

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO DE FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

LA MARCHA EN NIÑOS CON TEA

Autor: VALERA OSUNA, MARÍA

Tutor: LÓPEZ ROS, PALOMA

Cotutor: RIQUELME CENCERRADO, DIEGO

Departamento y Área: CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO Y SALUD

Curso académico: 2023 - 2024

Convocatoria: JUNIO

AGRADECIMIENTOS.

A mi familia, por ser mi principal apoyo e impulsarme a formarme para ser una buena profesional.

A mis amigos, por estar presentes en cada paso que doy.

A mis compañeros de grado, por hacer de estos cuatro años los mejores y aprender juntos una profesión tan bonita.



ÍNDICE

1. ABREVIATURAS.....	5
2. RESUMEN / ABSTRACT.....	6
3. INTRODUCCIÓN.....	8
3.1 Marco teórico.....	8
3.2 Justificación.....	10
3.3 Objetivos.....	11
3.4 Hipótesis.....	11
4 MATERIAL Y METODOLOGÍA.....	11
4.1 Diseño del estudio.....	11
4.2 Población del estudio.....	12
4.3 Variables de estudio y su medición.....	13
5 RESULTADOS.....	18
5.1 Análisis estadístico.....	18
6 DISCUSIÓN.....	29
7 LIMITACIONES Y LÍNEA FUTURA.....	32
8 CONCLUSIONES.....	32
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
10 ANEXOS.....	37
10.1 Anexo 1: COIR.....	37
10.2 Anexo 2: Hoja de información al paciente.....	39
10.3 Consentimientos informados.....	43
10.4 Hoja de exploración propia.....	47
10.5 Anexo 3: Pruebas biomecánicas – metodología.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS.....	18
TABLA 2. VALORES DE PRCA.....	21
TABLA 3. ROTACIONES DE CADERA.....	21
TABLA 4. ROTACIONES DE CADERA SEGÚN GÉNERO Y EDAD.....	22
TABLA 5. EJE MUSLO – PIE.....	24
TABLA 6. VALORES ROTACIONALES EN LA PRUEBA EJE MUSLO – PIE.....	25
TABLA 7. FLEXIONES DE TOBILLO Y HALLUX.....	25
TABLA 8. VALORES SOBRE LA FLEXIÓN DE TOBILLO Y DEL HALLUX.....	26
TABLA 9. VALORES EN LA MARCHA.....	28
TABLA 10. RELACIÓN ÁNGULO DE FICK CON MANIOBRA PUNTA DE LOS PIES.....	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC).....	18
GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN PESO DE LA ZAPATILLA.....	19
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DROP DE LA ZAPATILLA.....	19
GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN DE LA DISTANCIA EN LA BASE DE SUSTENTACIÓN.	20
GRÁFICO 5. DISTRIBUCIÓN DE LA POSICIÓN DE LAS RÓTULAS.....	20
GRÁFICO 6. CLASIFICACIÓN DE LA PRCA SEGÚN LA EDAD.....	21
GRÁFICO 7. DISTRIBUCIÓN DEL EJE MUSLO – PIE.....	25
GRÁFICO 8. DISTRIBUCIÓN MANIOBRA PUNTA DE LOS PIES.....	27
GRÁFICO 9. DISTRIBUCIÓN ÁNGULO DE FICK.....	27
GRÁFICO 10. DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE MARCHA.....	29

1. ABREVIATURAS.

TEA: Trastorno del Espectro Autista.

TTE: Torsión tibial externa.

FAT: Fase de contacto inicial o fase de apoyo de talón.

FAM: Fase de apoyo medio.

IWT: Marcha idiopática de puntillas

FD: Flexión dorsal.

Kg: kilogramos

IMC: Índice de masa corporal.

Mm: Milímetros.

PRCA: posición relajada de calcáneo en apoyo.

ALI: Arco longitudinal interno

ASA: Articulación subastragalina.

TPA: Tibioperonea-astragalina.

AMTFH: Articulación metatarsofalángica del hallux.

RE: Rotación externa.

RI: Rotación interna.

FDD: Fase de despegue digital.

ADD: Marcha en aducción.

ABD: Marcha en abducción.

M1: 1º metatarsiano.

2. RESUMEN / ABSTRACT.

Introducción: El trastorno del espectro autista (TEA) es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por limitaciones a nivel conductual, comunicativo y social, afectando a 1 de cada 160 niños. La mayoría presenta algún tipo de afectación del desarrollo, motora, psíquica o médica.

En las afectaciones motoras, encontramos alteraciones en la marcha con el propósito de tener una mayor estabilidad para compensar las alteraciones en el sistema vestibular y visual. La marcha en puntillas es una de las variaciones, determinado por la ausencia de apoyo de talón en la marcha.

Método: Es un estudio descriptivo observacional retrospectivo del pie y la marcha en 25 personas con TEA con edades comprendidas entre 3 y 19 años.

Resultados: El test de Craig y la movilidad de tobillo obtuvieron valores significativamente alterados. El eje muslo – pie y ángulo de la marcha determinan una prevalencia hacia marcha en abducción. PRCA, test de Jack y HRT fueron las pruebas con menos valores alterados.

Conclusiones: Los sujetos presentan alteraciones estructurales y funcionales. La prevalencia de la marcha de puntillas es del 28%. Las rotaciones de cadera obtuvieron valores alterados. La torsión externa tibial fue de un 72%.

Palabras claves: trastorno del espectro autista, niño, marcha en puntillas, rotación externa tibial, pies.

ABSTRACT.

Introduction: Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder characterized by behavioral, communicative and social limitations, affecting 1 in 160 children. The majority present some type of developmental, motor, psychological or medical impairment.

In motor impairments, we find alterations in gait with the purpose of having greater stability to compensate for alterations in the vestibular and visual system. Walking on tiptoe is one of the variations, determined by the absence of heel support when walking.

Method: It is a retrospective observational descriptive study of foot and gait in 25 people with ASD aged between 3 and 19 years.

Results: The Craig test and ankle mobility obtained significantly altered values. The thigh-foot axis and gait angle determine a prevalence towards abduction gait. PRCA, Jack's test and HRT were the tests with the least altered values.

Conclusions: The subjects present structural and functional alterations. The prevalence of tiptoe walking is 28%. Hip rotations obtained altered values. Tibial external rotation was 72%.

Keywords: autism spectrum disorder, child, toe walking, tibial external rotation, feet.

3. INTRODUCCIÓN.

3.1 Marco teórico.

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno en el neurodesarrollo de evolución crónica que se produce durante el desarrollo embrionario [1]. Se caracteriza por una variedad de limitaciones a nivel conductual, comunicativo y social. [2].

La prevalencia del TEA ha ido en aumento constante desde los primeros estudios epidemiológicos, atribuido en parte a cambios en los conceptos y criterios diagnósticos, así como a una mayor conciencia y detección precoz. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2019, aproximadamente 1 de cada 160 niños presenta TEA. Esta cifra se traduce en un 1% de la población en España, lo que implica alrededor de 450.000 personas diagnosticadas con TEA [3].

Las manifestaciones clínicas se agrupan en dos categorías principales: los déficits persistentes en la comunicación e interacción social y los patrones de la conducta, intereses o actividades restrictivas y repetitivas [2].

En el primer grupo se distinguen tres áreas: comunicación no verbal, reciprocidad socioemocional y desarrollo, mantenimiento y comprensión de relaciones. Mientras que el segundo grupo se compone de cuatro áreas: insistencia en la invarianza, intereses restringidos, conductas repetitivas o alteraciones sensoriales [4].

Dentro de las alteraciones sensoriales, las afectaciones motoras son señales muy habituales en los niños con TEA. Un 80-90% de los niños con este trastorno muestran dificultades en el área motora [3].

Los trastornos motores se caracterizan por anomalías en el tono muscular: hipertonía o hipotonía generalizada, estereotipias motoras y retraso de la marcha [5]. Además, se producen dificultades en el mantenimiento de la postura, alteraciones en la coordinación

y déficit en las habilidades motoras finas y gruesas, al mismo tiempo que pueden existir dificultades en la planeación del movimiento. [6]

Entre los desafíos que enfrentan los niños con TEA, las dificultades motoras, pueden tener un impacto significativo en su calidad de vida y desarrollo integral. Una de las habilidades motoras fundamentales para la participación en actividades cotidianas y la autonomía es la marcha [7].

Las alteraciones de la marcha se dan con el objetivo de lograr una mayor estabilidad para compensar las alteraciones del equilibrio y de la propiocepción que presentan. La marcha en puntillas es una de las variaciones [7]. Entre el 15% - 45% de los niños con TEA presenta marcha en puntillas [3,7].

La marcha en puntillas se define como la incapacidad para generar un apoyo del talón durante la fase de contacto inicial (FAT) del ciclo de la marcha, y la ausencia de contacto pleno del pie durante la fase de apoyo (FAM) [8]. Puede considerarse una etapa normal al inicio del desarrollo de la marcha, pero debería resolverse antes de los tres años. [3].

Se considera una marcha idiopática de puntillas (IWT) a partir de los 3 años.

La etiología de esta alteración se vincula con la desregulación de los reflejos infantiles. Si estos no se desarrollan adecuadamente, pueden surgir alteraciones en los sistemas vestibular y visual, lo que conduce a cambios en la postura y la marcha [7].

La torsión tibial externa (TTE) es una deformidad rotacional alrededor del eje longitudinal que produce un cambio en la alineación de los planos de movimiento de las articulaciones proximales y distales.

Se considera patológico a partir de los 4 años y si llega a superar 40° de rotación externa.

La etiología es multifactorial [9] y su prevalencia en pacientes con TEA es de 32.9 % [7].

