

# Importancia de las torsiones tibiales en el desarrollo infantil de los 4 a 7 años.

Revisión bibliográfica.

Trabajo final de grado

AUTOR: ANAÏS PONS FLORES  
TUTORA: OLGA MAÑE MOZE  
FECHA DE ENTREGA: 08/06/2015

# INDICE DEL TRABAJO

<b>1. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>4. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 ETIOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 PLANOS DEL CUERPO.....</b>	<b>9</b>
4.2.1 <i>Posición anatómica.....</i>	9
4.2.2 <i>Planos.....</i>	9
4.2.3 <i>Ejes.....</i>	10
<b>4.3 RECUERDO ANATÓMICO DE LA EXTREMIDAD INFERIOR .....</b>	<b>10</b>
4.3.1 <i>Coxal o iliaco .....</i>	10
4.3.2 <i>Fémur .....</i>	11
4.3.3 <i>Rótula .....</i>	11
4.3.4 <i>Tibia.....</i>	12
4.3.5 <i>Peroné .....</i>	12
4.3.6 <i>Pie.....</i>	13
<b>4.4 MÚSCULOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR .....</b>	<b>14</b>
<b>4.5 TORSIONES Y ANGULACIONES FISIOLÓGICAS.....</b>	<b>15</b>
4.5.1 <i>Definición de torsión .....</i>	15
4.5.2 <i>Torsión femoral.....</i>	15
4.5.2.1 <i>Rotación de cadera.....</i>	16
4.5.2.2 <i>Métodos de medición.....</i>	16
4.5.2.3 <i>Evaluación clínica .....</i>	17
4.5.2.5 <i>Ecografía .....</i>	17
4.5.3 <i>Torsión tibial .....</i>	17
4.5.3.1 <i>Métodos de medición.....</i>	19
<b>4.6 EVOLUCIÓN DEL PATRÓN ANGULAR DE LA EXTREMIDAD INFERIOR.....</b>	<b>19</b>
<b>4.7 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS TORSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>4.8 DIAGNOSTICO DIFERENCIAL DE DEFORMIDADES ANGULARES.....</b>	<b>21</b>
4.8.1 <i>Deformaciones en genu varum.....</i>	21
4.8.1.1 <i>Falso genu varum .....</i>	21
4.8.1.2 <i>Enfermedad de Blount .....</i>	22
4.8.1.2.1 <i>Características clínicas .....</i>	22
4.8.1.2.2 <i>Tratamiento.....</i>	22
4.8.1.3.1 <i>raquitismo carencial.....</i>	23
4.8.1.3.2 <i>Raquitismo vitaminorresistente.....</i>	23
4.8.1.4 <i>Displasias .....</i>	23
4.8.1.5 <i>Fracturas.....</i>	24
4.8.2 <i>Deformaciones en Genu valgum.....</i>	24
4.8.2.1 <i>Falso genu valgo.....</i>	25

4.8.2.2 <i>Genu valgum idiopático</i> .....	25
4.8.2.3 <i>Genu valgum unilateral</i> .....	25
4.8.2.4 <i>Síndrome de hiperlaxitud articular</i> .....	25
<b>4.9 LA MARCHA</b> .....	<b>26</b>
4.9.1 <i>Desarrollo de la marcha</i> .....	27
<b>4.10 MARCHA PATOLÓGICA</b> .....	<b>28</b>
4.10.1.1 <i>Anteversión femoral</i> .....	29
4.10.1.2 <i>Torsión tibial interna</i> .....	30
4.10.1.3 <i>Torsión tibial externa</i> .....	30
4.10.1.4 <i>Triple deformación</i> .....	30
4.10.1.5 <i>Retroversión femoral</i> .....	31
<b>4.11 PATOLOGÍAS DESARROLLADAS POR LAS TORSIONES</b> .....	<b>31</b>
4.11.2 <i>Consecuencias sobre la cadera</i> .....	32
4.11.3 <i>Consecuencias clínicas sobre el pie</i> .....	32
<b>4.12 TRATAMIENTO</b> .....	<b>33</b>
4.12.1 <i>Tratamiento conservador</i> .....	33
4.12.1.1 <i>Tratamiento físico y postural</i> .....	33
4.12.2 <i>Tratamiento quirúrgico</i> .....	34
<b>5. MATERIAL Y METODOS</b> .....	<b>35</b>
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>37</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>44</b>
<b>9. AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>48</b>

# 1. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<i>Figura 4. 1: Ejes y planos del cuerpo</i> ( <a href="http://www.redmetodopilates.com.ar/imagenes%20derpilates/planos%20y%20ejes1.jpg">http://www.redmetodopilates.com.ar/imagenes%20derpilates/planos%20y%20ejes1.jpg</a> ).....	9
<i>Figura 4. 2: Visualización de los huesos que conforman la cadera.</i> ( <a href="http://anatomiacinturapelvica.blogspot.com.es/2012/08/introduccion-anatomia-cintura-pelvica.htm">http://anatomiacinturapelvica.blogspot.com.es/2012/08/introduccion-anatomia-cintura-pelvica.htm</a> ).....	10
<i>Figura 4. 3: Visualización del fémur por su parte anterior y posterior</i> ( <a href="http://imgarcade.com/1/femur/">http://imgarcade.com/1/femur/</a> .).....	11
<i>Figura 4.4 : Visión anterior y posterior de la rotula</i> ( <a href="http://dicciomed.eusal.es/imagen/semana/rotula.jpg">.http://dicciomed.eusal.es/imagen/semana/rotula.jpg</a> ) .....	11
<i>Figura 4.5 : Visión anterior y posterior de la tibia y peroné</i> ( <a href="http://www.netterimages.com/images/vpv/000/000/001/1913-0550x0475.jpg">http://www.netterimages.com/images/vpv/000/000/001/1913-0550x0475.jpg</a> ).....	12
<i>Figura 4. 6: Visión anterior del peroné</i> ( <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Peron%C3%A9#/media/File:Fibula.JPG">http://es.wikipedia.org/wiki/Peron%C3%A9#/media/File:Fibula.JPG</a> .) .	12
<i>Figura 4.7: Huesos del pie, vista anterior y posterior</i> ( <a href="http://www.netterimages.com/images/vpv/000/000/004/4027-0550x0475.jp">http://www.netterimages.com/images/vpv/000/000/004/4027-0550x0475.jp</a> ).....	13
<i>Figura 4.8: Rotación de la cadera decúbito prono en un paciente con anteversión femoral excesiva. En este paciente, hay (1a) un aumento de la rotación interna a 70 ° y (1b) una disminución en la rotación externa a 20 °.</i> (Li Y et al. 1999).....	16
<i>Figura 4.9: Apreciación clínica de la torsión tibial.</i> (Lincoln, Todd. 2003).....	19
<i>Figura 4.10: Evolución del patrón angular. A.Genu varo. B. Genu valgo. C.Morfotipo alineado.</i> (Lechevallier,J. 2009) .....	20
<i>Figura 4.11: Genu varum fisiológico.</i> (Rodriguez ,O.2008) .....	21

<i>Figura 4.12: Cuadro clínico y la radiografía de un niño con una enfermedad grave de Blount bilateral. (Nunn, T. 2011).....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4.13: Primer caso de disostodis metafisária de Schmid, donde se puede observar la deformidad de las extremidades inferiores.(Mendoza, H.1983). ...</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4.14: Genu valgum bilateral simétrico en un niño de 12 años con distancia intermaleolar de 12 cm. (Wicart, R. 2008).....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4.15: Sistemas para valorar la hiperlaxitud.(Sass, P. 2003).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4.16: Posición en W. (García C. 2014).....</i>	<i>29</i>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 4.1: Músculos de la extremidad inferior. ....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 4.2: Desarrollo de la marcha.(Collado, S. 2005). ....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4.3: Clasificación y características de las anomalías rotacionales. (Accadbled, F.2007). ....</i>	<i>31</i>

## **2. RESUMEN**

Las principales consultas pediátricas podológicas se deben a las alteraciones angulares y la marcha de los niños. Las torsiones en el niño evolucionan durante todo el crecimiento y es un proceso fisiológico. Esta evolución va determinada por etapas, desde el nacimiento hasta la pubertad y normalmente no precisan de tratamiento.

En ocasiones el desarrollo del niño puede verse afectado y detenerse el proceso fisiológico causando problemas estructurales, que son un signo de alarma para los familiares y para el especialista que los trata.

Se ha demostrado que las desalineaciones de los ejes de las extremidades inferiores pueden ocasionar patologías a largo plazo, marchas patológicas en intraversión y extraversión.

### **ABSTRACT**

The main podiatric visits about pediatrics is due to angular changes and the gait of children. The twists in the child are develop throughout growth and it is a physiological process. This evolution is determined by stages, from birth to puberty and usually do not require any treatment.

Sometimes a child's development may be affected and stop the physiological process causing structural problems, which are a warning sign for the family and for the specialist who treats them.

It has been shown that the misalignment of the axes of the legs can cause long-term pathological gait in intoeing and outoeing.

### **PALABRAS CLAVE**

Torsión tibial , torsión femoral, genu varo, genu valgo, marcha.

### **KEY WORDS**

Tibial twist, femoral twist, genu varum, genu valgum, gait.

### **3. OBJETIVOS**

- Conocer los patrones torsionales y describir los tipos de marcha en base a las torsiones de las extremidades.
- Describir las patologías que pueden desarrollar por las torsiones tibiales.
- Efectividad de los tratamientos descritos.

## 4. INTRODUCCIÓN

Una de las causas más frecuentes de la consulta pediátrica podológica es la alteración rotacional y angular de los miembros inferiores de los niños. Estas alteraciones normalmente son fisiológicas siendo así un proceso evolutivo y variable en la edad y por lo tanto normalmente no precisan tratamiento. No obstante en ocasiones estas consultas pueden detectar una patología.

Se debe tener un control evolutivo para poder diagnosticar precozmente si puede haber una patología neurológica o neuromuscular, cuando el proceso fisiológico se altera dando patrones rotacionales anormales. Para ello se debe realizar una anamnesis exhaustiva para tener información valiosa para el control del niño realizando exploraciones de calidad evitándonos así pruebas diagnósticas complementarias de poca utilidad.

Las primeras descripciones encontradas de las alteraciones rotacionales de la extremidad inferior en el niño son descritas por Staheli LT et al. 1985, en el que realizó un estudio cuyo título es: Lower-extremity rotational problems in children. Normal values to guide management.

