008). Dentro de los distintos enfoques de ejercicios destaca el método Schroth, el cual se basa en la capacidad que tiene el paciente para disminuir la deformidad de la columna vertebral mediante la realineación postural activa de la columna en tres dimensiones. Los ejercicios Schroth se ayudan de estimulaciones y espejos exteroceptivos, ejercicios de propiocepción e isométricos con el fin de lograr el estiramiento o fortalecimiento de los músculos asimétricos mientras se mantiene un patrón respiratorio específico (Berdishevsky H et al., 2016). Otros ejercicios introducidos en el tratamiento de la escoliosis son el yoga, el pilates y los ejercicios de estabilización de tronco, los cuales se centran en el entrenamiento de la musculatura estabilizadora de tronco y la estabilidad de la columna (Kocaman H et al., 2021).

Pese a la inclusión de diferentes programas de ejercicios, estos generan controversia dentro de la comunidad ya que carecen de un gran respaldo científico que demuestre mejoras significativas en el estado de los pacientes y su calidad de vida (Bettany-Saltikov J et al., 2014). La hipótesis de trabajo que se plantea en este estudio es que los pacientes que realizan ejercicios específicos de fisioterapia basados en el método Schroth presentan una mejor evolución en su curva escoliótica y una mejor percepción del estado de su columna.



## **OBJETIVOS**

El objetivo principal de este estudio es determinar la efectividad de los ejercicios Schroth en la curva escoliótica de adolescentes con escoliosis idopática.

Como objetivos secundarios se plantean los siguientes:

- Hallar una pauta correcta para el tratamiento.
- Estudiar si el tipo de curva influye en la efectividad de los ejercicios.
- Conocer un tratamiento idóneo junto a otras técnicas de fisioterapia.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Este estudio ha recibido la aprobación de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: **TFG.GFL.AAB.JSR.230510**.

Se realizó una búsqueda en las bases de datos de Pubmed, Scopus y Web of Science comprendida entre el 23 de marzo de 2023 y el 2 de mayo de 2023. La ecuación de búsqueda utilizada se compone de los siguientes términos y operadores booleanos: (("Physical Therapy") OR "Physiotherapy") AND ("Scoliosis") AND ("Adolescent") AND (Exercise). Ningún artículo fue descartado debido al idioma en el que se encontraba (Figura 1).

Los criterios de inclusión para el estudio fueron los siguientes:

- Estudios de los últimos diez años disponibles en el tiempo de búsqueda.
- Estudios que comprendan la etapa de adolescencia.
- Ensayos clínicos, estudios observacionales y ensayos controlados aleatorizados.

Los criterios de exclusión para el estudio fueron los siguientes:

- Revisiones sistemáticas o metaanálisis.
- Estudios que incluyan pacientes pre-operatorios o post-operatorios.
- Estudios que incluyan pacientes con una edad inferior a 10 años, superior a 20 o cuya media de edad de pacientes sea menor a los 10 años.
- Estudios que incluyan pacientes con un ángulo de Cobb mayor de 50 grados o con una media superior a 40°.

## **SELECCIÓN DE ARTÍCULOS**

Se recuperaron un total de 187 artículos de las diferentes bases de datos analizadas, de los cuales, 17 fueron considerados para una revisión detallada. Entre estos, 1 fue excluido por centrar los

resultados en función del nivel socio-económico de los pacientes, 3 fueron excluidos por incluir pacientes con ángulos de Cobb superiores a 50°, 1 fue excluido por tratarse de un programa de ejercicios que no mostraba resultados y el último artículo fue excluido por incluir pacientes que ya habían sido intervenidos quirúrgicamente.



## RESULTADOS

De los 11 artículos seleccionados para esta revisión, ocho de ellos corresponden a ensayos clínicos aleatorizados mientras dos son estudios observacionales (Fang MQ et al., 2022; Zapata KA et al., 2019) y el artículo restante se trata de una serie de casos (Larni Y et al., 2022). Todos los artículos encontrados estaban escritos en inglés. En relación al rango de años de publicación, el artículo más antiguo es de 2016 y el más reciente de 2022.

El tamaño de la muestra varió entre los 20 y los 60 participantes salvo en un estudio, el cual incluyó 192 participantes (Fang MQ et al., 2022). La suma total de participantes en los artículos seleccionados fue de un total de 555 pacientes con una participación significativamente mayor de mujeres respecto a hombres. La mayoría de estudios dividieron a los participantes en 2 grupos, exceptuando un estudio que se dividió en 3 grupos (Kuru T et al., 2016) y otro estudio en el que solamente hubo un grupo de 23 pacientes (Larni Y et al., 2022). Todos los sujetos incluidos en los grupos fueron diagnosticados con escoliosis idiopática adolescente y estaban en el rango de edad adolescente (Tabla 1).