Los pies corren el riesgo de sufrir deformaciones, alteraciones de los arcos plantares y contractura irreversible del tendón de Aquiles, lo que provoca una contractura equina. También aumenta la probabilidad de desarrollar osteocondritis disecante del astrágalo y/o cóndilos femorales, así como lesiones en el tobillo debido a la limitación de la flexión dorsal (FD) en el movimiento pasivo [10].

Además, esto puede conducir a genu valgum/recurvatum, excesiva torsión tibial externa y rotación externa de tobillo, con dolor inespecífico en las piernas, cojera y fatiga [10].

3.2 Justificación.

La marcha es un proceso complejo que requiere una coordinación precisa entre múltiples sistemas sensoriomotores, equilibrando la estabilidad y la movilidad. A pesar de esta complejidad, la evidencia exacta sobre la presencia de la marcha en puntillas en niños con TEA aún no está completamente estudiada.

La falta de investigación específica sobre la marcha en esta población resalta una brecha en nuestro conocimiento que necesita ser abordada. Además, el diagnóstico y tratamiento temprano en los niños con TEA son cruciales para prevenir futuras complicaciones y favorecer su adecuado desarrollo. Por tanto, es esencial investigar las anomalías de la marcha en esta población, dada la influencia significativa que tiene en su salud general y su calidad de vida.

En este contexto, el presente estudio en niños con TEA busca describir las características estructurales y funcionales del pie, caracterizar los patrones de movimiento y relacionar con patrones torsionales de estos pacientes, identificar diferencias significativas con niños neurotípicos y explorar las implicaciones clínicas de estas divergencias. A través de herramientas y técnicas de análisis biomecánico, se pretende evaluar aspectos específicos del pie y de la marcha. Estos esfuerzos no solo podrán llenar la brecha en la investigación existente, sino que también podrían

proporcionar información valiosa para mejorar las intervenciones terapéuticas y la calidad de vida de los niños con TEA.

3.3 Objetivos.

Objetivo principal:

- Describir las características del pie estructurales y funcionales.

Objetivo secundario:

- Identificar y relacionar patrones torsionales en estática y dinámica, enfocándose en la rotación externa de la tibia, en individuos jóvenes con TEA.
- Conocer la prevalencia de la marcha en puntillas en niños y adolescentes con diagnóstico o sospecha de trastorno del espectro autista.

3.4 Hipótesis.

¿La marcha en puntillas es una alteración motora en niños con Trastorno del Espectro Autista?

Los niños y adolescentes con trastorno del espectro autista suelen presentar alteraciones en la marcha.

4. MATERIAL Y METODOLOGÍA.

4.1 Diseño del estudio.

Se trata de un estudio descriptivo observacional retrospectivo previamente aprobado por la Oficina de Investigación Responsable (OIR) de la Universidad Miguel Hernández con el código: **TFG.GPO.PLR.MVO.240208** (ANEXO 1).

4.2 Población de estudio.

La muestra del estudio incluye 25 individuos con edades comprendidas entre 3 y 19 años que hayan sido diagnosticados del Trastorno del Espectro Autista.

Los participantes, previamente informados (ANEXO 2), son seleccionados de dos organizaciones distintas: **la Asociación APSA** en Alicante que proporciona una amplia gama de servicios destinados a promover la autonomía y el crecimiento personal de las personas usuarias y sus familias, y **ASPERMUR** en Murcia cuyo enfoque se centra en generar conciencia sobre la sintomatología de la enfermedad a través de sesiones grupales y atención individualizada a los miembros familiares.

Se llevo a cabo durante los años 2022 y 2023.

Los criterios de inclusión:

- Diagnóstico confirmado de TEA.
- Entre 3 y 19 años.
- Miembro del centro con el que colaboraremos.
- Consentimiento informado por parte de los padres o tutores legales (ANEXO 3).

Los criterios de exclusión:

- Menores de 3 años o mayores de 19 años.
- Utilizar ayudas para la marcha.
- Presencia de cirugías o traumatismos en las extremidades inferiores.
- Llevar tratamiento ortopodológico u ortopédico para la marcha.

Los pacientes se incluyeron de forma consecutiva en la muestra tras informarles del estudio y firmar el consentimiento informado.

4.3 Variables de estudio y su medición.

Los datos obtenidos han sido el resultado de un protocolo de evaluación propio (ANEXO 4).

Todas las maniobras clínicas del presente trabajo se realizaron según la descripción en cuanto a la posición del clínico y el paciente acordes a la bibliografía. La descripción de estas se puede observar en el ANEXO 5.

⇒ **Anamnesis:** fecha, número de usuario, edad, sexo, peso, altura, IMC y diagnóstico o sospecha.

El **peso** (ANEXO 5) se obtiene gracias a una báscula convencional donde el resultado se da en kilogramos (kg).

La **altura** (ANEXO 5) se consigue tras la medición del paciente con resultados en centímetros.

Por último, el **índice de masa corporal (IMC)** [11] (ANEXO 5) es específico según edad y sexo porque la cantidad de grasa corporal cambia con la edad y difiere entre niños y niñas.

- Bajo peso: por debajo de 18.5.
- Normal: 18.5 – 24.9.
- Sobrepeso: 25.0 – 29.9.
- Obesidad: mayor de 30.0.

⇒ **Análisis del calzado:** peso y drop.

Para el **peso** del calzado se utiliza una báscula de precisión para pesar el zapato derecho, obteniendo el valor en gramos. Este dato nos ayudará a entender cómo el peso

del calzado influye en la marcha, ya que cuanto más peso, más gasto energético y una marcha más lenta con compensaciones laterales [10].

El **drop** es la diferencia de altura entre la suela del talón y la suela de la punta del pie en una zapatilla, literalmente se podría denominar como la ``caída del talón a los dedos´´. Se midió en milímetros (mm) utilizando la cinta médica.

Se clasificó en función de la edad del niño.

- 1,5 – 3 años, etapa de principiantes, el drop no debe superar los 3 – 5 mm.
- 4 – 7 años, etapa de infantil, debe ser máximo de 5 – 10 mm.
- Entre los 7 – 10 años, el drop no debe ser superior a los 10mm.
- Entre los 10 – 14 años debe ser de máximo 15 mm para los niños y 20 mm para las niñas [10].

A mayor drop, más trabajo de la rodilla, más acortamiento de la musculatura posterior (isquiotibiales, gemelos y sóleo) y más impacto del talón porque es lo que antes golpea el suelo.

⇒ **Exploración en carga:** base de sustentación, posición de las rótulas, posición relajada del calcáneo (PRCA), test de Jack y high rise test (HRT).

La **base de sustentación** [12-13] es la superficie en la que el cuerpo ejerce su fuerza de sustentación. Para poder mantener esta postura se necesita que el centro de gravedad se encuentre alineado con la parte media de la base de las piernas. De otra forma, es el espacio ocupado por los pies en el suelo durante el ciclo de la marcha. La amplitud y la estabilidad de la base de sustentación son factores importantes para mantener el equilibrio y la estabilidad durante la marcha y otras actividades físicas.

La **posición de las rótulas** [14] (ANEXO 5) durante el desarrollo infantil, se puede identificar mediante patrones específicos con el plano frontal:

- Recién nacido: divergentes.
- 2 años: enfrentadas.
- 3 años: máximamente convergentes.
- 8 años: enfrentadas o ligeramente divergentes.

La **posición relajada de calcáneo en apoyo** [14] (ANEXO 5) cambia a lo largo del desarrollo infantil:

- 1-2 años: PRCA hasta 20°.
- 2 y 4 años: PRCA hasta 15°.
- 4 a 8 años: PRCA hasta 10°.
- Mayores de 8 años: PRCA de 0 a 6°.

En el **test de Jack** [15] (ANEXO 3) los resultados de la prueba consisten en analizar las respuestas biomecánicas del pie y la pierna:

- Resultado – : al hacer la FD del hallux, se ve un aumento en el arco longitudinal interno (ALI), una posición en varo del calcáneo, una supinación de la articulación subastragalina (ASA) y una rotación externa de la tibia,
- Resultado + : al realizar la FD, no aumenta el ALI.

En el **Heel Rise Test** [15] (ANEXO 5) los resultados de la prueba consisten en analizar la posición del calcáneo durante la realización.

- Resultado – : el calcáneo variza a la elevación.
- Resultado + : el calcáneo valguiza a la elevación.

⇒ **Exploración en descarga:** test de Craig, eje muslo - pie, FD de la tibioperonea-astragalina (TPA) con rodilla extendida y flexionada, FP de la TPA, maniobra punta de los pies y FD de la articulación metatarsfalángica del hallux (AMTFH).

El **test de Craig** [16] (ANEXO 3) valora la rotación externa e interna de cadera. Los valores obtenidos varían dependiendo de la edad y el género del niño.

- Niñas.
 - Rotación externa.
 - De 2 – 5 años: 44, 9° - 55, 2°
 - De 6 – 10 años: 40, 7° - 48, 9°
 - Rotación interna.
 - De 2 – 5 años: 46, 8° - 54, 8°
 - De 6 – 10 años: 43° - 50, 2°
- Niños.
 - Rotación externa.
 - De 2 – 5 años: 43, 3° - 50, 1°
 - De 6 – 10 años: 38, 9° - 44, 8°
 - Rotación interna.
 - De 2 – 5 años: 43, 8° - 49, 9°
 - De 6 – 10 años: 39, 4° - 44°

El **eje muslo – pie** [17] (ANEXO 5) se lleva a cabo dentro de un intervalo definido:

- Rotación interna: aproximadamente 5°.
- Rotación externa: cerca de 30°.