En el estudio demostró que “La posición intrauterina del feto moldea el fémur girando lateralmente y moldea la tibia girándola en sentido medial. Estos efectos de moldeo por lo general se resuelven espontáneamente durante la infancia. La torsión tibial medial y la torsión femoral medial en niños pequeños son un patrón de desarrollo normal. En la gran mayoría, estas variaciones de rotación caen dentro de la amplia gama de normal y no requieren tratamiento.”

(1)

## 4.1 Etiología

Las deformidades rotacionales y angulares de los miembros inferiores en los niños pueden ser divididas según su etiología en:

- De tipo congénito: con deformidades en el plano frontal como las enfermedades metabólicas que alteran la homeostasis del calcio y el fósforo. En este grupo también se encuentran las displasias esqueléticas que aunque más raras también pueden producir mal alineamiento.
- De tipo traumático o infeccioso: en este grupo se encuentran las deformidades a consecuencia de algún trauma o secuela de una infección, como la fractura de la metáfisis tibial proximal
- De tipo Idiopático como la Enfermedad de Blount o tibia vara progresiva que presenta las formas infantil y adolescente. <sup>(2)</sup>

Sin embargo, la mayor frecuencia de alteraciones rotacionales y angulares son consecuencia de vicios posturales como:

- El dormir en decúbito prono con las piernas en rotación interna favoreciendo la anteversión femoral, la torsión tibial interna, piernas arqueadas, tobillo en posición equina y finalmente los pies hacia adentro.
- El dormir en decúbito prono con las piernas en rotación externa favoreciendo la retroversión femoral, la rotación externa de las rodillas, genu varo, torsión tibial externa y los pies hacia fuera.
- Posición sentada invertida en sastre (en W, sentada sobre los pies) que llevará a contracturas de la cadera en rotación interna, torsión tibial interna y aducción del pie. <sup>(2)</sup>

## 4.2 Planos del cuerpo

Para poder describir el cuerpo e indicar la posición de sus distintas porciones y órganos, hay una terminología médica y anatómica conocida internacionalmente, utilizando los mismos términos de la posición y orientación. Empezaremos por la posición de referencia para las definiciones y descripciones de los planos y los ejes del cuerpo.

### 4.2.1 Posición anatómica

Es aquella postura en la que el cuerpo está totalmente erguido, la cara mirando recta, los brazos a los lados y las palmas de las manos mirando hacia delante con los dedos y los pulgares en extensión. <sup>(3)</sup>

### 4.2.2 Planos

Los tres planos de referencia proceden de las tres dimensiones del espacio y se relacionan entre sí mediante ángulos rectos.

- El plano sagital es vertical y se extiende desde la parte anterior a la posterior, es el que divide el cuerpo en dos mitades equitativas, derecha e izquierda.
- El plano frontal es vertical y se extiende de lado a lado. Es el que divide el cuerpo en una porción anterior y otra posterior.
- El plano transversal es horizontal y divide el cuerpo en dos posiciones, la proximal (superior) y la distal (inferior).

<sup>(3)</sup>

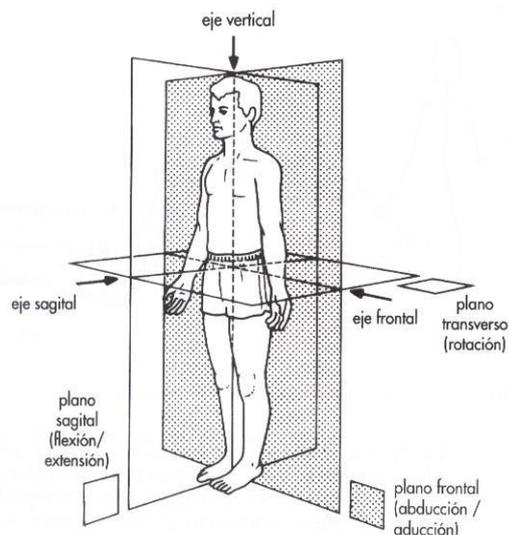


Figura 4. 1: Ejes y planos del cuerpo.

### 4.2.3 Ejes

Son líneas reales o imaginarias donde tienen lugar los movimientos. Según los planos comentados anteriormente, existen tres tipos de ejes.

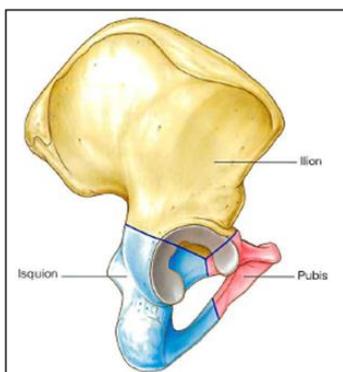
- El eje sagital se sitúa entre el plano sagital y se extiende horizontalmente desde la parte anterior hasta la posterior. Los movimientos son la aducción y abducción respecto a este eje en el plano coronal.
- El eje frontal se sitúa en el plano transversal y se extiende horizontalmente de lado a lado. Los movimientos que se realizan son de flexión y extensión. Este eje se localiza en el plano sagital.
- El eje longitudinal es el eje vertical que se extiende en dirección proximal-caudal. Los movimientos son los de rotación medial y lateral y los de aducción y abducción. Este eje se localiza en el plano transversal.

(3)

## 4.3 Recuerdo anatómico de la extremidad inferior

La extremidad inferior está formada por la cadera, fémur, tibia, peroné y los huesos del pie. Está adaptada funcionalmente para la locomoción, soporte y distribución del peso corporal. Los huesos de craneal a caudal son más voluminosos y presentan una disminución de tamaño. Los huesos del pie son más robustos y participan en la estabilidad y dinámica en la marcha y la bipedestación. (4)

### 4.3.1 Coxal o iliaco



Es un hueso plano ubicado en la cadera. Se encuentra formado por tres huesos: pubis (anteroinferior), isquion (posteroinferior) e ilion (superolateral). En la unión de los tres huesos se encuentra el acetábulo, donde se articula con el fémur. Presentan unas superficies rugosas que permiten la inserción de músculos y ligamentos. (4)

Figura 4. 2: Visualización de los huesos que conforman la cadera.

### 4.3.2 Fémur

Es un hueso largo y el más grande del cuerpo y se ubica en el muslo. Se articula por la parte superior con el coxal y por su parte inferior con la tibia y la rotula.



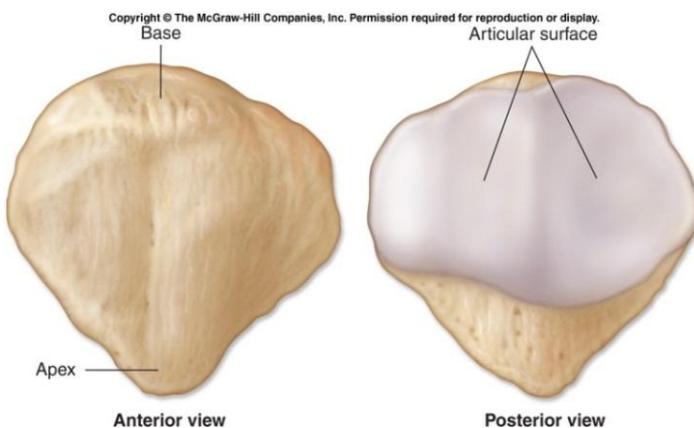
La epífisis proximal está formada por la cabeza, el cuello y los trocánteres (mayor y el menor), donde hay una gran inserción de músculos como por ejemplo el glúteo mayor. La epífisis distal está formada por dos protuberancias, el cóndilo medial y el cóndilo lateral separados por la fosa intercondilea posteriormente y unidos por la rótula dorsalmente. <sup>(4)</sup>

Figura 4. 3: Visualización del fémur por su parte anterior y posterior.

### 4.3.3 Rótula

Es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo, es un hueso plano triangular con una base y un vértice. La cara anterior es convexa y la parte posterior lisa.

La rotula se sitúa en la cara anterior de la articulación de la rodilla y en su parte distal se desarrolla el tendón del M. cuádriceps y se articula sólo con el fémur.



Cuando se realiza la extensión de la pierna la rótula se desplaza anteriormente, y en la flexión se desplaza inferior-posterior y queda fija con firmeza en los cóndilos femorales. <sup>(4)</sup>

Figura 4.4 : Visión anterior y posterior de la rotula.

#### 4.3.4 Tibia

Es un hueso largo ubicado anteromedial en la pierna, es de menor longitud que el peroné y es el segundo hueso más robusto del cuerpo. Por su parte proximal se articula con el fémur y en su parte distal con el tarso y también se articula con el peroné por sus dos extremos.



Está formada por dos cóndilos; lateral y medial. La cara superior (meseta tibial) posee superficies articulares para los cóndilos femorales, donde interarticularmente se encuentran los meniscos que son tejidos fibrocartilaginosos en forma de semiluna rellenando el espacio articular. Realizan funciones como estabilizador de la articulación, absorben impactos, aumentan la superficie de contacto entre otras funciones. (4)

Figura 4.5 : Visión anterior y posterior de la tibia y peroné.

#### 4.3.5 Peroné



Es un hueso largo que se ubica lateral a la tibia. Se compone de dos epífisis y una diáfisis.

La epífisis proximal se articula con el cóndilo lateral de la tibia llamada cabeza peroneal. La diáfisis, en su cara medial presenta una cresta poco elevada pero muy aguda, llamado margen interóseo en el que se fija la membrana interósea, unida a la tibia.

En la epífisis distal se forma el maléolo lateral, que tiene una cara articular para el tarso. (4)

Figura 4. 6: Visión anterior del peroné.

#### 4.3.6 Pie

El pie es la región de base de apoyo, locomoción, base de equilibrio entre otras funciones y se puede dividir en tres partes: tarso, metatarso y falanges (Fig.4.7).

Tarso: situado en la parte posterior del pie y formado por 7 huesos. En su parte posterior se encuentra el calcáneo y el astrágalo. En la parte anterior el navicular, cuboides y tres cuñas.

Metatarso: son cinco huesos largos localizados en la parte media del pie.

