



**INFLUENCIA DEL GRADO DE PIE PLANO FLEXIBLE EN  
ALTERACIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS DE PELVIS  
EN ESTUDIANTES DE NUEVE A ONCE AÑOS DE LA I.E.P.  
SANTA MARÍA DE BELÉN, AREQUIPA. 2017**

Milagros Janet Paye Machaca

**AREQUIPA – PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres, por ser los pilares en mi vida por todo el sacrificio y esfuerzo en darme una carrera, enseñarme que todo se obtiene con esfuerzo y dedicación, por darme una familia cálida y unida soporte necesario para mi desarrollo.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional por creer siempre en mí y estar dispuestos a tenderme una mano cuando lo necesite.

A mi amada hija Abigail, por ser fuente de motivación me diste la fuerza para superarme cada día más, luchar por darte un futuro mejor ser un ejemplo para ti, hija nunca te rindas frente a cualquier adversidad, quiero que sepas que todo se puede los obstáculos están solo en tu cabeza, te amo.

## **AGRADECIMIENTO**

A los padres de la I.E.P Santa María de Belén, por permitir que sus hijas participen del estudio.

A la señora Juana Zúñiga directora de la I.E.P Santa María de Belén, por permitirme realizar el estudio en la institución y brindarme todas las facilidades para que esto se haga posible.

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la ciudad de Arequipa, en la I.E.P Santa María de Belén en el año 2017, participaron 46 estudiantes de sexo femenino, de edades entre nueve a once años. El objetivo general fue determinar la influencia del grado de pie plano flexible en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis. Las variables fueron grados de pie plano flexible y alteraciones musculo esqueléticas de pelvis. La técnica utilizada fue la observación, el instrumento ficha de recolección de datos, Nivel de investigación es relacional de tipo no experimental, observacional, de corte transversal. Los resultados fueron el grado de pie plano flexible que presentan las estudiantes son el 50% grado II, el 24% grado I; las alteraciones musculo esqueléticas de pelvis que muestran las estudiantes son 39% latero pulsión, los músculos con mayor hipo extensibilidad son los cuádriceps, aductores, cuadrado lumbar e izquiotibiales, la movilidad sacro iliaca se ve afectada en el lado izquierdo mostrándose en un 71% de las estudiantes.

**Palabras clave:** Pie, pelvis, musculo esquelética, hipo extensibilidad, movilidad

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the city of Arequipa, in I.E.P Santa María de Belén in the year 2017, participated 46 students of female sex, between nine and eleven years. The general objective was to determine the influence of the degree of flexible flat foot on musculoskeletal disorders of the pelvis. Variables were degrees of flexible flat foot and skeletal muscle alterations of the pelvis. The technique used was observation, the instrument data collection tab, Research level is relational non-experimental, observational, cross-sectional. The results were the degree of flexible flat foot that students present are 50% grade II, 24% grade I; the skeletal muscle alterations of the pelvis that show the students are 39% latero drive, the muscles with greater hypo-extensibility are the quadiceps, adductors, lumbar square and izquiotibiales, the sacral iliac mobility is affected in the left side showing in 71% of the students.

**Key words:** Foot, pelvis, skeletal muscle, hypo-extensibility, mobility

## Lista de contenidos

Ficha Catalográfica	
Hoja de Aprobación	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
Abstrac	
Lista de contenidos	
Lista de tablas	
Lista de Graficas	
Lista de figuras	
Lista de abreviaturas	
Introducción	
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>Pág.</b>
1.1. Problema de investigación	12
1.1.1. Descripción de la realidad problemática	12
1.1.2. Formulación del problema	12
A. Problema principal	12
B. Problema secundario	13
1.1.3. Horizonte de la investigación	13
1.1.4. Justificación	13
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivo secundario	14
1.3. Variables	14
1.3.1. Identificación de variables	14
1.3.2. Operacionalización de variables	15
1.4. Antecedentes investigativos	15
1.4.1. A nivel internacional	15
1.4.2. A nivel nacional	17
1.4.3. A nivel local	20
1.5. Base Teórica	22
1.6. Conceptos básicos	48
1.7. Hipótesis	49
1.7.1. Hipótesis principal	49
1.7.2. Hipótesis secundarias	49
<b>CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>50</b>
2.1. Nivel, tipo y diseño de la investigación:	50
2.1.1. Nivel de la investigación	50
2.1.2. Tipo de investigación	50
2.1.3. Diseño de la investigación	50
2.2. Población, muestra y muestreo	51
2.2.1. Población	51