La **FD de la TPA con rodilla extendida** [19] (ANEXO 5) obtiene unos valores divididos según la edad:

- Hasta los 6 años: cerca de 15°.
- Mayores de 6 años: aproximadamente 10°.

La **FD de la TPA con rodilla flexionada** [18] (ANEXO 5) obtiene unos valores clasificados según la edad:

- Hasta los 6 años: cerca de 20°.
- Mayores de 6 años: aproximadamente 15°.

La **FP de la TPA** [18] (ANEXO 5) se clasifica según el género:

- Niños: 54, 4° - 77, 2°.
- Niñas: 64, 8° - 69, 4°.

La **FD de la AMTFH** [19] (ANEXO 5) se da en un intervalo entre 65° - 75°.

Para la **maniobra punta de los pies** [14] (ANEXO 5) el resultado depende de la edad y del desarrollo de la torsión tibial. Por lo general, se espera que la alineación cambie de una posición más neutra a una más abducida a medida que el individuo crece.

⇒ **Exploración en dinámica:** ángulo de Fick, FD TPA en fase de apoyo de talón (FAT), ASA en FAT y FAM, y FD AMTFH en fase de despegue digital (FDD).

El **ángulo de Fick** [20] o conocido también como el **ángulo de progresión de la marcha** (ANEXO 5) se produce en un rango de normalidad de 10° pero abarca desde los -3° a 20°.

- Inferior a 0: marcha en aducción (ADD).
- Superior a 15°: marcha en abducción (ABD).

La **FD de la TPA en FAT** [14] (ANEXO 5) requiere mínimo una FD de 10°.

La **ASA en FAT y en FAM** [14] (ANEXO 5) debe de obtener un resultado entre los 15°.

La **FD de la AMTFH en FDD** [21] (ANEXO 5) debe estar entre 65° - 75°.

5. RESULTADOS.

5.1 Análisis estadístico.

Los datos recopilados se analizaron mediante el software estadístico Jamovi. Las variables cualitativas se describieron mediante la distribución de frecuencias, expresadas en recuentos y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas se presentaron con la media y la desviación estándar. El análisis con más de tres apartados se obtuvo con la prueba ANOVA en el caso de variables cuantitativas para muestras independientes, ya fueran paramétricas o no paramétricas.

El estudio contaba con 25 participantes de los cuales 9 eran mujeres y 16 hombres, siendo un 36% VS 64% respectivamente. El 100% de ellos tienen un diagnóstico de TEA. En la Tabla 1 se encuentran el resto de las variables sociodemográficas.

	Media \pm Desviación estándar
Edad (meses)	81,32 \pm 50,45
Peso (kg)	30,096 \pm 21,488
Altura (cm)	119,16 \pm 22,12
IMC	19,112 \pm 5,914

Tabla 1. Variables sociodemográficas.

Igualmente, en el gráfico 1 podemos ver la relación del IMC, el en gráfico 2 el peso de la zapatilla y en el gráfico 3 las medidas obtenidas del drop.

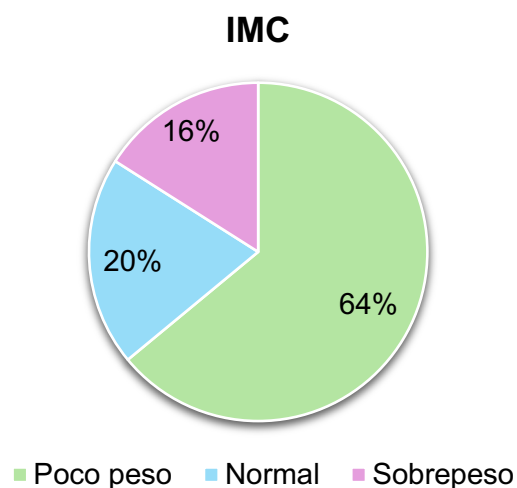


Gráfico 1. Distribución del índice de masa corporal (IMC)

Peso Zapatilla

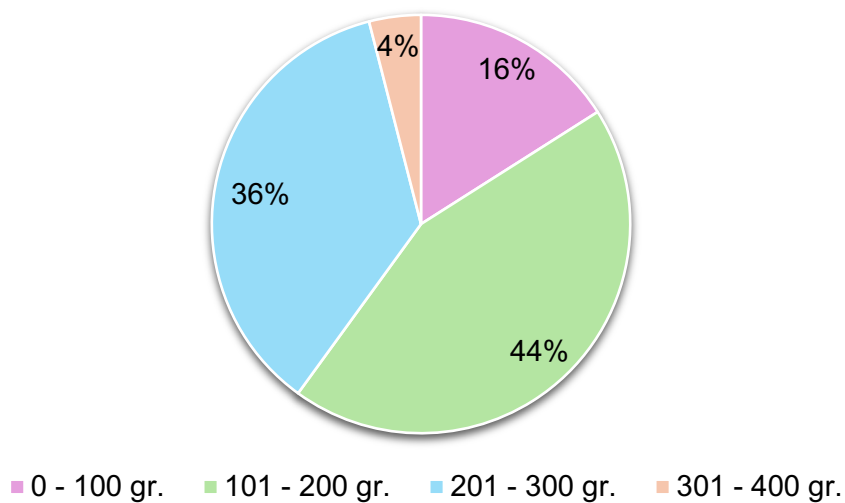


Gráfico 2. Distribución peso de la zapatilla.

Drop Zapatilla

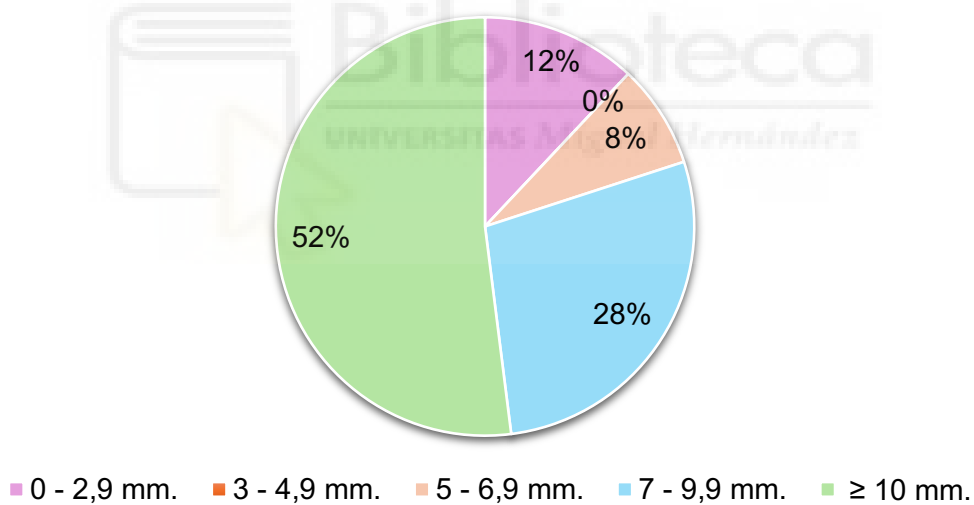


Gráfico 3. Distribución drop de la zapatilla.

La base de sustentación se dividió según la distancia que había:

- Normal un 40%, equivalente a 10 personas.
- Disminuida un 28%, equivalente a 7 personas.
- Aumentada un 12%, equivalente a 3 personas.
- No valorable un 20%, equivalente a 5 personas.

Base de sustentación

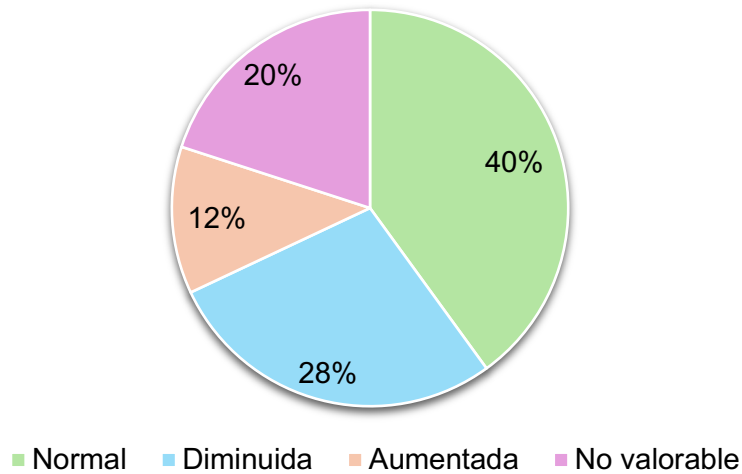


Gráfico 4. Distribución de la distancia en la base de sustentación.

La posición de las rótulas se clasificó según su orientación:

- Enfrentadas un 40%, equivalente a 10 individuos de los cuales 6 son varones y 4 mujeres.
- Convergentes un 20%, equivalente a 5 individuos formado por 3 varones y 2 mujeres.
- Divergentes un 40%, equivalente a 10 individuos todas mujeres.

Posición de las rótulas

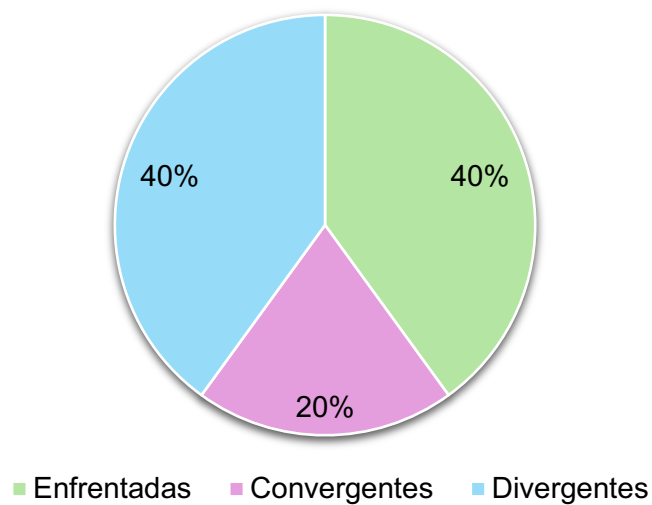


Gráfico 5. Distribución de la posición de las rótulas.