- Primer metatarsiano: el hueso más grueso y más corto. La cabeza muestra en su cara plantar una pequeña cresta con dos surcos en los que se sitúan los huesos sesamoideos.
- Segundo al cuarto metatarsianos: son más delgados que el primero en sus bases se articulan proximalmente con las cuñas y el cuboides y a ambos lados con los metatarsianos vecinos.
- Quinto metatarsiano: a parte de sus articulaciones, difiere de los demás por la presencia de una tuberosidad o proceso estiloides en la parte lateral de su base para el peroneo lateral corto. <sup>(4)</sup>

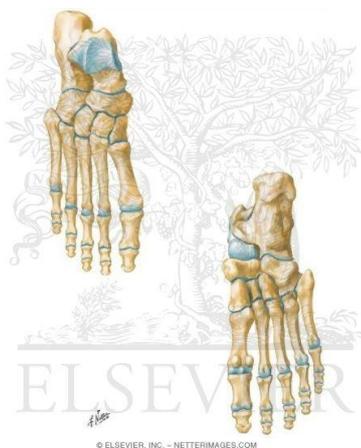


Figura 4.7: Huesos del pie, vista anterior y posterior.

## 4.4 Músculos de la extremidad inferior

La musculatura es importante para el movimiento de las extremidades. Los desequilibrios musculares, pueden provocar alteraciones que afectaran a toda la extremidad repercutiendo a la marcha. A continuación se mencionaran los músculos principales de las extremidades inferiores. <sup>(3)</sup> **Tabla 4.1: Músculos de la extremidad inferior.**

	Anterior	Posterior	Medial	Lateral	Dorsal	Plantar
<b>Cadera y rodilla</b>	Psoas ilíaco Cuádriceps femoral: vasto interno, vasto externo, vasto medio y recto femoral	Glúteo mayor Isquiotibiales: semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral. Popliteo	Sartorio Pectíneo Aductor corto Aductor medio Aductor mayor Gracilis (recto interno)	Tensor de la fascia lata Piramidal Cuadrado crural Obturador interno Obturador externo		
<b>Pierna</b>	Tibial anterior Extensores largos Extensor largo del Hallux	Soleo Gemelos Flexor largo del Hallux Flexor largo de los dedos	Tibial posterior	Peroneo lateral largo Peroneo lateral corto		
<b>Pie</b>			Abductor del Hallux		Interóseos dorsales Lumbricales Extensor común del Hallux Extensor común de los dedos	Aductor del Hallux Flexor corto del Hallux Flexor corto de los dedos Lumbricales e interóseos plantares Cuadrado plantar

## 4.5 Torsiones y angulaciones fisiológicas

Para poder determinar una torsión normal o anormal de la extremidad inferior hay que tener presente que existe una torsión femoral y una torsión tibial desde el nacimiento y va disminuyendo o incrementando durante el crecimiento.

### 4.5.1 Definición de torsión

Se entiende por torsión la deformación que sufre un hueso largo alrededor de su eje longitudinal, provocando así que los ejes transversales epifisarios no se encuentran en el mismo plano vertical. <sup>(5)</sup>

Cuando la medición de estas torsiones es superior a dos desviaciones estándar respecto a la edad, e incluso el sexo, se habla de anomalías rotacionales de los miembros inferiores. <sup>(5)</sup>

### 4.5.2 Torsión femoral

Se define como torsión femoral, el eje formado por el cuello del fémur y el eje cóndileo posterior. Se hablará de anterversión o retoversión en función de que el plano que contiene el eje del cuello se sitúe por delante o por detrás del plano vertical que contiene el eje transversal epifisario inferior. <sup>(5)</sup>

Según Fabry G. en 1997 la torsión femoral disminuye con la edad, de forma gradual y espontánea, de 32° a la edad de 1 año a 16° a los 16 años. <sup>(6)</sup> El valor normal de la anteversión femoral calculada en dos desviaciones estándar para un niño normal al final del crecimiento es de 7-22°. No existen diferencias entre niños y niñas pero si encontramos una angulación por debajo de 5° se habla de retroversión femoral, y por encima de 25° anteversión femoral. <sup>(7)</sup>

Losada P. 2002 , define la torsión femoral en el momento del nacimiento de 25 ó 50° de anteversión, que irán reduciéndose progresivamente durante los primeros años de la vida, y de forma más marcada durante el primer y el segundo año. En el momento de iniciar la marcha hay una retroversión progresiva hasta llegar a los 10-12 años. <sup>(8)</sup>

### 4.5.2.1 Rotación de cadera

Los grados normales en los lactantes tienen una rotación interna de cadera en (10-60°) un promedio de 40° y rotación externa (45-90°) un promedio de 70°, a los 10 años la rotación interna (25-65°) un promedio es 50° y rotación externa de (25-65°) un promedio de 45°. (2,9)

Para determinar la cantidad de rotación de la cadera, el paciente se coloca en decúbito prono y debe dejar caer ambas caderas en su máxima rotación interna y externa. (10,11)



La cantidad de rotación interna y externa de la cadera normalmente debe ser similar y el arco total debe ser de unos 90°.



La rotación interna mayor de 70° sugiere un diagnóstico de anteversión femoral excesiva. Se considera leve si el grado de rotación interna es de 70 a 80° y la rotación externa es de 10 a 20°; moderada si la rotación interna es de 80 a 90° y rotación externa es de 0 a 10°; y grave si la rotación interna de la cadera es mayor que 90° sin rotación externa. (10,11,12)

**Figura 4.8:** Rotación de la cadera decúbito prono en un paciente con anteversión femoral excesiva. En este paciente, hay (1a) un aumento de la rotación interna a 70° y (1b) una disminución en la rotación externa a 20°. (Li Y et al. 1999)

### 4.5.2.2 Métodos de medición

Hay varias descripciones para la medición de la torsión femoral, aunque varios autores coinciden que la más efectiva es la apreciación clínica. Pero se pueden utilizar otros métodos con más precisión como serían las radiografías, tac y ecografía. (5,13)

#### **4.5.2.3 Evaluación clínica**

R.Netter, en 1940, en su tesis de medicina, describió la técnica de medición que lleva su nombre. El paciente se coloca en decúbito prono y la rodilla flexionada a 90° y se coloca la cadera en rotación medial máxima. A continuación se lleva suavemente a una posición de rotación lateral y cuando la prominencia del trocánter mayor alcanza su máximo, el ángulo que forman el eje de la pierna y la vertical corresponde el ángulo de anteroversión. Hay un margen de error entre observadores de 5-10°. (5,14,15)

#### **4.5.2.4 Métodos radiológicos**

En una radiografía simple la cadera puede mostrar las relaciones articulares y alteraciones relacionadas con la anteversión femoral como displasia o patologías neuro-musculares. Sin embargo, el TAC es la ayuda diagnóstica más objetiva en la medición de la torsión femoral, al igual que en la medición de la torsión tibial. Estas ayudas diagnósticas no son utilizadas rutinariamente y solo se indican en casos extremos y como parte del planeamiento si se necesita un enfoque diagnóstico o terapéutico específico. Siempre primará la evaluación clínica. (16)

#### **4.5.2.5 Ecografía**

La ecografía permite medir las torsiones óseas, pero adolece de un defecto de precisión y reproductibilidad, aunque estudios recientes han permitido afinar la medición y aumentar la fiabilidad. Para medición usan la tangente al contorno anterior de los cóndilos para medir la torsión femoral tras enclavamiento intramedular, con una variabilidad intra e interobservadores de 3° de promedio. (17)

#### **4.5.3 Torsión tibial**

El primero en describir la torsión tibial fue Le Damany 1903 “la torsión de la tibia alrededor de su eje longitudinal, resulta en un cambio en la alineación de

los planos de movimiento de la proximal (rodilla) y (tobillo) articulaciones distales".<sup>(13)</sup>

La torsión se valora por el eje formado por la intersección de una línea imaginaria que conecta los maléolos lateral y medial con una segunda línea que conecta los cóndilos femorales medial y lateral.<sup>(9)</sup>

Existen varios estudios donde hay discordancia en los valores normales de las torsiones tibiales, lo que dificulta la obtención de determinar un valor exacto. Por otro lado los autores que a continuación se describirán, coinciden que en el nacimiento existe una torsión interna y a medida que el niño crece la torsión se dirige hacia externa.

Li Y en el 1999 detalla que los grados durante la infancia, el ángulo medio muslo-pie es + 10 ° con un rango de -5 a + 30 °.<sup>(10)</sup>

Losada P. en el 2002, concluye que la torsión tibial, al nacer en la mayoría de los niños, las puntas de los maleolos están a nivel y suele haber una ligerísima torsión externa de 2°. Va aumentando la torsión a un ritmo de +/-1° por año, con fases de incremento o de enlentecimiento hasta los 9-15° y hasta 20° en el adulto.<sup>(8)</sup>

Lincoln T. en el 2003, describe que a los 5 meses de edad gestacional, el feto presenta aproximadamente 20° de torsión tibial interna. A continuación, la tibia rota en sentido externo y la mayor parte de los neonatos presenta unos 4° de rotación tibial interna. A medida que el niño crece, la tibia sigue rotando externamente hasta la edad adulta y existe una media de 23° (rango, 0° a 40°) de torsión tibial externa.<sup>(9)</sup>

Wicart P. en el 2008 define que la torsión tibial pasa de 0° al nacer a un valor promedio de 20°. En la edad adulta, la media se sitúa hacia los 25°, con límites normales de 0° a 40°.<sup>(14)</sup>

Serrano R. en 2012 en un estudio de investigación evaluó un total de 945 niños en dos ciudades. Los resultados fueron que los niños entre 3 a 5 años tienen 5° de promedio (rango de 0° a 10°) y los niños de 6 a 10 ° de 5° (rango 0° a 15°).<sup>(2)</sup>

### 4.5.3.1 Métodos de medición

Existen varios métodos de medición de la torsión tibial pero la apreciación clínica es la más utilizada.