Todos los artículos incluidos tenían los ejercicios Schroth como medida de resultado independiente, 5 artículos compararon el ejercicio Schroth con la atención estándar (Zapata KA et al., 2019; Schreiber S et al., 2016; Fang MQ et al., 2022; Schreiber S et al., 2019; Kuru T et al., 2016), 2 artículos compararon los ejercicios Schroth con otro tipo de ejercicios o terapias (Kocaman H et al., 2021., Mohamend RA y Yousef AM, 2021), otros 2 artículos estudiaron la combinación de ejercicios Schroth con otras terapias (Abdel Ghafar MA et al., 2022; Abdel-Aziem AA et al., 2021) y los 2 artículos restantes estudiaron únicamente los ejercicios Schroth (Fan Y et al., 2021; Larni Y et al., 2022). Respecto al periodo de intervención, este varió mucho: 3 artículos incluyeron una intervención que duró de 10 a 24 semanas (Abdel Ghafar MA et al., 2021; Abdel-Aziem AA et al., 2021; Kocaman H et al., 2021 y Kuru T et al., 2016), uno realizó una intervención durante 3 meses (Larni Y et al., 2022), 4 artículos realizaron intervenciones durante 6 meses (Schreiber S et al., 2016; Schreiber S et al., 2019; Mohamed RA y Yousef AM,

2021; Fang MQ et al., 2022), un artículo por un año (Zapata KA et al., 2019) y uno por dos años (Fan Y et al., 2021).

En relación con las medidas de resultado dependientes, 6 estudios evaluaron los síntomas mediante los siguientes cuestionarios: Scoliosis Research Society 22 (Schreiber S et al., 2016; Zapata KA et al., 2019; Kocaman H et al., 2021; Fang MQ et al., 2022), Scoliosis Research Society 23 (Kuru T et al., 2016), Clasificación Global del Cambio (Schreiber S et al., 2016; Schreiber et al., 2019), Cuestionario de apariencia espinal (Schreiber S et al., 2016., Zapata KA et al., 2019) y cuestionarios de autoeficiencia y dolor no especificados (Schreiber S et al., 2016).

Diez estudios evaluaron parámetros posturales, de estos diez solamente hubo un estudio que no evaluó el ángulo de Cobb (Abdel-Aziem AA et al., 2021), este estudio optó por otras medidas de evaluación como la estereografía mediante Formetric 4D y la prueba de estabilidad postural usada para obtener el índice de estabilidad general, estabilidad antero-posterior, estabilidad mediolateral y riesgo de caída. Otros parámetros posturales que fueron evaluados son el ángulo de rotación del tronco (Kuru T et al., 2016; Kocaman H et al., 2021; Mohamed RA y Yousef AM, 2021; Larni Y et al., 2022), la asimetría de la cintura (Kuru T et al., 2016), la movilidad espinal (Kocaman H et al., 2021), distribución de la presión plantar (Mohamed RA y Yousef AM, 2021), control postural mediante plataforma de fuerza (Larni Y et al., 2022), suma total de curvas (Schreiber S et al., 2016), inclinación pélvica, pendiente sacra y eje vertical sagital mediante radiografías anteroposterior y laterales (Fang MQ et al., 2022).

Solamente hay un estudio que no valora ningún parámetro postural (Abdel Ghaffar MA et al., 2022) y se centra en evaluar la capacidad pulmonar de los sujetos mediante una espirometría en la que se obtuvieron los valores de FEV1, FVC, FEV1/FVC y la ventilación voluntaria máxima.

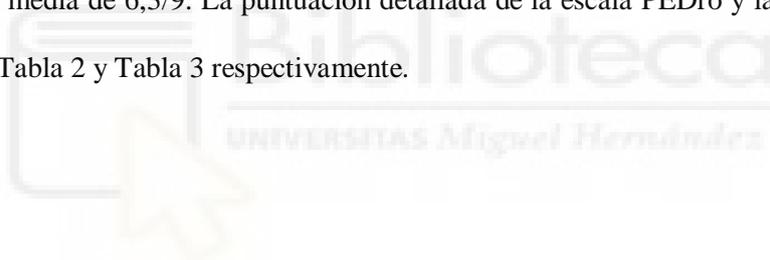
La capacidad funcional de los sujetos incluidos fue evaluada en seis estudios mediante cuestionarios como Scoliosis Research Society 22 (Schreiber S et al., 2016; Zapata KA et al., 2019; Kocaman H et al., 2021; Fang MQ et al., 2022), Scoliosis Research Society 23 (Kuru T et

al., 2016) y también mediante tests como la prueba de marcha durante 6 minutos (Mohamed RA y Yousef AM, 2021; Abdel Ghaffar MA et al., 2022).