Para la PRCA obtenemos varios valores:

	Media \pm Desviación estándar
PRCA pie derecho	6,54 \pm 2,63
PRCA pie izquierdo	6,75 \pm 2,55

Tabla 2. Valores de PRCA.

Clasificación PRCA según edad

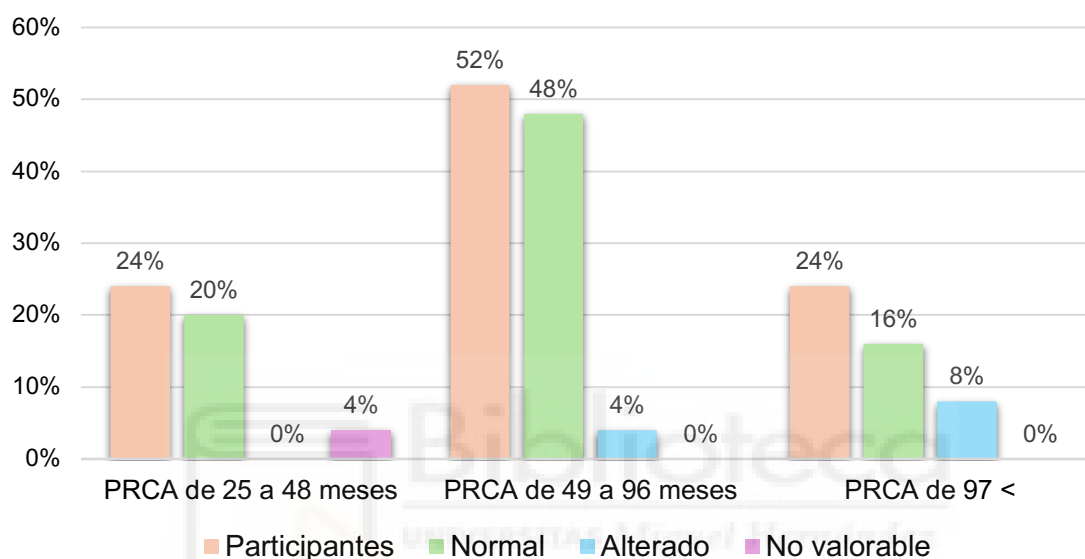


Gráfico 6. Clasificación de la PRCA según la edad.

El test de Jack y el HRT resultó ser el 100% negativo del total de los participantes en ambos pies.

Para las rotaciones de cadera calculamos varios valores:

	Media \pm Desviación estándar
Rotación externa cadera pierna derecha	44,52 \pm 10,48
Rotación externa cadera pierna izquierda	43,28 \pm 9,52
Rotación interna cadera pierna derecha	42,96 \pm 9,39
Rotación interna cadera pierna izquierda	43,76 \pm 9,81

Tabla 3. Rotaciones de cadera.

Las clasificamos según el género y la edad:

Del total de participantes, el 44% eran niños de edades comprendidas entre los 24 a 71 meses, el 12% de 72 a 120 meses y un 8% mayores de 121 meses. El 20% de niñas tienen entre 24 a 71 meses, el 8% de 72 a 120 meses y un 8% mayores de 121 meses.

			Pierna Derecha	Pierna Izquierda
Niñas de 2 a 5 años (12 – 71 meses)	Rotación externa	Normal	20% (1)	40% (2)
		Disminuida	60% (3)	60% (3)
		Aumentada	20% (1)	
	Rotación interna	Normal		20% (1)
		Disminuida	100% (5)	80% (4)
		Aumentada		
Niñas de 6 a 10 años (72 – 131 meses)	Rotación externa	Normal	50% (1)	50% (1)
		Disminuida	50% (1)	50% (1)
		Aumentada		
	Rotación interna	Normal		100% (2)
		Disminuida	50% (1)	
		Aumentada	50% (1)	
Niños de 2 a 5 años (12 – 71 meses)	Rotación externa	Normal	18% (2)	36% (4)
		Disminuida	46% (5)	46% (5)
		Aumentada	36% (4)	18% (2)
	Rotación interna	Normal	18% (2)	
		Disminuida	55% (6)	55% (6)
		Aumentada	27% (3)	45% (5)
Niños de 6 a 10 años (72 – 131 meses)	Rotación externa	Normal	34% (1)	
		Disminuida		
		Aumentada	66% (2)	100% (3)
	Rotación interna	Normal		
		Disminuida		
		Aumentada	100% (3)	100% (3)

Tabla 4. Rotaciones de cadera según género y edad.

El porcentaje se calculó sobre el 100% de cada pierna en cada tipo de rotación y edad.

Analizando los datos de las niñas observamos:

- De 2 a 5 años: participaron 5 niñas, 10 valores por cada pierna sumando RE y RI, un total de 20 resultados.

La RE en pierna derecha e izquierda, el 20% vs 40% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, un 60% vs 60% disminuida y un 20% vs 0% aumentada, respectivamente.

La RI en pierna derecha e izquierda, el 0% vs 20% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, un 100% vs 80% disminuida y ningún valor aumentado, respectivamente.

- De 6 a 10 años: participaron 2 niñas, 4 valores por cada pierna sumando RE y RI, un total de 8 resultados.

La RE en pierna derecha e izquierda, el 50% vs 50% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, un 50% vs 50% disminuida y ningún valor aumentado, respectivamente.

La RI en pierna derecha e izquierda, el 0% vs 100% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, un 50% vs 0% disminuida y 50% vs 0% aumentada, respectivamente.

Analizando los datos de los niños observamos:

- De 2 a 5 años: participaron 11 niños, 22 valores por cada pierna sumando RE y RI, un total de 44 resultados.

La RE en pierna derecha e izquierda, el 18% vs 36% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, un 46% vs 46% disminuida y un 36% vs 18% aumentada, respectivamente.

La RI en pierna derecha e izquierda, el 18% vs 0% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, un 55% vs 55% disminuida y 27% vs 55% aumentada, respectivamente.

- De 6 a 10 años: participaron 3 niños, 6 valores por cada pierna sumando RE y RI, un total de 12 resultados.

La RE en pierna derecha e izquierda, el 34% vs 0% obtuvo un valor dentro del rango de normalidad, ningún valor disminuido y un 66% vs 100% aumentada, respectivamente.

La RI en pierna derecha e izquierda, ningún sujeto obtuvo un valor dentro del rango de normalidad ni disminuido y el 100% vs 100% aumentada, respectivamente.

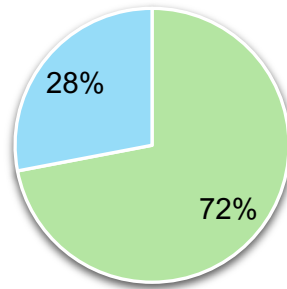
El eje mulo-pie se clasificó:

	Media ± Desviación estándar
Rotación externa pie derecho	12,16 ± 6,76
Rotación interna pie derecho	9,71 ± 3,35
Rotación externa pie izquierdo	12,38 ± 6,84
Rotación interna pie izquierdo	10 ± 4,24

Tabla 5. Eje muslo – pie.

De los 25 participantes, 18 mostraron torsión tibial externa y 7 torsión tibial interna, lo que representa el 72% vs el 28% respectivamente, encontrándose la extremidad derecha dentro de los valores de normalidad en el 95% y la izquierda en el 43%.

Eje Muslo - Pie



■ Torsión tibial externa ■ Torsión tibial interna

Gráfico 7. Distribución del eje mulo – pie.

		Pierna derecha	Pierna Izquierda
Rotación externa	Normal	5% (1)	5% (1)
	Disminuida	95% (17)	95% (17)
	Aumentada		
Rotación interna	Normal	43% (3)	43% (3)
	Disminuida		
	Aumentada	57% (4)	57% (4)

Tabla 6. Valores rotacionales en la prueba eje muslo – pie.

El porcentaje se calculó sobre el 100% de cada pierna en cada tipo de rotación.

Las flexiones de tobillo y hallux se clasificaron:

	Media ± Desviación estándar
FD TPA rodilla flexionada pie derecho	22,04 ± 9,18
FD TPA rodilla flexionada pie izquierdo	22,36 ± 9,39
FD TPA rodilla extendida pie derecho	12,76 ± 6,34
FD TPA rodilla extendida pie izquierdo	13 ± 6,05
FP TPA pie derecho	52,16 ± 26,62
FP TPA pie izquierdo	52,64 ± 25, 59
FD AMTFH pie derecho	68,28 ± 18,06
FD AMTFH pie izquierdo	67,84 ± 18,74

Tabla 7. Flexiones de tobillo y hallux.

La FD de la TPA con rodilla flexionada fue normal en el 36% (9) de casos en el pie derecho y en el 32% (8) en el pie izquierdo, mientras que fue disminuida en el 16% (4) en ambos pies y aumentada en el 48% (12) y 52% (13) respectivamente.

La FD de la TPA con rodilla extendida mostró normalidad en el 48% (12) de casos en el pie derecho y en el 52% (13) en el izquierdo, con disminución en el 32% (8) y 24% (6), y aumento en el 20% (5) y 40% (10) respectivamente.