- En decúbito supino, con las rodillas en extensión y las rotulas al cenit, la torsión del esqueleto de la pierna corresponde al ángulo formado por el eje transversal de la rotula y el eje bimalleolar entre los centros de los maléolos medial y lateral. <sup>(7,18)</sup>
- En decúbito prono con las rodillas flexionadas a 90°, el pie en posición



neutra. La torsión corresponde al ángulo entre el eje del pie y el eje del muslo visto desde arriba. <sup>(2,5,7,9,10,12,14,18,19)</sup>

En caso de deformación asociada del pie, como el metatarso varo que es una deformidad localizada en la articulación de Lisfranc, se mide la torsión tibial con el ángulo formado por la perpendicular al eje bimalleolar y el eje longitudinal del muslo. <sup>(10,12,14)</sup>

Figura 4.9: Apreciación clínica de la torsión tibial. (Lincoln, Todd. 2003)

## 4.6 Evolución del patrón angular de la extremidad inferior

Existe una evolución fisiológica de la morfología de las extremidades inferiores desde el nacimiento hasta la pubertad. <sup>(11,20,21)</sup> P Salenius y E Vankka realizaron un estudio donde describen el ángulo tibiofemoral para las diferentes edades en los niños. <sup>(22)</sup>

- Desde el nacimiento hasta los 3 años hay un genu varum que va disminuyendo de forma progresiva hasta anularse entre los 18 meses a los 3 años.
- Entre los 2-10 años hay un genu valgum en el que los grados máximos en las niñas es a los 3 años y en los niños a los 4 años. A partir de esa edad el genuvalgum va disminuyendo de forma progresiva y se estabiliza hasta la pubertad.

- A partir de la pubertad a los 11 años en la niña y los 13 años en el niño la morfología evoluciona según el sexo, donde hay gran prevalencia en las niñas, que se mantiene el genuvalgum o se recupera el eje normal y en los niños se recupera el eje normal o evoluciona a un genuvarum. (19,20,22)

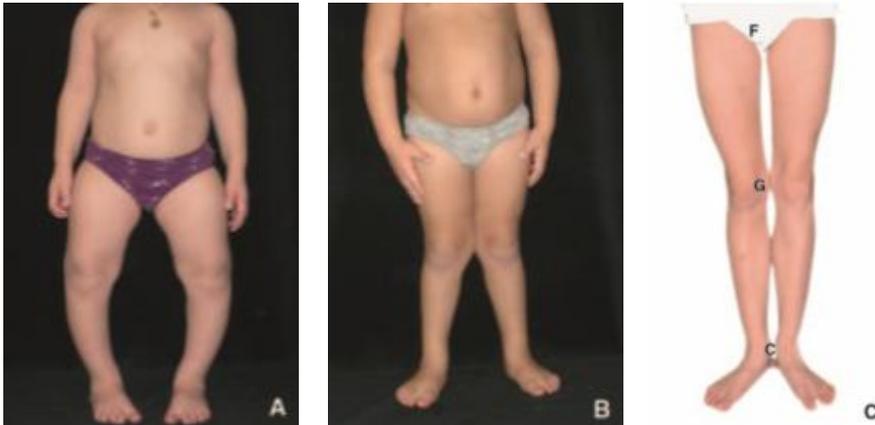


Figura 4.10: Evolución del patrón angular. A.Genu varo. B. Genu valgo. C.Morfotipo alineado. (Lechevallier,J. 2009)

La presencia de deformidades simétricas y ausencia de síntomas, rigidez en las articulaciones, trastornos sistémicos o síndromes, indica una condición benigna, con excelente resultado a largo plazo. <sup>(21)</sup>

#### 4.7 Factores que influyen en las torsiones

La patogenia de la torsión de los huesos largos podría explicarse a partir de los factores genéticos y mecánicos. Aunque sus acciones respectivas no están bien definidas, las compensaciones mecánicas representadas por la fuerza de gravedad y la musculatura despeñan una función importante en el desarrollo del sistema osteoarticular. <sup>(7)</sup>

Sin embargo estas compresiones no deben ser exageradas ni insuficientes y tienen que distribuirse de forma armoniosa sobre los cartílagos de crecimiento.

Se atribuyen varios factores de gran importancia:

- El inicio a la bipedestación
- Las tensiones musculares y capsulares

- El efecto de la gravedad
- El crecimiento en longitud o la obesidad
- Hiperlaxitud articular

## 4.8 Diagnostico diferencial de deformidades angulares

La gran mayoría de las consultas sobre alteraciones del patrón angular se encuentran en valores de valgo y varo dentro de la normalidad. Pero en ocasiones pueden aparecer patologías que se deben diagnosticar. <sup>(8,23)</sup>

### 4.8.1 Deformaciones en genu varum

En el genu varum suele existir un exceso de torsión tibial medial. La deformación es bilateral y simétrica. Se resuelve espontáneamente a los 3 años en la mayoría de los casos. <sup>(14)</sup>

Para la evaluación, el paciente se coloca en decúbito supino y se mide la distancia entre los cóndilos femorales posicionados a nivel y con los tobillos tocándose entre sí, mayor de 6 cm se considera patológico. <sup>(11,21,23)</sup> Si las deformidades son asimétricas y asociadas con dolor, rigidez en las articulaciones, enfermedades sistémicas o síndromes, pueden indicar una causa subyacente grave y requerir tratamiento. <sup>(21)</sup>



Figura 4.11: Genu varum fisiológico.(Rodriguez ,O.2008)

#### 4.8.1.1 Falso genu varum

Este aspecto se debe a la asociación de una anteversión femoral elevada con un recurvatum de la rodilla por hiperlaxitud. Cuando se coloca el niño en posición anatómica, con las rotulas estrictamente de frente, se observa la desaparición de este aspecto. <sup>(14)</sup>

#### 4.8.1.2 Enfermedad de Blount

El nombre que recibe esta patología fue descrita en 1937 por Walter Putnam Blount. <sup>(24)</sup> Esta enfermedad afecta sobre todo a personas de raza negra y de origen finlandés. Es un defecto de crecimiento de la parte posteromedial de la epífisis, de la fisis y de la metafisis tibial, que provoca la aparición de una tibia vara evolutiva. <sup>(14)</sup>

Se ha dividido en 2 grupos; el tipo infantil, que comienza entre el 1r y 3r año de vida, y el tipo adolescente, de comienzo posterior a los 9 años, menos frecuente y unilateral. <sup>(8,14)</sup> Se ha supuesto que el resultado, es un aumento del



estrés en el aspecto medial de la rodilla y el efecto a largo plazo del varo potencia el desarrollo de la artritis degenerativa de la rodilla. <sup>(25)</sup>

Figura 4.12: Cuadro clínico y la radiografía de un niño con una enfermedad grave de Blount bilateral. (Nunn, T. 2011)

##### 4.8.1.2.1 Características clínicas

Se observa el arqueamiento por debajo de la rodilla donde se palpa una prominencia en el lado interno de la metafisis tibial. Esta enfermedad se debe de distinguir entre otras patologías como raquitismo, trastornos traumáticos, etcétera. <sup>(8)</sup> El diagnóstico de la enfermedad de Blount se determina por la evaluación clínica y las radiografías de la rodilla que muestran una deformidad en varo progresiva. <sup>(26)</sup>

##### 4.8.1.2.2 Tratamiento

El tratamiento depende de la edad del niño, la etapa de la enfermedad y la cantidad de angular y deformidad articular presente. El tratamiento quirúrgico incluye hemiepifisiodesis y la osteotomía. Se requiere de un seguimiento de la

alineación de las extremidades y de la longitud hasta la madurez esquelética.  
(21,23,26)

#### **4.8.1.3 Raquitismo**

Ante un genu varum grave asimétrico debe buscarse de forma sistemática un raquitismo. Existen dos tipos de raquitismo donde hay una curvatura en varo tibial asimétrico por déficit de vitamina D. <sup>(14)</sup>

##### **4.8.1.3.1 raquitismo carencial**

Se produce sobre todo en emigrantes y en personas de raza negra. Se trata de una curvatura tibial acentuada de origen proximal y distal. La radiografía muestra un aspecto difuso y ampliado de los cartílagos de crecimiento, epífisis normales y una condensación de las corticales internas. La curación con un tratamiento médico de vitamina D se produce en 12-24 meses sin que sea preciso plantear un tratamiento quirúrgico, salvo en las formas descuidadas y vistas de forma tardía. <sup>(14,23)</sup>

##### **4.8.1.3.2 Raquitismo vitaminorresistente**

Hay una relación en los antecedentes familiares, se trata de una afección que se transmite de un modo dominante incompleto ligado al sexo. En este contexto, el diagnóstico se sospecha ante un niño que presente un genu varum a menudo asimétrico, a veces asociado a un genu valgum en el lado opuesto y con un retraso del crecimiento. El diagnóstico se confirma mediante el estudio fosfocálcico con una calcemia normal o disminuida, una fosforemia baja y una elevación de las fosfatasas alcalinas. El tratamiento médico consiste en la aportación de vitamina D y fósforo. <sup>(14,21)</sup>

El tratamiento quirúrgico suele consistir en osteotomías múltiples, dado el carácter extenso de la deformación, si el tratamiento médico no permite corregirla. La edad ideal del tratamiento quirúrgico se sitúa hacia el final del crecimiento. <sup>(14,23)</sup>

#### **4.8.1.4 Displasias**

Es otra de las causas de deformidad ósea. Algunas como la acondroplasia, que suelen producir deformidades en varo. <sup>(23)</sup>



Otro tipo, en el contexto dismórfico y talla baja orientan hacia una condrodistrofia como la disostosis metafisaria de Schmid, <sup>(14)</sup> que se manifiestan por malformaciones de uno o varios huesos, a veces con malformaciones viscerales o retraso mental. <sup>(27)</sup>

La disostosis metafisaria de Schmid, el examen físico muestra un peso normal y una talla por debajo del tercer percentil para su edad. Prominencia externa en la parte superior de los ante brazos y extremidades inferiores marcadamente arqueadas (Genu varo). <sup>(28)</sup>

Figura 4.13: Primer caso de disostosis metafisaria de Schmid, donde se puede observar la deformidad de las extremidades inferiores. (Mendoza, H.1983).

#### 4.8.1.5 Fracturas

Habitualmente son de forma asimétrica y solo se ve afectada una extremidad. La fractura puede provocar deformidades residuales por la mala reducción de la lesión o por afectación diafisaria que provoca trastornos de crecimiento. <sup>(23)</sup>

#### 4.8.2 Deformaciones en Genu valgum



El genu valgum es bilateral simétrico y alcanza su mayor frecuencia hacia los 3-4 años, pero va disminuyendo de forma progresiva y se estabiliza hasta la pubertad. <sup>(20)</sup> La evaluación del genu valgum se mide la distancia intermaleolar con las rodillas en contacto y debe ser inferior a 8 cm en aquellos con genu valgum fisiológico. <sup>(11,19,23,29)</sup> Las causas patológicas de genu valgo se debe considerar si la deformidad es unilateral, asimétrica, progresiva o en el niño menor de dos años. <sup>(29)</sup>

Figura 4.14: Genu valgum bilateral simétrico en un niño de 12 años con distancia intermaleolar de 12 cm. (Wicart, R. 2008).

