



**MÁSTER  
UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN  
Y MEDICINA  
CLÍNICA**



**FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

## **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Eficacia en el recentrado del Centro de  
Presiones tras un Programa de Ejercicios  
Específicos de Fisioterapia en pacientes con  
Escoliosis Idiopática del Adolescente**

**Alumna: García Delgado, Esther**

**Tutor: Poveda Pagán, Emilio José**

Curso: 2014-2015

## RESUMEN

**Introducción:** La escoliosis idiopática del adolescente se trata habitualmente de forma conservadora mediante tratamiento ortésico y ejercicios específicos de fisioterapia. Estos ejercicios tienen como uno de sus objetivos principales mejorar la estática del tronco. La plataforma de presiones es un sistema capaz de informarnos sobre la localización del centro de presiones y de las oscilaciones del mismo.

**Objetivo:** Estudiar la influencia de un programa de 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia en el recentrado del centro de presiones.

**Material y método:** La muestra estará formada por 180 pacientes con escoliosis idiopática del adolescente a los que se les realizará una valoración con una plataforma de presiones antes y después de un programa de 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia.

**Resultados de una serie de casos:** Se estudian dos adolescentes con escoliosis idiopática en las que se aprecia que tras 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia sólo se produce un recentrado del centro de presiones de una de ellas. La velocidad media de oscilación es la variable que menos varía tras el tratamiento.

**Palabras clave:** Equilibrio postural, Escoliosis idiopática del adolescente, Fisioterapia, Plataforma de presiones.

## ABSTRACT

**Summary of background data:** Adolescent idiopathic scoliosis is treated in a conservative way using orthopaedic treatment and physiotherapeutic specific exercises. One of the most important aims of these exercises is to improve trunk static balance. The force platform is a system which is able to inform about location and sway of the centre of pressure.

**Aim:** To study the influence of 12 sessions of physiotherapeutic specific exercises to locate in a more balanced position the centre of pressure.

**Methods:** A 180 adolescent with idiopathic scoliosis sample will be assessed with a force platform before and after receiving 12 sessions of physiotherapeutic specific exercises.

**Preliminary study of two cases report:** Two adolescent with idiopathic scoliosis were studied with the force platform and only one of them shows an improvement in the location of her centre of pressure. The mean sway speed is the variable which suffers the lowest variation.

**Keywords:** Postural balance, Adolescent idiopathic scoliosis, Physiotherapy, Force platform.



## INDICE

Resumen y palabras clave.....	pag. 2
Abstract and keywords.....	pag. 2
Introducción.....	pag. 5
Hipótesis.....	pag. 7
Objetivos.....	pag. 7
Material y método.....	pag. 8
Análisis de datos.....	pag. 11
Dificultades y limitaciones.....	pag. 12
Aspectos Éticos.....	pag. 13
Plan de trabajo y Equipo investigador.....	pag. 13
Memoria económica.....	pag.14
Estudio preliminar: serie de casos.....	pag. 14
Bibliografía.....	pag. 20
Anexo 1: Consentimiento informado.....	pag. 23
Anexo 2: Hoja de recogida de datos.....	pag. 27

## INTRODUCCIÓN

La escoliosis es un término general que comprende un grupo heterogéneo de condiciones que consisten en cambios en la forma y la posición de la columna, el tórax y el tronco. Hoy día se considera como una deformidad en tres dimensiones de la columna vertebral y del tronco; se produce una inclinación lateral en el plano frontal, una rotación en el plano axial y se producen cambios en las curvas fisiológicas en el plano sagital, con tendencia al dorso plano<sup>1</sup>. Se considera verdadera escoliosis cuando se objetiva un ángulo Cobb mayor de 10° medidos en radiografía antero-posterior de la columna vertebral<sup>1-4</sup>. El término de escoliosis idiopática fue introducido por Kleinberg en 1922, aplicándolo a todos aquellos pacientes a los que no ha sido posible determinar la enfermedad que causa la deformidad; de hecho, aparece en niños aparentemente sanos y puede progresar, en relación a múltiples factores, durante periodos de crecimiento rápido<sup>1</sup>. Se diagnostica descartando otras causas (neuromuscular, congénita, tumoral, infecciosa o sindrómica)<sup>5</sup>. Dentro de las teorías etiológicas, los estudios genéticos están cobrando cada vez más importancia para valorar las probabilidades de progresión de la escoliosis<sup>1,5</sup>.

La prevalencia de la escoliosis idiopática es de entre el 2-3% de la población, de las que el 89% son escoliosis idiopáticas del adolescente (EIA), de aparición entre los 10 y los 17 años<sup>1,3,5</sup>. La proporción es mayor en niñas que en niños, siendo mayor la diferencia al aumentar la magnitud de la curva: 1,3:1 en curvas entre 10°-20°, 5,4:1 en curvas entre 20°-30° y de 7:1 en curvas mayores de 30°<sup>1</sup>.

