



---

**Universidad de Valladolid**

**Escuela Universitaria  
de Fisioterapia**

**Campus de Soria**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA**

Grado en Fisioterapia

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**ABORDAJE DEL EQUILIBRIO EN UN  
PACIENTE PEDIÁTRICO CON  
MALFORMACIÓN DE ARNOLD CHIARI: A  
PROPOSITO DE UN CASO.**

Presentado por: Paula M<sup>a</sup> Blanco Orive.

Tutor: Rafael J. Curbelo Rodríguez.

Soria, a 1 de Julio de 2015.

## ÍNDICE:

1.RESUMEN.....	3
2.INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Fisiopatogenia.....	5
1.2 Clasificación.....	6
1.3 Clínica.....	7
1.4 Diagnóstico.....	9
1.5 Tratamiento.....	10
3.JUSTIFICACIÓN.....	13
4.OBJETIVOS.....	14
4. MÉTODOS.....	14
4.1 Búsqueda bibliográfica.....	14
4.2 Descripción del caso clínico.....	15
5.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
7. CONCLUSIONES.....	36
8. BIBLIOGRAFÍA.....	37
9. ANEXOS.....	40

## **1. RESUMEN.**

La malformación de Arnold Chiari es una enfermedad congénita, de baja incidencia, que consiste en una alteración a nivel de la base del cráneo que provoca una herniación del cerebelo y del tronco del encéfalo a través del foramen magnum.

Los pacientes la suelen presentar desde la infancia y da lugar a sintomatología muy diversa, según el nivel de afectación, entre la que se incluye: dolor de cabeza y cuello, ataxia, problemas de equilibrio, etc.

Este estudio pretende realizar una revisión bibliográfica actualizada sobre lo conocido de esta enfermedad en cuanto a fisiopatogenia, clasificación, clínica, diagnóstico y tratamiento. En este último, destacando la actuación desde el campo de la fisioterapia.

Se expone un caso clínico en el que se analiza su evolución a lo largo de sus primeros años de vida. Además, se ha realizado una valoración exhaustiva del mismo para observar las limitaciones que presenta, y se han planteado una serie de objetivos a trabajar para conseguir subsanarlas. En este caso la alteración del equilibrio es el principal déficit que presenta el paciente, y desencadena problemas en el correcto desarrollo de la motricidad gruesa.

Por último, se compara la intervención realizada con la evidencia existente de otras intervenciones similares. Se establecen aspectos a tener en cuenta para idear un tratamiento adecuado y se proponen otras alternativas que pueden complementar el tratamiento de mejora del equilibrio.

## **ABSTRACT.**

Arnold Chiari malformation is a congenital disease with low incidence, which consists of an alteration at the level of the skull base causing a herniation of the cerebellum and the brain stem through the foramen magnum.

The patients usually present it since childhood and it leads to very different symptoms, depending on the level of the impact, among which include: head and neck pain, ataxia, balance problems, etc.

This study aims to perform an update literature review, on what is known on this disease regarding pathogenesis, classification, clinical presentation, assessment and treatment, highlighting the performance from the field of physiotherapy.

It has been exposed a case in which it has been analyzed the evolution throughout their first years of life. In addition, it has conducted a thorough assessment to see the limitations .A number of objectives to work has been proposed. In this case, the loss of balance is the main deficit in the patient, and triggers problems in the proper development of gross motor skills.

Finally, the intervention performed is compared with the evidence of other similar interventions. There are different aspects to consider in order to find an appropriate treatment and many alternatives that can complement the treatment for improving balance

## **2. INTRODUCCIÓN.**

La malformación de Arnold Chiari se encuentra dentro de un amplio grupo de patologías llamadas malformaciones de la unión cráneo-cervical. Es una enfermedad congénita que afecta a ambos sexos y todas las etnias. Consiste en una alteración anatómica de la base del cráneo, en la que se produce herniación del cerebelo y del tronco del encéfalo a través del foramen magnum hasta el canal cervical.<sup>1</sup>

La enfermedad fue por primera vez descrita en 1891 por el doctor Hans Chiari<sup>2</sup>, el cual describió tres alteraciones del cerebelo asociadas con hidrocefalia. Los síntomas que Chiari describió fueron: dolor de cabeza, alteraciones sensitivas, vértigo, debilidad muscular en las extremidades, ataxia y desequilibrio debido a alteraciones auditivas.

Esta malformación ocurre durante el desarrollo embrionario durante la creación de los somitas mesodérmicos occipitales. Puede estar asociado a siringomielia (enfermedad crónica progresiva de la médula por la aparición de cavidades en ella al convertirse la sustancia gris en un tejido similar al conjuntivo) e hidrocefalia (aumento anormal del líquido cefalorraquídeo en las cavidades del cerebro).

La malformación de Arnold Chiari se considera una enfermedad rara debido a su baja incidencia inferior a cinco casos por cada 10.000 habitantes. La prevalencia en España (Orphanet,2014) es de cuatro personas cada 100.000 habitantes<sup>3</sup>. En Estados Unidos la prevalencia es de 300.000 casos. La frecuencia de diagnósticos en esta enfermedad está aumentando debido al uso de nuevos protocolos de técnicas de neuroimagen, aunque sigue habiendo una gran discusión en la literatura científica sobre el diagnóstico de este tipo de patologías, por lo que es importante realizar una revisión global de la misma.

### **1.1 Fisiopatogenia.**

No existe una teoría universalmente aceptada sobre la causa de esta patología, últimamente la hipótesis más aceptada defiende la existencia de una anomala en el desarrollo embriológico, caracterizada por una insuficiencia del mesodermo paraaxial que condicionaría el desarrollo postnatal de una fosa posterior reducida en su capacidad volumétrica. Además se considera una

enfermedad de tipo genético ya que hay una asociación familiar observada y una coexistencia con otras anomalías genéticas como el síndrome de Klippel-Feil o la acondroplasia. También se ha asociado un aumento de frecuencia en mujeres de los tipos I y II.

### **1.2 Clasificación.**

La clasificación de la malformación de Arnold Chiari se divide en cinco tipos según el documento de consenso “ Malformaciones de la unión cráneo – cervical ( Chiari tipo I y siringomielia)” <sup>1</sup> :

- **Malformación de Chiari tipo 0:** hay alteración del líquido céfalo raquídeo a la altura del foramen magnum. Suele asociarse a la aparición de siringomielia con o sin herniación amigdalara.
- **Malformación de Chiari tipo I:** hay herniación caudal de las amígdalas cerebelosas mayor de 5 mm por debajo del foramen magnum. Se asocia a hidrosiringomielia. No suele acompañarse de descenso del tronco del encéfalo o del cuarto ventrículo ni de hidrocefalia.

Dentro del tipo I se han descrito tres subtipos <sup>1,4</sup> en función de las diferentes presentaciones de la malformación:

- 1) En el primer subtipo, hay una hidrocefalia intrauterina que causa la herniación de las amígdalas. Los pacientes presentan la enfermedad en la infancia, con hidrocefalia y a menudo también con siringomielia.
- 2) En el segundo subtipo, existe una alteración en el desarrollo de la zona craneocervical. Se suelen presentar en la infancia tardía o en adultos jóvenes, suele haber dolores en la zona occipital, parálisis de pares craneales, alteraciones de disociación de sensibilidades, todas ellas secundarias a siringomielia.
- 3) En el tercer subtipo, existe una relación con deformidades en el foramen magnum, como invaginación de la base. Suele presentarse en adultos que desarrollan siringomielia y tienen dolores de cabeza con neuropatías craneales.

Es el subtipo más frecuente y se asocia a siringomielia en el 40-75% de los casos, y a la inversa el 90% de las siringomielias se asocian a la malformación de Chiari. Hay cuatro tipos de siringomielia:

- Tipo I: siringomielia con obstrucción del foramen magnum y dilatación del conducto central.
  - a) Asociada a Malformación de Chiari tipo I.
  - b) Asociada a otras anomalías del foramen magnum.
- Tipo II: siringomielia sin obstrucción del foramen magnum o idiopática.
- Tipo III: siringomielia asociada a otras enfermedades de la medula espinal.
- Tipo IV: hidromielia pura asociada a hidrocefalea.

- **Malformación de Chiari tipo II:** en este caso si hay herniación caudal a través del foramen magnum del vermis cerebeloso, tronco del encéfalo y cuarto ventrículo. Además existe hidrocefalia y mielomeníngeocele, y de forma menos frecuente puede darse también la aparición de hidrosiringomielia. Afecta al 0,02% de los nacimientos, y es dos veces más común en mujeres que en hombres. Suelen aparecer trastornos de la deglución, dificultad en el habla debido a periodos de apnea, crujidos respiratorios, debilidad a la hora de llorar, además, si se presenta con debilidad bilateral de las extremidades y pérdida de sensibilidad, en este caso, la disfagia y la ataxia son menos comunes.
- **Malformación de Chiari tipo III:** además de las anomalías intracraneales asociadas al subtipo II, existe encefalocele occipital.
- **Malformación de Chiari IV:** existe aplasia o hipoplasia del cerebelo (desarrollo defectuoso o falta de cerebelo) asociada con aplasia de la tienda del cerebelo.

### **1.3 Clínica.**

La malformación de Arnold Chiari se considera de tipo congénito ya que aparece intrauterino durante el embarazo. Aún así la mayoría de pacientes se mantienen asintomáticos hasta la segunda o tercera década de su vida. Aunque también pueden verse casos de niños cuyos síntomas comienzan en la primera etapa de la vida.

Existe una gran variedad entre las manifestaciones clínicas de esta enfermedad. La aparición de los síntomas suele ser repentina y es progresiva en el tiempo cursando con periodos de agudización y remisión. Puede darse tras un movimiento brusco de hiperextensión del cuello, tras una intervención quirúrgica, maniobra de Valsalva o trauma cervical.

Síntomas:

- Secundarios a alteración de la dinámica del líquido cefalorraquídeo: la más común es la cefalea suboccipital, y suele ser el síntoma de presentación más común (60-70% de los casos). Se caracteriza por ser de localización occipital, opresiva y aumenta con maniobras de Valsalva. Además pueden darse cervicalgias, con dolores profundos y punzantes en hombros, nuca, pecho y extremidades superiores. Otros síntomas que también pueden aparecer son: vértigos, acúfenos, aumento de presión en el oído, etc. En cuanto a la vista, los síntomas más frecuentes son: cefalea retroorbicular, diplopia, fopsias, visión borrosa y fotofobia.
- Debidos a compresión de la médula o el bulbo raquídeo: se deben al compromiso de vías motoras, sensitivas o de pares craneales bajos. En este grupo destacan:
  - Debilidad muscular y espasticidad en las cuatro extremidades: 44% de los casos en las extremidades superiores y un 39% en las extremidades inferiores.
  - Alteraciones sensitivas en extremidades superiores: parestesias en el 61% de los casos, siendo el síntoma más frecuente tras las cefaleas.
  - Caídas sin pérdidas de conocimiento.
  - Alteraciones esfinterianas.
  - Apnea.
  - Disartria, disfonía o disfagia.
  - Neuralgia del trigémino o del glossofaríngeo.
  - Sordera neurosensorial.
  - Bradicardia sinusal o palpitaciones
  - Síndrome cerebeloso: cursa con inestabilidad y dismetría.
  - Síndrome centromedular en casos asociados a siringomielia: existe una debilidad segmentaria y atrofia de las manos, con arreflexia e hipoestesia

disociada (pérdida de sensibilidad para la temperatura y el dolor y conservación del tacto). Además puede haber hiperreflexia, síndrome de Horner y compromiso de los pares craneales bajos.