#### 4.8.2.1 Falso genu valgo

El grosor de los muslos de un niño obeso obliga a ampliar la distancia intermaleolar, lo que provoca un aspecto de genu valgum. <sup>(14)</sup>

#### 4.8.2.2 Genu valgum idiopático

Es el que persiste después de los 10 años de edad, a menudo es solo antiestético y rara vez produce una intolerancia funcional en la edad adulta. Si la distancia intramaleolar es mayor de 10 cm, hay el riesgo de artrosis femorotibial lateral, en la edad adulta. <sup>(20)</sup>

#### 4.8.2.3 Genu valgum unilateral

Puede tener un origen malformativo, con limitación de la amplitud de rotación medial de la cadera, una inestabilidad antero-posterior de la rodilla y una desigualdad de longitud de los miembros inferiores a expensas del afectado. <sup>(14)</sup>

#### 4.8.2.4 Síndrome de hiperlaxitud articular

La hiperlaxitud articular (HA) se define como un aumento de la movilidad articular determinada por aumento de elasticidad de los tejidos. Su prevalencia ha sido establecida entre un 5 a 14% de acuerdo a diversas series. La distribución por sexos muestra mayor frecuencia en mujeres (2/3:1). También se ha encontrado una incidencia familiar aumentada, sugiriendo un modo de herencia autosómico dominante. <sup>(30)</sup>

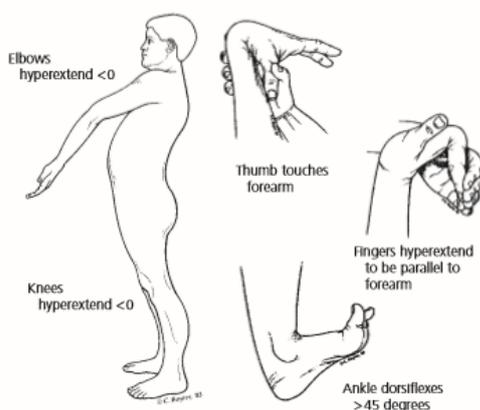


Figura 4.15: Sistemas para valorar la hiperlaxitud.(Sass, P. 2003)

Hay una alteración estructural del colágeno genéticamente definido. El colágeno tipo I, es el más abundante en el cuerpo humano y posee una alta fuerza tensil. Es abundante en el tejido conectivo, tendones, ligamentos, cápsula articular y hueso. En el síndrome de hiperlaxitud articular se ha encontrado un incremento en relación de colágeno tipo III/I, lo cual determinaría fibras de colágeno más delgadas con mayor proporción de elastina y menor rigidez, lo cual explicaría la hipermovilidad articular. <sup>(30)</sup>

Entre las múltiples manifestaciones clínicas, destacamos:

- Aumento del rango pasivo de movilidad
- Retraso en el desarrollo psicomotor y la adquisición de la marcha
- Se aprecia un genu valgum y pie plano laxo.

## 4.9 La marcha

La marcha humana corresponde a una secuencia de movimientos coordinados y alternantes que nos permite desplazarnos. Es un proceso complejo que requiere el adecuado funcionamiento e interacción de diferentes estructuras tales como un sistema de control a cargo del Sistema Nervioso Central, palancas que provean el movimiento correspondiente a los huesos y fuerzas para mover las palancas a cargo del sistema muscular. Alteraciones a cualquiera de estos niveles puede determinar alteraciones de la marcha. <sup>(31)</sup>

El ciclo de la marcha se define como el periodo que va del choque de talón de un pie hasta el choque de talón del mismo pie. Consta de dos fases, una de apoyo constituye alrededor del 60% del ciclo y otra de oscilación que representa el 40% restante.

Para facilitar su estudio suelen dividirse todavía en componentes más pequeños o subfases. Perry J. realizó un estudio completo de la marcha subdividiendo la marcha y los movimientos que realiza las estructuras anatómicas. <sup>(32)</sup>

Para poder entender las bases del equilibrio se debe determinar el triángulo de apoyo, que está constituido por el triángulo que une la porción más posterior

del talón con la porción más externa del quinto dedo por fuera y la interna del primer dedo por la parte medial. En posición monopodal, para que el cuerpo se halle en equilibrio estable, el eje de gravedad debe estar dentro de dicho triangulo de apoyo. <sup>(33)</sup>

Para evaluar el tipo de marcha, el método utilizado es el ángulo de progresión del pie, que es el resultado del ángulo que se forma a partir del eje largo del pie y la línea de progresión. <sup>(7,11,12,19)</sup> Lösel et al. 1996 Realizo un estudio para valorar el ángulo de progresión del pie en 400 niños normales con edades 4-16 años utilizando una técnica de evaluación clínica. Determinó que los valores negativos indican una marcha en intraversión y los valores positivos en extraversión. <sup>(34)</sup> Son anormales cifras mayores de + 20° para la torsión externa y de - 5° para la torsión interna. Normalmente, durante el apoyo del pie se dirige hacia fuera (8-10°). <sup>(5,18,20,35)</sup> El análisis de estos datos resulto que la edad, la alineación tibial, el índice de arco y la relación de peso del cuerpo, el ángulo de progresión del pie se ve afectado de manera significativa. <sup>(34)</sup>

#### 4.9.1 Desarrollo de la marcha

El recién nacido muestra unos automatismos de marcha; cuando se le coloca en posición vertical, sujetándole por las axilas y sus pies contactan con una superficie, realizará gestos de marcha. Cuando el pie entra en contacto con la camilla se produce el reflejo de triple retirada en flexión. <sup>(36)</sup>

MESES	DESARROLLO
2 primeros meses	Marcha automática
7 meses	Reptación o rastreo
8 meses	Se mantiene en pie si se le dan las dos manos
10 meses	Gateo (abdomen muy próximo al suelo)
11-12 meses	Gateo como un oso
13-15 meses	Marcha independiente
5-7 años	Marcha parecida a la del adulto

Tabla 4.2: Desarrollo de la marcha.(Collado, S. 2005).

El niño de siete meses comienza a desplazarse mediante movimientos de reptación y a los ocho meses consigue mantenerse en pie unos instantes si le dan las dos manos. A los diez meses comienza a gatear con el abdomen muy cerca del plano de apoyo. A los 11-12 meses muchos niños gatean “como un oso” apoyando manos y pies. <sup>(36,37)</sup>

Entre los 13-15 meses el niño consigue la marcha independiente. Su marcha es insegura, inestable, tambaleante, muy irregular y con una falta de armonía y adecuada coordinación. El niño inicialmente camina de manera inestable y torpe, se inclina hacia atrás o hacia delante y se cae con frecuencia por su falta de equilibrio. Consigue una mayor base de apoyo gracias a la separación de extremidades inferiores. <sup>(38)</sup>

El niño camina a “golpes”, y necesita hacer pausas de recuperación, de lo contrario acabaría cayendo, cosa que ocurre con frecuencia. Al caminar conserva la flexión de los codos y aún no presenta los movimientos recíprocos de los brazos. En el plano frontal se observa una amplia base de sustentación y el apoyo del pie se hace sin el contacto inicial del talón. A partir de los 3 años la marcha normal se asemeja a la del adulto y presenta ya movimientos recíprocos en los brazos. <sup>(39)</sup>

Entre los cinco y siete años el niño consigue un patrón de marcha semejante al adulto. A esta edad la posición bípeda es estable, sobre el talón carga un 61% de su peso corporal, sobre el borde lateral un 4% y sobre el antepié un 35% aproximadamente. <sup>(36)</sup> Sutherland et al. Realizaron un estudio donde evaluaron la marcha en el niño y consideraron que entre los 6-7 años la marcha se asemeja a la de un adulto. <sup>(37)</sup> Ya que se mantiene la cadencia y la velocidad normal del adulto. <sup>(40)</sup>

#### **4.10 Marcha patológica**

Las anormalidades de la marcha pueden deberse a una debilidad muscular, una deformidad estructural de los huesos/articulaciones, enfermedades en general y trastornos neurológicos (parálisis cerebrales, hemiplejas, etc.).

(9,23,36,39) Con el fin de determinar la gravedad de la deformidad, el perfil de los miembros inferiores debe ser evaluado conjuntamente con el ángulo de progresión del pie para determinar la anomalía rotacional. <sup>(18)</sup>

La marcha en intraversión con los pies hacia dentro, generalmente proviene de procesos benignos, como metatarso adducto, rotación tibial interna excesiva y torsión femoral interna. <sup>(9,11,39)</sup>

#### **4.10.1 Anomalías rotatorias constitucionales**

La clasificación se basa en el análisis de las direcciones respectivas de la rodilla y del pie durante la fase de apoyo de la marcha. <sup>(5)</sup>

Una marcha con las rodillas convergentes o divergentes confirma el origen femoral y una marcha con las rodillas rectas pero los pies en intraversión o extraversión, el origen es tibial. <sup>(15)</sup> Este análisis permite definir cinco grupos de anomalías rotacionales. Estos grupos corresponden a las mediciones clínicas de la rotación de cadera y de las torsiones femorales y tibiales. <sup>(5,7)</sup>

##### **4.10.1.1 Anteversión femoral**

Marcha en intraversión. Se puede apreciar como los niños caminan con las rodillas y los pies en rotación medial. En estática revela un morfotipo de rodilla valga, un pie normal o plano y una torsión tibial externa normal. <sup>(5,7)</sup> Este síndrome, en general simétrico y familiar, asocia una rotación medial exagerada de la cadera y una anteversión femoral aumentada y es probable que su persistencia se mantenga por posturas agravantes como la posición en



W. <sup>(2,8,14,18,23)</sup> Representa el 28% de las anomalías rotacionales, es frecuente en los menores de 8 años y se vuelve infrecuente después de los 12 años. Sobre todo hay más incidencia en mujeres (2/1), suele ser simétrico, familiar y haber predisposición de hiperlaxitud ligamentosa. <sup>(5,12,18)</sup>

Figura 4.16: Posición en W. (García C. 2014).