La resistencia muscular de los sujetos fue evaluada en dos estudios, un estudio evaluó la resistencia de los músculos estabilizadores de la espalda (Schreiber S et al., 2016) mientras que otro estudio evaluó la resistencia muscular de ambas extremidades superiores e inferiores (Kocaman H et al., 2021).

Un estudio evaluó la percepción general después de la intervención mediante la Clasificación Global del Cambio (GROC) (Schreiber S et al., 2019).

En relación con la calidad metodológica de los artículos incluidos, se utilizó la escala PEDro para evaluar los ensayos clínicos y se obtuvo una puntuación media de 7.1/10, por otra parte, los estudios observacionales y series de casos fueron evaluados mediante la escala NOS y se obtuvo una puntuación media de 6,3/9. La puntuación detallada de la escala PEDro y la escala NOS se muestran en la Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente.



## DISCUSIÓN

Tras haber completado esta revisión de la bibliografía disponible, los resultados descritos en los artículos incluidos mostraron que el programa de ejercicio Schroth había resultado efectivo para la mejora de síntomas, disminución del ángulo de Cobb, la rotación del tronco y las asimetrías corporales, así como también sirvieron para mejorar la resistencia muscular, la función pulmonar y la capacidad funcional de los pacientes con escoliosis idiopática adolescente, sin embargo algunos de estos estudios también muestran un mayor grado de mejora en algunos de los aspectos mencionados anteriormente con la combinación del programa de ejercicios junto con otro tipo de terapias (Abdel Ghafar MA et al., 2022; Abdel Aziem AA et al., 2022).

Un artículo incluido en este estudio reportaba mejoras en la función pulmonar y la capacidad aeróbica en sujetos con escoliosis gracias a la combinación de la equinoterapia junto con el programa de ejercicios Schroth (Abdel Ghaffar MA et al., 2022). Esta mejora podría explicarse gracias al movimiento constante que sufre el jinete y desencadena un movimiento de ondulación axial originado en la zona baja de la espalda y extendido en toda ella hacia arriba (Lim JH et al., 2016), además esta serie de movimientos provocan estímulos externos continuos respecto a la postura corporal del jinete, lo que causa un ajuste del tono muscular constante el cual favorece al fortalecimiento de la musculatura pélvica, abdominal, lumbar y torácica, teniendo esta última un papel importante en la mecánica respiratoria, dichos efectos han mostrado ser beneficiosos en artículos previos en pacientes con parálisis cerebral y síndrome de Down (Valéria C et al., 2015; Moraes AG et al., 2016). La mejora que reporta Abdel Ghaffar MA et al., en su grupo control la atribuye a la respiración angular rotacional y al fortalecimiento de los músculos respiratorios gracias a la corrección de la caja torácica que se producen en los ejercicios Schroth. Otro estudio de la combinación de la equinoterapia con el ejercicio Schroth (Abdel-Aziem AA et al., 2022) también informaba de una mejoría en ambos grupos gracias a los efectos ya mencionados previamente.

En relación con las medidas de resultado posturales, los hallazgos muestran una mejora en diferentes parámetros como son el ángulo de Cobb, rotación de tronco o la presión plantar. Estos

hallazgos muestran concordancia con los descritos por Ceballos Laita L (2018) en su revisión sistemática, la cual atribuye estas mejoras al estiramiento de la musculatura del lado cóncavo y una modificación de la tensión de los músculos del lado convexo gracias a la autocorrección y el control postural sobre el que se centran estos ejercicios. No obstante, cabe destacar la que los ejercicios Schroth no producen una regresión verdadera de la curva, ya que dicha regresión tiene que ser superior a 5 grados para que sea verdadera (Fan Y et al., 2020), por lo tanto, los ejercicios Schroth deben de ser considerados como una opción de tratamiento enfocada en el control y la progresión de la escoliosis además de ser combinada con otros programas de ejercicios como aquellos dirigidos a la estabilidad de tronco ya que estos resultan más efectivos en términos de fuerza de la musculatura periférica (Kocaman H et al., 2021). Otro estudio comparó los ejercicios Schroth con la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) y observó que ambos grupos mostraban mejoras en las medidas de resultado, pero el grupo de ejercicios Schroth mostraba mayor mejoría respecto al ángulo de rotación de tronco y la capacidad funcional en comparación con la FNP que no mostró ninguna mejora significativa (Mohamed RA y Yousef AM, 2021). Siguiendo en línea con las mejoras posturales, hay diferentes estudios que decidieron comparar los ejercicios Schroth con el estándar de atención para pacientes con escoliosis idiopática adolescente el cual se basa en la observación para curvas inferiores a 25° y la prescripción de ortésis para curvas comprendidas entre 25° y 50°, los resultados de estos artículos demuestran como el programa de ejercicios resulta efectivo en términos de control y progresión de la curva, especialmente parece ser más efectivo en curvas inferiores a 30° puesto que gracias a la realización de estos ejercicios se frena considerablemente el progreso de la curva y favorece al control de esta una vez se alcanza la madurez ósea ya que es más complicado que las curvas inferiores a 30° continúen aumentando una vez llegada ya a la edad adulta (Park JH et al., 2018). En relación con los tipos de curvas, Fan Y (2021) llega a la conclusión de que estas no influyen en la eficacia de los ejercicios, independientemente sean curvas lumbares o torácicas, pese a que estas últimas presentan un mayor riesgo de progresión.