Signos:

- Hasta el 25% de los pacientes presenta el cuello corto o cuello de toro.
- Asociada a la siringomielia puede darse levoesciosis, la cual puede derivar en otros signos:
  - Síndrome de primera neurona: hiperreflexia generalizada, espasticidad y Babinsky. Predomina en Extremidades inferiores.
  - Segunda motoneurona: atrofia, debilidad, fasciculaciones y arreflexia. Predomina en extremidades inferiores.
  - Síndrome cerebeloso: nistagmo, ataxia y disimetría.
  - Pares craneales bajos: en el 15-25% de los casos, podemos ver: parálisis de las cuerdas vocales, debilidad de paladar blando, atrofia lingual, aclasia ciclofaríngea, hipoestesia facial y ausencia de reflejo nauseoso...

En población pediátrica, según un estudio de cohortes retrospectivo realizado por Aitken et al.<sup>5</sup> en 2009, en el cual participaron 815 niños, el 63% de ellos eran sintomáticos, y los síntomas más comunes fueron: dolor de cabeza (55%), dolor de cuello (12%), vértigo (8%), alteraciones sensitivas (6%) y ataxia (6%).

En un reciente estudio realizado por Killeen et al.<sup>6</sup>, los síntomas más comunes en población pediátrica son las migrañas (29%), dolor de cabeza (14,3%), parestesias(19,1%) y ataxia (9,5%).

#### **1.4 Diagnóstico.**

La técnica de elección cuando hay sospecha de Malformación de Arnold Chiari es la Resonancia Magnética (RM), dado que es precisa, específica y no invasiva. En el caso de que esta no se pueda realizar, se puede elegir la Tomografía Axial Computarizada (TAC) craneal, que es útil para las malformaciones óseas y para el control de la hidrocefalia. Una combinación de RM y TAC, ayuda al plan quirúrgico dado que da una información anatómica muy precisa.<sup>7</sup>

### 1.5 Tratamiento.

A. Quirúrgico: No se realiza en pacientes asintomáticos, ni en pacientes con Arnold Chiari tipo I sin siringomielia. Si se realiza en el resto de pacientes, la técnica consiste en una descompresión occipitocervical, cuyos objetivos son:

- Mejorar la relación entre el continente y el contenido a nivel del foramen magnum.
- Mejorar el flujo de líquido cefalorraquídeo.
- Mejorar los síntomas y disminuir la siringomielia.

B. No quirúrgico:

a. Farmacológico:

Dado que es una enfermedad que afecta al Sistema Nervioso Central (SNC), produce dolor de tipo neuropático que se debe a la lesión sobre las estructuras de la unión entre la base del cerebro, el cerebelo y la medula espinal cervical. Pueden aparecer diversos síntomas debidos a la pérdida de conducción nerviosa o por irritación como podemos ver en la Tabla 1.

*Tabla1: se muestran los síntomas derivados por las alteraciones del SNC. (Avellaneda Fernández et al.<sup>1</sup> en 2009).*

Síntomas por pérdida.	Síntomas por irritación.
<b>Motores:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Paresia</li><li>○ Parálisis.</li></ul>	<b>Motores:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Mioclonias.</li><li>○ Fasciculaciones.</li><li>○ Espasticidad.</li></ul>
<b>Sensoriales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Hipoestesia.</li><li>○ Hipoalgesia.</li><li>○ Anosmia.</li><li>○ Amaurosis.</li><li>○ Sordera.</li></ul>	<b>Sensoriales:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Parestesias.</li><li>○ Disestesias.</li><li>○ Alodinia.</li><li>○ Hiperalgesia.</li><li>○ Dolor.</li><li>○ Fotopsia.</li><li>○ Tinitus.</li></ul>
<b>Autonómico:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Vasodilatación.</li><li>○ Hipo/anhidrosis.</li><li>○ Déficit de piloerección.</li></ul>	<b>Autonómico:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Vasoconstricción.</li><li>○ Hiperhidrosis.</li><li>○ Piloerección.</li></ul>

Los fármacos utilizados se dividen en:

- Anticonvulsivantes: *Carbamacepina, Oxcarbacepina, Gabapentina, Pregabalina y Topiramato.*
- Antidepresivos: *Amitriptilina, Duloxetina y Venlafaxina.*
- Anestésicos locales: *Lidocaína y Mexiletina.*
- Analgésicos: *Morfina, Clonidina, Bupivacaina y Baclofeno.*

b. Tratamiento rehabilitador.

La fisioterapia está encaminada a tratar las limitaciones físicas que presenta cada individuo, por lo que es importante realizar una buena valoración que nos oriente para disminuir la sintomatología existente.

De acuerdo con la sintomatología más frecuente la fisioterapia tiene los siguientes objetivos: disminuir el dolor, normalizar el tono, reducir la espasticidad, mejorar la actividad muscular y la amplitud del recorrido articular, reeducar reacciones de equilibrio y enderezamiento, facilitar el movimiento a nivel de la zona cervical, zona escapular y miembros superiores, reeducar la marcha y las actividades de la vida diaria. Además de tratar problemas orofaciales mediante la fisioterapia respiratoria.

Los tratamientos fisioterápicos utilizados según los diferentes objetivos son:

- Disminuir el dolor:
  - Termoterapia superficial (Hidrocolator, radiación infrarroja) y profunda (Microonda, onda corta y ultrasonidos).
  - Electroterapia: Baja frecuencia, TENS (electroestimulación transcutánea) y media frecuencia (corrientes interferenciales y ondas rusas).
  - Masoterapia.
- Disminuir trastornos motrices:
  - Cinesiterapia
  - Tratamiento postural.
  - Facilitación neuromuscular propioceptiva.

- Inhibición-facilitación de patrones de movimiento.
- Ejercicio terapéutico cognoscitivo.
- Técnicas de reeducación de las reacciones de equilibrio y enderezamiento en diferentes posiciones.

No existen estudios concretos en cuanto a esta patología y el trabajo sobre el desarrollo psicomotor de la población pediátrica que la padece. Si cabe destacar el estudio de Ho Jeong et al.<sup>8</sup> del año 2013 en el cual se analiza la efectividad de un tratamiento rehabilitador que pretende mejorar la función motriz gruesa de una paciente de 22 meses de edad con Malformación de Arnold Chiari tipo III, con un retraso psicomotor importante. El tratamiento se realizó tres días a la semana durante seis meses y se centraba en mejorar el retraso en el desarrollo, la disfunción de la deglución, y el déficit visual cortical. Se vio una mejora considerable en aspectos como el volteo, sedestación mantenida y el gateo. No hubo mejoras en el aspecto cognitivo.

Otro estudio realizado por Connolly et al.<sup>9</sup> en 2002, analiza la evolución de una niña con Arnold Chiari tipo II y hemimeningocele al nivel de la 7ª a la 9ª vertebra torácica. Además presenta una escoliosis a nivel toracolumbar de convexidad derecha que aumentó desde los 10º en el nacimiento a los 48 grados según la escala de Cobb. Recibió tratamiento desde los dos meses y medio de edad, tratando principalmente la extremidad inferior izquierda que era la afectada por la patología. Para la edad de 48 meses era capaz de mantener la bipedestación y andar 20 pasos con un bastón. El estudio concluye indicando que una rehabilitación de la motricidad gruesa puede mejorar el desarrollo motor en pacientes con hemimeningocele, con o sin Malformación de Arnold Chiari.

- Técnicas de reeducación de la marcha
- Técnicas de reeducación del tracto orofacial.
  - Tratamiento de las disfonías
  - Tratamiento de la disartria.
  - Tratamiento de la disfagia.
- Tratamiento respiratorio: mediante programas respiratorios específicos. En un estudio realizado por Abiel et al.<sup>10</sup> en 2013 se observó la efectividad de

este tratamiento en dos individuos adultos con Chiari tipo I, que recibían una intervención de ocho semanas de duración en la que se vio que el programa era efectivo para restablecer o prevenir las complicaciones respiratorias asociadas a esta enfermedad y a la inmovilización.

El abordaje de estos pacientes debe ser de forma multidisciplinar, por lo que otros profesionales como terapeutas ocupacionales, logopedas o psicólogos deben de participar en el tratamiento.

### **3. JUSTIFICACIÓN.**

Debido a la baja incidencia y prevalencia de la Malformación de Arnold Chiari, esta patología es poco conocida y estudiada. Los estudios existentes del campo de la fisioterapia en relación con esta enfermedad son pocos, con intervenciones y población muy heterogénea, y de escasa evidencia científica que no nos permiten extraer conclusiones claras sobre el tratamiento fisioterápico de esta patología.

Los avances en las técnicas diagnósticas hacen que cada vez se diagnostique esta enfermedad de forma más precoz, por lo que se pueden realizar intervenciones tempranas con el objetivo de conseguir que los pacientes pediátricos tengan un desarrollo psicomotor lo más adecuado posible. Una de las limitaciones principales que se encuentran estos pacientes para conseguir este objetivo es la alteración del equilibrio debido a factores como: alteraciones sensitivas, debilidad muscular, síndrome cerebeloso (inestabilidad y disimetría), vértigo, ataxia, etc.

Por ello, surge la siguiente hipótesis: realizando ejercicios y actividades enfocados a una mejora del equilibrio estático y dinámico en un paciente pediátrico con Arnold Chiari, se conseguirá una mejora del mismo y además un beneficio en la motricidad gruesa y la coordinación.

#### 4. OBJETIVOS.

Objetivos principales:

- Elaborar una revisión bibliográfica que resuma lo conocido sobre la malformación de Arnold Chiari, haciendo hincapié en el punto de vista de la fisioterapia.
- Analizar la intervención enfocada a la mejora del equilibrio, realizada a un paciente de cuatro años con Malformación de Arnold Chiari Tipo I.

Objetivos secundarios:

- Comprobar si la sintomatología que presenta el paciente se corresponde con lo analizado en la literatura científica.
- Examinar si la intervención mejora la motricidad gruesa y la coordinación.
- Analizar otros posibles abordajes para fomentar el desarrollo motor de niños con esta patología.

#### 4. MÉTODOS.

##### 4.1 Búsqueda bibliográfica.

Para tener un conocimiento general y actualizado sobre la patología fue necesario realizar una **búsqueda bibliográfica** en PubMed, utilizando el método de búsqueda libre. Los descriptores empleados y operadores lógicos constituyen la siguiente sintaxis: *(chiari malformation OR arnold chiari OR tonsillar herniation OR tonsillar ectopia OR hind brain herniation) AND (physiotherapy OR physical therapy OR rehabilitation) Filters: Full text*. Filtros adicionales automáticos: *Randomized Controlled Trial; Review; Systematic Reviews; Clinical Trial*; publicados en los últimos quince años. Esta búsqueda fue realizada el 14 de abril de 2015 y se obtuvieron un total de veintidós artículos.

Además, se han realizado búsquedas en *Physiotherapy Evidence Database*. *PEDro* (búsqueda simple), en la *Biblioteca Cochrane Plus* (mediante búsqueda

asistida) y en la base de datos bibliográfica *Scopus*. De los estudios recuperados se revisaron los títulos, y posteriormente los resúmenes (*abstracts*) eliminando artículos duplicados y seleccionando aquellos que eran de interés para el objetivo señalado.