#### **4.10.1.2 Torsión tibial interna**

Marcha en intraversión. Estos niños caminan con las rótulas orientadas hacia delante y los pies en rotación medial. En general, la exploración estática revela el morfotipo en rodilla valga, pie normal o plano, una rotación medial de la cadera normal y una anteversión femoral normal.<sup>(5,7)</sup> Representan el 10% de las anomalías rotacionales, es frecuente en niños menores de 6 años y disminuye con el paso de los años, pero no de forma sistemática.<sup>(7)</sup> Es causa frecuente de dormir en prono o sentarse sobre los talones con las puntas de pies dirigidos hacia dentro.<sup>(2,12,14)</sup>

#### **4.10.1.3 Torsión tibial externa**

Marcha en extraversión. Se presenta como deformidad congénita unilateral o bilateral secundaria a otra deformidad; también por contractura de la cintilla iliotibial.<sup>(12)</sup> Los niños caminan con las rodillas orientadas hacia delante y los pies hacia fuera. La exploración revela una rotación medial de cadera, una anteversión femoral normal, un morfotipo de rodilla vara y un pie cavo valgo o normal. Representa el 25% de las anomalías rotacionales y predomina en pacientes mayores de 13 años.<sup>(7,18)</sup> Esta situación produce una manera de andar ineficiente y un dolor en la articulación femorotuliana.<sup>(12)</sup>

#### **4.10.1.4 Triple deformación**

Marcha en extraversión. Estos niños caminan con las rodillas en rotación medial y los pies hacia fuera. En general, la exploración estática revela un morfotipo de rodilla vara leve, un pie normal o cavo valgo y en proyección lateral un recurvatum de rodillas. Se asocia a una anteversión femoral y a una torsión tibial externa. Representa el 25% de las anomalías rotacionales y es más frecuente en los pacientes de más de 12 años.<sup>(5,7)</sup>

#### 4.10.1.5 Retroversión femoral

Marcha en extraversión. Estos niños se caracterizan por caminar con las rodillas y los pies hacia fuera. La exploración en estática revela un morfotipo de eje normal, un pie normal, una rotación lateral exagerada de la cadera con disminución de la rotación medial (posible retracción de los músculos glúteos), una retrotorsión femoral y una torsión tibial externa normal. <sup>(5,7,14)</sup>

Clasificación y características de las anomalías rotacionales.

	Estática frontal	Plano horizontal	Huellas en el podoscopio	Grupo
Marcha con las rodillas y los pies rotados en sentido medial 28%. 5-6 años	Genu valgo	RMC >70° AT >30° TTL 25°	Normales +++ Planas +	Antetorsión exagerada
Marcha con las rodillas hacia delante y los pies en sentido medial 10% 4-6 años	Genu valgo	RMC < 60° AT < 20° TTL ≤ 10°	Planas +++ Normales +	Torsión tibial insuficiente
Marcha con las rodillas hacia delante y los pies en sentido lateral 25%. 13 años	Genu varo	RMC ≤45° AT ≤15° TTL ≥55°	Normales ++ Cavo valgo ++	Torsión tibial lateral exagerada
Marcha con las rodillas en sentido medial y los pies en sentido lateral 25%. 12 años	Genu varo	RMC >70° AT >25° TTL >50°	Normales ++ Cavo valgo ++	Triple deformación
Marcha con las rodillas y los pies en sentido lateral 2%. 14 años	Eje normal	RLC >70° RMC ≤20° AT ≤0° TTL ≥25°		Retrotorsión femoral

Tabla 4.3: Clasificación y características de las anomalías rotacionales. (Accadbled, F.2007).

Las variaciones de estas anomalías confirman que la torsión está en constante evolución durante el crecimiento, hasta la edad adulta.

#### 4.11 Patologías desarrolladas por las torsiones

Cuando una torsión es exagerada o disminuida, modifica la línea de acción de los músculos adyacentes, lo que cambia el momento resultante de la acción de este músculo. Por otra parte, al modificar el ángulo del paso, el trastorno de torsión varía la localización y la intensidad de la fuerza de reacción al suelo, lo que altera el momento resultante. De este modo, puede considerarse que las torsiones anómalas modifican la presión articular incluso sobre las

articulaciones alejadas del trastorno torsional. Estos efectos son complejos y están interconectados. <sup>(5)</sup>

#### **4.11.1 Anomalía rotacional e inestabilidad femororrotuliana**

Hay una asociación entre la torsión tibial externa y la inestabilidad femororrotuliana. <sup>(5,12,18,39)</sup> Cooke T. et al 1990 , realizó un estudio de 12 casos de adultos jóvenes que presentaban inestabilidad de la rodilla asociada a una torsión tibial lateral exagerada y un morfotipo en genu varo, mientras que la anteversión era normal. La conclusión fue, que las deformidades de tibia tienen en común dolor anterior de rodilla en estos pacientes: <sup>(41)</sup>

#### **4.11.2 Consecuencias sobre la cadera**

Tönnis D. et al 1999 en su estudio evaluó la evolución del dolor de pacientes después de ser intervenidos quirúrgicamente, mediante osteotomías de rotación intertrocanterea o subtrocantérea para conseguir el grado normal de anteversión. Cuando se aumento la anteversión femoral, hubo una tendencia hacia el aumento del dolor, por otro lado cuando hacían una disminución de la anteversión femoral había el doble de aumento de dolor. Es razonable concluir, por lo tanto, que estas desviaciones pueden ser responsables de un porcentaje sustancial de la osteoartritis que previamente fue clasificada como idiopática. <sup>(42)</sup>

#### **4.11.3 Consecuencias clínicas sobre el pie**

Las consecuencias de un vicio rotacional sobre el pie no son automáticas. No obstante, existe una tendencia general que permite establecer que, de forma paralela a la torsión femoral y a la torsión tibial externa. <sup>(5)</sup>

La morfología del pie se modifica con el crecimiento. De este modo, el pie, que es plano a los 2 años, adopta el arco de forma progresiva para obtener su forma definitiva hacia los 7-8 años. Este movimiento permite al calcáneo volver a situarse sobre el astrágalo, que sigue la torsión tibial externa. Así, se observa

una tendencia a los pies planos en las insuficiencias de torsión tibial y a los pies cavos en los excesos de torsión tibial lateral. <sup>(5)</sup>

## **4.12 Tratamiento**

Hay una gran dificultad para el tratamiento de las anomalías rotacionales, ya que existe una evolución del morfotipo hasta el final del crecimiento. <sup>(5,7,8,9,12,17,18,20,21,23,35)</sup> Sin embargo hay que vigilar al paciente, porque una anomalía rotacional persistente conlleva un riesgo de provocar compensaciones perjudiciales. <sup>(15)</sup>

### **4.12.1 Tratamiento conservador**

En el caso de las torsiones no existe evidencia de la eficacia correctora de los diferentes dispositivos. <sup>(5,12,19,20,21)</sup> El uso de férulas de Denis Browne en el tratamiento de la torsión femoral, no deben usarse por su ineficacia ya que la presión que ejercería actuaría a nivel articular y no sobre la propia torsión produciendo deformidades secundarias. <sup>(5,8)</sup> Por otro lado las actitudes torsionales donde el pie compensa realizando una pronación excesiva, se puede realizar unos soportes plantares controlando la pronación, para evitar la caída del pie cuando realiza la marcha.

En las alteraciones angulares, es mejor no hacer tratamiento en el genu varo fisiológico, lo aconsejable es evaluar cada 6 meses y el uso de ortesis es controvertido. En el genu valgo fisiológico, evaluar cada 6 meses y si la distancia intercondilea >5 cm se puede colocar cuña interna de 3-5 cm. <sup>(19)</sup>

#### **4.12.1.1 Tratamiento físico y postural**

Este tratamiento depende de la deformidad y del paciente. Una evaluación fisioterapéutica nos da las pautas necesarias para hacer un adecuado plan de tratamiento. El tratamiento varía desde ejercicios de manipulación, estiramiento para corregir los desequilibrios y retracciones musculares, fortalecimiento

muscular y pautas posturales evitando las posiciones que agraven el problema.  
(5,8,12,35)

#### **4.12.2 Tratamiento quirúrgico**

Si las deformidades torsionales persisten, necesitan una corrección quirúrgica a partir de la madurez del niño.<sup>(12)</sup> Las osteotomías de desrotación femoral y/o tibial representan el único tratamiento propuesto.<sup>(5,8,12,18,39)</sup> No obstante, existen numerosas variantes, que dependen de la localización, el material, la presencia de dolor persistente de la rodilla, la edad del niño y la fase de crecimiento en la que se encuentre.<sup>(5)</sup>

Valores límite de normalidad que suponen indicación de cirugía: anteversión femoral  $>50^{\circ}$  y rotación interna de cadera  $>80^{\circ}$  en niños  $>8$  años y torsión tibial interna  $>15^{\circ}$  o externa mayor de  $30^{\circ}$  en niños  $>5$  años.<sup>(5,9,19)</sup>

## 5. MATERIAL Y METODOS

Para la realización del trabajo se hizo una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos PubMed, Sciencedirect y Google académico, con el objetivo de recopilar información válida acotando la búsqueda a lo más actual posible, sobre la torsión tibial infantil y la marcha. Dicha búsqueda bibliográfica se ha llevado a cabo durante el periodo comprendido entre febrero y mayo del año 2015.

Para empezar se usó la base de datos Pubmed, se usó la palabra clave “tibial torsion” y el filtro “free full text available” obteniendo 110 artículos, Para acotar más dicha búsqueda se añadió otra palabra clave “children” obteniendo 35 artículos y tras la revisión se obtuvieron 5 artículos útiles para el trabajo.

Más tarde se realizó una búsqueda bibliográfica en Sciencedirect “torsiones tibiales” con la obtención de 72 artículos, de los cuales fueron de gran utilidad 8. No se pudieron obtener más por la dificultad de descarga de los artículos.

Así que se hizo la búsqueda en Google Académico, donde se pueden obtener artículos de revistas en formato Pdf. En la búsqueda se usó los títulos de los artículos deseados ya encontrados en las bases de datos anteriores. Fueron un total de 9.

A medida que se avanzaba en el trabajo se hizo una búsqueda más centrada en patologías usando el buscador Pubmed palabras clave “pathology” and “blount” con los filtros “free full text available”, “last 10 years” y “humans” que se obtuvieron 20 artículos dando solo 1 como útil para el trabajo.