Respecto a las mejoras relacionadas con la capacidad funcional y la calidad de vida, son pocos los estudios incluidos que evalúan estas condiciones, sin embargo, los estudios que evalúan dichas condiciones muestran mejoras que se podrían relacionar con la mejora de los parámetros posturales ya descritos. La escoliosis no sólo da lugar a problemas físicos, hay que considerar los problemas psicosociales que se producen ya sea debido a la percepción de la curva por parte de los pacientes o bien por la ansiedad que genera el usar corsé (Negrini S et al., 2006; Horne JP et al., 2014). No obstante, estos datos deben de ser considerados con precaución ya que según el estudio de Schreiber S (2019) menciona que pese el ángulo de Cobb resulta efectivo para medir el tratamiento, este no parece mostrar asociación con la percepción del paciente respecto a su espalda, por otra parte, Kocaman H (2021) reporta una mejora evidente de la percepción y la calidad de vida de los sujetos que realizaron el programa de ejercicios. Se necesitan estudios futuros para determinar si esta observación es cierta ya que la evidencia presente hasta el momento resulta escasa y moderada (Anwer S et al., 2015).

En relación con el número de sesiones semanales realizadas, no existe un consenso en cuanto al número y duración de estas, además, cabe destacar que la mayoría de estudios optan por sesiones a domicilio o bien realizan las primeras sesiones en clínica bajo supervisión y posteriormente cuando estos ya están familiarizados con los ejercicios pasan a hacerlos únicamente en el hogar. El estudio de Zapata KA (2019) menciona que los pacientes incluidos tuvieron una menor adherencia al tratamiento en comparación con el estudio de Schreiber S (2016) debido a la baja frecuencia de ejercicios. Otro aspecto a tener en cuenta sería la importancia de realizar los ejercicios bajo supervisión ya que un estudio demuestra que estos resultan más efectivos en comparación con los programas de ejercicio domiciliarios (Kuru T et al., 2016).

## **LIMITACIONES**

Una de las principales limitaciones de este estudio fue el escaso número de artículos incluidos, lo cual sugiere la existencia de escasa evidencia sobre el uso del ejercicio Schroth para el manejo de la escoliosis.

Otra de las limitaciones que presenta este estudio son las diferentes herramientas utilizadas para medir las medidas de resultado dependientes y dificultad que estas generan a la hora de realizar la comparación entre los artículos.



## CONCLUSIÓN

Los resultados de esta revisión parecen sugerir los efectos positivos de la gestión de la escoliosis idiopática adolescente a través del ejercicio basado en el método Schroth. El ejercicio Schroth ha demostrado ser efectivo para controlar el progreso de la curva influyendo en la reducción del ángulo de Cobb, ángulo de rotación de tronco, asimetrías de tronco y también ha resultado efectivo para mejorar la función pulmonar y la capacidad aeróbica. Hay que considerar estos ejercicios como una terapia complementaria agregada al estándar de atención propio de la escoliosis ya que su combinación junto con el uso de ortésis ha dado resultados favorables en términos de progresión de la curva.