Para realizar la selección de artículos se siguió el Programa de lectura crítica CASPe, para así elegir aquellos con una calidad metodológica adecuada.<sup>10</sup>

Por otra parte, con el propósito de comparar la intervención realizada en el paciente con la evidencia científica existente sobre tratamientos de mejora del equilibrio en niños, se realizó la siguiente búsqueda simple en PubMed: (*balance training OR balance exercise OR postural balance OR state balance OR dynamic balance*) *in children* AND (*physiotherapy OR rehabilitation OR physical therapy*) y siguiendo el mismo proceso que en la búsqueda anterior se seleccionaron los artículos más relevantes. Para complementar la información necesaria se consultaron revistas y libros de interés.

## **4.2 Descripción del caso clínico.**

Se describe el caso clínico de un niño con Malformación de Arnold Chiari tipo I, analizando su evolución clínica y terapéutica hasta la actualidad. Previamente a la realización de la intervención, se solicitó el Consentimiento informado a los padres, dado que el paciente es menor de edad y el Consentimiento para comunicar o ceder datos del afectado o interesado a terceros del Centro de Referencia Estatal de Enfermedades Raras y sus familias de Burgos (*Anexos I y II*).

### *a. Anamnesis.*

Varón, 4 años (fecha de nacimiento 23/07/2010), sin antecedentes familiares de interés para el caso, nacido tras cesárea de urgencia a las 38 semanas por riesgo de pérdida del bienestar fetal. La madre tuvo una gestación con preclamsia leve e infección del tracto urinario. Diagnosticado de alteración en la fosa posterior con Malformación de Arnold Chiari tipo I e hidrocefalia benigna externa a los catorce meses de edad descubierta tras Resonancia magnética (cabe señalar que se le realizó una resonancia a los ocho meses de

edad en la que no se llegó al diagnóstico concreto de la patología). Lleva válvula de derivación ventrículo-peritoneal desde noviembre del 2012.

El paciente presenta pies planos valgus, tratados con plantillas con cuña interna pequeña. También tiene hipoacusia congénita bilateral, causada por la malformación, y se le realizó un implante coclear a los catorce meses sin incidencias y con buena tolerancia. Igualmente presenta alteraciones oculares, miopía y estrabismo, corregidos con lentes desde enero de 2013. Además, presenta retraso psicomotor, valorado en varias ocasiones por el equipo multidisciplinar del Centro Base de Burgos, usando la *Escala de desarrollo psicomotor de la primera infancia de Brunet-Lezine* cuyos resultados se resumen en las tablas 1,2 y 3.

*Tabla 1: Escala de desarrollo psicomotor de la primera infancia de Brunet-Lezine 18/05/11. (10 MESES), Centro Base de Burgos.*

	<b>EDAD DE DESARROLLO</b>	<b>COCIENTE DE DESARROLLO</b>
<b>CONTROL POSTURAL</b>	6,14 MESES	66
<b>COORDINACIÓN VISOMOTRIZ</b>	8,10 MESES	85
<b>LENGUAJE</b>	5 MESES	51
<b>SOCIALIZACION</b>	7 MESES	71
<b>GLOBAL</b>	7 MESES	71

*Tabla 2: Escala de desarrollo psicomotor de la primera infancia de Brunet-Lezine 16/11/2011 (16 MESES) Centro Base de Burgos.*

	<b>EDAD DE DESARROLLO</b>	<b>COCIENTE DE DESARROLLO</b>
<b>CONTROL POSTURAL</b>	9 MESES	57
<b>COORDINACIÓN VISOMOTRIZ</b>	12 MESES	80
<b>LENGUAJE</b>	7 MESES	44
<b>SOCIALIZACION</b>	11 MESES	70
<b>GLOBAL</b>	9 MESES Y 25 DIAS	62

Tabla 3: Escala de desarrollo psicomotor de la primera infancia de Brunet-Lezine 15/07/13 (3 Años) Centro Base de Burgos.

	<b>EDAD DE DESARROLLO</b>	<b>COCIENTE DE DESARROLLO</b>
<b>CONTROL POSTURAL</b>	27 MESES	75
<b>COORDINACIÓN VISOMOTRIZ</b>	33 MESES	92
<b>LENGUAJE</b>	23 MESES	63
<b>SOCIALIZACION</b>	27 MESES	75
<b>GLOBAL</b>	27 MESES Y 18 DIAS	77

En el centro Base de Burgos se le realizaron valoraciones de seguimiento médico, en las cuales se analiza el desarrollo psicomotor y en las que se indica que el sostén cefálico lo consiguió a los siete meses, la sedestación a los diez meses, la bipedestación a los veinticuatro meses y la marcha autónoma a los veintiséis meses.

En cuanto al desarrollo cognitivo fue similar al de los niños de su edad, aunque trata de evitar las situaciones que no conoce.

Las habilidades comunicativas se ven afectadas debido a la hipoacusia que presenta, estas han mejorado con el tiempo y las intervenciones de logopedia que ha recibido, su lenguaje expresivo ha mejorado, y a nivel comprensivo entiende y ejecuta diferentes instrucciones y tiene buena memoria auditiva. Además entiende el juego simbólico.

En el año 2013 fue valorado por el equipo del Centro Base de Burgos, perteneciente a la Junta de Castilla y León, resolviendo un grado total de discapacidad del 67% y una movilidad reducida de 7 puntos en relación con el Real Decreto 1971/1999, de 23 de diciembre, de procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de discapacidad.

*b. Valoración.*

Fue realizada en relación con la intervención actual en abril de 2015 por la fisioterapeuta del Centro de Referencia estatal de Enfermedades raras y sus familias de Burgos.

## I. *Curriculum Carolina*<sup>11</sup>.

Se le realiza al sujeto una valoración incluyendo este test diseñado para preescolares con necesidades especiales que abarca una valoración hasta los 60 meses de edad. El niño presenta un retraso en el ítem 16. Imitación vocal. Pero donde más retraso se ve es en el campo de la motricidad gruesa, en concreto en los ítems siguientes:

- Postura y locomoción: dado que no es capaz de realizar saltos, ni coordinar la alternancia para subir y bajar escaleras si ayuda. Si que realiza carrera y es capaz de correr quince metros en diez segundos, pero su carrera no es coordinada, ni tiene una cadencia adecuada y además su trayectoria se desplaza hacia la derecha.
- Posición vertical, equilibrio: no realiza los ítems de 54-60 meses, y en cuanto a los anteriores, solo es capaz de mantenerse de puntillas, pero no es capaz de caminar en la barra de equilibrio ya que no realiza la marcha en tándem y la marcha en semitándem es capaz de mantenerla durante escasos 3 o 4 pasos.
- En posición vertical: juego al aire libre. No es capaz de montar en bicicleta de dos ruedas. Si realiza los ítems de 48-54 meses que incluyen mover un columpio e inventar juegos de cooperación que impliquen equipamiento.

## II. Equilibrio:

Se le realizaron al paciente dos test validados de equilibrio, en primer lugar el *Berg Balance Scale (BBS)*<sup>12</sup>, que consiste en una valoración de 14 ítems valorados del cero al cuatro en el cual se valora el equilibrio y el riesgo de caídas. La interpretación de los resultados se valora de la siguiente forma: 0-20 significa en alto riesgo de caída, 21-40 es un moderado riesgo de caída y 41-56 equivale a leve riesgo de caída.

Este examen fue realizado por la fisioterapeuta del CREER en Burgos y como se puede ver en el *Anexo III*, obtuvo una puntuación de 49/56 puntos, siendo bajas las puntuaciones en los siguientes ítems:

- ítem 12: subir pies alternativamente a un escalón.
- ítem 13: bipedestación en tándem.
- Ítem 14: apoyo monopodal.

Esta puntuación indica que el sujeto es capaz de realizar una marcha sin ayudas técnicas pero tiene un leve riesgo de caídas.

Además, se le valoró con una versión modificada del *BBS*, para niños en edad escolar con retraso motor medio o moderado, realizado por Mary Rose Franjoine et al. en 2003<sup>13</sup>. Este test tiene una buena fiabilidad test-retest y fiabilidad interrater en niños de cinco a quince años y sigue un procedimiento similar al BBS. En este caso, como podemos ver en el Anexo IV la puntuación total fue de 47/56, siendo la puntuación menor en:

- Ítem 6: mantenerse en bipedestación con los ojos cerrados sin supervisión.
- Ítem 7: mantenerse en bipedestación con los pies juntos durante 30 segundos.
- Ítem 8: mantenerse en bipedestación en tándem durante 30 segundos.
- Ítem 9: apoyo monopodal.

Las conclusiones que se obtienen de ambos test son similares aunque las puntuaciones varíen en dos puntos, y los ítems valorados sean diferentes, dado que el BBS modificado se adapta más a la población pediátrica. Se debe de tener en cuenta cuales son los ítems que el paciente no realiza correctamente, como vemos, ambos test señalan deficiencias en la marcha en tándem y el apoyo monopodal.

### III. Postura

En el análisis de la postura estática , realizado mediante observación, comprobamos que el paciente presenta una estructura simétrica. Cabe destacar la rotación externa de la pierna derecha y existe un aumento de carga en el pie derecho. Los apoyos plantares se realizan con los pies en eversión. Los brazos penden a ambos lados del cuerpo a la misma altura y la cabeza se encuentra centrada.

Es capaz de mantener el equilibrio en superficies inestables como un *Dynnair*®, incluso realizando una doble tarea como contar hasta diez, pero no lo hace con los ojos cerrados.

#### IV. Marcha.

Mediante inspección visual comprobamos que el niño tiene una marcha independiente, con base de sustentación amplia y con braceo coordinado. Se marca notablemente un aumento de la rotación externa de la cadera derecha y excesiva salida lateral del pie derecho al caminar.

En cuanto a la carrera, se percibe moderada descoordinación entre ambas piernas, y de las mismas con los brazos. Además, las zancadas son muy marcadas con mucha fuerza, y falta de cadencia. Es capaz de realizarla en periodos cortos de tiempo. Se percibe también mucha aceleración al comienzo de la misma, sin ser capaz de seguir un ritmo determinado, además esta aceleración conlleva una anteriorización del centro de gravedad dando lugar a un aumento de riesgo en las caídas.

#### c. Tratamiento.

Acude desde los cinco meses y medio al Centro Base de Burgos, donde recibe tratamiento una vez a la semana de fisioterapia, estimulación y logopedia. Desde el 2013 es diagnosticado de trastorno de coordinación y equilibrio por el médico rehabilitador de dicho centro.

En mayo de 2012 es valorado por el equipo del Centro de Referencia Estatal de enfermedades Raras en Burgos (CREER), y recibe sesiones de fisioterapia, terapia ocupacional y psicomotricidad.

Actualmente recibe una sesión semanal de fisioterapia durante un periodo de dos meses y medio, con una duración de 45 minutos cada sesión. Los objetivos del tratamiento planteados por la fisioterapeuta del CREER son:

- Mejorar el equilibrio y reducir el riesgo de caídas.
- Mejorar la coordinación global.
- Favorecer la motricidad gruesa: marcha, carrera, salto, etc.

La intervención consiste en realizar diferentes circuitos y ejercicios con enfoque lúdico, en los que el niño trabaja diferentes requisitos para adquirir los objetivos propuestos. Estas actividades serán expuestas en el siguiente apartado junto con los objetivos planteados y los resultados obtenidos. La fisioterapeuta dará instrucciones al niño sobre cómo llevar a cabo las tareas y proporcionará feedback para mejorar el aprendizaje y las actividades realizadas. También, se proponen actividades en las que no se le da al niño instrucciones, y en las que se pretende que elabore sus propias estrategias para solucionar problemas que pueden transferirse a actividades de su vida diaria.

En base a la valoración realizada se establece el siguiente objetivo de tratamiento: mejorar el equilibrio estático y dinámico en el niño, y además obtener beneficios en relación con la motricidad gruesa y la coordinación.