También se hizo la búsqueda bibliográfica en Sciencedirect, palabra clave “Blount” donde se encontraron 9835 pero como necesitaba poca información ya que de artículos anteriores había información suficiente se usó 1 artículo. También se realizó la misma búsqueda comentada anteriormente, pero con las palabras clave “raquitism”, “disostosis”, “genu valgo” y “genu varo”. Con la obtención de 7 artículos útiles.

Se realizó una revisión de libros de textos en la Biblioteca del Campus de Bellvitge de la UB. Buscando contenidos del desarrollo infantil, anatomía, fisiología, musculatura y la marcha. Con la obtención de 3 libros útiles para el trabajo.

Además se han utilizado diversos artículos cuya existencia se supo a través de la referenciación bibliográfica de otros artículos y que por tanto no fueron obtenidos con el buscador de palabras clave, si no que se buscaron directamente en las bases de datos con el título del artículo o de los autores. Fueron un total de 9.

Se ha encontrado una gran dificultad para la obtención de artículos de años anteriores por no estar en sistema digital.

## 6. DISCUSIÓN

El motivo más frecuente de la consulta pediátrica podológica, es a causa de las variaciones del perfil torsional y las deformidades angulares de las extremidades inferiores. Estos patrones normalmente son fisiológicos y se corrigen a medida que hay un desarrollo estructural en el crecimiento. Para determinar si los patrones son normales o anormales, se deben conocer los grados torsionales de las extremidades.

La primera descripción de los perfiles torsionales fue realizada por Staheli LT et al. en el 1985, llevando a cabo un estudio de investigación en el que, participaron 160 niños y 20 adultos dando como conclusión que la torsión tibial medial y la torsión femoral medial en niños pequeños son un patrón de desarrollo normal. En la gran mayoría, estas variaciones de rotación caen dentro de la amplia gama de normalidad y no requieren tratamiento.

Fabry G. 1997 en el estudio que realizó concluyó que la torsión femoral fisiológica disminuye con la edad de forma gradual y espontánea, de 35° a la edad de 1 año a 21° a los 9 años, para alcanzar 12° al final de crecimiento.

Posteriormente Losada P. 2002, Darmana R. et al. 2014 dan unos valores significativamente diferentes a los descritos anteriormente pudiendo determinar con unos parámetros más amplios de 25-50° en el nacimiento y 7-22° al final del crecimiento.

Los grados de la torsión femoral afecta a la rotación de cadera, por ello es necesario conocer cuáles son grados de normalidad. Lincoln T 2003 y Serrano R. 2012, ambos concuerdan en que los grados normales en los lactantes tienen una rotación interna (10-60°) un promedio de 40° y en la rotación externa (45-90°) un promedio de 70°, a los 10 años la rotación interna (25-65°) un promedio es 50° y rotación externa (25-65°) un promedio de 45°.

Para la medición de la rotación de cadera Li Y. 1999, Sass P. 2003 y Chauca C. 2008 en los estudios realizados colocan al paciente en decúbito prono y debe dejar caer ambas caderas en su máxima rotación interna y externa. La cantidad de rotación interna y externa de la cadera normalmente debe ser

similar y el arco total debe ser de unos 90 °. La rotación interna mayor de 70 ° sugiere un diagnóstico de anteversión femoral excesiva. Se considera leve si el grado de rotación interna es de 70 a 80 ° y la rotación externa es de 10 a 20 °; moderada si la rotación interna es de 80 a 90 ° y rotación externa es de 0 a 10 ° es; y grave si la rotación interna de la cadera es mayor que 90 ° sin rotación externa.

El primero en describir la torsión tibial fue Le Damany 1903 “la torsión de la tibia alrededor de su eje longitudinal, resulta en un cambio en la alineación de los planos de movimiento de la proximal (rodilla) y (tobillo) articulaciones distales”.

Existen varios estudios donde hay discordancia en los valores normales de las torsiones tibiales, lo que dificulta la obtención determinar un valor exacto. Por otro lado los Todos coinciden que en el nacimiento existe una torsión interna y a medida que el niño crece la torsión se dirige hacia externa.

En los artículos encontrados se puede observar que autores como Lincoln T. 2003, Wicart P. 2008 determinan que la torsión tibial al nacer es de 0-4° de torsión tibial interna y a medida que el niño crece hay una torsión externa hasta la edad adulta con una media de 23-25° (rango de 0° a 40°).

Otros autores como Li Y et al. 1999, Losada P. 2002 y Serrano R. 2012 dan unos grados muy dispares donde es difícil determinar la normalidad.

En nuestra práctica diaria hay diversas pruebas y maniobras para la medición de la torsión descritas por Li Y et al. 1999, Lincoln T et al. 2003, Lopez J. 2006, Accadbled F.et al. 2007, Panjavi B. et al 2007, Chauca C. 2008 , Darmana R. et al. 2014, et al.

Dichos autores usan la medición del método clínico que se evalúa con el paciente en decúbito prono con las rodillas flexionadas a 90° y el pie en posición neutra. La torsión corresponde al ángulo entre el eje del pie y el eje del muslo visto desde arriba. Este método clínico puede determinar los grados fácilmente sin usar pruebas complementarias que puedan ser innecesarias.

El morfotipo angular fue descrito por Salenius P. y Vankka E. 1975 los cuales realizaron un estudio en que describen el ángulo tibiofemoral para las diferentes edades en los niños. Desde el nacimiento hasta los 3 años hay un genu varum que va disminuyendo de forma progresiva hasta anularse entre los 18 meses a los 3 años. Entre los 2-10 años hay un genu valgum en el que los grados máximos en las niñas es a los 3 años y en los niños a los 4 años. A partir de esa edad el genu valgum va disminuyendo de forma progresiva y se estabiliza hasta la pubertad. A partir de la pubertad a los 11 años en las niñas y los 13 años en los niños la morfología evoluciona según el sexo. Hay gran prevalencia en las niñas ya que se mantiene el genu valgum o se recupera el eje normal y en los niños se recupera el eje normal o evoluciona a un genu varum. Posteriormente López J. 2006 y Lechevallier J. en el 2009 corroboran los datos obtenidos.

Existen patologías como la enfermedad de Blount, el raquitismo, disostosis metafisaria de Schmid, fracturas, entre otras que alteran los patrones angulares pudiendo dar a errores diagnósticos. Se han incluido las patologías que son semejantes a las torsiones, explicando lo esencial para poder identificar y determinar cada una. No obstante hay que tener en cuenta que la presentación clínica puede variar y muchos de ellos se solucionan espontáneamente o con tratamientos no quirúrgicos.

La marcha humana corresponde a una secuencia de movimientos coordinados y alternantes que nos permite desplazarnos. Es un proceso complejo que requiere del adecuado funcionamiento e interacción de diferentes estructuras tales como un sistema de control a cargo del Sistema Nervioso Central, palancas que provean el movimiento correspondiente a los huesos y fuerzas para mover las palancas a cargo del sistema muscular. Alteraciones a cualquiera de estos niveles pueden determinar alteraciones de la marcha.

Sutherland et al. 1980 en el estudio que realizaron evaluaron el desarrollo de la marcha infantil. Concluyeron que los niños a partir de los 3 años la marcha que realizan puede considerarse parecida a la del adulto ya que realizan movimientos recíprocos en los brazos. Y entre los cinco y siete años el niño

consigue un patrón de marcha igual que el adulto. Posteriormente Collado S.2005 y Accadbled, F. 2007 corroboró su hipótesis.

Lösel et al. 1996 realizó un estudio del ángulo de progresión del pie utilizando una técnica de evaluación clínica para determinar los ángulos normales. Los resultados fueron que los valores negativos indican una marcha en intraversión y los valores positivos en extraversión. Son anormales cifras mayores de + 20° para la torsión externa y de - 5° para la torsión interna. Normalmente, durante el apoyo del pie se dirige hacia fuera (8-10°). Calzadilla et al. 2002, Panjavi B. et al. 2007, Accadbled, F. et al. 2007 y Lechevallier J. et al. 2009 confirmaron los datos anteriormente descritos.

Las anormalidades de la marcha pueden deberse a una debilidad muscular, una deformidad estructural de los huesos/articulaciones, enfermedades en general y trastornos neurológicos (parálisis cerebrales, hemiplejas, etc.).

Sass P. 2003, Lincoln T. 2009, Rodríguez O. 2008 en sus publicaciones determinan que las marchas más comunes son con los pies hacia dentro y generalmente proviene de procesos benignos, como metatarso adducto, rotación tibial interna excesiva y torsión femoral interna.

Por otro lado existen otros tipos de marchas con perfiles torsionales diferentes descritos por varios autores como Accadbled, F. 2007 , Darmana, R. 2014. Losada P. 2002, Panjavi B.2007, Wicart P. et al 2008., Serrano R. 2012 y Garcia C. 2014 afirman que los niños que presentan una alteración en las torsiones angulares de la extremidad inferior evolucionarán con unos patrones de marcha y se corrigen normalmente al final del crecimiento. Si en estas marchas no hay una reducción tanto de las torsiones externas como internas, habrá una modificación de acción de los músculos y el ángulo del paso, modificando la presión articular incluso sobre las articulaciones alejadas del trastorno torsional. Estos efectos son complejos y están interconectados.

Accadbled F. 2007, Panjavi B. 2007, Rodriguez O. 2008 y Chauca C. 2008 mediante los estudios realizados apoyan que hay una asociación entre la torsión tibial externa y la inestabilidad femorrotuliana, conclusiones sacadas a partir del estudio realizado por Cooke T. et al. 1990, estudió 12 casos de

adultos jóvenes que presentaban inestabilidad de la rodilla asociada a una torsión tibial lateral exagerada y un morfotipo en genu varo, mientras que la antetorsión era normal. La conclusión fue, que las deformidades de tibia tienen en común dolor anterior de rodilla en estos pacientes.

Tönnis D. et al. 1999 en su estudio evaluó la evolución del dolor de pacientes después de ser intervenidos quirúrgicamente, mediante osteotomías de rotación intertrocanterea o subtrocantérea para conseguir el grado normal de anteversión. Cuando se aumento la anteversión femoral, hubo una tendencia hacia el aumento del dolor. Por otro lado cuando hacían una disminución de la anteversión femoral había el doble de aumento de dolor. Es razonable concluir por lo tanto, que estas desviaciones pueden ser responsables de un porcentaje sustancial de la osteoartritis que previamente fue clasificada como idiopática.