Uno de los signos clínicos de la escoliosis es el desequilibrio del tronco en el plano frontal, que se puede cuantificar en la telerradiografía antero-posterior de columna vertebral y de forma clínica con la distancia de la línea de plomada desde la referencia anatómica de la espinosa de C7 respecto al inicio de la línea del pliegue interglúteo (pudiendo quedar el tronco: centrado, a la derecha o a la izquierda). Este desequilibrio es mayor en curvas lumbares, seguido de las toracolumbares, torácicas, siendo las dobles curvas mayores las que menos desequilibrio lateral del tronco tienen. Cuanto más bajo es el ápex de la curva escoliótica, el

tronco está peor equilibrado<sup>6</sup>. Conocer el desequilibrio del tronco es importante ya que es un indicador pronóstico (a mayor desequilibrio, peor pronóstico) y también nos indica si la evolución es favorable o no<sup>1</sup>. Otra forma de valorar el desequilibrio del tronco es utilizando una plataforma de presiones, también denominada plataforma baropodométrica, que recoge información a cerca de la localización del centro de presiones (CdP) y de su oscilación para mantener la postura erguida. El CdP se define como la posición de la resultante de las fuerzas de reacción que ejerce nuestro cuerpo sobre la superficie de apoyo<sup>7,8</sup>, o dicho de otro modo, el punto en el suelo en el que se concentraría todo el peso de nuestro cuerpo<sup>9</sup>. Este punto oscila durante la posición erguida para que mantengamos el equilibrio. Las plataformas de presiones nos dan información de la localización del CdP y de sus oscilaciones en los planos antero-posterior y medio-lateral, así como de la velocidad de dichas oscilaciones. Un CdP con oscilaciones amplias nos sugiere un problema de equilibrio postural, mientras que si las oscilaciones suceden a velocidad elevada nos sugiere que existe una gran demanda energética del sistema neuromuscular para mantener el equilibrio postural<sup>10</sup>. Así, un análisis con la plataforma de presiones nos informa tanto del desequilibrio del tronco como del esfuerzo del sistema neuromuscular para mantener dicho equilibrio.

Los estudios con plataforma de presiones en pacientes con escoliosis nos revelan que dichos sujetos tienen peor estabilidad y se adaptan peor a los cambios de posición que los sujetos sanos<sup>11-14</sup>. También hay estudios que revelan que hay mayor: torsión de la pelvis, asimetría postural y desequilibrio postural en niñas con escoliosis que en controles sanos, medido mediante plataforma de presiones<sup>15</sup>. Al estudiar la marcha en sujetos con EIA hay estudios que nos muestran que durante la marcha los sujetos con escoliosis tienen tendencia a que su CdP quede en asimetría hacia la dirección de la curva principal en el eje medio-lateral (ML)<sup>7,16</sup>, evidenciándose un descentrado del CdP similar al estudiar el equilibrio estático<sup>17</sup>.

El tratamiento conservador de la escoliosis idiopática que combina el tratamiento ortopédico con ejercicios específicos de fisioterapia está ampliamente recomendado por las guías de práctica clínica<sup>1-5</sup>. Hay estudios en los que se muestra que el tratamiento conservador que combina tratamiento ortopédico con ejercicios, de acuerdo con los criterios de la Sociedad Científica Internacional de

Tratamiento Ortopédico y Rehabilitador de la Escoliosis (SOSORT), aumenta la eficacia del tratamiento: siendo posible no sólo evitar la progresión, sino mejorarla incluso (en un 46,5% para la EIA)<sup>18</sup>. En otro estudio retrospectivo se apreció que el tratamiento conservador iniciado precozmente puede mejorar la historia natural de la escoliosis idiopática juvenil (entre los 8-10 años), llegando a reducir la tasa de cirugía<sup>19</sup>. Estos ejercicios específicos de fisioterapia (a los que se refiere la bibliografía citada) se basan en el método de tratamiento tridimensional de la escoliosis desarrollado por K. Schroth; fundamentado en los principios de: elongación, enderezamiento asimétrico, respiración desrotatoria, facilitación y estabilización de la corrección conseguida<sup>20</sup>. Está dentro de las recomendaciones de tratamiento conservador de la escoliosis en la guía de práctica clínica de la SOSORT de 2011<sup>1</sup> y la guía de medicina basada en la evidencia del Instituto Científico Italiano de la Columna Vertebral (ISICO)<sup>2</sup>.

Al estudiar el estado del arte comprobamos que son varios los estudios que han empleado la plataforma de presiones para estudiar diferentes aspectos relacionados con la EIA pero no se ha hallado bibliografía que utilice los resultados sobre una plataforma de presiones para evaluar la eficacia de un programa de ejercicios específicos de fisioterapia para la EIA.

## **HIPÓTESIS**

Tras un tratamiento 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia basados en el método desarrollado por K. Schroth, habrá mejoras en los valores de posicionamiento y oscilaciones del CdP en sujetos con EIA; consiguiendo que el CdP esté más centrado, con menos oscilaciones y a menor velocidad media de oscilación.

## **OBJETIVOS**

Principal: Estudiar los efectos de un programa de 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia para la EIA sobre la localización y oscilaciones del CdP (longitud recorrida por el CdP, área abarcada por el CdP y velocidad media de oscilación del CdP).

Secundarios: Estudiar si hay correlación entre los datos de localización del CdP que informa la plataforma de presiones y la medida clínica de desequilibrio del tronco mediante una plomada. Estudiar la influencia del: grado de maduración de la columna vertebral (signo de Risser), grados Cobb de la curva principal y horas semanales de práctica de actividades deportivas en los resultados de posición y oscilaciones del CdP (descritos en el objetivo principal).

## MATERIAL Y MÉTODO

Estudio observacional cuasi-experimental antes-después; en el que los propios sujetos son su grupo control al evaluar las diferencias en las variables estudio antes y después del tratamiento propuesto.

El estudio se llevará a cabo en el Servicio de Rehabilitación del Hospital Santa María del Rosell, dentro del complejo hospitalario de Cartagena entre los meses de septiembre de 2015 y septiembre de 2017.