2.2.2. Muestra	51
2.3. Técnica e instrumento	51
2.3.1. Técnicas	51
2.3.2. Instrumentos	51
2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	51
2.4.1. Matriz de base de datos	51
2.4.2. Sistematización de computo	51
2.4.3. Pruebas estadísticas	51
<b>CAPITULO III: RESULTADOS</b>	<b>54</b>
3.1. Resultados por indicador de la variable 1	54
3.1.1. Resultados del indicador 1 de la variable 1	54
3.2. Resultados por indicador de la variable 2	55
3.2.1. Resultados del indicador 1 de la variable 2	55
3.2.2. Resultados del indicador 2 de la variable 2	56
3.2.3. Resultados de indicador 3 de la variable 2	58
3.3. Resultados del problema de investigación	59
3.4. Discusión de los resultados	62
3.4.1. Discusión de los resultados a nivel de la variable 1	62
3.4.2. Discusión de los resultados a nivel de la variable 2	62
3.4.3. Discusión de los resultados a nivel del problema	63
4 Conclusiones	64
5 Recomendaciones	65
6 Referencias bibliográficas	66
8 Anexos	69
8.1. Anexo 1: Mapa de ubicación	
8.2. Anexo 2: Glosario	
8.3. Anexo 3: Instrumentos	
8.4. Anexo 4: Protocolo del instrumento	
8.5. Anexo 5: Matriz de base de datos	
8.6. Anexo 6: Matriz de consistencia	

## Lista de Tablas

1	Tabla N°1:	Operacionalización de variables	15
2	Tabla N°2:	Grados de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	54
3	Tabla N°3:	Alineación pélvica en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	55
4	Tabla N°4:	Extensibilidad muscular en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	56
5	Tabla N°5:	Presencia de hipo movilidad en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	58
6	Tabla N°6:	Influencia del grado de pie plano flexible en alteraciones musculo esqueléticas de pelvis	59



## Lista de Gráficos

1	Gráfico N°1:	Grados de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	54
2	Gráfico N°2:	Alineación pélvica en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	55
3	Gráfico N°3:	Extensibilidad muscular en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	57
4	Gráfico N°4:	Presencia de hipo movilidad en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén	58
5	Gráfico N°5:	Influencia del grado de pie plano flexible en alineación pélvica	60
6	Gráfico N°6:	Influencia del grado de pie plano flexible en extensibilidad muscular	60
7	Gráfico N°7:	Influencia del grado de pie plano flexible en movilidad sacro iliaca	61

## Lista de Abreviaturas

ASI : articulación sacro iliaca  
INCL : inclinación  
LP : latero pulsión  
ME : músculo esquelético  
ROT : rotación  
TI : trazo inicial

## INTRODUCCIÓN

El pie plano flexible es la disfunción del sistema ligamentario, articular y músculo esquelético más frecuente en la población infantil, que altera la base de sustentación determinada por los puntos de apoyo: primer, quinto metatarsiano y calcáneo, que como consecuencia repercute en la alineación ascendente, debido a que todas las articulaciones de miembros inferiores están interrelacionadas en cadena cinética cerrada. Teniendo en cuenta esto, se puede entender como una afectación en el pie puede causar disfunción y síntomas en otras partes del cuerpo enmascarando alteraciones que a largo plazo, pueden causar problemas a distancia como: dolores, alteraciones funcionales, bloqueos, deformidades, crepitaciones, choques, trastornos vasculo nerviosos y trastornos tróficos. (1)

La presente tesis busca determinar la influencia entre grados de pie plano flexible y alteraciones musculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la Institución Educativa Particular Santa María de Belén. Es un estudio totalmente descriptivo correlacional.