La bibliografía publicada en base a los tratamientos para la torsión tibial coincide en que las torsiones se corrigen de forma espontánea y no requieren tratamiento, solo en casos que las torsiones persistan y no se corrijan.

Accadbled F. 2007, Losada P. 2002, Chauca C. 2008 y Garcia C. 2014 concuerdan en que los casos que requieren tratamiento siempre se intentara ir por los conservadores, aunque no existe evidencia eficaz correctora. El uso de las férulas Denis Browne en el tratamiento de la torsión femoral, no deben usarse por su ineficacia ya que la presión que ejercería actuaría a nivel articular y no sobre la propia torsión produciendo deformidades secundarias.

Losada P. 2002, Chauca C. 2008 y Accadbled F. 2007, son partidarios del tratamiento postural, sobretudo evitando las posiciones donde agraven el problema y realizando estiramientos para ayudar a reducir las contracturas existentes.

Autores como Losada P. 2002, Accadbled F. 2007, Panjavi B. 2007, Rodriguez O. 2008 y Chauca C. 2008 corroboran que las osteotomías de desrotación femoral y/o tibial representan el único tratamiento propuesto.

La principal limitación de este trabajo ha sido en base a los tratamientos descritos, ya que no existen evidencias sobre los tratamientos conservadores,

solo en los quirúrgicos, pero estos serían cuando las medidas no cruentas son efectivas.

De cara a investigaciones futuras sería conveniente profundizar en base a los tratamientos, sobre todo en los conservadores por no existir un tratamiento que sea eficaz sin perjudicar al desarrollo fisiológico, pudiendo así evitar los tratamientos quirúrgicos.

A pesar de estas limitaciones considero que esta revisión cumple con el objetivo de determinar la morfología fisiológica entre las patologías, los tipos de marcha que presentan las torsiones, las patologías que pueden desarrollar las torsiones y los tratamientos existentes a día de hoy.

## 7. CONCLUSIONES

Mediante la elaboración del trabajo con la búsqueda de información relevante en la obtención de artículos científicos podemos decir que se ha obtenido un mayor conocimiento de las torsiones de las extremidades inferiores.

Se ha podido concluir:

- Las alteraciones estructurales normalmente son fisiológicas que se corrigen espontáneamente y no existe un perfil rotacional estándar, sino una variabilidad muy amplia.
- Una buena anamnesis y un control de la evolución del niño puede evitar posibles complicaciones a largo plazo.
- Cuando las torsiones persisten y no se corrigen dentro de los parámetros de la normalidad podemos decir que hay una patología.
- Hay patologías que afectan las torsiones tibiales pudiendo dar a errores diagnósticos.
- Los aumentos de las torsiones en los miembros inferiores modifican la marcha y contribuyen a desarrollar patologías a largo plazo.
- Los malos hábitos posturales de los niños contribuyen a las alteraciones torsionales.
- El tratamiento de elección es el conservador, mientras que la cirugía es el camino a seguir en el caso de que las medidas conservadoras aplicadas no resulten efectivas

A modo de conclusión final en base a los objetivos marcados, ha sido satisfactorio en todos los propuestos menos en los tratamientos convencionales descritos donde considero que es un ámbito por investigar, que nos sería de gran utilidad en el futuro de la Podología.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Staheli L, Corbett M, Wyss C, King H. Lower-extremity rotational problems in children. Normal values to guide management. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1985 January.
2. Serrano R. Desarrollo angular y rotacional de los miembros inferiores en escolares entre 3 y 10 años. Estudio de dos poblaciones diferentes. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Unidad de ortopedia. Departamento de cirugía; 2012.
3. Kendall P, Kendall E, Geise P, McIntyre M, Romani W. Músculos. In Kendall's. *Pruebas funcionales postura y dolor*. Madrid: Marbán ; 2007. p. 52-117; 362-369.
4. Almagià A, Lizana D. Principios de anatomía humana. Aparato locomotor. Texto Guía del Curso Anatomía Humana I para Kinesiólogos. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Ciencias – Instituto de Biología , Laboratorio de Antropología Física y Anatomía Humana. Laboratorio de Técnicas Anatómicas; 2012.
5. Accadbled F, Mansat C, Cahuzac J-P. Anomalies rotationnelles des membres inférieurs chez l'enfant. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 15-320, 2007.
6. Fabry G. Normal and abnormal torsional development of the lower extremities. *Acta Orthopaedica Belgica*. 1997; 63(4).
7. Darmana R, Cahuzac JP. Transtoronos estáticos de los miembros inferiores y sus consecuencias sobre la marcha del niño. Transtornos rotacionales. *EMC-Podologia*. 2014 ; 16(3).
8. Losada P. Alteraciones de los miembros inferiores: deformidades angulares, torsionales, alteraciones de la marcha y dismetrías. *Pediatría Integral*. 2002; 6(5): p. 397-412.
9. Lincoln T, Suen W. Variaciones rotacionales frecuentes en los niños. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons (Edición Española)*. 2003 Noviembre; 2(6).
10. Li Y, Leong J. Intoeing gait in children. Review articles. Hong Kong: The University of Hong Kong, Department of Orthopaedic Surgery; 1999.
11. Sass P, Hassan G. Lower Extremity Abnormalities in Children. *America Family Physician*. 2003 August; 68(3).

12. Chauca C. Deformidades torsionales de los miembros inferiores y la alteración del equilibrio dinámico en niños de 4 a 7. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2008.
13. Milner C, Soames R. A comparison of four in vivo methods of measuring tibial torsion. *J. Anat.* 1998 April 14; p. 139–144.
14. Wicart P, Seringe R. Troubles statiques des membres inférieurs et analyse d'une boiterie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Pédiatrie, 4-007-C-10, 2007.
15. Poussou A, Poussous L. Ortesis plantares mecánicas infantiles. EMC-Podología. 2013 Abril; 15(2).
16. Álvarez C. Actualización en patología de ortopedia infantil. Capítulo 5 Deformidades angulares en los niños. Bogotá: Sociedad colombiana de cirugía ortopédica y traumatología SCCOT ; 2011.
17. Duparc F. Troubles de torsion du squelette du membre inférieur de l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Aparato locomotor. 2009.
18. Panjavi B, Mortazavi SJ. Rotational Deformities of the Lower Limb in Children. *Iranian Journal of Pediatrics.* 2007; 17(4): p. 393-397.
19. López J. Otros Protocolos. Patología de la espalda y miembro inferior. Boletín de la Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León. 2006; 42(2): p. 327-335.
20. Lechevallier J, Abu Amara S. Pathologie acquise du squelette de l'enfant. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Pédiatrie. 2009.
21. Espandar R, Mortazavi SMJ, Baghdadi T. Angular deformities of the lower limb in children. *Asian journal of sports medicine.* 2010; 1(1): p. 46.
22. Salenius P, Vankka E. The development of the tibiofemoral angle in children. *J Bone Joint Surg.* 1975 March; 57(2).
23. Garcia C. Errors en ortopèdia pediàtrica. *Pediatria Catalana.* 2014; 74.
24. Ferguson J, Wainwright A. Tibial bowing in children. *Orthopaedics and Trauma.* 2013; vol. 27(1): p. 30-41.
25. Kawu A, Salami O, Olawepo A, Ugbeye MM, Yinusa W, Odunubi O. Outcome analysis of surgical treatment of Blount disease in Nigeria. *Nigerian Journal of Clinical Practice.* 2012; 15: p. 165-167.

26. Nunn T, Rollinson P, Scott B. (viii) Blount's disease. *Orthopaedics and Trauma*. 2011 December; 26(6): p. 454-461.
27. Merrer M. Enfermedades óseas constitucionales. *EMC - Pediatría*. 2011,; 43(3): p. 1–18.
28. Mendoza H, Gutiérrez M, León A. Disostosis Metafisaria. *Archivos Dominicanos de Pediatría*. 1983; 19(3).
29. Kosuge D, Barry M. Paediatric lower limb coronal alignment: assessment and diagnosis. *Bone & Joint*. 2013;: p. 3.
30. Haro M, Morante M, Susana L. Síndrome de hiperlaxitud articular benigno en el niño. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2014 Marzo; 25: p. 255–264.
31. Mariana H. Laboratorio de análisis marcha y movimiento. *Revista Médica Clínica Las Conde*. 2014 Marzo; 25.
32. Perry J. Gait analysis. Normal an pathological function. 2nd ed. United States of America: Slack incorporated; 2010.
33. Viladot R, Cohi O, Clavell S. Ortesis y prótesis del aparato locomotor. 2.1 Extremidad inferior. Barcelona: Masson; 1987.
34. Lösel SMD, Burgess-Milliron MJMS, Micheli LJMD, Edington CJMS. A Simplified Technique for Determining Foot Progression Angle in Children 4 to 16 Years of Age. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1996 September/October; 16(5).
35. Calzadilla V, Castillo I, Blanco J, González E. Desviaciones torsionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2002; 18(5).
36. Collado S. Desarrollo de la marcha. *Biociencias*. 2005 Enero; 3.
37. Sutherland D, OlsheN R, Cooper L, Savio L, Woo Y. The development of mature gait. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1980.
38. Collad S, Pascual F, Álvarez A. Analisis de la marcha. Factores moduladores. *Biociencias*. 2003 Mayo; 1.
39. Rodriguez O, Vilalta i Vidal I. Valoración del niño con problemas otropédicos relacionados con la marcha. *Actualizaciones*. 2008.

40. Thomson P, G Volpe R. Introduction to podopediatrics. Segunda edición ed.: Elsevier; 2001.
41. Cooke T, Chir B, Price N, Fisher B, Hedden D. The Inwardly Pointing Knee. An Unrecognized Problem of External Rotational Malalignment. Clinical orthopaedics and related research. 1990 November; 260.
42. Tönnis D, Heinecke AJBJS, 81:1747-70.. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. 1999 The Journal of Bone & Joint Surgery; 81(12).

## **9. AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a mi tutora del trabajo Olga Mañè Moce, por su ayuda, su paciencia en la supervisión del trabajo y por su ayuda a resolver las dudas que surgían a medida que realizaba el trabajo.

Al profesorado que me han formado durante estos 4 años y he podido adquirir gran conocimientos de todos ellos y agradezco profundamente.

Finalmente quiero agradecer a mi familia y a mis amigos por el apoyo, los ánimos y la confianza que han depositado en mí durante todo el transcurso de la carrera, sin ellos no habría conseguido llegar hasta aquí.

Muchas gracias