La FD de la TPA estuvo dentro del rango normal en el 32% (8) de casos en el pie derecho y en el 40% (10) en el izquierdo, con disminución en el 40% (10) en ambos pies, y aumento en el 28% (7) en el pie derecho y en el 20% (5) en el izquierdo.

La FD de la AMTFH se encontró normal en el 12% (3) de casos en ambos pies, con disminución en el 40% (10) en el pie derecho y 44% (11) en el pie izquierdo, y aumento en el 48% (12) y 44% (11) respectivamente.

		Pie derecho	Pie izquierdo
FD TPA rodilla flexionada	Normal	36% (9)	32% (8)
	Disminuida	16% (4)	16% (4)
	Aumentada	48% (12)	52% (13)
FD TPA rodilla extendida	Normal	48% (12)	52% (13)
	Disminuida	32% (8)	24% (6)
	Aumentada	20% (5)	24% (6)
FP TPA	Normal	32% (8)	40% (10)
	Disminuida	40% (10)	40% (10)
	Aumentada	28% (7)	20% (5)
FD AMTFH	Normal	12% (3)	12% (3)
	Disminuida	40% (10)	44% (11)
	Aumentada	48% (12)	44% (11)

Tabla 8. Valores sobre la flexión de tobillo y del hallux.

El porcentaje se calculó sobre el 100% de cada pierna en cada de flexión.

Analizando la maniobra punta de los pies, el 52% (13) tenían las puntas rectas, el 20% (5) en ADD, hacia dentro, y el 28% en ABD, hacia fuera.

Maniobra punta de los pies

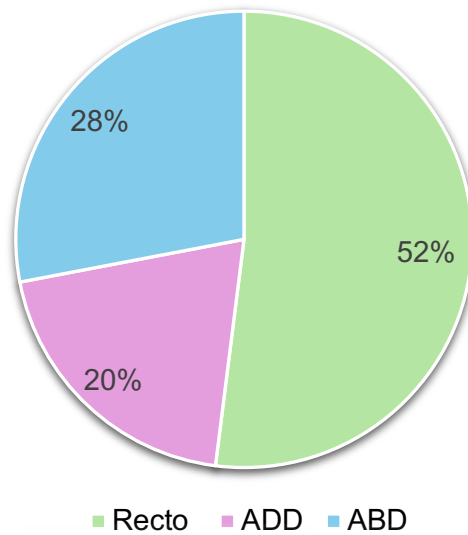


Gráfico 8. Distribución maniobra punta de los pies.

Valorando el ángulo de Fick, nadie obtuvo una marcha en ADD, un 84% (21) una marcha normal, un 12% (3) una marcha en ABD y un 4% (1) resultó ser no valorable.

Ángulo de Fick

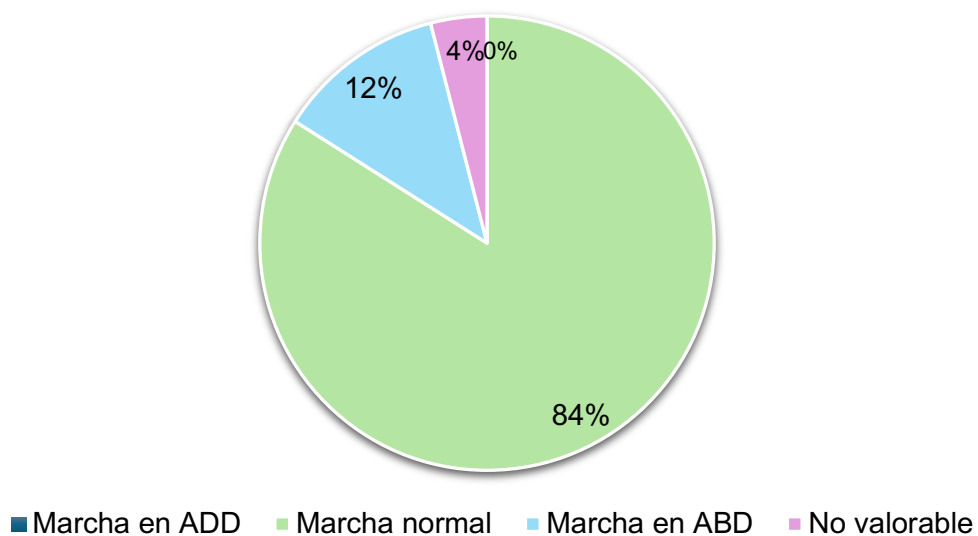


Gráfico 9. Distribución ángulo de Fick.

La FD de la TPA en FAT en el pie derecho fue del 36%, mientras que en el pie izquierdo fue del 40%. Se observó una disminución del 12% en ambos pies, mientras que un aumento del 48% se encontró en el pie derecho y del 44% en el pie izquierdo. Fue no valorable en un 4%.

La FD en la AMTFH en FDD dio como resultado un 4% dentro del rango de normalidad en ambos pies y un 92% de casos con disminución en ambos pies. En un 4% de los casos no fue posible obtener una valoración adecuada.

		Pie derecho	Pie izquierdo
FD TPA FAT	Normal	36% (9)	40% (10)
	Disminuida	12% (3)	12% (3)
	Aumentada	48% (12)	44% (11)
FD AMTFH FDD	Normal	4% (1)	4% (1)
	Disminuida	92% (23)	92% (23)
	Aumentada		

Tabla 9. Valores en la marcha.

Para terminar, la marcha se dividió en diferentes formas:

- Marcha normal: 36% (9)
- Marcha en puntillas ocasional: 24% (6)
- Marcha en puntillas permanente: 4% (1)
- Marcha en abducción: 4% (1)
- Marcha en aducción: 8% (2)
- No valorable: 24% (6)

Tipos de marcha

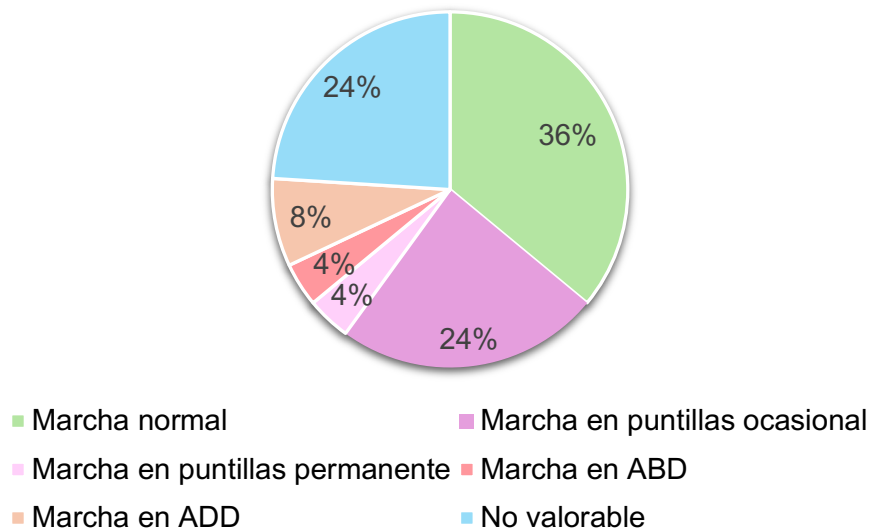


Gráfico 10. Distribución de tipos de marcha.

Relación del ángulo de progresión de la marcha y maniobra punta de los pies			
	χ^2	df	P - Valor
Ángulo Fick PD	1.27	2	0.529
Ángulo Fick PI	1.52	2	0.469

Tabla 10. Relación ángulo de Fick con maniobra punta de los pies.

6. DISCUSIÓN.

Acorde al objetivo principal planteado, describir las características del pie estructurales y funcionales de niños y niñas con TEA, se realizó una exploración tanto en estática como en dinámica para identificar aquellas variables o patrones alterados desde el punto de vista podológico. Igualmente, y en relación con los objetivos secundarios, se prestó especial interés a las alteraciones rotacionales y a la marcha de puntillas.

Podemos resumir que la salud de los pies de los niños y niñas con TEA, desde un punto de vista estructural y funcional, presenta alteraciones debido a los valores significativamente modificados en el test de Craig y la movilidad de tobillo. El eje muslo – pie y ángulo de la marcha determinan una prevalencia hacia marcha en abducción.

Mientras que la PRCA, test de Jack y HRT obtuvieron valores dentro de la normalidad. Asimismo, encontramos un alto índice de patrones torsionales alterados y una prevalencia en marcha en puntillas de un 28%.

Específicamente, y respecto a la movilidad articular, los trabajos aportados por Shetreat-Klein et al. (2014) [22] afirman que los niños con TEA tienen una movilidad articular de tobillo en descarga significativamente mayor. Esto coincide con los hallazgos en gran parte de nuestra población de estudio, tanto en flexión dorsal como en plantar. Además, cabe destacar que casi la mitad de los participantes presentaron un aumento de movilidad en la FD de la articulación metatarsofalángica del hallux, aunque, con relación a este hallazgo, la literatura es escasa en su relación con los niños con TEA.

Por otra parte, en la investigación de Calhoun et al. (2011) [23], que analizó la movilidad articular activa del tobillo durante la marcha. Los resultados mostraron momentos reducidos de flexión plantar y ángulos aumentados de dorsiflexión, indicando que el rango de dorsiflexión es mayor en niños con TEA en comparación con el grupo de control. Esto se corresponde con los resultados de nuestro estudio debido a la alta prevalencia de aumento en la dorsiflexión. Además, la investigación se concluyó con que estos resultados podrían estar asociados con hipotonía. Por lo tanto, se observa que tanto la movilidad articular pasiva como la activa en niños con TEA están afectadas por la hipotonía. Esta puede contribuir a la hiperlaxitud articular debido a la debilidad del tono muscular que permitiendo una mayor movilidad articular. La hiperlaxitud tiene como consecuencia dolor musculoesquelético y a nivel articular: luxaciones y subluxaciones, artritis juvenil, inestabilidad de las articulaciones y esguinces de repetición [24].