Los resultados obtenidos parecen sugerir que la realización de los ejercicios resulta más efectiva al ser realizados en clínica bajo supervisión de fisioterapeutas, sin embargo, es necesario llevar a cabo más estudios para obtener resultados significativos. No es posible determinar el número de sesiones semanales y la duración de cada una de ellas por lo tanto, se necesitan más estudios que permitan obtener resultados concluyentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Aziem AA, Abdelraouf OR, Ghally SA, Dahlawi HA, Radwan RE. A 10-Week Program of Combined Hippotherapy and Schroth's Exercises Improves Balance and Postural Asymmetries in Adolescence Idiopathic Scoliosis: A Randomized Controlled Study. *Children (Basel)*. 2021 Dec 30;9(1):23.
- Abdel Ghafar MA, Abdelraouf OR, Abdel-Aziem AA, Elnegamy TE, Mohamed ME, Yehia AM, et al. Pulmonary Function and Aerobic Capacity Responses to Equine Assisted Therapy in Adolescents with Idiopathic Scoliosis: A Randomized Controlled Trial. *J Rehabil Med*. 2022 Jun 23;54:jrm00296.
- Addai D, Zarkos J, Bowey AJ. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. *Childs Nerv Syst*. 2020 Jun;36(6):1111-1119. Epub 2020 Apr 21.
- Alberto Ofenhejm Gotfryd, Fernando Jose´ Franzin, Patricia Rios Poletto, Luiz Carlos de Abreu, Vitor E. Valenti, et al. Pain assessment in patients with adolescent idiopathic scoliosis at different stages of disease evolution. *Medical Express (São Paulo. Online)* 2014; 1(4):170-3.
- Anwer S, Alghadir A, Abu Shaphe M, Anwar D. Effects of Exercise on Spinal Deformities and Quality of Life in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Biomed Res Int*. 2015;2015:123848.
- Berdishevsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercises - a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016 Aug 4;11:20.
- Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, Villagrasa M, Negrini S. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Feb;50(1):111-21. Epub 2014 Feb 13.
- Ceballos Laita L, Tejedor Cubillo C, Míngo Gómez T, Jiménez Del Barrio S. Effects of corrective, therapeutic exercise techniques on adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Arch Argent Pediatr*. 2018 Aug 1;116(4):e582-e589.
- Costa, Valéria & Silva, Hudday Mendes & Alves, Elíoenai & Coquerel, Patrick & Silva, André & Barros, Jônatas. (2015). Hippotherapy and respiratory muscle strength in children and adolescents with Down syndrome. *Physical Therapy in Movement*. 28.
- Fang MQ, Huang XL, Wang W, Li YA, Xiang GH, Yan GK, et al. The efficacy of Schroth exercises combined with the Chêneau brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a retrospective controlled study. *Disabil Rehabil*. 2022 Sep;44(18):5060-5068.
- Fan Y, Ren Q, To MKT, Cheung JPY. Effectiveness of scoliosis-specific exercises for alleviating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Jul 27;21(1):495.
- Fan Y, To MKT, Yeung EHK, Wu J, He R, Xu Z, et al. Does curve pattern impact on the effects of physiotherapeutic scoliosis specific exercises on Cobb angles of participants with adolescent idiopathic scoliosis: A prospective clinical trial with two years follow-up. *PLoS One*. 2021 Jan 25;16(1):e0245829.
- Horne JP, Flannery R, Usman S. Adolescent idiopathic scoliosis: diagnosis and management. *Am Fam Physician*. 2014 Feb 1;89(3):193-8.

- 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 Apr 15;16(4):e0249492.
- Kuru T, Yeldan İ, Dereli EE, Özdiñçler AR, Dikici F, Çolak İ. The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: a randomised controlled clinical trial. *Clin Rehabil*. 2016 Feb;30(2):181-90.
- Kuznia AL, Hernandez AK, Lee LU. Adolescent Idiopathic Scoliosis: Common Questions and Answers. *Am Fam Physician*. 2020 Jan 1;101(1):19-23.
- Larni Y, Mohsenifar H, Ghandhari H, Salehi R. The effectiveness of Schroth exercises added to the brace on the postural control of adolescents with idiopathic scoliosis: Case series. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022 Nov 13;84:104893.
- Lim JH, Cho WS, Lee SJ, Park CB, Park JS. Effects of mechanical horseback riding velocity on spinal alignment in young adults. *J Phys Ther Sci*. 2016 Jun;28(6):1836-9.
- Mohamed RA, Yousef AM. Impact of Schroth three-dimensional vs. proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2021 Dec;25(24):7717-7725.
- Moraes AG, Copetti F, Angelo VR, Chiavoloni LL, David AC. The effects of hippotherapy on postural balance and functional ability in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2016 Aug;28(8):2220-6.
- Negrini S, Fusco C, Minozzi S, Atanasio S, Zaina F, Romano M. Exercises reduce the progression rate of adolescent idiopathic scoliosis: results of a comprehensive systematic review of the literature. *Disabil Rehabil*. 2008;30(10):772-85.
- Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Rigo M, Weiss HR; Members of the Scientific society On Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT). Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper. *Scoliosis*. 2006 Apr 10;1:4.
- Park JH, Jeon HS, Park HW. Effects of the Schroth exercise on idiopathic scoliosis: a meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018 Jun;54(3):440-449.
- Schreiber S, Parent EC, Hill DL, Hedden DM, Moreau MJ, Southon SC. Patients with adolescent idiopathic scoliosis perceive positive improvements regardless of change in the Cobb angle - Results from a randomized controlled trial comparing a 6-month Schroth intervention added to standard care and standard care alone. SOSORT 2018 Award winner. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Jul 8;20(1):319.
- Schreiber S, Parent EC, Khodayari Moez E, Hedden DM, Hill DL, Moreau M, et al. Schroth Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises Added to the Standard of Care Lead to Better Cobb Angle Outcomes in Adolescents with Idiopathic Scoliosis - an Assessor and Statistician Blinded Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2016 Dec 29;11(12):e0168746.
- Smith JR, Sciubba DM, Samdani AF. Scoliosis: a straightforward approach to diagnosis and management. *JAAPA*. 2008 Nov;21(11):40-5.
- Wang B, Sun Y, Guo X, Cao J, Lu H, Chen W, et al. The efficacy of 3D personalized insoles in moderate adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022 Nov 14;23(1):983.