La muestra será obtenida de la lista de espera de la Escuela de Espalda del Servicio de Rehabilitación del hospital Santa María del Rosell atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de EIA</li> <li>• Capacidad para entender y ejecutar el programa de ejercicios específicos de fisioterapia</li> <li>• Firma de consentimiento informado por parte de padres/tutores legales del menor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones y/o deformidades concomitantes que puedan comprometer el equilibrio postural</li> <li>• Dolor en el momento de la toma de datos</li> <li>• Tratamiento previo con corsé</li> <li>• Tratamiento previo con fisioterapia</li> </ul>

EIA: Escoliosis idiopática del adolescente

Los pacientes serán incluidos en el estudio por el orden de entrada en lista de espera. Se calcula el tamaño muestral mediante el programa EPIDAT 4.1, para comparar medias en muestras independientes con varianzas iguales. Se toma la diferencia de medias a detectar de al menos 4mm, que es la diferencia mínima objetivable del desequilibrio del tronco propuesta por McLean y cols en su estudio de 1996<sup>21</sup>. La desviación estándar de 12,32 mm se toma de los datos basales del



grupo control del estudio de Romero-Franco y cols de 2013<sup>22</sup>, que utiliza el mismo modelo de plataforma y el mismo protocolo de registro de datos que utilizamos en el presente estudio. Así, el tamaño muestral es de 150 sujetos, con un nivel de confianza del 95% y una potencia estadística del 80%. Se añade un 20% más de sujetos para contrarrestar las pérdidas previstas que ocurran a lo largo del estudio, quedando un tamaño muestral de 180 sujetos, número de pacientes al que se espera llegar, habiendo calculado la entrada en lista de espera de 2 pacientes a la semana con criterios de inclusión.

Las variables objeto de estudio serán:

- Posición media del CdP en los ejes antero-posterior (AP) y medio-lateral (ML), longitud total recorrida por el CdP, área cubierta por el CdP y velocidad media de las oscilaciones del CdP, todas estas variables medidas con una plataforma de presiones Freemed® modelo Base, con una superficie de sensores de 400mm x 400mm. Los datos se obtienen mediante el software FreeStep® versión 1.3.17.
- Desequilibrio del tronco, medido de forma clínica con una plomada colocada desde la espinosa de la séptima vértebra cervical y midiendo la distancia en mm desde la plomada al inicio del pliegue interglúteo.
- Otras variables a tener en cuenta en el análisis: Peso, altura, edad y sexo. Características radiológicas de la curva escoliótica; grados Cobb, vértebras límite y ápex, signo de Risser (que nos indica la maduración ósea de la columna vertebral, siendo Risser 0 prepuberal y Risser 5 madurez completada y sabiendo que las curvas tienden a ser más progresivas cuando el Risser está entre 0 y 2)<sup>1</sup>y prácticas deportivas habituales durante el último año (expresadas en horas/semana).

El protocolo de toma de datos se realizará cegando al investigador que aplica los ejercicios de fisioterapia de los datos obtenidos de la plataforma de presiones. No es posible cegarlo del resto de datos, puesto que son imprescindibles para la aplicación adecuada de los ejercicios específicos de fisioterapia. Será otro investigador el que realice los registros y recoja los datos de la plataforma de presiones. Los datos radiológicos serán facilitados por un tercer investigador.

En la primera valoración, y tras haber firmado previamente la hoja de Consentimiento Informado (Anexo 1), se realizan los registros en la plataforma de

presiones. Para ello se le pide al paciente que se sitúe descalzo sobre la plataforma y se estandariza la posición de los pies aplicando un molde de madera que mantiene los talones separados 55mm e imprime una apertura de ambos pies de 30°. A continuación se estandariza la postura pidiendo que balancee sus brazos suavemente adelante y atrás tres veces y los deje en una posición cómoda, que flexione y extienda su cabeza tres veces y la deje después en una posición cómoda con la mirada dirigida al frente, que tome aire despacio tres veces y quede en una posición cómoda y que trague saliva<sup>23</sup>. Después de estandarizar la posición de los pies y la postura, le pedimos que fije su mirada al frente, a una referencia en la pared a dos metros, y permanezca en esta posición durante 51,2 segundos que dura el registro de datos. Después se realiza otro registro de datos en idéntica posición y durante otros 51,2 segundos, pero con ojos cerrados. Los datos son recogidos a una frecuencia de 100 Hz aplicando un filtro de 20 Hz. Nos aseguraremos que el sujeto no ha realizado actividad física intensa en las últimas 24 horas, ya que puede alterar los resultados por agotamiento del sistema neuromuscular<sup>22</sup>. También se realizará la medición siempre en la misma franja horaria de mitad de la tarde, ya que es cuando se ha demostrado que los valores son mejores<sup>24</sup>. En esta misma primera valoración se realiza también la medición clínica habitual que incluye la valoración del desequilibrio del tronco con la plomada (que se toma en la misma posición estandarizada que se emplea para realizar los registros con la plataforma de presiones), así como se toman los datos referentes a prácticas deportivas en el último año mediante entrevista clínica.

Después, el paciente recibe 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia, de lunes a jueves durante 3 semanas. Los ejercicios se realizan en grupo y en la sala de la Escuela de Espalda del Hospital Santa María del Rosell de Cartagena. Dichos ejercicios, basados en los principios descritos por K. Schroth en su método de tratamiento tridimensional de la escoliosis, se describen a continuación:

- Ejercicio en decúbito lateral sobre el lado cóncavo de la curva torácica o del lado convexo si la curva es lumbar o toraco-lumbar. Con ayuda de correcciones pasivas (saquitos) que ayudan a abrir las zonas colapsadas. Se realizan contracciones activas que enderezan asimétricamente el tronco buscando una nueva simetría. Se acompaña de respiración desrotatoria, estímulos de facilitación táctil, visual y órdenes verbales que tienden a

reforzar dicha corrección y contracciones musculares que provocan un trabajo excéntrico de las zonas colapsadas del tronco, facilitando su apertura. El ejercicio lleva un ritmo de respiraciones profundas que refuerzan la corrección. Se mantiene durante 10 minutos.