Las pruebas realizadas en carga, la base de sustentación y posición de las rótulas, registraron en su mayoría resultados alterados en la población de estudio. Estos datos se adecuan a los que establece Lim et al. (2017) [3] ya que manifiesta que las personas con TEA muestran un menor control postural y usan estrategias compensatorias para

mantener el equilibrio. Sin embargo, los valores obtenidos en la PRCA se encuentran dentro del rango de normalidad [14].

En la maniobra punta de los pies, tiene relevancia el significativo porcentaje en ABD, ya que, como se establece en el artículo publicado por McMulkin et al. (2006) [25] la marcha en abducción se puede incluir como una compensación prologada por la marcha en puntillas para ganar estabilidad. Un estudio [22] concluyó que el 86,8% de los niños con TEA de su estudio presentaban aumento en el ángulo. Esto puede establecer una relación significativa del ángulo de progresión de la marcha y la maniobra punta de los pies hacia ABD. Cabe destacar, que, además, en nuestros resultados se encontró una alta prevalencia de rotación externa de tibia, siendo un factor contribuyente a esa marcha en ABD.

En relación con la marcha en puntilla, en 28% de los pacientes explorados mostró una marcha en puntillas. Nuestros resultados están acorde a la bibliografía encontrada [3,7]. Sin embargo, uno de los mecanismos de compensación de la marcha en puntillas es la rotación externa de la tibia, destacándose la alta prevalencia de este parámetro alterado en los valores obtenidos [26,27]. Por lo que, y en relación a lo comentado anteriormente, las investigaciones deberían profundizarse más en este sentido e identificar bien los verdaderos motivos de la marcha en ABD para un diagnóstico más certero y eficacia en el tratamiento.

Al examinar los resultados principales de este estudio, se encontró que hay más niños que niñas con diagnóstico de autismo, coincidiendo estos hallazgos con los reportados por el Centers for Disease Control and Prevention (CDC²), que indican que el TEA es cinco veces más frecuente en niños que en niñas [28]. Esto se vincula con el estudio de Pomarino et al (2016) [29] que señala que los niños tienen una mayor tendencia a desarrollar la marcha en puntillas que las niñas, lo que se relaciona con nuestros resultados.

7. LIMITACIONES Y LÍNEA FUTURA.

La limitación principal del estudio es la reducida muestra obtenida y poca homogeneidad que presenta, lo que provoca que si se infiere en un futuro pueda dar lugar a discusión. Además, la variabilidad de exploradores hace que algunas mediciones o criterios cualitativos puedan variar. Por otro lado, la poca bibliografía que hay referente a este tema hace que sea muy difícil llegar a un consenso, lo que provoca brechas en el estudio.

Debido a esa brecha, se propone la realización de un estudio que determine la relación de la marcha en puntillas con la rotación externa tibial, además de la prevalencia aproximada de la presencia de la marcha en puntillas en una muestra más grande probabilísticamente significativa o representativa.

8. CONCLUSIONES.

- a. Los niños y adolescentes con trastorno del espectro autista presentan alteraciones estructurales y funcionales.
- b. Las rotaciones de cadera se vieron alteradas en un 70% en rotación interna y del 62% en rotación externa, mientras que en las rotaciones tibiales la torsión tibial externa obtenía un valor del 72% del frente al 28% de torsión interna.
- c. La prevalencia de la marcha en puntillas es del 28%.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] Zúñiga A. H., Balmaña N., Salgado M. Los trastornos del espectro autista (TEA). *Pediatría integral*. 2017; 21 (2): 92-108.

[2] González León N., González-Olguín A. Estrategias de intervención motora sobre el control postural en niños y jóvenes con trastorno del espectro autista: una revisión sistemática. *Rehabilitación*. 2024; 58 (1).

[3] Lombart Conesa S., Fumanal Lacomá P., Iborr Torres E., Pisa Mañas J., Fernández Sasal I., Bandrés Latorre F. Alteraciones motoras del niño con trastorno del espectro autista: actualización del tratamiento en fisioterapia. *Revista sanitaria de investigación*. 2023; 4 (9).

[4] Asociación Americana de Psiquiatría, Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5®), 5a Ed. Arlington, VA, Asociación Americana de Psiquiatría, 2014.

[5] López – Espejo M.A., Núñez A.C., Moscoso O.C., Escobar R.G. Alteraciones Motoras en pacientes pediátricos con trastorno del espectro autista. *Andes pediátr*. 2022; 93 (1): 37 – 42.

[6] López Díaz J.M., Moreno Rodríguez R., López Bastías J.L. Análisis del impacto de un programa deportivo en niños con Trastorno del Espectro del Autismo. *Retos*. 2021; 39 (1): 98 – 105.

[7] García Podadera B., Gil Pinzón P., Hurtado Bermúdez D., Páez Moguer J. Búsqueda bibliográfica: relación entre el autismo y la marcha en puntillas en niños. *Rev. Esp. Podol*. 2019; 31 (1): 1 – 20.

[8] Dietz F, Khunsree S. Idiopathic toe walking: to treat or not to treat, that is the question. *Iowa Orthop J*. 2012; 32: 184 - 8.

[9] Gandhi S., Kumar Singla R., Singh Kullar J., Agnihotri G., Mehta V., Kumar Suri R., Rath G. Human Tibial Torsion – Morphometric Assessment and Clinical Relevance. *Biomed J*. 2014; 37 (1): 10 – 13. **DOI:** 10.4103/2319-4170.117890.

[10] Reyes Cadena, A. Calzado en la edad pediátrica. *Acta Pediátrica De México*. 2018; 39 (2): 202-207.

[11] C.D.C. Acerca del índice de masa corporal para adultos [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2022 [citado el 15 de abril 2024]. Disponible en: https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/adult_bmi/index.html

[12] Junquera R. Base de sustentación. *Fisioterapia-online*. [Internet] FisioOnline; [citado el 15 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/glosario/base-de-sustentacion>

[13] Lázaro, A. El equilibrio humano: un fenómeno complejo. *Das menschliche gleichgewicht: ein komplexes phänomen*. *Motorik*. 2020: 2, 80-86.

[14] Michaud T. *Foot orthoses and other forms of conservative foot care*. Philadelphia, PA, Estados Unidos de America: Lippincott Williams and Wilkins; 1993.

[15] Parra MM, Gallardo PAA, Cabezas MA, Maldonado GD. Pruebas clínicas para la valoración del pie plano adquirido en el adulto por disfunción del tendón del tibial posterior. *Podología Clínica*. 2016; 17(3): 88 – 93.

[16] Sankar WN, Laird CT, Baldwin KD. Hip range of motion in children: What is the norm? *J Pediatr Orthop*. 2012; 32(4): 399–405. <http://dx.doi.org/10.1097/bpo.0b013e3182519683>.

[17] Arik A, Aksoy C, Aysev A, Akçakin M. Lower-extremity rotational profile and toe walking in preschool children with autism spectrum disorder. *J Pediatr Orthop B*. 2018; 27(6): 530–4. <http://dx.doi.org/10.1097/bpb.0000000000000519>

[18] Soucie JM, Wang C, Forsyth A, Funk S, Denny M, Roach KE, et al. Range of motion measurements: reference values and a database for comparison studies: NORMAL

JOINT RANGE OF MOTION. Haemophilia. 2011; 17(3): 500–7.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2516.2010.02399.x>

[19] Munier PV, Domínguez G, Palomo IC, Lafuente G. Effects of rearfoot-controlling orthotic treatment on dorsiflexion of the hallux in feet with abnormal subtalar pronation: a preliminary report. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2006; 96(4): 283–9.
<http://dx.doi.org/10.7547/0960283>

[20] Mariscal Ortega S., Pérez Palma L. Marcha en intraversión pediátrica y sus tratamientos conservadores: revisión bibliográfica. *El Peu – Rev de Podol*, 2018; 40 (1): 26-34.

[21] Gordillo-Fernández LM, Ortiz-Romero M, Valero-Salas J, Salcini-Macías JL, Benhamu- Benhamu S, García-de-la-Peña R, et al. Effect by custom-made foot orthoses with added support under the first metatarso-phalangeal joint in hallux limitus patients: Improving on first metatarso-phalangeal joint extension. *Prosthet Orthot Int.* 2016; 40(6):668–74. <http://dx.doi.org/10.1177/0309364615584659>

[22] Shetreat-Klein M., Shinnar S., Rapin I. Abnormalities of joint mobility and gait in children with autism spectrum disorders. *Brain and Development.* 2014; 36(2): 91-96.

[23] Calhoun M., Longworth M., Chester V. Gait patterns in children with autism. *Clinical Biomechanics.* 2011; 26(2): 200-206.

[24] Figueroa Ramos D.V., Cruz Carranza J.S., Romero Zambrano E.C., Kalil Salinas K.T. Consideraciones sobre el síndrome de hiper movilidad articular benigna. *Rev. Cub. Reuma.* 2022, 23(3).

[25] McMulkin ML, Baird GO, Caskey PM, Ferguson RL. Comprehensive outcomes of surgically treated idiopathic toe walkers. *J Pediatr Orthop.* 2006; 26:606-11.

[26] Hicks J, Arnold A, Anderson F, Schwartz M, Delp S. The effect of excessive tibial torsion on the capacity of muscles to extend the hip and knee during single-limb stance. *Gait Posture* 2007; 26(4): 546–52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.12.003>

[27] Lojano González K.F. Marcha en equino idiopática infantil: revisión sistemática. *Rev. Int. Cienc. Podol.* 2017, 11(2): 93 – 116.