### **Salas utilizadas y material:**

*Figuras 1 y 2. Sala de psicomotricidad del CREER. (Burgos)*

*Figura 1:*



*Figura 2:*



*Figuras 3 y 4. Gimnasio de Fisioterapia del CREER. (Burgos)*

*Figura 3:*



*Figura 4:*



Condiciones ambientales:

- Siempre serán las mismas salas, misma intensidad lumínica y sin ruido.
- Misma cantidad de ropa o aproximada.
- El niño siempre acompañado en la sala por dos personas: Fisioterapeuta y alumna en prácticas.

El material utilizado en las sesiones de fisioterapia fue: Superficies inestables (Dynnair©, colchonetas de diferente grosor, cama elástica), pelota de Bobath, pelotas de diferentes tamaños, túnel de psicomotricidad, bloques de plástico con forma de ladrillo, rampa y escalera, huellas de plástico, picas, canasta, *steps*, etc. Para la valoración se usaron los siguientes test: Curriculum Carolina<sup>11</sup>, Berg Balance Scale (BBS)<sup>12</sup> y Pediatric Balance Scale modificado<sup>13</sup>.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

La adquisición de los diferentes hitos motores en el desarrollo de los niños, les ofrece la oportunidad de interactuar con el entorno e ir adquiriendo cada vez habilidades más complejas. Las personas con Malformación de Arnold Chiari tienen una sintomatología muy diversa, la cual puede afectar al normal desarrollo motor, sensitivo y cognitivo desde el nacimiento.

En cuanto a la Malformación de Arnold Chiari Tipo I y su afectación a la población pediátrica, Aitken et al. <sup>5</sup> en 2009, realizaron un estudio retrospectivo de cohortes en niños menores de veinte años que referían dolor moderado o severo de cabeza, dolor de cuello, vértigo o ataxia. El 1% de los niños fue identificado con Malformación de Arnold Chiari tipo I. El 63% de los pacientes era sintomático, y los síntomas más frecuentes fueron: dolor de cabeza (55%), dolor de cuello (12%), vértigo (8%) y ataxia o poca coordinación (6%). Estos síntomas pueden limitar el desarrollo motor normal de los niños con esta patología. El vértigo y la ataxia alteran el equilibrio y la capacidad de los niños de desarrollar estrategias posturales adecuadas. Esto da lugar a alteraciones en la coordinación y en aspectos de la motricidad gruesa y fina de los niños.

En este caso se establecen diferentes actividades enfocadas de forma lúdica para trabajar estos tres aspectos: equilibrio, coordinación y motricidad gruesa. Estos aspectos no se trabajan por separado ya que una mejora en uno de ellos radicarán en mejoras en los otros dos.

*Tabla 4: Objetivos de trabajo, intervención realizada y resultados obtenidos en las sesiones de fisioterapia realizadas en el CREER de Burgos.*

<b>OBJETIVOS</b>	<b>INTERVENCIÓN.</b>	<b>EVOLUCIÓN.</b>
<p><b>1.TRABAJO DEL EQUILIBRIO.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcha en semitándem y tándem sobre superficies inestables: estructura de plástico, huellas en el suelo, bloques de plástico...</li> <li>- Lanzamientos con apoyo monopodal.</li> <li>- Marcha en rampa y escaleras inestables.</li> <li>- Chute de balón con apoyo monopodal.</li> <li>- Trabajo de equilibrio sobre Dynnair© con ojos abiertos: sí que consigue mantener el equilibrio contando hasta 10, con los ojos cerrados no es capaz de hacerlo.</li> <li>- Mantener el equilibrio en una superficie reducida (step) a 50 centímetros de altura con los ojos abiertos y cerrados.</li> <li>- Agacharse a coger pelotas de diferente tamaño.</li> <li>- Trabajo de desequilibrio en balón de Bobath.</li> <li>- Trabajo en plato de Bohler, es capaz de trasladar el peso de una pierna a otra para mantener el equilibrio.</li> <li>- Trabajo de apoyo monopodal y subir el pie no apoyado hasta diferentes alturas en la espaldera.</li> <li>- Trabajo de puntillas estático y dinámico.</li> <li>- Marcha en superficies inestables con dual task, Combinando la actividad motriz con actividades cognitivas de poca dificultad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la marcha en tándem y semitándem en superficies inestables, aún así necesita ayuda de otra persona para realizarlo.</li> <li>- Mayor autonomía a la hora de subir y bajar escaleras y rampas, debido a un aumento de la seguridad en la ejecución de la acción.</li> <li>- Mejora del equilibrio estático en superficies inestables y en superficies de dimensiones reducidas. Muestra gran inseguridad a la hora de realizar estas actividades con los ojos cerrados.</li> <li>- Progresivamente mejora su habilidad de mantenerse de puntillas y andar con los talones elevados.</li> </ul>

<p><b>2. TRABAJO DE LA COORDINACIÓN.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subir y bajar rampa y escaleras normales. Consigue alternar para subir las escaleras pero a la hora de bajarlas no.</li> <li>- Marcha mientras tira y recibe un balón.</li> <li>- Lanzamiento de pelota por encima de los brazos.</li> <li>- Trabajo en espalderas, es capaz de subir dos peldaños.</li> <li>- Pasar obstáculos subiendo cada vez más altura sin usar las manos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora la coordinación entre brazos y piernas, tanto en la marcha como al subir y bajar escaleras y rampas. Además en las escaleras consigue alternar ambos pies.</li> <li>- Mejora su habilidad de realizar lanzamientos aunque son de poca fuerza, y no consigue controlar su dirección.</li> <li>- Gran mejora en el apoyo monopodal, y la praxia global, lo que le permite adaptarse a perturbaciones en el entorno.</li> </ul>
<p><b>3. TRABAJO DE MOTRICIDAD GRUESA.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gateo y reptación coordinados dentro de un túnel de psicomotricidad.</li> <li>- Saltos en superficies inestables. También trabajo de la longitud y la altura de los saltos.</li> <li>- Carrera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El gateo y la reptación son coordinados cuando el niño está totalmente concentrado.</li> <li>- Consigue despegar ambos pies del suelo pero la longitud y la altura son limitadas.</li> <li>- No conseguimos mejora en la carrera, sigue habiendo desplazamiento hacia la derecha y falta de cadencia. (Se percibe que esta actividad altera al niño, cuando ve que no es capaz de hacerla).</li> </ul>

### **a) Trabajo del equilibrio.**

Tras la valoración realizada, los datos de los test *BBS*<sup>12</sup> y el *Pediatric Balance Scale*<sup>13</sup> nos indican que el niño tiene un déficit en el equilibrio, y que es necesario trabajar aspectos como la marcha en tándem, el apoyo monopodal, alternancia de las piernas para subir y bajar escaleras y trabajo con alteraciones sensoriales, sobre todo la visión, y cognitivas. Ambos test nos indican un leve riesgo de caídas que debe ser reducido para mejorar la autonomía del niño. Para trabajar el equilibrio se proponen diferentes ejercicios que podemos ver resumidos en la Tabla 4.

Según Shumway-Cook y Wollacot<sup>14</sup> se define el control postural por la interacción del individuo con la tarea y el entorno. La habilidad para controlar la posición del cuerpo en el espacio se debe a la interacción del sistema musculoesquelético y neural que conjuntamente forman el “sistema de control postural”. Se define el control postural respecto a dos propósitos: la estabilidad y la orientación. La orientación postural se refiere a la habilidad de mantener una relación apropiada entre los segmentos corporales, y entre el cuerpo y el entorno, para realizar una tarea. La estabilidad postural, o equilibrio, es la habilidad de controlar el centro de gravedad en relación con la base de sustentación. A la hora de plantear un tratamiento para mejorar el control postural debemos tener en cuenta que existen cuatro tipos de estrategias que contribuyen a él:

- Estrategias de acción postural: se refieren a la organización de movimientos apropiados, para controlar la posición del cuerpo en el espacio.
- Estrategias sensoriales: describen como se organiza la información sensorial (visual, vestibular y somatosensorial) para el control postural.
- Estrategias sensoriomotoras: coordinación entre ambos sistemas.
- Estrategias atencionales: grado de atención al control postural durante la realización de una segunda tarea.

También debemos tener en cuenta que el control postural debe de ser trabajado desde la estática y la dinámica, dado que no son iguales las estrategias utilizadas para cada caso, la mejora de cada aspecto por separado

da lugar a beneficios en el otro. Aunque es conocido que la estática como tal no existe, dado que siempre hay un balanceo lateral y/o antero-posterior cuando pedimos a un individuo que se mantenga estático. Bajo condiciones de estática la base de soporte está estable y solo el centro de masas se desplaza, mientras que en las condiciones dinámicas se desplazan ambas, la base de soporte y el centro de masa.

Otro aspecto de fundamental importancia a la hora de trabajar el equilibrio es tener en cuenta las contribuciones sensoriales que la persona tiene a la hora de realizar los ejercicios propuestos. En nuestro caso hemos tenido en cuenta variar ejercicios en las sesiones en los que el paciente tuviese que adaptar las estrategias sensoriales a cada circunstancia.

- El sistema visual: informa sobre la posición y movimiento de la cabeza respecto a los objetos de alrededor. Su información no distingue si se mueve el propio individuo o el entorno.
- El sistema somatosensorial: informa sobre la posición y movimiento del cuerpo, respecto a la superficie de soporte y también, informa de la relación entre los diferentes segmentos corporales. Sus inputs son fiables en superficies estables, pero no en inestables.
- El sistema vestibular: proporciona información de la posición y movimiento de la cabeza respecto a la fuerza de la gravedad. No es capaz de distinguir entre movimientos de la cabeza y movimientos de la cabeza junto al tronco.

Las estrategias sensoriales consisten en ponderar estos tres sistemas según la fiabilidad que presenten, para así conseguir que la información que llega al Sistema Nervioso Central sea lo más fiable y exacta posible, lo que ayuda al individuo a mantener su control postural. Los niños dan gran importancia al componente visual.

Teniendo todo lo expuesto en cuenta, ideamos sesiones con ejercicios adaptados a las limitaciones del paciente como podemos ver en las *figuras 4 a 7*, para que consiga una mejora en sus estrategias posturales, lo que desemboca en una mejora del equilibrio y reducción del número de caídas.

Figura 4.



Figura 5.



Las figuras 4 y 5 corresponden a ejercicios de marcha en tándem en diferentes superficies inestables. Para ambas el niño necesita ayuda externa de la fisioterapeuta, aunque según avanzan las sesiones la ayuda disminuye.

Figura 6.



Figura 7.



La figura 6 es un ejercicio de marcha con las puntas de los pies, con ayuda de un palo para mantener el equilibrio. Este ejercicio mejora en las sesiones en cuanto a velocidad y seguridad.

La figura 7 es un ejemplo de ejercicio de apoyo monopodal en el que se ejecuta un chute de balón. En las sesiones se realiza con ambas piernas.