- Ejercicio en bipedestación con palos, que genera desequilibrio del tronco para provocar contracción excéntrica de la región colapsada/cóncava lumbar (de elección en curvas lumbares y toraco-lumbares principales). Se realizan contracciones de 15 segundos y se descansan otros 15 segundos, manteniendo el ejercicio 10 minutos.
- Ejercicio en sedestación con palos, en los que el sujeto realiza un enderezamiento asimétrico del tronco buscando una nueva simetría y añade a esto la respiración desrotatoria y la estabilización de la corrección mediante la ayuda de los palos (de elección en curvas dorsales principales). Se mantiene un ritmo respiratorio lento que refuerce la corrección durante 10 minutos.
- Ejercicio de estiramiento de la musculatura isquiosural con control de la columna lumbar. Manteniendo 15 segundos cada estiramiento, alternado cada miembro inferior y realizando un total de 20 repeticiones.

Tras 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia, se realiza una nueva medición en la plataforma, dejando transcurrir 24 horas tras la última sesión y asegurándonos que el sujeto no ha realizado actividad física intensa en las últimas 24 horas, tomando así la misma referencia que para la primera valoración.

Todos los datos son recogidos en la hoja de datos (Anexo 2), donde se enmascara la identidad del paciente, pudiendo identificarse sólo por su número de historia clínica.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Para el objetivo principal se utilizará el análisis mediante t de Student para comparar medias antes y después de la posición media del CdP en el eje ML (Xmedia) y AP (Ymedia).

Para los objetivos secundarios se realizará una regresión simple, calculando el coeficiente de correlación de Pearson entre las medidas de la Xmedia y la distancia medida con la plomada. También se realizará un análisis de varianza

(ANOVA) para comparar las medidas de Xmedia, Ymedia, Longitud CdP, Área CdP y velocidad CdP, con las siguientes covariables: Risser, horas semanales de práctica deportiva y grados Cobb de la curva principal. Previamente se realizará un test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la distribución normal de las variables. La significación estadística se fijará en una  $p < 0,05$  y los intervalos de confianza al 95%. Se elige un análisis por intención de tratar y se registrarán y analizarán las causas de los abandonos. Los análisis estadísticos serán realizados con el programa IBM® SPSS® Statistic 22.

#### **DIFICULTADES Y LIMITACIONES:**

El estudio cuenta con la limitación de no tener grupo control como tal, pero sabemos que la escoliosis no va a sufrir cambios importantes en tres semanas, según su historia natural<sup>1-5</sup>, por lo que no tiene tanta importancia la ausencia de grupo control; en este caso podemos considerar adecuado que los mismos sujetos sean sus controles. En cuanto al cegamiento no es posible cegar al paciente ni al fisioterapeuta que aplica los ejercicios específicos de fisioterapia respecto a dicho tratamiento. Se intenta minimizar este hecho enmascarando la identidad del paciente durante el análisis de datos y designando un investigador diferente para los registros de la plataforma y otro para la medición de las variables radiológicas. Se ha elegido un periodo de tratamiento relativamente corto para comprobar los efectos a corto plazo del tratamiento con este tipo de ejercicios y si es posible objetivar cambios en tan poco tiempo de tratamiento, ya que los resultados presentados en otras publicaciones son resultados a largo plazo<sup>18,19</sup>. Esto puede ser una dificultad a la hora de generalizar resultados, ya que la evolución de la EIA requiere de un seguimiento más largo. Otra dificultad a la hora de generalizar resultados, es que la evolución de la EIA depende del momento de madurez en el que nos encontremos y de la magnitud de la curva escoliástica en grados Cobb (que es el Gold Standard para la valoración de la escoliosis<sup>1-5</sup>). Para minimizar este hecho decidimos incluir en el análisis de datos la covariable el signo de Risser, que nos indica el grado de madurez de la columna vertebral y los grados Cobb, medidos en telerradiografía de la columna vertebral. Como también puede influir el grado de sedentarismo en los resultados de estabilidad corporal en bipedestación,

analizaremos como covariable las horas semanales de práctica deportiva durante el último año.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

El estudio fue aprobado por los Comités Éticos tanto del Complejo Hospitalario de Cartagena, como por el de la Universidad Miguel Hernández de Alicante. Todos los sujetos objeto de estudio así como los padres tutores de los mismos, puesto que son menores de edad (entre 10 y 17 años), serán informados y firmarán la hoja de consentimiento informado (anexo 1) previamente a la inclusión en el estudio y a la toma de datos.

## **PLAN DE TRABAJO Y EQUIPO INVESTIGADOR**

En una primera etapa (de septiembre de 2015 a junio de 2017) se procederá a la recogida de datos reclutando a todos los sujetos, que cumplan los criterios de inclusión/exclusión ya descritos, por el orden en el que se encuentran en la lista de espera. Se prevé recoger datos de entre 180 y 200 pacientes, para poder aspirar a llegar al tamaño muestral calculado. Esta previsión se basa en la inclusión de al menos 2 pacientes semanales con criterios de inclusión. En la recogida de datos participarán tres investigadores:

Dr. D. Francisco Pérez Fernández, jefe del Servicio de Rehabilitación del Complejo Hospitalario de Cartagena, procederá a realizar el diagnóstico de Escoliosis Idiopática del Adolescente y a realizar la medición radiológica que determine signo de Risser, grados Cobb, vértebras límite y vértebras ápex de las curvas escolióticas. Esto se realiza previamente a la inclusión del paciente en la lista de espera.

D. Sebastián Peris Sánchez, fisioterapeuta, realizará las mediciones con la plataforma de presiones, que es de su propiedad y que cede gratuitamente para el estudio.