Zapata KA, Sucato DJ, Jo CH. Physical Therapy Scoliosis-Specific Exercises May Reduce Curve Progression in Mild Adolescent Idiopathic Scoliosis Curves. *Pediatr Phys Ther.* 2019 Jul;31(3):280-285.



## ANEXOS

Figura 1. Diagrama de flujo

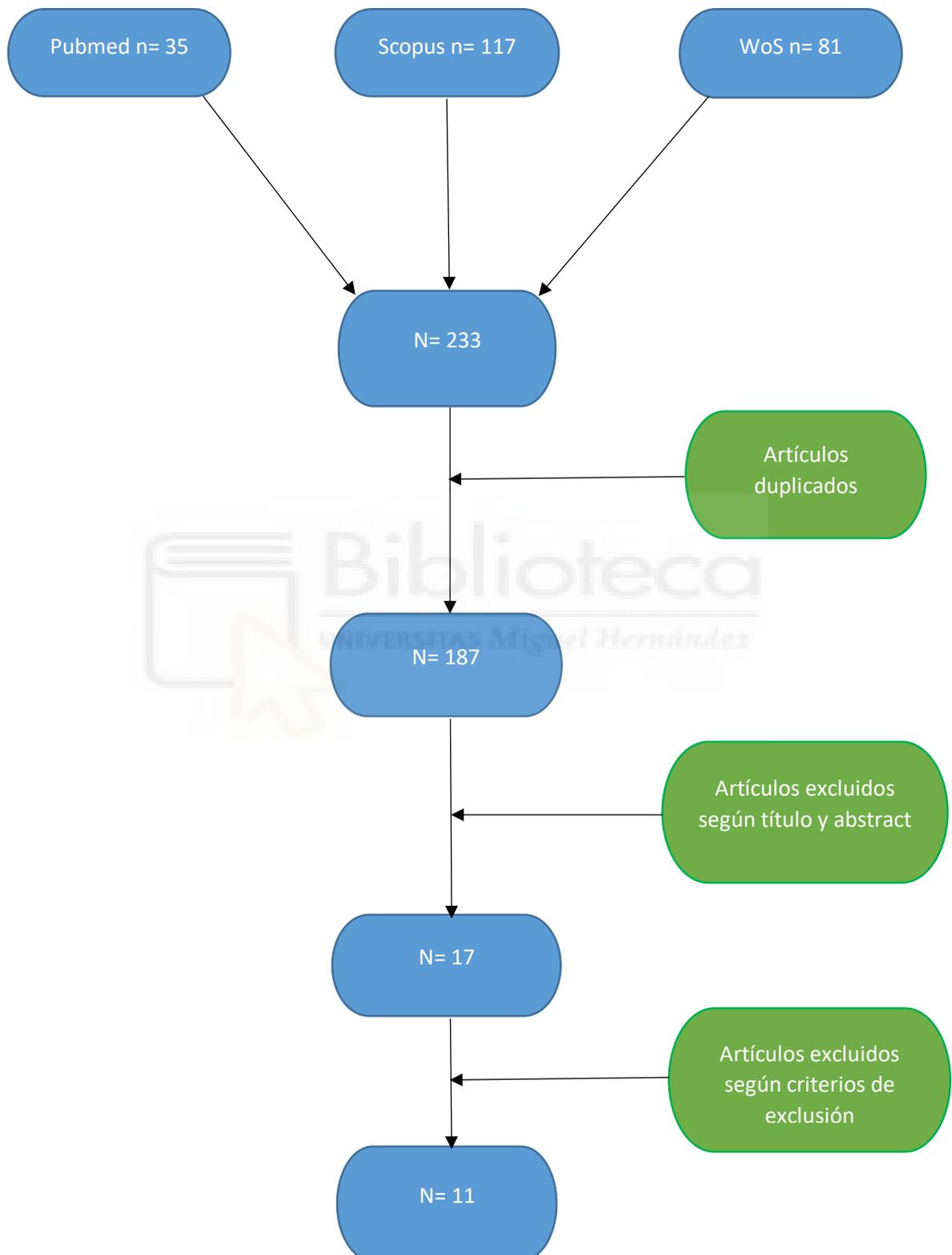


Tabla 1. Tabla de resultados.