Las pruebas aplicadas para la primera variable fueron la toma de huellas plantares y analizadas por el método Hernández Corvo, para determinar si son o no pie plano y en qué grado se encuentran. Para la segunda variable se elaboró una ficha de evaluación fisioterapéutica de alteraciones musculo esqueléticas de pelvis, debido a que no existe test o instrumento validado para dicho tema, que consistió en evaluar la postura pélvica, la extensibilidad muscular, y la movilidad sacro iliaca.

El aporte de la investigación se basa en la facilidad de analizar la influencia de las compensaciones producidas por pie plano al generar rotaciones en los ejes de la tibia y fémur, lo que traerá como consecuencias alteraciones en estructuras articulares y musculares de la pelvis. Dar aportes con respecto al tratamiento de pie plano flexible debido a que diversas investigaciones muestran que el uso de zapatos y plantillas ortopédicas no son la mejor opción, ya que estas no permiten la adecuada activación muscular del tibial posterior, peroneo lateral largo, flexor del primer dedo y aductor del mismo, músculos clave para la formación del arco longitudinal interno del pie.

Cabe resaltar que si las estructuras articulares no se encuentran en armonía, el paso de las líneas de fuerza diferirá causando fricción dentro de la articulación, un mal funcionamiento y artrosis a largo plazo. Según las estadísticas el 50% de peruanos mayores de 50 años padece de esta enfermedad, mostrando mayor incidencia en zona lumbar y pélvica. (27)

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. Planteamiento teórico**

#### **1.1. Problema de investigación:**

##### **1.1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad (2017) el pie plano flexible es considerado una condición postural pasajera, sin embargo esta estructura tridimensional (3 ejes y 3 planos) es la base del mecanismo estabilizador del cuerpo, su alteración repercute en el sistema postural. Manifestándose como artrosis a nivel de la pelvis, debido a que esta estructura soporta fuerzas ascendentes y descendentes, que con la alteración del apoyo plantar se ve alterado y en desbalance.

Según el modelo cinesiopatológico de Sahrman si se alteran sus componentes (base: el sistema muscular y esquelético, modulador: el sistema nervioso, biomecánico: la estática y dinámica, sostén: el sistema cardiaco, pulmonar y metabólico) se produce: alteración del movimiento, estas anomalías se manifestaran en forma de limitación funcional, evidentes mediante pruebas auxiliares muy tardíamente cuando el proceso ya está establecido. De ahí la importancia en determinar la influencia entre estas dos variables (grado de pie plano flexible y alteraciones biomecánicas de pelvis).

##### **1.1.2. Formulación del problema**

###### **A. Problema principal**

- ¿Cuál es la influencia del grado de pie plano flexible en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén, Arequipa 2017?

## **B. Problemas secundarios**

- ¿Cuál es el grado de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén?
- ¿Cuáles son las alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén?

### **1.1.3. Horizonte de la investigación**

- A. Campo: salud
- B. Área: tecnología médica
- C. Línea: rehabilitación pediátrica

### **1.1.4. Justificación**

En la actualidad (2017) no se considera que el grado de pie plano flexible pueda influir en las alteraciones musculo esqueléticas de pelvis, causando alteraciones ascendentes que condicionara alteraciones en la estática y dinámica corporal.

Tiene relevancia practica porque contribuye a mejorar el análisis postural corporal, y a entender mejor sus repercusiones, lo cual se realiza dentro de la práctica diaria del tecnólogo médico.

Esta investigación es factible por que se cuenta con las autorizaciones correspondientes por parte de la institución, a los padres de familia o apoderados se les otorgo el consentimiento informado para que sus hijos puedan participar.