Granacher et al.<sup>15</sup> en 2011 realizaron una revisión, cuyo objetivo era analizar si podía ser útil un enfoque intergeneracional en la promoción del equilibrio y la fuerza para prevención de caídas. Es conocido que el mayor número de caídas se produce en niños jóvenes (hasta los ocho años) y personas de avanzada edad, dado que muestran un balanceo mayor, y además, una disminución en la velocidad de la marcha. En cuanto a las contribuciones sensoriales los niños pasan de tener un predominio visual-vestibular a uno somatosensorial-vestibular hacia los seis años de edad. La importancia de un entrenamiento del equilibrio reside en que permite

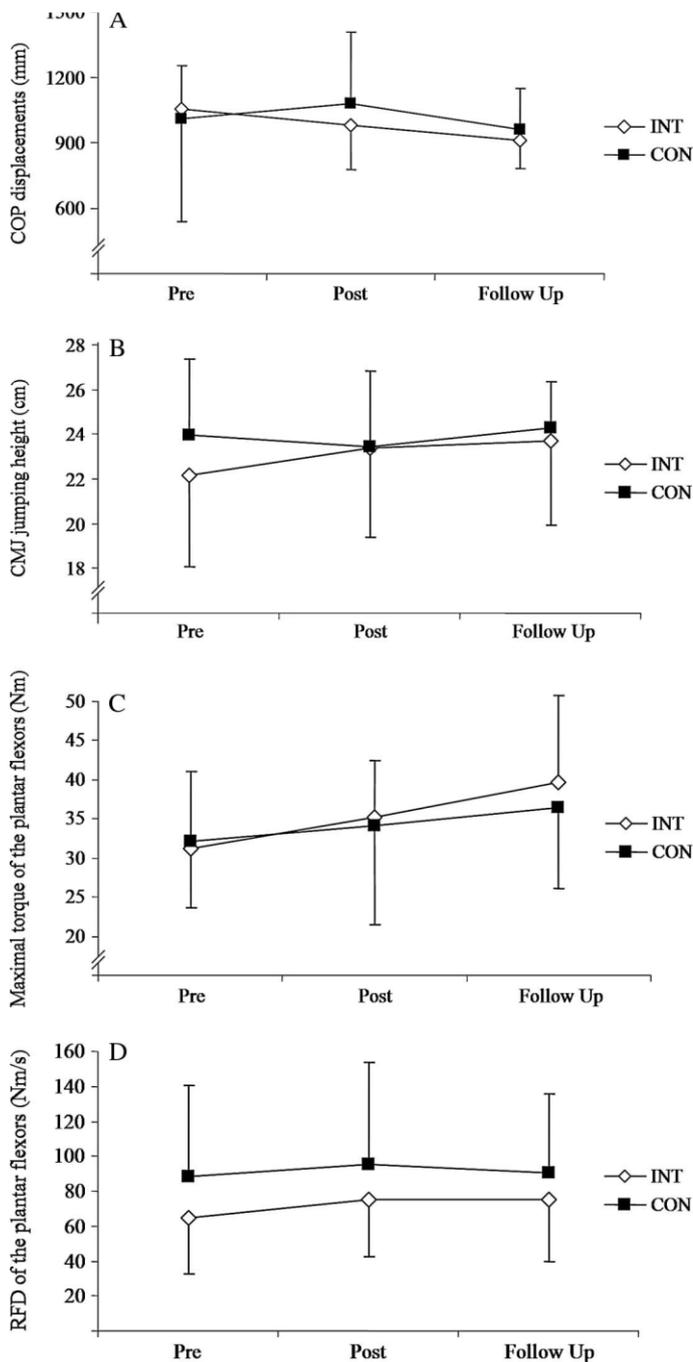
desarrollar patrones de respuesta postural específica en diferentes direcciones, lo que permite un mejor control postural. Además, da lugar a un aumento de la fuerza muscular. En esta revisión se indican algunos ejemplos de ejercicios efectivos para usarse en entrenamientos de equilibrio en niños y ancianos, por ejemplo: apoyo monopodal, marcha en tándem, andar en superficies inestables, realizar las actividades con y sin control visual, y con interferencias cognitivas y/o motoras: contar del 1-10 mientras está en apoyo monopodal, lanzar el balón mientras camina, etc. además se establecen aumentos de intensidad que consisten en: reducir la base de soporte, alterar los inputs sensoriales, combinar varias superficies inestables y añadir dificultad a las interferencias cognitivas y motoras. Las conclusiones de esta revisión establecen que el entrenamiento del equilibrio es más efectivo si se realiza junto con un entrenamiento de resistencia. Además, da pie a la realización de otros estudios que analicen el efecto de programas de intervención intergeneracionales, para ver si sus resultados en cuanto a mejora del equilibrio y la fuerza son mejores que los programas específicos para cada edad.

Otro estudio longitudinal alatorizado realizado por Granacher et al.<sup>16</sup> en 2011, comparó a dos grupos de estudiantes (sujetos sanos) de entre seis y siete años de edad. El grupo de la intervención (INT) realizó un entrenamiento de equilibrio y en grupo control (CON) se realizaron sesiones corrientes de educación física. Las sesiones se realizaron durante cuatro semanas, en las clases de educación física y dieron lugar a un mejor equilibrio y una mayor fuerza, la cual es importante para prevenir caídas y tener un adecuado desarrollo de las habilidades motrices.

Se analizaron las siguientes variables: desplazamiento del centro de presiones (COP), máximo torque y actividad muscular de los flexores plantares, y en cuanto al aspecto dinámico se analizó la altura del salto mediante el CMJ (*countermovement jump*). Esto fue medido por diferentes aparatos cuyos resultados se establecen en la *figura 8*. Por lo que podemos ver no hay diferencias significativas entre ambos grupos, aunque las mejoras ocurren en los dos.

Figura 8: Resultados del estudio realizado por Granacher et al.<sup>16</sup> en 2011. Se establecen los valores antes de la intervención, inmediatamente después de la misma y un seguimiento cuatro semanas después para ver la retención de los resultados obtenidos

Figura 8:



Este estudio también recomienda complementar el entrenamiento del equilibrio con un entrenamiento de resistencia, dado que mejora la fuerza y las habilidades motrices tanto en niños como en adolescentes, reduciendo el número de caídas.

En otras patologías se han realizado estudios específicos de intervenciones para mejorar las habilidades motrices. Por ejemplo, Wollacot y Shumway-Cook<sup>17</sup> en 2005, realizaron una revisión que pretendía analizar la disfunción postural en bipedestación y durante la marcha en niños con parálisis cerebral y ver que terapias pueden mejorar esta condición. Indicaron, que es importante el entrenamiento del equilibrio reactivo (ante perturbaciones externas) en estos niños, usando plataformas móviles.

Vieron que tras un entrenamiento de cinco días consecutivos trabajando movimientos de diferentes amplitudes en plataformas, se conseguía una mejora a la hora de recuperar de forma eficiente el equilibrio tras las perturbaciones. Además se analizó el movimiento del COP (centro de fuerza vertical que ejerce el pie sobre la plataforma), inmediatamente antes, después

de la intervención y un mes más tarde, vieron una reducción del mismo y una disminución en el tiempo requerido para recuperar el equilibrio. Se obtenían también mejoras de velocidad, en cuanto al tiempo de contracción de los músculos de distal a proximal en las respuestas posturales, una reducción de la coactivación de agonistas y antagonistas, mejora en la propiocepción de los miembros inferiores, mejoras en las sinapsis de la corteza sensitivomotora y de las adaptaciones producidas por el cerebelo o la corteza de asociación.

Franki et al.<sup>18</sup> realizaron en 2012 una revisión sistemática analizando las terapias físicas básicas para mejorar la función del miembro inferior en niños con parálisis cerebral. Se analizaron 83 artículos que incluían diferentes técnicas: el estiramiento muscular pasivo, el masaje y la estimulación eléctrica tienen evidencia baja en cuanto a su efectividad; el entrenamiento de fuerza por si solo no es efectivo en niños con parálisis cerebral, pero una combinación con biofeedback y electroestimulación puede dar mayores beneficios, aunque estos aspectos están en estudio; el entrenamiento con ejercicio aeróbico produce mejoras en la capacidad aeróbica, anaeróbica, la fuerza muscular, la agilidad y el consumo de oxígeno; el ejercicio con carga de peso mejora la densidad mineral de los huesos y el rango de movilidad articular; el entrenamiento del equilibrio debe realizarse en torno a una tarea y en un contexto específico, provoca una reducción en el tiempo de estabilización y una disminución de los movimientos del COP, además de mejoras en las habilidades motrices gruesas; por último, el entrenamiento en cintas de correr mejora la rehabilitación de la marcha y la capacidad aeróbica, aunque la evidencia científica sobre esta última intervención es baja.

Tras la intervención realizada, el niño consigue mejorar la marcha en tándem y semitándem en superficies inestables, consigue la alternancia de piernas a la hora de subir y bajar escaleras, mejora su marcha en puntillas y su habilidad de mantener el equilibrio en superficies de dimensiones reducidas. Sin embargo, cabe destacar que cuando pedimos que realice los ejercicios sin ayuda de inputs visuales la calidad de los ejercicios disminuye y algunas actividades como el apoyo monopodal no es capaz de realizarla. Estas mejoras radican en un mejor equilibrio, pero en intervenciones posteriores deberá continuar trabajando los ejercicios con restricciones sensitivas y cognitivas.

## b) Trabajo de la coordinación.

En muchas ocasiones el trabajo de la coordinación va unido al del equilibrio, en nuestro caso hemos trabajado actividades con las que obtenemos beneficios en ambos aspectos (Tabla 4), como por ejemplo: subir y bajar escaleras alternando ambos pies como vemos en la figura 9, trabajar lanzamientos en estática y mientras anda, pasar obstáculos, etc.

Campbell en su libro: *The child's development of functional movement*<sup>19</sup>, sugiere que los niños deben de tener la oportunidad de tomar sus propias decisiones y elegir como actuar (en vez de ser guiados) y así poder ejercitar sus capacidades perceptuales. Además, los niños tienen la necesidad de abordar la exploración del medio ambiente mediante el movimiento, y desarrollar lo que denominamos praxia global, que nos permite coordinar los segmentos de nuestro cuerpo e interactuar con el entorno. También cuentan con el beneficio de tener un gran número de sinergias motoras disponibles, para así poder seleccionar la estrategia más apropiada en un proceso de toma de decisiones sobre cómo adquirir objetivos inmediatos de las tareas. Además, sugiere que los beneficios de juegos en los niños sirven para mejorar el control de algunos patrones motores. Mediante los movimientos activos generados por los niños, estos crean perturbaciones en cuanto al equilibrio, para las cuales deben aprender gradualmente a acomodarse o planearlas con anterioridad. Los ejercicios también proporcionan información visual y probablemente también auditiva que ayudan al desarrollo de sus sistemas perceptuales. Otros beneficios de estas actividades son la diferenciación muscular, fuerza y resistencia.

Figura 9: trabajo de coordinación en el que se pide al niño que baje las escaleras alternando ambos pies.



c) **Trabajo de la motricidad gruesa.**

El trabajo anteriormente expuesto del equilibrio y la coordinación tiene como fin adquirir prerequisites necesarios para desarrollar habilidades motrices. Como vimos en la valoración gracias al *Curriculum Carolina*<sup>11</sup> y la observación realizada, el niño presenta déficits en la motricidad gruesa. Por ello, la intervención también se ha enfocado en mejorar y perfeccionar diversos aspectos motrices, como son el gateo, la reptación, los saltos y la carrera, como hemos visto en los ejercicios planteados en la tabla 4.