Dña. Esther García Delgado, fisioterapeuta e investigadora principal del proyecto, será la encargada de la medición clínica del desequilibrio del tronco con la plomada, la recogida de datos sobre actividades deportivas y de la aplicación de los ejercicios específicos de fisioterapia.

Tras la recogida de datos se abrirá la etapa de análisis de datos (de julio a septiembre de 2017), y de redacción de resultados y discusión de los mismos, en los que participará todo el equipo investigador ya mencionado, así como dos investigadores del Centro de Investigación Traslacional en Fisioterapia de la Universidad Miguel Hernández de Alicante (UMH): D. Emilio José Poveda Pagán, Doctor por la Universidad Miguel Hernández de Alicante, profesor en la misma universidad y tutor de este Trabajo Fin de Máster, y D. Carlos Lozano Quijada, Fisioterapeuta. Ambos investigadores participan tanto del diseño como del análisis e interpretación de los resultados.

Será a partir de la finalización del estudio cuando el equipo investigador plantee la publicación del mismo a una revista indexada, y la difusión de los resultados en congresos afines al tema; incluso cuando los resultados no sean favorables a la terapia estudiada.

### **MEMORIA ECONÓMICA**

Las mediciones clínicas se desarrollan dentro del ámbito laboral del Servicio de Rehabilitación del complejo hospitalario de Cartagena (Murcia) y la plataforma de presiones es cedida para la investigación por el investigador que recoge los datos con la misma: D. Sebastián Peris Sánchez. Por todo ello este proyecto carece de memoria económica como tal.

### **ESTUDIO PRELIMINAR: SERIE DE CASOS**

Se realiza un estudio preliminar descriptivo en forma de serie de casos.

La muestra inicial está compuesta por cuatro niñas con diagnóstico de EIA que se reclutan desde la lista de espera de la Escuela de Espalda del servicio de Rehabilitación del hospital Santa María del Rosell, dentro del complejo hospitalario de Cartagena. Los criterios de inclusión y exclusión son los ya descritos en el diseño del proyecto: diagnóstico de EIA, firma de consentimiento informado por parte de los padres y/o tutores, capacidad para entender y ejecutar los ejercicios específicos de fisioterapia propuestos. Los criterios de exclusión fueron: dolor en el momento de la toma de datos (ya que sabemos que empeora los parámetros de estabilidad medidos con la plataforma)<sup>9</sup>, alteraciones o deformidades que puedan alterar la estática postural y tratamiento con corsé (aunque hay estudios que

revelan que no hay diferencias significativas en los valores de estabilometría medidos con corsé y sin corsé en pacientes con EIA<sup>25</sup>)o fisioterapia previos. De la muestra de 4 niñas, una de ellas sólo acudió a la primera valoración, y otra se desestimó por encontrar alteraciones de miembros inferiores (rodillas en valgo pronunciado) no nombradas en su historia clínica y que provocaban una imposibilidad de estandarizar la posición de los pies con el instrumento de madera mencionado en la descripción de la toma de datos, dentro del apartado de material y método.

Las características basales de las dos niñas incluidas en el estudio se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características basales.

	Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (cm)	Signo de Risser	Tipo escoliosis	Ápex curva ppal	Desequilibrio del Tronco	Deporte (horas/sem)
Sujeto 1	13	49	158,5	2	EDD: 10° EDLI: 14°	T12	10 mm izquierda	5
Sujeto 2	11	36,5	146,5	0	EDD: 14° ELI: 26°	L2	20 mm izquierda	0

EDD: escoliosis dorsal de convexidad derecha; EDLI: escoliosis dorso-lumbar de convexidad izquierda; ELI: escoliosis lumbar de convexidad izquierda; Ápex curva ppal: vértebra ápex de la curva con más grados Cobb.

Durante la recogida de datos se realizan tres registros de estabilometría con la plataforma de presiones: uno antes del tratamiento de ejercicios específicos de fisioterapia (M1), otro tras tres sesiones de tratamiento (M2), y otro después de 3 semanas de tratamiento (el sujeto 1 había recibido 11 sesiones y el sujeto 2 había recibido 14 sesiones). Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados estudio preliminar.

	M1	M2	M3	$\Delta$ M1-M3	$\Delta$ M1-M2	$\Delta$ M2-M3
Sujeto 1 OA						
Xmedia	-6,72	-9,12	4,39	11,11*	-2,4	13,51*
Ymedia	-16,83	-15,48	-19,78	-2,95	1,35	-4,3
Longitud CdP	1004,95	999,75	905,41	-99,54*	-5,2	-94,34*
Área CdP	23,91	83,72	115,52	91,61*	59,81*	31,8
Velocidad CdP	21,52	21,52	19,51	-2,01	0	-2,01
Sujeto 1 OC						
Xmedia	-9,27	-7,21	3,49	12,76*	2,06	10,7*
Ymedia	-19,17	-14,33	-19,76	-0,59	4,84	-5,43
Longitud CdP	1068,03	1016,05	842,48	-225,55*	-51,98*	-173,57*
Área CdP	69,68	33,49	49,32	-20,36	-36,19	15,83
Velocidad CdP	22,84	21,75	18,06	-4,78	-1,09	-3,69
Sujeto 2 OA						
Xmedia	-10,75	-9,55	-11,32	-0,57	1,2	-1,77
Ymedia	-21,44	-20,57	-40,92	-19,48*	0,87	-20,35*
Longitud CdP	1043,07	1034,26	1063,76	20,69	-8,81	29,5
Área CdP	291,1	160,38	129,69	-161,41*	-130,72*	-30,69
Velocidad CdP	22,29	22,4	22,69	0,4	0,11	0,29
Sujeto 2 OC						
Xmedia	-10,08	-4,45	-13,44	-3,36*	5,63*	-8,99*
Ymedia	-25,82	-21,4	-39,57	-13,75*	4,42	-18,17*
Longitud CdP	1111,15	1058,3	1201	89,85*	-52,85	142,7*
Área CdP	213,57	368,1	207,26	-6,31	154,53*	-160,84*
Velocidad CdP	23,58	22,9	25,65	2,07	-0,68	2,75