AUTOR Y AÑO	TIPO DE ESTUDIO	TAMAÑO MUESTRAL	INTERVENCIÓN	TIEMPO DE INTERVENCIÓN	MEDIDAS DE RESULTADO	RESULTADO
Kuru T et al., 2016	Ensayo clínico aleatorizado	n= 45	Grupo supervisado: ejercicios Schroth con la supervisión de fisioterapeuta Grupo domicilio: ejercicios Schroth en el hogar Grupo control: tratamiento estándar (observación + ortésis)	Grupo con supervisión y grupo sin supervisión: 1 hora y media de ejercicio 3 días a la semana a lo largo de 6 meses.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior.</li> <li>- Índice de Risser.</li> <li>- Ángulo de rotación de tronco.</li> <li>- Asimetría de cintura.</li> <li>- Cuestionario Scoliosis Research Society 23 (SRS-23).</li> <li>- Evaluación Tanner.</li> <li>- Test de Adams.</li> </ul>	Los grupos de ejercicios bajo supervisión mostraron un mayor grado de mejora en el ángulo de Cobb respecto a los grupos de ejercicios sin supervisar y tratamiento estándar.
Schreiber S et al., 2016	Ensayo clínico aleatorizado	n= 50	Grupo experimental: ejercicios Schroth individuales + sesiones de ejercicio grupales + programa de ejercicios en el domicilio	Grupo experimental: 5 sesiones individuales de 1 hora las 2 primeras semanas, a partir de la 3 semana clases grupales de 1 hora y ejercicio diario en	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior.</li> <li>- Suma total de curvas por grupos.</li> <li>- Rotación vertebral.</li> <li>- Resistencia de los músculos</li> </ul>	El ejercicio Schroth agregado al al tratamiento estándar muestra cambios positivos respecto a la curva más grande y a la suma de curvas.

			Grupo control: tratamiento estándar (observación y ortésis)	el hogar de 30 a 45 minutos Grupo control: 6 meses de observación	estabilizadores de la espalda. - Cuestionario Scoliosis Research Society 22 (SRS- 22r) - Cuestionario de aparición espinal (SAQ). - Clasificación global del cambio. - Índice numérico de dolor no especificado	
Zapata KA et al., 2019	Observacional	n= 46	Grupo experimental: tratamiento estándar + ejercicios Schroth Grupo control: tratamiento estándar (observación y ortésis)	Grupo experimental: 5 ejercicios durante 15 minutos x3 días a la semana durante un año Grupo control: un año de observación	- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior - Incidencia de progresión de la curva. - Prescripción de aparatos ortopédicos. - Cuestionario de aparición espinal (SAQ). - Cuestionario Scoliosis Research Society 22 (SRS- 22r)	Los ejercicios Schroth resultan efectivos para evitar la progresión de la escoliosis pero no producen mejoras significativas en la magnitud de las curvas.
Schreiber S et al., 2019	Ensayo clínico aleatorizado	n= 50	Grupo experimental:	Grupo experimental: 5	- Ángulo de Cobb mediante	El grupo experimental

			ejercicios Schroth individuales + sesiones de ejercicio grupales + programa de ejercicios en el domicilio Grupo control: tratamiento estándar (observación y ortésis)	sesiones individuales de 1 hora las 2 primeras semanas, a partir de la 3 semana clases grupales de 1 hora y ejercicio diario en el hogar de 30 a 45 minutos Grupo control: 6 meses de observación	radiografía anteroposterior. - Clasificación global del cambio.	mostró mejoras en el ángulo de Cobb y una mejor percepción del estado de su espalda en el cuestionario de Clasificación global del cambio.
Fan Y et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	n= 40	Se dividen 2 grupos en función de mayor curva torácica o lumbar y ambos grupos realizan la misma rutina de ejercicios Schroth	Se realizan 5 sesiones semanales de 30 minutos de ejercicio durante 2 años	- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior.	No existen diferencias significativas en los cambios del ángulo de Cobb entre los grupos.
Kocaman H et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	n= 28	Grupo Schroth: ejercicios Schroth supervisados por fisioterapeuta Grupo Core: ejercicios de estabilidad de tronco	Ambos grupos realizan 3 sesiones semanales de 90 minutos de ejercicios en un periodo de 10 semanas	- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior. - Ángulo de rotación del tronco. - Movilidad espinal. - Cuestionario Scoliosis Research Society 22 (SRS-22r).	Hubo mejoras significativas en el Ángulo de Cobb y ángulo de rotación de ambos grupos aunque fue superior en el grupo que realizó ejercicios Schroth. La fuerza muscular de músculos periféricos fue superior en el grupo