Esta investigación tiene relevancia científica por que pretende evidenciar un factor relacional entre la variable 1 grado de pie plano flexible y la variable 2 alteraciones musculo esqueléticas de pelvis. Con la finalidad de demostrar la influencia que existe entre ambas variables.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del pie plano flexible en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén, Arequipa 2017.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el grado de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén
- Determinar las alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén.

## 1.3. Variables

### 1.3.1. Identificación de variables

#### A. Variable independiente: Grado de pie plano flexible.

El pie plano flexible es la disfunción del sistema ligamentario y músculo esquelético, que trae como consecuencia la alteración de los ejes normales del pie por desplazamiento del sistema Osteoarticular debido a la falta de soporte fisiológico causando la disminución del arco plantar en carga.

Se caracteriza por ser la patología más frecuente entre la población infantil.

#### B. Variable dependiente: Alteraciones músculo esqueléticas de pelvis.

Es la disfunción del sistema de sostén, protección y movimiento de pelvis conformado por huesos (sacro e iliacos), músculos (cuadrado lumbar, isquiotibiales, cuádriceps, aductores, Pelvitrocanteros, glúteo medio) y articulaciones (sacro iliaca), que se ven afectados por algún factor externo o interno. Se caracteriza por ser la patología más frecuente entre la población adulta.

### 1.3.2. Operacionalización de variables

**Tabla N°1: Operacionalización de Variables**

Variables	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	N° de ítem	Instrumento
Pie plano flexible	Grados de pie plano	Grado I	Área G1,G2,2'	1	Método Hernández Corvo
		Grado II	Área G2, G3,2'		
		Grado III	Área G3, trazo inicial, 2'		
		Grado IV	Área por fuera del trazo inicial		
Alteraciones músculo esqueléticas de pelvis	Alineación pélvica	Plano frontal	Latero pulsión pélvica	1	Ficha de evaluación fisioterapéutica en alteraciones musculoesqueléticas de pelvis
		Plano sagital	Ante versión pélvica		
			Retroversión pélvica		
	extensibilidad muscular	Cuadrado lumbar	Iliocostal	2	
			costoiliotransverso		
		Isquiotibiales	Con flexión de rodilla		
			Con extensión de rodilla		
		Cuádriceps	Extensión de cadera		
			Flexión de rodilla		
		Aductores	Abducción de caderas		
		Pelvitrocanteros	Rotación interna		
			rotación externa		
		Glúteo medio	Con flexión de rodilla		
	Con extensión de rodilla				
	Condición articular	Artrocinemática de la articulación sacro iliaca	Hipo movilidad sacro iliaca	3	
Híper movilidad sacro iliaca					

## 1.4. Antecedentes investigativos

### 1.4.1. A nivel internacional

- Hernández, F. (2014). Realizó un estudio titulado “Factores predisponentes asociados a pie plano en niños”, en México D.F. El objetivo que se trazó fue identificar los factores predisponentes que se asocian a pie plano en niños. Material y Métodos (trasversal, descriptivo, observacional, retrospectivo) la población fueron niños de ambos géneros entre 5 y 9 años de edad. El instrumento utilizado fue ficha de recolección de datos. Los resultados fueron: 1) La edad más frecuente para presentar pie plano es a los 5 años, 2) La frecuencia de presentación de pie plano según el género es en niñas. Las conclusiones fueron: 1) El pie en el estado de México esta sub diagnosticado ya que no es considerado una patología que ponga en riesgo la vida de los pacientes, sin embargo, si condiciona grandes repercusiones a largo plazo sobre la estática corporal, ya que puede ser el precursor de diversas patologías, como defectos posturales entre ellas las lumbalgias así como la causa más frecuente de plantarías en la edad adulta, 2) Conocer los factores predisponentes nos ayudará a prevenir alteraciones en la edad adulta, por eso considero necesario valorar a los niños escolares de 5 a 9 años ya que en ellos podemos aun corregir este defecto.(1)
- Velez, J. Ríos, L. Ochoa, F. & Díaz, C. (2013), realizaron un estudio titulado “Ante versión pélvica como causa de dolor lumbar, síndrome patelofemoral y dolores del crecimiento”, en España - Madrid. El objetivo que se trazaron fue explorar la asociación de estas tres entidades con la ante versión pélvica. Material y método (estudio transversal, con análisis de casos y controles), la población fueron niños de edades entre 6 y 17 años. Los instrumentos usados fueron un software que cuantifica la posición de la pelvis y otras variables biomecánicas, otras mediciones fueron obtenidas a través de