M1: medida pre-tratamiento; M2: medida tras 3 sesiones; M3: medida post-tratamiento (en el caso del sujeto 1: 11 sesiones y en el caso del sujeto 2: 14 sesiones);  $\Delta$  M1-M3: diferencia entre M1 y M3;  $\Delta$  M1-M2: diferencia entre M1 y M2.;  $\Delta$  M2-M3: diferencia entre M2 y M3.; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; CdP: Centro de Presiones; Xmedia (mm): valor medio del CdP sobre el eje x; Ymedia (mm): valor medio del CdP sobre el eje y; Longitud CdP (mm): longitud total que recorre el CdP en el tiempo que dura el registro (51,2 seg.); Área CdP (mm<sup>2</sup>): área total que abarca el CdP en el tiempo que dura el registro (51,2 seg.); Velocidad CdP (mm/seg): velocidad media de oscilación del CdP. El asterisco (\*) indica cambios significativos.

Para el análisis de estos resultados tomamos como referencia los valores de desviación estándar basales descritos en un grupo de deportistas en el estudio de



Romero-Franco y cols de 2013<sup>22</sup>. Consideraremos significativos cambios por encima de: 2,75 mm para la Xmedia, 12,32 mm para la Ymedia, 60,7 mm para la Longitud del CdP, 49,25 mm<sup>2</sup> para el área del CdP, y 14,20 mm/seg para la velocidad media del CdP.

Atendiendo al primer objetivo del estudio, observamos que sólo se produce un recentrado del CdP en el eje ML (Xmedia) que podamos considerar significativo en el sujeto 1 tanto en el registro con ojos abiertos, como en el registro con ojos cerrados. En ambos se consigue un recentrado del CdP que en la primera valoración (M1) con ojos abiertos era negativo (-6,72 mm), lo que indica un desequilibrio a la izquierda, que es hacia donde se encuentra su curva principal y el desequilibrio medido con la plomada, ver tabla 2, y en la última valoración (M3) con ojos abiertos llega a hacerse positivo (4,39 mm) lo que indica que se encuentra un poco hacia la derecha. En el sujeto 2 no ocurre así, no siendo significativos los cambios con ojos abiertos al comparar ninguna de las tres valoraciones, aunque sí se observan cambios significativos en los registros con ojos cerrados; donde se aprecia un recentrado tras 3 sesiones (pasa de -10,08 mm a -4,45 mm) pero la posición media en el eje ML empeora respecto a la valoración inicial tras 14 sesiones (M3), ya que es aún más negativa que en M1 (pasa de -10,08 mm a -13,44 mm).

Para los objetivos secundarios no se puede realizar análisis de datos, por haber recogido datos sólo de dos sujetos. De cualquier modo sí apreciamos que el sujeto con un valor más alto de la Xmedia tenía también un valor más alto del desequilibrio del tronco medido con la plomada, y que la dirección del desequilibrio es la misma: valores negativos de Xmedia significan una posición en el eje ML hacia la izquierda. Esto coincide también con la convexidad de la curva con más grados dentro del mismo sujeto (ver tablas 2 y 3). Conocemos que el ápex de la curva principal también influye en el desequilibrio del tronco, siendo mayor cuanto más caudal sea la vértebra ápex<sup>6</sup> y en este caso la curva principal del sujeto 2 tiene un ápex más bajo (L2) que el de la curva principal del sujeto 1 (T12) y tiene una magnitud mayor en ángulos Cobb (26°) que la del sujeto 1 (14°), ver tabla 2.

Otra diferencia importante entre los dos sujetos son las horas de práctica deportiva a la semana; en el caso del sujeto 1 son 5 horas semanales, mientras que el sujeto 2 no realiza ninguna práctica deportiva de forma habitual. Esto podría

influir en una ejecución más precisa de los ejercicios, pudiendo resultar más beneficiosos.

Ambos sujetos se encuentran dentro del margen de madurez que es considerado con riesgo de progresión (Risser entre 0 y 2), ver tabla 2. Pero este riesgo de progresión sabemos que también varía dentro de este margen: según los criterios de la guía de Consenso de la SOSORT de 2011<sup>1</sup>, el sujeto 1 tiene en torno a un 10% de posibilidades de que la curva progrese, mientras que el sujeto 2 tiene un 60% de posibilidades de progresar. Por tanto sabemos que la escoliosis del sujeto 2 tiene más posibilidades de progresar que la del sujeto 1. No conocemos la influencia exacta que esto puede tener los valores de la estabilometría, pero podemos suponer que pueden existir ciertas diferencias que tiendan a dar valores peores en aquellos sujetos con curvas con más posibilidades de progresar.

Otro dato a destacar es que no hay diferencias significativas en ninguno de los sujetos respecto a la velocidad media de oscilación del CdP, que nos informa del requerimiento energético del sistema neuro-muscular para mantener el equilibrio. En estos casos parece que dicho requerimiento no se modifica ni cambiando la condición ojos abiertos o cerrados, ni tras 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia.