[28] Crissen-Quiroz E., Fonseca-Angulo R., Núñez-Bravo N., Noguera-Machacón L.M., Sánchez-Guette, L. Características sensoriomotoras en niños con trastorno del espectro autista. *Rev. Lat. Hipert.* 2017, 12(5): 119 – 124.

[29] Pomarino D., Ramírez Llamas J., Pomarino A. Idiopathic toe walking: family predisposition and gender distribution. *Foot and ankle specialist.* 2016; 9(5): 417 – 422.



10. ANEXOS.

10. 1 ANEXO 1: OIR.



INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 12/02/2024

Nombre del tutor/a	Paloma López Ros
Nombre del alumno/a	María Valera Osuna
Tipo de actividad	Adherido a un proyecto autorizado
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	La marcha en niños con TEA
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional	240208104157
Código de autorización COIR	TFG.GPO.PLR.MVO.240208
Caducidad	2 años

Se considera que la presente actividad no supone riesgos laborales adicionales a los ya evaluados en el proyecto de investigación al que se adhiere. No obstante, es responsabilidad del tutor/a informar y/o formar al estudiante de los posibles riesgos laborales de la presente actividad.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **La marcha en niños con TEA** ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, se **autoriza** la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia



Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/solicitud-de-evaluacion/tfg-tfm/>



10.2 ANEXO 2: HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE.



HOJA DE INFORMACIÓN A EL/LA PARTICIPANTE

Número admitido a trámite (OIR UMH):	220324195757
Número Expediente:	1851
Título del proyecto:	Estudio descriptivo de las características del pie y la marcha en niños y adolescentes con trastorno de espectro autista
Investigador/a principal:	Paloma López Ros
Departamento/Instituto:	Ciencias del Comportamiento y Salud

Nos dirigimos a usted para solicitar su consentimiento para participar en un proyecto de investigación. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética e Integridad en la Investigación de la Universidad Miguel Hernández. El proyecto se llevará a cabo de acuerdo a la normativa vigente y a los principios éticos internacionales aplicables a la investigación médica en humanos (Declaración de Helsinki y su última revisión).

Con el fin de que pueda decidir si desea participar en este proyecto, es importante que entienda por qué es necesaria esta investigación, lo que va a implicar su participación, cómo se va a utilizar su información y sus posibles beneficios, riesgos y molestias. En este documento podrá encontrar información detallada sobre el proyecto. Por favor, tómese el tiempo necesario para leer atentamente la información proporcionada a continuación y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir. Cuando haya comprendido el proyecto se le solicitará que firme el consentimiento informado si desea participar en él.

Si decide participar en este estudio debe saber que lo hace voluntariamente y que podrá, así mismo, abandonarlo en cualquier momento. En el caso en que decida suspender su participación, ello no va a suponer ningún tipo de penalización ni pérdida o perjuicio en sus derechos y/o relación con los investigadores.

El proyecto se llevará a cabo en Apsa.

¿POR QUÉ SE REALIZA ESTE PROYECTO?

Existen estudios que demuestran que existen alteraciones en la marcha en pacientes con TEA pero no se conocen estudios que describan las características del pie y la marcha en pacientes con trastorno de espectro autista. En este estudio pretendemos describir las características previamente nombradas, conocer la prevalencia de la marcha en puntillas, así como las patologías más frecuentes a nivel del pie.



¿CUÁL ES EL OBJETIVO DEL PROYECTO?

Objetivo principal:

- Describir las características del pie y la marcha en niños y adolescentes con diagnóstico o sospecha de trastorno del espectro autista.

Objetivo secundario:

- Valorar la prevalencia de la marcha en puntillas
- Valorar otras patologías a nivel del pie

¿CÓMO SE VA A REALIZAR EL ESTUDIO?

Los datos del estudio se obtendrán mediante la realización de una sencilla exploración podológica que tendrá una duración aproximada de 15-20 minutos y que nos permitirá recoger datos relativos a la salud del miembro inferior y más concretamente del pie.

¿QUÉ BENEFICIOS PUEDO OBTENER POR PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

Usted recibirá el mismo trato participe o no en el proyecto. En consecuencia, no obtendrá ningún beneficio directo con su participación. No obstante, la información que nos facilite, así como la que se obtenga de los análisis que se realicen, pueden ser de gran utilidad para mejorar el conocimiento que tenemos hoy día sobre la salud podológica de los pacientes con dicho trastorno y ello permitirá idear formas de prevención, manejo y tratamiento mejores que las que poseemos en la actualidad.

Por su participación en el estudio no obtendrá compensación económica.

¿QUÉ RIESGOS PUEDO SUFRIR POR PARTICIPAR EN EL ESTUDIO?

Este estudio no produce ningún riesgo para la salud de los sujetos ya que la exploración podológica no es un proceso invasivo.

¿QUÉ DATOS SE VAN A RECOGER?

Edad, sexo, peso, altura, IMC, peso y drop* de la zapatilla, datos relativos al miembro inferior (movilidad de las caderas, movilidad y posición de las rodillas, movilidad de la articulación de tobillo y características del pie).

*El drop de la zapatilla es la diferencia entre la altura de la suela en la zona del talón y la altura de la misma en la zona de los dedos.



¿CÓMO SE TRATARÁN MIS DATOS PERSONALES Y CÓMO SE PRESERVARÁ LA CONFIDENCIALIDAD?

La UMH, como Responsable del tratamiento de sus datos personales, le informa que estos datos serán tratados de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 de 27 de abril (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre (LOPDGDD)

El acceso a su información personal quedará restringido a Paloma López Ros (investigadora principal) y las investigadoras María Martínez Jara y Sara Zúñiga García cuando se precise, para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. El Investigador/a, cuando procese y trate sus datos tomará las medidas oportunas para protegerlos y evitar el acceso a los mismos de terceros no autorizados.

- * Responsable del tratamiento: Universidad Miguel Hernández de Elche; CIF: Q-5350015-C. Secretaría General. Información de la delegada de protección de datos: dpd@umh.es
- * Responsable interno del tratamiento: Paloma López Ros
- * Finalidad: Realizar el tratamiento de sus datos personales para poder participar en este proyecto de investigación
- * Legitimación: Artículos 6.1.a) y 9.2.a del RGPD: El interesado da su consentimiento explícito para el tratamiento de sus datos personales para la realización del presente proyecto de investigación.
- * Obligación o no de facilitar datos y consecuencias de no hacerlo: No aportar los datos solicitados imposibilita cumplir con la finalidad o finalidades del tratamiento.
- * Decisiones automatizadas, perfiles y lógica aplicada: Los datos no se utilizarán para decisiones automatizadas ni para la elaboración de perfiles.
- * Destinatarios: No existen cesiones a terceros
- * Transferencia internacional de datos fuera de la UE: No existe
- * Conservación de los datos: Se conservarán entre 1 y 5 años para cumplir con la finalidad para la que se recabaron y para determinar las posibles responsabilidades que se pudieran derivar de dicha finalidad y del tratamiento de los datos. Una vez transcurrido el tiempo necesario se procederá a la eliminación de todos los datos.
- * Derechos: El interesado podrá ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, oposición, supresión, portabilidad y limitación del tratamiento, así como, a no ser objeto de decisiones basadas únicamente en el tratamiento automatizado de sus datos, para ello se deberá dirigir mediante solicitud dirigida a la atención de Secretaria General de la UMH, Edificio Rectorado y Consejo Social, Avda. de la Universidad S/N, 03202, Elche-Alicante, o bien a través de sede



electrónica <https://sede.umh.es/>. Para cualquier consideración adicional se puede poner en contacto con la delegada de protección de datos: dpd@umh.es. Asimismo, el interesado tiene derecho a presentar una reclamación ante la Autoridad de control (www.aepd.es) si considera que el tratamiento no se ajusta a la normativa vigente

* Origen de los datos: Propio interesado

* Categoría de datos de los interesados: Los especificados en el apartado: ¿Qué datos se van a recoger?

* Observaciones: Para garantizar la confidencialidad se procederá a la anonimización de sus datos, de manera que será imposible identificarle.

¿CON QUIÉN PUEDO CONTACTAR EN CASO DE DUDA?

Si usted precisa mayor información sobre el estudio puede contactar con Paloma López Ros,

Teléfono: 965919418

Correo electrónico: plopez@umh.es



10.3 ANEXO 3: CONSENTIMIENTOS INFORMADOS.

Menores de 12 años.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Número admitido a trámite (OIR UMH):	220324195757
Número Expediente*: <small>*Puede verificar la autorización ética del presente proyecto de investigación en el código QR superior</small>	1851
Título del proyecto:	Estudio descriptivo de las características del pie y la marcha en niños y adolescentes con trastorno del espectro autista.
Investigador/a principal:	Paloma López Ros

Yo.....

(Nombre y apellidos manuscritos por el participante)

He leído esta hoja de información y he tenido tiempo suficiente para considerar mi decisión.
Me han dado la oportunidad de formular preguntas y todas ellas se han respondido satisfactoriamente.

Comprendo que la participación de mi hijo/a o persona a mi cargo es voluntaria.

Comprendo que mi hijo/a o persona a mi cargo puede retirarse del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones.

Después de haber meditado sobre la información que me han proporcionado, declaro que mi decisión es la siguiente:

Doy No doy

Mi consentimiento para la participación de mi hijo/a o persona a mi cargo en el presente proyecto de investigación, así como para el acceso y utilización de los datos personales de mi hijo/a o persona a mi cargo, en las condiciones detalladas en la hoja de información.