Morgan et al.<sup>20</sup> en 2013, realizaron una revisión sistemática con el objetivo de estudiar la evidencia existente en cuanto a los beneficios de las intervenciones en habilidades fundamentales de movimiento. Para ello analizaron veintidós artículos que incluían intervenciones individuales y grupales entre las que se incluían: juegos tradicionales y culturales orientados a la mejora de la locomoción y la manipulación de objetos, actividad física orientada a la mejora de las habilidades motrices, actividades de autoaprendizaje, práctica de deportes como fútbol y voleibol, actividades con equipamiento de diferente tamaño, actividades de equilibrio y coordinación, coreografías, actividades con los padres, etc. para ello se ayudaron de lecciones planificadas, en las que un instructor explicaba y controlaba la sesiones, además muchas de las intervenciones utilizaban feedback para mejorar el aprendizaje de las habilidades motrices. El meta-análisis que compara los grupos de intervención y los grupos control señala un beneficio mayor en cuanto a competencias de habilidades motrices gruesas, mejoras en la locomoción y en las intervenciones con objetos en el primer grupo. Hay variables como la calidad de las instrucciones y el tiempo de práctica que son importantes y que tienen que ser controladas para mejorar la adquisición de habilidades motrices. Estas mejoras se pueden conseguir en las clases de educación física, con ayuda de profesores y especialistas que faciliten este aprendizaje. Los primeros años de colegio son los mejores para conseguirlo, por lo que es necesario idear programas basados en la evidencia científica que

den soporte al desarrollo de estas habilidades tanto en niños sanos como en niños con problemas en el desarrollo motor.

Recientes estudios valoran si es mejor la intervención individual o grupal. En nuestro caso, debido al tipo de intervención realizado en el centro, las sesiones son de tipo individual. Aun así, considero que grupos de intervención en los que se comparten objetivos, pueden añadir a las sesiones un componente lúdico y motivador mayor que el existente en sesiones individuales. Winnie W. Y. Hung y Marco Y.C. Pang<sup>21</sup> realizaron en 2010 un estudio piloto controlado aleatoriamente, en el cual comparaban dos intervenciones, una individual y otra grupal, en niños con problemas en el desarrollo de la coordinación. Veintitrés niños fueron aleatoriamente divididos en dos grupos: doce de ellos recibieron un programa grupal de ocho semanas, que consistía en una sesión a la semana y los otros once recibieron entrenamiento individual durante el mismo periodo. Además, se les dieron instrucciones para realizar ejercicio complementario en casa. Se realizó una valoración con el test: *The Movement Assessment Battery for Children (MABC2)*, antes y después de la intervención. Hubo mejoras en las habilidades motrices de ambos grupos y los resultados señalaron que no había diferencias significativas entre ambas intervenciones. Aún así, las sesiones en grupo tienen mayor componente dinámico y motivacional, además de un ahorro económico por lo que son una alternativa a tener en cuenta.

#### **d) Otros abordajes en el campo de la fisioterapia.**

Los entrenamientos en cinta de correr, son una nueva alternativa que se plantea para trabajar en niños con retraso del desarrollo motor. Valentin-Gudiol et al.<sup>22</sup> en 2013 realizaron una revisión sistemática con meta-análisis para ver la efectividad del uso de las cintas de correr en niños con retraso neuromotor menores de seis años. Su conclusión fue que no había evidencia suficiente para determinar si esta intervención mejora las habilidades motrices. No hallaron diferencia entre la rehabilitación con o sin entrenamiento en cinta de correr respecto a la adquisición de la marcha independiente y la función motriz gruesa. Sin embargo, un aumento en la intensidad del entrenamiento si produce mejoras en la marcha independiente en pacientes con Síndrome de

Down, adquiriendo una mejora en la velocidad y mejor flexión plantar de tobillo, aunque no hubo beneficios en cuanto a la longitud de paso, la anchura de paso, la flexión dorsal y el despegue del pie.

Otro abordaje que cada vez adquiere más importancia es el uso de el dispositivo Nintendo Wii© para trabajar el equilibrio. Mombarg et al.<sup>23</sup> en 2013 realizaron un estudio aleatorio de treinta niños, de siete a doce años de edad, en el que compararon un grupo control y uno experimental que incluía entrenamiento de seis semanas con la Wii©. Se realizaron dos test antes y después de la intervención: *MABC2* y *Bruininks-Oseretsky test (BOT2)*. Vieron como el grupo experimental mejoraba significativamente antes y después del tratamiento, mientras que el grupo control no obtuvo mejoras. Concluyeron señalando que la tabla Wii-balance© es una buena herramienta en intervenciones para mejorar habilidades relacionadas con el equilibrio en niños con poco control del mismo. Además el dispositivo Wii-fit-plus© da la oportunidad de elegir entre varios juegos de equilibrio en los que se pretende ajustar el centro de gravedad sin límites, en diferentes direcciones. Se trabaja tanto el equilibrio estático como el dinámico. Asimismo, la ayuda que proporciona el feedback visual, permite realizar los ajustes usando diferentes estrategias sensitivas, también tiene un componente motivacional que refuerza la intervención. No hay evidencia que permita la transferencia de lo adquirido en estas intervenciones a otras habilidades motrices como correr o saltar.

Jelsma et al.<sup>24</sup> en 2014 realizaron una intervención similar en la que participaron veintiocho niños con problemas de equilibrio y veinte con desarrollo acorde a su edad. También se usaron los test *MABC2* Y *BOT2*, y se valoraron antes y después de la intervención. Los niños con problemas de equilibrio fueron divididos en dos subgrupos. Una mitad al comienzo no recibió intervención y la otra mitad sí. Tras el periodo de no intervención el primer subgrupo también recibió entrenamiento con la Wii©. Así pudieron comparar la mejora con y sin intervención en niños con problemas de equilibrio. La intervención duraba seis semanas e incluía juegos que trabajan el equilibrio dinámico. Se pudo comprobar que los niños con problemas de equilibrio ejecutaban peor las acciones que los que no los tenían. También se pudo ver, que la intervención conseguía una mejora importante en los ítems de los test

*MABC2* y *BOT2* relacionados con el equilibrio, mientras que la ausencia de intervención no obtenía beneficios. Además la motivación se mantenía constante durante las seis semanas.

Los niños deben ser sujetos activos de sus intervenciones y mantener la motivación y la atención a lo largo de las mismas. Las nuevas tecnologías pueden ayudarnos a generar alternativas de tratamiento para mejorar las habilidades motrices en los niños con limitaciones en su desarrollo.

Son necesarios nuevos estudios que valoren la eficiencia de intervenciones que mejoran el equilibrio en niños con problemas de desarrollo motor entre los que se incluyen pacientes pediátricos con Malformación de Arnold Chiari.

## 7. CONCLUSIONES.

1. La Malformación de Arnold Chiari es una patología poco conocida, que comprende una compleja clasificación según el nivel de afectación. Además tiene una sintomatología muy amplia y diferente en cada paciente. Afecta a las personas desde la infancia, dando lugar a limitaciones que afectan al desarrollo psicomotor. Entre estas limitaciones se encuentra la afectación del equilibrio que desencadena problemas en la motricidad gruesa.
2. La fisioterapia tiene un papel importante para conseguir normalizar el desarrollo de los niños con esta patología, junto con el tratamiento quirúrgico y farmacológico.
3. Dentro de este campo, los fisioterapeutas tienen que ser capaces de crear intervenciones adaptadas a las limitaciones de cada niño, para conseguir un aprendizaje en cuanto a habilidades motrices que les permita un normal desempeño de las actividades de la vida diaria.
4. En cuanto a la intervención para mejorar el equilibrio. Deben tener en cuenta aspectos como:
  - a. La afectación sensitiva de cada niño.
  - b. Trabajar el equilibrio estático y dinámico.
  - c. Dar instrucciones concretas cuando haga falta y también dejar que el niño idee sus propias estrategias para resolver problemas de desestabilización.
  - d. Combinar el trabajo de equilibrio con la coordinación y habilidades motrices gruesas. Así como dar importancia al entrenamiento de resistencia.
  - e. Tener en cuenta la motivación desarrollando sesiones lúdicas y dinámicas y usando un *feedback* adecuado que permita al niño mantener niveles correctos de atención. Además pueden plantearse sesiones grupales en las que se compartan objetivos.
  - f. Usar los nuevos avances tecnológicos como las cintas de correr o la Nintendo Wii©, las cual son herramientas que ayudan a valorar y trabajar el equilibrio.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Avellaneda Fernández, A.; Isla Guerrero, A.; Izquierdo Martínez, M. Malformaciones de la unión cráneo cervical (Chiari tipo I y siringomielia). Madrid: Editorial Médica AWWE, 2009.
2. Chiari, H, Concerning alterations in the cerebellum resulting from cerebral hydrocephalus. *Dtsch Med Wochenschr*, 1891, vol. 17, p. 1172-1175.
3. Prevalence of rare diseases: Bibliographic data », Informes Periódicos de Orphanet, Serie Enfermedades Raras, Mayo 2014, Número 1 : Lista por orden alfabético de enfermedades o grupo de enfermedades [http://www.orpha.net/orphacom/cahiers/docs/ES/Prevalencia\\_de\\_las\\_enfermedades\\_raras\\_por\\_orden\\_alfabetico.pdf](http://www.orpha.net/orphacom/cahiers/docs/ES/Prevalencia_de_las_enfermedades_raras_por_orden_alfabetico.pdf)
4. Hadley D, The Chiari Malformations. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2002;72(Suppl 2):ii38-ii40.
5. Aitken LA, Lindan CE, Sidney S, Gupta N, Barkovich AJ, Sorel M, Wu YW. Chiari type I malformation in a pediatric population. *Pediatr Neurol*. 2009 Jun;40(6):449-54.
6. Killeen A, Roguski M, Chavez A, Heilman C, Hwang S. Non-operative outcomes in Chiari I malformation patients. *J Clin Neurosci*. 2015 Jan;22(1):133-8.
7. Choudhury PR, Sarda P, Baruah P, Singh S. A magnetic resonance imaging study of congenital Chiari malformations. *OA Case Reports* 2013 Aug 08;2(8):73.
8. Jeong DH, Kim CH, Kim MO, Chung H, Kim TH, Jung HY. Arnold-Chiari Malformation Type III With Meningoencephalocele: A Case Report. *Ann Rehabil Med*. 2014 Jun;38(3):401-4. doi: 10.5535/arm.2014.38.3.401.
9. Connolly BH, Kasser RJ. Rehabilitation of a child with a split cord malformation and hemimeningomyelocele. *Pediatr Phys Ther*. 2002;14(4):208-13.
10. Cabello, J.B. por CASPe, Plantilla para ayudarte a entender un Ensayo Clínico. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2005. Cuaderno I. p.5-8.