La variable que nos informa de la precisión del control motor es el área, que en el caso del sujeto 1 no sólo no se reduce, sino que aumenta de forma significativa, tanto en la valoración con ojos abiertos como con ojos cerrados. Mientras que en el sujeto 2 sí hay una reducción significativa del área durante el registro con ojos abiertos. Esto coincide con los resultados obtenidos por Sahlstrand y cols en 1978, en el que los sujetos con curvas de pequeña magnitud mostraban más oscilaciones que los sujetos con curvas escolióticas de mayor magnitud<sup>14</sup>. La interpretación de estos datos aislados es de esperar que sea muy imprecisa, pero nos planteamos la posibilidad que el programa de ejercicios mejora el control motor en aquellas escoliosis con peor control motor (los valores basales del sujeto 2 son significativamente peores que los del sujeto 1). También los resultados nos pueden llevar a pensar que hay posibilidades de que al recentrar el CdP se produzca una alteración de la precisión del control motor en aquellos sujetos que practican deporte habitualmente y que estaban acostumbrados a un control motor preciso de la localización antigua del CdP y que

tendrán que realizar un esfuerzo mayor para mantener con precisión el CdP con una posición nueva. No hemos encontrado estudios que apoyen o desmientan estas hipótesis a cerca de los resultados en el área cubierta por el CdP.

A modo de conclusión queremos resaltar la necesidad de realizar estudios con suficiente tamaño muestral para poder realizar estimaciones más precisas que nos lleven a plantear nuevas cuestiones sobre la etiología y evolución de la EIA. Estudios como el planteado en el presente proyecto pueden plantear nuevas formas de valoración de la EIA que tiendan a minimizar las radiaciones que sufren los pacientes por los controles radiológicos<sup>26</sup>.



## BIBLIOGRAFIA

1. Negrini S., Aulisa A.G., Aulisa L., Circo A.B., de Mauroy J.C., Durmala J., et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis*. 2012 Jan 20;7(1):3.
2. Atanasio S., Negrini A., Negrini A., Negrini A., Negrini G., Negrini S. Et al. The Evidence-Based ISICO Approach to Spinal Deformities. ISICO (Italian Scientific Spine Institute); 2007.
3. Ariza G., Bago J., Bras J., Cabré J., Giner C. Guies de pràctica clínica i material docent: Escoliosis idiopàtica. Generalitat de Catalunya: Institut Català de la Salut; 2004.
4. Biot B., Bollini G., Clément J.L., Dargencourt M.M., Guillaumat M. Guide-Affection de longue durée: Scoliose structurale évolutive (dont l'angle est égal ou supérieur à 25°) jusqu'à maturation rachidienne. Haute Autorité de Santé; 2008.
5. Álvarez Ll., Núñez A., Escoliosis idiopàtica. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2011;13(49):135-46.
6. Gauchard G.C., Lascombres P., Kuhnast M., Perrin P. Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 May 1;26(9):1052-8.
7. Chockalingam N., Bandi S., Rahmatalla A., Dangerfield P.H., El-Nasri A. Assesment of the centre of pressure pattern and moments about S2 in scoliotic subjects during normal walking. *Scoliosis*. 2008 Aug 12;3:10.
8. Ruhe A., Fejer R, Walker B. The test-retest reliability of the centre of pessure measures in bipedestal static task conditions – A systematic review of the literature. *Gait and posture*. 2010 Oct;32(4):436-45.
9. Ruhe A., Fejer R., Walker B. Centre of pressure excursión as a mesure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *Eur Spine J*. 2011 Mar;20(3):358-68.

10. Dalleau G., Damavandi M., Leroyer P., Verkindt C., Rivard C.H., Allard P. Horizontal body and trunk center of mass and standing balance in scoliotic girls. *Eur Spine J.* 2011 Jan;20(1):123-8.
11. Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Allard P, Mesure S. The influence of adolescent idiopathic scoliosis on the dynamic adaptive behaviour. *Neurosci Lett.* 2008 Dec 12;447(2-3):158-63.
12. Simoneau M., Richer N., Mercier P., Allard P., Teasdale N. Sensory deprivation and balance control in idiopathic scoliosis adolescent. *Exp Brain Res.* 2006 Apr;170(4):576-82.
13. Simoneau M., Mercier P., Allard P., Teasdale N. Altered sensory weighing mechanisms is observed in adolescent with idiopathic scoliosis. *BMC Neurosci.* 2006 Oct 19;7:68.
14. Sahlstrand T., Örtengren R., Nachemson A. Postural equilibrium in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand.* 1978 Aug;49(4):354-65).
15. Stylianides G.A., Dalleu G., Begon M., Rivard C-H., Allard P. Pelvic morphology, body posture and standing balance characteristics of adolescent able-bodied and idiopathic scoliosis girls. *PLoS One.* 2013 Jul 17;8(7):e70205. doi: 10.1371/journal.pone.0070205.
16. Chockalingam N., Rahmatalla A., Dangerfield P., El-Nasri A. Can Posture Analysis Point Towards Curve Progression in Scoliotic Subjects? *Stud Health Technol Inform.* 2006;123:201-6.
17. Silferi V., Rougier P., Labelle H., Allard P. Postural control in idiopathic scoliosis: comparison between healthy and scoliotic subjects. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2004 May;90(3):215-25.
18. Negrini S., Donzelli S., Lusini M., Minnella S., Zaina F. The effectiveness of combined bracing and exercise in adolescent idiopathic scoliosis based on SRS and SOSORT criteria: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014 Aug 6;15:263.
19. Fusco C., Donzelli S., Lusini M., Salvatore M., Zaina F., Negrini S. Low rate of surgery in juvenile idiopathic scoliosis treated with a complete and tailored conservative approach: end-growth results from a retrospective cohort. *Scoliosis.* 2014 Aug 18;9:12.