					- Fuerza muscular mediante dinamómetro.	de Core respecto al grupo de ejercicios Schroth.
Abdel-Aziem AA et al., 2021	Ensayo clínico aleatorizado	n= 52	Grupo experimental: hipoterapia + ejercicio Schroth Grupo control: ejercicio Schroth	Grupo experimental: divide el tratamiento en 2 fases. Fase 1: 30 minutos de hipoterapia a la semana + 1 hora de ejercicios Schroth 3 días a la semana, fase 2: 30 minutos de hipoterapia 2 veces a la semana + misma dosificación de ejercicio Schroth Grupo control: ejercicio Schroth durante 1 hora por 3 días a la semana durante 10 semanas.	- Esterografía con raster. - Evaluación del equilibrio con Biodex Balance System. - Índice de riesgo de caída.	El grupo experimental mostró una mayor mejora en todas las mediciones respecto al grupo control.
Mohamed RA y Yousef AM 2021	Ensayo clínico aleatorizado	n= 34	Grupo experimental: FNP Grupo control: ejercicios Schroth	Grupo experimental: 6 ejercicios con 2 series de 10 repeticiones cada uno realizados durante 1 hora por 3 días a la semana.	- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior. - Ángulo de rotación de tronco. - Distribución de la presión plantar.	Ambos grupos mostraron mejoras significativas respecto al Ángulo de Cobb, presión plantar estática y una mejora de la capacidad funcional, sin

				Grupo control: 4 ejercicios con 4 series de 6 repeticiones cada uno realizados durante una hora por 3 días a la semana.	- Capacidad funcional mediante 6MWT.	embargo, el grupo control mostró mejoras significativas respecto al ángulo de rotación del tronco.
Abdel Ghafar MA et al., 2022	Ensayo clínico aleatorizado	n= 45	Grupo experimental: hipoterapia + ejercicio Schroth Grupo control: ejercicio Schroth	Grupo experimental: divide el tratamiento en 2 fases. Fase 1: 30 minutos de hipoterapia a la semana + 1 hora de ejercicios Schroth 3 días a la semana, fase 2: 30 minutos de hipoterapia 2 veces a la semana + misma dosificación de ejercicio Schroth Grupo control: ejercicio Schroth durante 1 hora por 3 días a la semana durante 10 semanas.	- Capacidad pulmonar mediante FEV1, FVC, FEV1/FVC. - Capacidad aeróbica mediante 6MWT.	Ambos grupos mostraron mejoras tanto en la capacidad pulmonar como en la capacidad aeróbica, sin embargo, el grupo experimental mostró un grado mayor de mejora respecto al grupo control.
Fang MQ et al., 2022	Observacional	n= 192	Grupo experimental: tratamiento con ortésis + ejercicios	Grupo experimental: ejercicios con supervisión	- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior.	El grupo experimental mostró mejoras significativas

			<p>Schroth supervisados + programa de ejercicios a domicilio</p> <p>Grupo control: tratamiento tradicional con ortésis</p>	<p>realizados durante 1 hora y media por 3 días a la semana + 30-45 minutos de ejercicio domiciliario</p> <p>Grupo control: tratamiento estándar (observación + ortésis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclinação pélvica.</li> <li>- Incidencia pélvica.</li> <li>- Eje vertical sagital.</li> <li>- Pendiente sacra.</li> <li>- Cuestionario Scoliosis Research Society 22(SRS-22r)</li> <li>- Cuestionario de cinco dimensiones de EuroQol.</li> </ul>	<p>respecto al ángulo de Cobb.</p>
Larni Y et al., 2022	Serie de casos	n= 23	<p>Corsé + ejercicios Schroth</p>	<p>5 sesiones de 1 hora supervisadas las 2 primeras semanas, después, una sesión semanal supervisada + 30-45 minutos de ejercicios en el domicilio + ortésis</p> <p>16 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ángulo de Cobb mediante radiografía anteroposterior.</li> <li>- Ángulo de rotación del tronco.</li> <li>- Control postural mediante plataforma de fuerza</li> </ul>	<p>Hubo variaciones significativamente estadísticas en las variables de control motor así como una mejora en el ángulo de Cobb y el ángulo de rotación del tronco.</p>

Tabla 2. Calidad metodológica según escala PEDro.

AUTOR Y AÑO	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5	CRITERIO 6	CRITERIO 7	CRITERIO 8	CRITERIO 9	CRITERIO 10	TOTAL
Kuru T et al., 2016	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	6/10
Schreiber S et al., 2016	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8/10
Schreiber S et al., 2019	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8/10
Fan Y et al., 2021	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	5/10
Kocaman H et al., 2021	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7/10
Abdel-Aziem AA et al., 2021	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7/10
Mohamed RA y Yousef AM 2021	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	9/10
Abdel Ghafar MA et al., 2022	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	7/10

Tabla 3. Calidad de estudios observacionales según escala NOS.

AUTOR Y AÑO	SELECCIÓN				COMPARABILIDAD		RESULTADO			TOTAL
	1	2	3	4	1	2	1	2	3	
Zapata KA et al., 2019	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	6/9
Fang MQ et al., 2022	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	6/9
Larni Y et al., 2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	7/9