FIRMA DEL PADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DE LA MADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DEL INVESTIGADOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo, D/Dña. XXX revoco el consentimiento prestado en fecha y no deseo continuar participando en el estudio "_____".

FIRMA DEL PADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DE LA MADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DEL INVESTIGADOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Nota: Para la revocación del consentimiento será suficiente con la firma de uno de los progenitores/tutores legales.



Mayores de 12 años.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Número admitido a trámite (OIR UMH):	220324195757
Número Expediente*: *Puede verificar la autorización ética del presente proyecto de investigación en el código QR superior	1851
Título del proyecto:	Estudio descriptivo de las características del pie y la marcha en niños y adolescentes con trastorno del espectro autista
Investigador/a principal:	Paloma López Ros



Yo.....
(Nombre y apellidos manuscritos por el participante)

He leído esta hoja de información y he tenido tiempo suficiente para considerar mi decisión.
Me han dado la oportunidad de formular preguntas y todas ellas se han respondido satisfactoriamente.
Comprendo que: mi participación / la participación de mi hijo/a o persona a mi cargo es voluntaria.
Comprendo: que puedo retirarme del estudio / que mi hijo/a o persona a mi cargo puede retirarse del estudio:

- Cuando quiera
- Sin tener que dar explicaciones.

Después de haber meditado sobre la información que me han proporcionado, declaro que mi decisión es la siguiente:

Doy No doy

Mi consentimiento para mi participación / la participación de mi hijo/a o persona a mi cargo en el presente proyecto de investigación, así como para el acceso y utilización de: mis datos personales / los datos personales de ~~de~~ mi hijo/a o persona a mi cargo, en las condiciones detalladas en la hoja de información.

FIRMA DEL PARTICIPANTE (MENOR)	FIRMA DEL PADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DE LA MADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DEL INVESTIGADOR



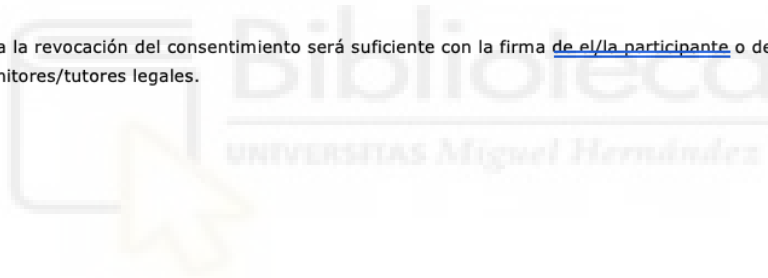
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo, D/Dña. XXX revoco el consentimiento prestado en fecha y no deseo continuar participando en el estudio "_____".

FIRMA DEL PARTICIPANTE (MENOR)	FIRMA DEL PADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DE LA MADRE/TUTOR LEGAL	FIRMA DEL INVESTIGADOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Nota: Para la revocación del consentimiento será suficiente con la firma de el/la participante o de uno de los progenitores/tutores legales.



10.4 ANEXO 4: HOJA DE EVALUACIÓN PROPIA.

ANAMNESIS

Fecha: _____

Usuario: _____

Edad: _____

Sexo: Mujer Hombre

Diagnóstico: sí Sospecha

Peso: _____

Altura: _____

IMC: _____

ANÁLISIS DEL CALZADO

Peso: _____

Drop: _____

EXPLORACIÓN BIOMECÁNICA

Exploración en carga

Base de sustentación	
Posición de las rótulas	

	Derecho	Izquierdo
PRCA		
TJACK		
HRT		

Exploración en descarga

	Derecho	Izquierdo
Rot. Externa cadera		
Rot. Interna cadera		
Eje muslo/pie		
FD TPA (rod. extendida)		
FD TPA (rod. flexionada)		
FP TPA		
Maniobra de punta de los pies		
FD AMTFH hallux		

Análisis de la marcha

	Derecho	Izquierdo
Ángulo de Fick		
Fase de apoyo de talón	Derecho	Izquierdo
FD TPA		
ASA		
Fase de apoyo medio	Derecho	Izquierdo
ASA		
FD TPA		
Fase de despegue digital	Derecho	Izquierdo
FD AMTFH Hallux		

10.5 ANEXO 5: PRUEBAS BIOMECÁNICAS – METODOLOGÍA.

⇒ **Anamnesis:** fecha, número de usuario, edad, sexo, peso, altura, IMC y diagnóstico o sospecha.

El **peso** se obtiene posicionando al niño descalzo encima de la báscula mirando al frente, con los hombros relajados y los brazos a los lados, las piernas estiradas y las rodillas juntas.

La **altura** se consigue colocando al niño descalzo sobre el estadiómetro portátil mirando al frente y recto.

El **IMC** [11] es la división del peso en kilogramos entre la altura en metros cuadrados. El resultado se expresa en kg/m².

⇒ **Exploración en carga:** base de sustentación, posición de las rótulas, posición relajada del calcáneo (PRCA), test de Jack y high rise test (HRT).

La **posición de las rótulas en el plano frontal** [14] se evalúa observando la alineación de las rótulas en relación con la línea media del cuerpo.

Se mide con el paciente en bipedestación, con su base de sustentación, mirando hacia el frente y los brazos a los lados.

La **posición relajada de calcáneo en apoyo (PRCA)** [14] se mide con el paciente en bipedestación, con su base de sustentación, mirando hacia el frente y los brazos a los lados.

Se dibuja una línea que divide el calcáneo en dos partes iguales. Con un goniómetro obtenemos la medición en grados. El brazo móvil del medidor se alinea horizontalmente con el suelo, mientras que el brazo fijo sigue la trazada en el calcáneo.

El **test de Jack** [15] se hace con el paciente en bipedestación, con su base de sustentación, mirando hacia el frente y los brazos a los lados.

El **Heel Rise Test** [15] se realiza con el paciente en bipedestación. El individuo se tiene que poner de puntillas lo máximo que pueda.

⇒ **Exploración en descarga:** test de Craig, eje muslo - pie, FD de la tibioperoneo-astragalina (TPA) con rodilla extendida y flexionada, FP de la TPA, maniobra punta de los pies y FD de la articulación metatarsofalángica del hallux (AMTFH).

Para valorar el **test de Craig** [16], el niño se coloca en decúbito prono con la rodilla que se va a examinar flexionada a 90°. Se palpa el trocánter mayor y se rota hacia medial para valorar la rotación externa (RE), y hacia lateral para la rotación interna (RI). Hay que tener en cuenta que cuando el trocánter mayor se levante o mueva significa que es el límite articular del individuo.

La medición se realiza ubicando el centro del goniómetro en el centro de la rótula, con el brazo fijo alineado paralelamente a la camilla y el brazo móvil siguiendo la línea media de la pierna. Se calcula el ángulo formado por estas dos referencias.

El **eje muslo – pie** [17] se desarrolla con el niño en decúbito prono, con la rodilla a explorar flexionada a 90° y el pie relajado o en posición neutra.

Los resultados de la prueba consisten en calcular el ángulo formado entre el eje del fémur y el eje del pie con la medición del goniómetro.

La **FD de la TPA con rodilla extendida** [19] se evalúa con el niño en decúbito supino y la extremidad a evaluar extendida.

Se coloca el centro del goniómetro en la parte más posterior del talón, con el brazo fijo dirigido hacia el maléolo peroneal y el brazo móvil siguiendo el borde externo del pie, realizando FD y midiendo el movimiento realizado.

La **FD de la TPA con rodilla flexionada** [19] se realiza con el joven en decúbito prono y la rodilla de la extremidad a evaluar flexionada a 90°.

El uso del goniómetro es igual que la medición de FD de la TPA con rodilla extendida.

La **FP de la TPA** [18] se mide con el niño en decúbito supino y la extremidad a evaluar extendida.

El uso del goniómetro es igual que la medición de la FD de tobillo.

La **FD de la AMTFH** [17] se evalúa con el niño en decúbito supino.

Se coloca el centro del goniómetro en la cabeza del 1º dedo por el lado medial, con el brazo fijo dirigido hacia el maléolo tibial y el brazo móvil siguiendo el borde externo del 1º dedo, realizando un movimiento en FD y midiendo el movimiento realizado.

La **maniobra punta de los pies** [14] se valora con el individuo en sedestación, el fémur apoyado sobre la camilla mientras las piernas cuelgan.

⇒ **Exploración en dinámica:** ángulo de Fick, FD TPA en fase de apoyo de talón (FAT), ASA en FAT y FAM, y FD AMTFH en fase de despegue digital (FDD).

Para medir el **ángulo de Fick** [20] o conocido también como el **ángulo de progresión de la marcha**, se traza una línea en el eje longitudinal del pie y otra siguiendo la línea de progresión del pie durante la marcha, calculando el ángulo formado por estas dos.

La **FD de la TPA en FAT** [14] se grabará en dinámica en el plano sagital donde posteriormente, con la aplicación ONFORM, se podrá medir la flexión en grados.

El medidor digital se posiciona en la parte posterior del talón. Mientras que el brazo fijo del medidor se orienta hacia el maléolo peroneal, el brazo móvil se alinea siguiendo la dirección apropiada.

La **ASA en FAT y en FAM** [14] se evalúa igual que la FD de la TPA en FAT.

La **FD de la AMTFH en FDD** [21] se grabará en dinámica en el plano sagital.

Se mide con la ayuda de un medidor digital el cual se coloca en el centro de la cabeza del 1º metatarsiano (M1). El brazo fijo del medidor se dirige hacia M1, mientras que el brazo móvil se posiciona siguiendo el hallux.