20. Weiss H.R., Rigo M. Fisioterapia para la escoliosis: basada en el diagnóstico. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2004.
21. McLean I.P., Gillan M.G., Ross J.C., Apsden R.M. A comparison of methods for measuring trunk list: a simple plumbline is the best. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 Jul 15;21(14):1667-70.
22. Romero-Franco N., Martínez López E.J., Lomas-Vega R., Hita-Contreras F., Osuna-Pérez M.C., Martínez-Amat A. Short-Term effects of proprioceptive training with unstable platform on athletes' stabilometry. *J Strength Cond Res*. 2013 Aug;27(8):2189-97.
23. Lewis J.S., Valentine R. Clinical measurement of the thoracic kyphosis. A study of the intra-rater reliability in subjects with and without shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010 Mar 1;11:39.
24. Baccouch R., Zarrouk N., Chtourou H., Rebai H., Sahli S. Time-of-day effects on postural control and attentional capacities en children *Physiol Behav*. 2015 Apr 1;142:146-51.
25. Sadeghi H., Allard P., Barbier F., Chavet P., Gatto L., Hivard Rivard C., Hinse S., Simoneau M. Bracing has no effet on standing balance in females with adolescent idiopathic scoliosis. *Med Sci Monit*. 2008 Jun;14(6):CR293-298.
26. Grosso C., Negrini S., Boniolo A., Negrini A.A. The validity of clinical examination in adolescent spinal deformities. *Stud Health Technol Inform*. 2002;91:123-5.

## ANEXO 1. HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

### **HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE**

**TÍTULO DEL ESTUDIO:** Eficacia en el recentrado del centro de presiones tras un programa de ejercicios específicos de fisioterapia en pacientes con escoliosis idiopática del adolescente.

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Esther García Delgado. Fisioterapeuta

**CENTRO:** Complejo Hospitalario Santa María del Rosell- Santa Lucía. Cartagena

#### **1. INTRODUCCION**

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente de acuerdo a la legislación vigente.

Nuestra intención es tan solo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación. Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

#### **2. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA**

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

#### **3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO:**

Se pretende estudiar los cambios en la postura tras la realización de 12 sesiones de ejercicios específicos de fisioterapia. Para ello se evaluará la postura antes y después de dichos ejercicios mediante una plataforma de presiones.

#### **4. BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

No hay ningún riesgo derivado de este estudio puesto que no se hará ninguna intervención fuera de los procedimientos habituales, salvo la medida de la postura sobre la plataforma de presiones ubicada en el servicio de Otorrinolaringología de este complejo hospitalario, y en la que usted sólo tendrá que mantenerse erguido sobre la plataforma durante entre 90 segundos y 5 minutos mientras se realiza la medida.

Los beneficios se derivan de un mejor conocimiento de la escoliosis así como del efecto de los tratamientos habituales y, en consecuencia, la posibilidad de diseñar mejores tratamientos para su alivio.

#### **5. CONFIDENCIALIDAD**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio.

Sólo se transmitirán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, nº de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio/colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.



Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo su médico del estudio/colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna.

Igualmente, se le informa que se han tomado por el promotor del estudio/ensayo todas las medidas de seguridad establecidas en el Real Decreto REAL DECRETO 1720/2007, de 21 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal y que está sometido a todas las prescripciones que les sean aplicables previstas en la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

## **6. REVOCACIÓN Y DESISTIMIENTO**

Se le informa igualmente que el presente consentimiento puede ser revocado, totalmente o para determinados fines, en cualquier momento. Cuando la revocación se refiera a cualquier uso de la muestra, se procederá a su inmediata destrucción, sin perjuicio de la conservación de los datos resultantes de las investigaciones que se hubiesen realizado con carácter previo.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas a cualquiera de los investigadores responsables y en cualquier momento durante su participación en él.

Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

## **7. COMPENSACIÓN ECONÓMICA**

Ni los investigadores ni los pacientes recibirán retribución alguna por este estudio.

Yo (nombre y apellidos)

.....

en calidad de padre/madre, tutor/a o representante de (nombre y apellidos del menor)

.....  
.....

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con:

.....

(nombre del investigador)

Comprendo que la participación del menor es voluntaria.

Comprendo que el menor puede retirarse del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

- Presto libremente mi conformidad para que mi hijo/a, representado/a participe en el estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de sus datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

Nombre y firma del paciente:

Nombre y firma del padre/madre, tutor/a o representante del menor:

Nombre y firma del investigador/a:

En Cartagena a ..... de ..... de 2015.

ANEXO 2. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS.

**HOJA DE RECOGIDA DE DATOS**

SUJETO N°: Fecha: ____/____/____
-------------------------------------

NHC:\_\_\_\_\_.

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Sexo: mujer/hombre.

Prácticas deportivas habituales: \_\_\_\_\_ horas/semana.

**Diagnóstico radiográfico:**

-Fecha del estudio radiológico: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

-Risser: 0-1-2-3-4-5

-Escoliosis Dorsal: no/si

Convexidad: dcha/izq

Vertebra límite superior: \_\_\_\_\_.

Vértebra límite inferior: \_\_\_\_\_.

Vértebra ápex: \_\_\_\_\_.

-Escoliosis lumbar: no/si

Convexidad: dcha/izq

Vértebra límite superior: \_\_\_\_\_.

Vértebra límite inferior: \_\_\_\_\_.

Vértebra ápex: \_\_\_\_\_.

**Distancia clínica de la línea de plomada desde C7 a inicio interglúteo:**

A la derecha: \_\_\_\_\_mm.

A la izquierda: \_\_\_\_\_mm.

**Medidas obtenidas de la plataforma de presiones:**

Posición media del CdP en plano ML (Xmedia) : \_\_\_\_\_mm.

Posición media del CdP en el plano AP (Ymedia): \_\_\_\_\_mm.

Área del CdP: \_\_\_\_\_mm<sup>2</sup>.

Longitud recorrida por el CdP: \_\_\_\_\_mm.

Velocidad media de oscilación del CdP: \_\_\_\_\_mm/seg.