11. Johnson-Martin, NM., et al. *The Carolina curriculum for infants and toddlers with special needs*. Paul H. Brookes Publishing Co., PO Box 10624, Baltimore, MD 21285-0624 .1991.
12. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Maki, B: Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Can. J. Pub. Health*, July/August,1992; Supplement 2:S7-11.
13. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatr Phys Ther*. 2003 ;15(2):114-28.
14. Shumway-Cook, Anne, and Marjorie H. Woollacott. Motor control: translating research into clinical practice. Baltimore:Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p.161-194
15. Granacher U, Muehlbauer T, Gollhofer A, Kressig RW, Zahner L. An intergenerational approach in the promotion of balance and strength for fall prevention - a mini-review. *Gerontology*. 2011;57(4):304-15.
16. Granacher U, Muehlbauer T, Maestrini L, Zahner L, Gollhofer A. Can balance training promote balance and strength in prepubertal children? *J Strength Cond Res*. 2011 Jun;25(6):1759-66.
17. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural Dysfunction During Standing and Walking in Children With Cerebral Palsy: What are the Underlying Problems and What New Therapies Might Improve Balance? *Neural Plasticity*. 2005;12(2-3):211-219.
18. Franki I, Desloovere K, De Cat J, Feys H, Molenaers G, Calders P et al. The evidence-base for basic physical therapy techniques targeting lower limb function in children with cerebral palsy: a systematic review using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a conceptual framework. *J Rehabil Med*. 2012 May;44(5):385-95.
19. Campbell SK, Palisano RJ, Orlin, MN. Physical therapy for children. Fourth Edition. Missouri: *El Servier*, 2012.
20. Morgan PJ, Barnett LM, Cliff DP, Okely AD, Scott HA, Cohen KE, et al. Fundamental movement skill interventions in youth: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*. 2013 Nov;132(5):e1361-83

21. Hung WW, Pang MY. Effects of group-based versus individual-based exercisetraining on motor performance in children with developmental coordination disorder: a randomized controlled study. *J Rehabil Med.* 2010 Feb;42(2):122-8.doi: 10.2340/16501977-0496.
22. Valentin-Gudiol M, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M, Hadders-Algra M, Mattern-Baxter K, Angulo-Barroso R. Treadmill interventions with partial body weight support in children under six years of age at risk of neuromotor delay: a report of a Cochrane systematic review and meta-analysis.*EUR J Phys Rehabil Med.*2013 Feb;49(1):67-91.
23. Mombarg R, Jelsma D, Hartman E. Effect of Wii-intervention on balance of children with poor motor performance. *Res Dev Disabil.* 2013 Sep;34(9):2996-3003.
24. Jelsma D, Geuze RH, Mombarg R, Smits-Engelsman BC. The impact of Wii Fit intervention on dynamic balance control in children with probable Developmental Coordination Disorder and balance problems. *Hum Mov Sci.* 2014 Feb;33:404-18.

## 9. ANEXOS.

### Anexo I: Consentimiento informado.

D./Dña JULIA MORALES GARCIA  
provisto de D.N.I. N° 7557494, padre/madre/tutor de [REDACTED], usuario del centro de Atención a Personas con Enfermedades raras y sus familias, autorizo a prestar datos sobre el diagnóstico, valoración, tratamientos recibidos y la intervención actual en el área de fisioterapia para el trabajo de fin de grado de Fisioterapia "Tratamiento fisioterápico de la malformación de Arnold Chiari en población pediátrica" realizado por Paula M<sup>a</sup> Blanco Orive.

El trabajo consiste en realizar una revisión bibliográfica describiendo la malformación de Arnold Chiari, su clasificación, etiología, patogenia y sus síntomas más comunes. Además se comentarán los tratamientos quirúrgicos y farmacológicos más relevantes y la evidencia científica existente sobre ellos.

Una vez realizada esta introducción, mi propuesta es realizar un caso clínico, en este caso de un paciente pediátrico, con malformación de Arnold Chiari tipo II. Con el objetivo de conocer de cerca la patología y realizar, desde un punto de vista fisioterapéutico, una valoración y propuesta de tratamiento. Para ello se necesitaría:

- Historia clínica del paciente para conocer que pruebas le realizaron para diagnosticar la patología, los tratamientos e intervenciones que ha tenido a lo largo de su vida y su evolución.
- Realizar una valoración del estado actual del paciente para tener un punto de partida y ser capaces de trabajar los déficits que presente.
- Plantear un abordaje fisioterapéutico y un trabajo en las diferentes sesiones.
- Analizar la evolución del paciente durante la intervención.

El trabajo se presentará en la Universidad de Valladolid, Campus universitario Duques de Soria, en la Escuela de Fisioterapia en el curso académico 2014/2015.

Según lo dispuesto en la Ley ORGÁNICA 15/1999 de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter personal, usted consiente expresamente el tratamiento de sus datos y se le informa que los mismos serán tratados en un fichero, cuya finalidad es lo descrito en los párrafos anteriores del presente documento.

Burgos, a 29 de Abril de 2015.

Firma:  \_\_\_\_\_

Anexo II: Consentimiento para comunicar o ceder los datos del afectado o interesado a terceros del CREER.



**CONSENTIMIENTO PARA COMUNICAR O CEDER LOS DATOS DEL AFECTADO O INTERESADO A TERCEROS**

D./Dña [REDACTED] (MADRID) con D.N.I. como tutor legal de [REDACTED], usuario del Centro de Referencia Estatal de Atención a Personas con Enfermedades Raras y sus Familias, **DECLARO:**

Haber sido informada/o que mis datos personales serán tratados y quedarán incorporados en el fichero Correspondiente con la finalidad descrita en el presente documento, en cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Así mismo he sido informado/a que puedo ejercer los derechos de acceso, rectificación y en su caso, cancelación u oposición, ante el Centro de Referencia Estatal de Atención a Personas con Enfermedades Raras y sus Familias (C/ Bernardino Obregón nº 24, 09001 Burgos).

Con la firma del presente escrito **CONSIENTO** de forma expresa que mis datos, puedan ser comunicados o cedidos a PAULA NA BLANCO ORUE para la realización de TRABAJO DE FIN DE GRADO: TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO DE LA MALFORMACIÓN DE A. CHIARI EN ABLACIÓN PEDIÁTRICA.

Los datos a comunicar son los pertinentes, adecuados y no excesivos y son los siguientes: HISTORIA CLÍNICA E INTERVENCIONES PREVIAS.

La persona física o jurídica a la que se ceden los datos se comprometerá a no ceder a su vez dichos datos a ningún tercero, ni siquiera para su conservación.

En BURGOS, a 29 de ABRIL de 2015

Firma: [Firma manuscrita]

## Anexo III: Berg Balance Test.

### Berg Balance Test

(Berg, 1989)

#### 1. Sitting to standing

**Instruction:** Use a chair with arms. Ask the patient to please stand up. If the patient stands up using the arms of the chair, ask them to stand up without using their hands if possible.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to stand, no hands and stabilize independently  
(3) able to stand independently using hands  
(2) able to stand using hands after several tries  
(1) needs minimal assist to stand or to stabilize  
(0) needs moderate or maximal assist to stand

#### 2. Standing unsupported

**Instruction:** Stand for two minutes without holding on to any external support.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to stand safely 2 minutes  
(3) able to stand 2 minutes with supervision  
(2) able to stand 30 seconds unsupported  
(1) needs several tries to stand 30 seconds unsupported  
(0) unable to stand 30 seconds unassisted

**IF SUBJECT IS ABLE TO STAND 2 MINUTES SAFELY, SCORE FULL MARKS FOR SITTING UNSUPPORTED. PROCEED TO POSITION CHANGE STANDING TO SITTING.**

#### 3. Sitting unsupported feet on floor

**Instruction:** Sit with arms folded for two minutes.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to sit safely and securely 2 minutes  
(3) able to sit 2 minutes under supervision  
(2) able to sit 30 seconds  
(1) able to sit 10 seconds  
(0) unable to sit without support 10 seconds

#### 4. Standing to sitting

**Instruction:** Please sit down.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) sits safely with minimal use of hands  
(3) controls descent by using hands  
(2) uses back of legs against chair to control descent  
(1) sits independently but has uncontrolled descent  
(0) needs assistance to sit

#### 5. Transfers

**Instruction:** Please move from this chair (chair with arm rests) to this chair (chair without arm rests) and back again.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to transfer safely with only minor use of hands  
(3) able to transfer safely with definite need of hands  
(2) able to transfer with verbal cueing and/or supervision  
(1) needs one person to assist  
(0) needs two people to assist or supervise to be safe

**6. Standing unsupported with eyes closed**

**Instruction:** Close your eyes and stand still for 10 seconds.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to stand 10 seconds safely  
(3) able to stand 10 seconds with supervision  
(2) able to stand 3 seconds  
(1) unable to keep eyes closed 3 seconds but stays steady  
(0) needs help to keep from falling

**7. Standing unsupported with feet together**

**Instruction:** Place your feet together and stand without holding on to any external support.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to place feet together independently and stand 1 minute safely  
(3) able to place feet together independently and for 1 minute with supervision  
(2) able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds  
(1) needs help to attain position but able to stand 15 seconds feet together  
(0) needs help to attain position and unable to hold for 15 seconds

**THE FOLLOWING ITEMS ARE TO BE PERFORMED WHILE STANDING UNSUPPORTED**

**8. Reaching forward with outstretched arm**

**Instruction:** Lift arm to 90 degrees. Stretch out your fingers and reach forward as far as you can. Examiner places a ruler at end of fingertips when arm is at 90 degrees. Fingers should not touch the ruler while reaching forward. The recorded measure is the distance forward that the fingers reach while the subject is in the most forward leaning position.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) can reach forward confidently >10 inches  
(3) can reach forward >5 inches safely  
(2) can reach forward >2 inches safely  
(1) reaches forward but needs supervision  
(0) needs help to keep from falling

**9. Pick up object from the floor**

**Instruction:** Pick up the shoe/slipper that is placed in front of your feet

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to pick up slipper safely and easily  
(3) able to pick up slipper but need supervision  
(2) unable to pick up but reaches 1-2 inches from slipper and keeps

balance

independently

- (1) unable to pick up and needs supervision while trying  
(0) unable to try - needs assist to keep from falling

**10. Turning to look behind over left and right shoulders**

**Instruction:** Turn to look behind you over your left shoulder. Repeat to the right.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) looks behind from both sides and weight shifts well  
(3) looks behind one side only, other side shows less weight shift  
(2) turns sideways only but maintains balance  
(1) need supervision when turning  
(0) needs assist to keep from falling

**11. Turn 360 degrees**

**Instruction:** Turn completely around in a full circle. Pause. The turn a full circle in the other direction.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 4 (4) able to turn 360 safely in <4 seconds each side  
(3) able to turn 360 safely one side only in <4 seconds  
(2) able to turn 360 safely but slowly  
(1) needs close supervision or verbal cueing  
(0) needs assistance while turning

**12. Count number of times step stool is touched**

**Instruction:** Place each foot alternately on the stool. Continue until each foot has touched the stool four times for a total of eight steps.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 2 (4) able to stand independently and safely and complete 8 steps in 20 seconds  
(3) able to stand independently and complete 8 steps in >20 seconds  
(2) able to complete 4 steps without aid with supervision  
(1) able to complete >2 steps needs minimal assist  
(0) needs assistance to keep from falling/ unable to try

**13. Standing unsupported, one foot in front**

**Instruction:** (Demonstrate to subject) Place one foot directly in front of the other. If you feel that you cannot place your foot directly in front, try to step far enough ahead that the heel of your forward foot is ahead of the toes of the other foot.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 2 (4) able to place foot tandem independently and hold 30 seconds  
(3) able to place foot ahead of other independently and hold 30 seconds  
(2) able to take small step independently and hold 30 seconds  
(1) needs help to step but can hold 15 seconds  
(0) loses balance while stepping or standing

**14. Standing on one leg**

**Instruction:** Stand on one leg as long as you can without holding on to an external support.

**Grading:** Please mark the lowest category that applies.

- 1 (4) able to lift leg independently and hold >10 seconds  
(3) able to lift leg independently and hold 5-10 seconds  
(2) able to lift leg independently and hold = or >3 seconds  
(1) tries to lift leg unable to hold 3 seconds but remains standing independently  
(0) unable to try or needs assist to prevent fall

49 **Total score (56)**



B

**Equipment**

The Pediatric Balance Scale was designed to require minimal use of specialized equipment. The following is a complete list of items required for administration of this tool:

- adjustable height bench
- chair with back support and arm rests
- stopwatch or watch with a second hand
- masking tape - 1inch wide
- a step stool 6 inches in height
- chalkboard eraser
- ruler or yardstick
- a small level

The following items are optional and may be helpful during test administration:

- 2 child-size footprints
- blindfold
- a brightly colored object of at least two inches in size
- flash cards
- 2 inches of adhesive-backed hook Velcro
- Two 1 foot strips of loop Velcro

\*\*\*\*\*

**1. Sitting To Standing**

\* ***Special instruction:*** Items #1 and #2 may be tested simultaneously if, in the determination of the examiner, it will facilitate the best performance of the child.

**INSTRUCTIONS:** Child is asked to "Hold arms up and stand up." The child is allowed to select the position of his/her arms.

**EQUIPMENT:** A bench of appropriate height to allow the child's feet to rest supported on the floor with the hips and knees maintained in 90 degrees of flexion.

**Best Of Three Trials**

- ( X ) 4            able to stand without using hands and stabilize independently
- (   ) 3            able to stand independently using hands
- (   ) 2            able to stand using hands after several tries
- (   ) 1            needs minimal assist to stand or to stabilize
- (   ) 0            needs moderate or maximal assist to stand

c

## 2. Standing To Sitting

**\* Special instruction:** Items #1 and #2 may be tested simultaneously if, in the determination of the examiner, it will facilitate the best performance of the child.

**INSTRUCTIONS:** Child is asked to sit down slowly, without use of hands. The child is allowed to select the position of his/her arms.

**EQUIPMENT:** A bench of appropriate height to allow the child's feet to rest supported on the floor with the hips and knees maintained in 90 degrees of flexion.

### Best Of Three Trials

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> 4 | sits safely with minimal use of hands              |
| <input type="checkbox"/> 3            | controls descent by using hands                    |
| <input type="checkbox"/> 2            | uses back of legs against chair to control descent |
| <input type="checkbox"/> 1            | sits independently, but has uncontrolled descent   |
| <input type="checkbox"/> 0            | needs assistance to sit                            |

## 3. Transfers

**INSTRUCTIONS:** Arrange chair(s) for a stand pivot transfer, touching at a forty-five degree angle. **Ask the child to transfer one way toward a seat with armrests and one way toward a seat without armrests.**

**Equipment:** Two chairs, or one chair and one bench. One seating surface must have armrests. One chair/bench should be of standard adult size and the other should be of an appropriate height to allow the child to comfortably sit with feet supported on the floor and ninety degrees of hip and knee flexion.

### Best Of Three Trials

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> 4 | able to transfer safely with minor use of hands                   |
| <input type="checkbox"/> 3            | able to transfer safely; definite need of hands                   |
| <input type="checkbox"/> 2            | able to transfer with verbal cueing and/or supervision (spotting) |
| <input type="checkbox"/> 1            | needs one person to assist  |
| <input type="checkbox"/> 0            | needs two people to assist or supervise (close guard) to be safe  |

0

4. **Standing Unsupported**

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to stand for 30 SECONDS without holding on or moving his/her feet. A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain attention span for thirty seconds. Weight shifting and equilibrium responses in feet are acceptable; movement of the foot in space (off the support surface) indicates end of the timed trial.

**EQUIPMENT:** a stop watch or watch with a second hand  
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed shoulder width apart

- 4 able to stand safely 30 SECONDS
- 3 able to stand 30 SECONDS with supervision (spotting)
- 2 able to stand 15 SECONDS unsupported
- 1 needs several tries to stand 10 SECONDS unsupported
- 0 unable to stand 10 SECONDS unassisted

\_\_\_\_\_Time in seconds

*Special Instructions: If a subject is able to stand 30 SECONDS unsupported, score full points for sitting unsupported. Proceed to item #6*

5. **Sitting With Back Unsupported And Feet Supported On The Floor**

**INSTRUCTIONS:** Please sit with arms folded on your chest for 30 SECONDS. Child may be engaged in non-stressful conversation to maintain attention span for thirty seconds. Time should be stopped if protective reactions are observed in trunk or upper extremities.

**EQUIPMENT:** a stop watch or watch with a second hand  
a bench of appropriate height to allow the feet to rest supported on the floor with the hips and knees maintained in ninety degrees of flexion.

- 4 able to sit safely and securely 30 SECONDS
- 3 able to sit 30 SECONDS under supervision (spotting) or may require definite use of upper extremities to maintain sitting position
- 2 able to sit 15 SECONDS
- 1 able to sit 10 SECONDS
- 0 unable to sit 10 SECONDS without support

6

6. **Standing Unsupported With Eyes Closed**

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to stand still with feet shoulder width apart and close his/her eyes for ten seconds. **Direction:** "When I say close your eyes, I want you to stand still, close your eyes, and keep them closed until I say open." If necessary, a blindfold may be used. Weight shifting and equilibrium responses in the feet are acceptable; movement of the foot in space (off the support surface) indicates end of timed trial. A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position.

**EQUIPMENT:** a stop watch or watch with a second hand  
a twelve-inch long masking tape line or two footprints placed  
shoulder width apart  
blindfold

Best Of 3 Trials

- ( ) 4 able to stand 10 seconds safely
- (X) 3 able to stand 10 seconds with supervision (spotting)
- ( ) 2 able to stand 3 seconds
- ( ) 1 unable to keep eyes closed 3 seconds but stays steady
- ( ) 0 needs help to keep from falling

\_\_\_\_\_ Time in seconds

7. **Standing Unsupported With Feet Together**

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to place his/her feet together and stand still without holding on. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain attention span for thirty seconds. Weight shifting and equilibrium responses in feet are acceptable; movement of the foot in space (off the support surface) indicates end of timed trial. A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain stationary foot position.

**EQUIPMENT:** a stop watch or watch with a second hand  
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed together

Best Of 3 Trials

- ( ) 4 able to place feet together independently and stand 30 seconds safely
- ( ) 3 able to place feet together independently and stand for 30 seconds with supervision (spotting)
- (X) 2 able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds
- ( ) 1 needs help to attain position but able to stand 30 seconds with feet together
- ( ) 0 needs help to attain position and/or unable to hold for 30 seconds

F

8. **Standing Unsupported One Foot in Front**

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to stand with one foot in front of the other, heel to toe. If the child cannot place feet in a tandem position (directly in front), they should be asked to step forward far enough to allow the heel of one foot to be placed ahead of the toes of the stationary foot. A taped line and/or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. In addition to a visual demonstration, a single physical prompt (assistance with placement) may be given. The child may be engaged in non-stressful conversation to maintain his/her attention span for 30 seconds. Weight shifting and/or equilibrium reactions in the feet are acceptable. Timed trials should be stopped if either foot moves in space (leaves the support surface) and/or upper extremities support is utilized.

**EQUIPMENT:** a stop watch or watch with a second hand  
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed heel to toe

Best Of Three Trials

- ( ) 4 able to place feet tandem independently and hold 30 seconds  
( ) 3 able to place foot ahead of other independently and hold 30 seconds.  
Note: The length of the step must exceed the length of the stationary foot and the width of the stance should approximate the subject's normal stride width.  
( ) 2 able to take small step independently and hold 30 seconds, or required assistance to place foot in front, but can stand for 30 seconds.  
(X) 1 needs help to step, but can hold 15 seconds  
( ) 0 loses balance while stepping or standing

\_\_\_\_\_ Time in seconds

9. **Standing On One Leg**

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to stand on one leg for as long as he/she is able to without holding on. If necessary the child can be instructed to maintain his/her arms (hands) on his/her hips (waist). A taped line or footprints may be placed on the floor to help the child maintain a stationary foot position. Weight shifting and/or equilibrium reactions in the feet are acceptable. Timed trials should be stopped if the weight-bearing foot moves in space (leaves the support surface), the up limb touches the opposite leg or the support surface and/or upper extremities are utilized for support.

**EQUIPMENT:** a stop watch or watch with a second hand  
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed heel to toe

3 Trials Average Score

- ( ) 4 able to lift leg independently and hold 10 seconds  
( ) 3 able to lift leg independently and hold 5 to 9 seconds  
( ) 2 able to lift leg independently and hold 3 to 4 seconds  
(X) 1 tries to lift leg; unable to hold 3 seconds but remains standing  
( ) 0 unable to try or needs assist to prevent fall

G

10. Turn 360 Degrees

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to turn completely around in a full circle, STOP, and then turn a full circle in the other direction.

**EQUIPMENT:** A stop watch or watch with a second hand

- 4 able to turn 360 degrees safely in 4 seconds or less each way (total of less than eight seconds)
- 3 able to turn 360 degrees safely in one direction only in 4 seconds or less completes turn in other direction requires more than four seconds
- 2 able to turn 360 degrees safely but slowly
- 1 needs close supervision (spotting) or constant verbal cueing
- 0 needs assistance while turning

\_\_\_\_\_ Time in seconds

11. Turning To Look Behind Left & Right Shoulders While Standing Still

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to stand with his/her feet still, fixed in one place. "Follow this object as I move it. Keep watching it as I move it, but don't move your feet."

**EQUIPMENT:** a brightly colored object of at least two inches in size, or flash cards  
a twelve inch long masking tape line or two footprints placed shoulder width apart

- 4 looks behind/over each shoulder; weight shifts include trunk rotation
- 3 looks behind/over one shoulder with trunk rotation; weight shift in the opposite direction is to the level of the shoulder; no trunk rotation
- 2 turns head to look to level of shoulder; no trunk rotation
- 1 needs supervision (spotting) when turning; the chin moves greater than half the distance to the shoulder
- 0 needs assist to keep from losing balance or falling; movement of the chin is less than half the distance to the shoulder

12. Pick Up Object From The Floor From A Standing Position

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to pick up a chalkboard eraser placed approximately the length of his/her foot in front of his/her dominant foot. In children, where dominance is not clear, ask the child which hand they want to use and place the object in front of that foot.

**EQUIPMENT:** a chalkboard eraser  
a taped line or footprints

- 4 able to pick up an eraser safely and easily
- 3 able to pick up eraser but needs supervision (spotting)
- 2 unable to pick up eraser but reaches 1 to 2 inches from eraser and keeps balance independently
- 1 unable to pick up eraser; needs supervision (spotting) while attempting
- 0 unable to try, needs assist to keep from losing balance or falling

H

13. **Placing Alternate Foot On Step Stool While Standing Unsupported**

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to place each foot alternately on the step stool and to continue until each foot has touched the step/stool four times.

**EQUIPMENT:** a step/stool of four inches in height  
a stop watch or watch with a second hand.

- 4 stands independently and safely and completes 8 steps in 20 seconds
- 3 able to stand independently and complete 8 steps >20 seconds
- 2 able to complete 4 steps without assistance, but requires close supervision (spotting)
- 1 able to complete 2 steps; needs minimal assistance
- 0 needs assistance to maintain balance or keep from falling, unable to try

\_\_\_\_\_ Time in seconds

14. **Reaching Forward With Outstretched Arm While Standing**

**General Instruction And Set Up:** A yardstick affixed to a wall via Velcro strips will be used as the measuring tool. A taped line and/or footprints are used to maintain a stationary foot position. The child will be asked to reach as far forward without falling, and without stepping over the line. The MCP joint of the child's fist hand will be used as the anatomical reference point for measurements. Assistance may be given to initially position the child's arm at 90 degrees. Support may not be provided during the reaching process. If 90 degrees of shoulder flexion cannot be obtained, then this item should be omitted.

**INSTRUCTIONS:** The child is asked to lift his/her arm up like this. "Stretch out your fingers, make a fist, and reach forward as far as you can without moving your feet."

3 Trials Average Results

**EQUIPMENT:** a yardstick or ruler  
a taped line or footprints  
a level

- 4 can reach forward confidently >10 inches
- 3 can reach forward >5 inches, safely
- 2 can reach forward >2 inches, safely
- 1 reaches forward but needs supervision (spotting)
- 0 loses balance while trying, requires external support

47 Total Test Score

Maximum Score = 56