pruebas semiológicas y entrevistas a los menores y sus padres. Los resultados fueron: 1) se encontró que los menores con dolor presentaron mayor ante versión de la pelvis comparados con aquellos sin dolor, 2) el psoas es el músculo con mayor responsabilidad en la ante versión de la pelvis en los niños del grupo sintomático. Las conclusiones: 1) A pesar de que existen numerosos estudios acerca del dolor lumbar en niños y adolescentes, no se encontraron informes relacionados con el dolor y alteraciones en la posición de la pelvis. Solo un estudio ha demostrado como influye la postura de niños y jóvenes en diferentes actividades en el dolor lumbar no específico, aunque no hace mención acerca de cambios estructurales o biomecánicos que pueda presentar la pelvis, 2) En menores con dolor se encontró menor fuerza muscular en los extensores de la columna toracolumbar, menor flexibilidad del psoas (mayor acortamiento) y mayor ante versión pélvica. Ello podría significar que la ante versión pélvica en los pacientes sintomáticos de dolor lumbar, patelofemoral o de crecimiento podría depender fundamentalmente del acortamiento del psoas, favorecido por una debilidad de los músculos extensores de la columna toracolumbar. Consideramos que este acortamiento es causado por una flexión permanente de la cadera, iniciada precozmente desde la infancia.(2)

#### **1.4.2. A nivel nacional**

- Chauca, B. (2008). Realizo un estudio titulado “Deformidades torsionales de los miembros inferiores y la alteración del equilibrio dinámico en niños de 4 a 7 años”. El objetivo que se trazó fue determinar la frecuencia de las deformidades torsionales y alteración del equilibrio dinámico en una muestra de niños de 4 a 7 años de las instituciones educativas: Gabriela Mistral y Sor Ana de los Angeles, en el Condor y la Ciudad Satélite Santa Rosa – Distrito del Callao 2008. Material y Método (no experimental, estudio transversal -

descriptivo y prospectivo), la población fueron todos los niños de 4 a 7 años de las instituciones educativas nacionales, pertenecientes al distrito del Callao. El instrumento usado fue la ficha de evaluación. Los resultados fueron: 1) a nivel de cadera en relación al equilibrio dinámico fue estadísticamente significativo, a nivel de las tibias y pies no hubo significancia estadística, pudiéndose explicar que influyen más como mecanismo compensatorio. Las conclusiones fueron: 1) Existe una alta frecuencia de las deformidades torsionales en niños de 4 a 7 años (67.48%) presentándose mayor en tibias (59.69%), seguido de pies (46.99%) y de caderas (21.16%), siendo en todas ellas la mayoría de grado leve, 2) Mientras más grave es la deformidad torsional, el niño presenta una mayor alteración del equilibrio dinámico, con significancia estadística, 3) La deformidad tibial y el ante pie aducto no se relaciona con la alteración del equilibrio dinámico, probablemente por actuar como mecanismo compensatorio en la actividad dinámica.(3)

- Vidal, L. (2014). Realizo un estudio titulado “Pie plano y su relación con la postura pélvica en escolares del instituto educativo primaria república de Irlanda – distrito de pueblo libre”. El objetivo que se trazo fue evidenciar la relación entre el pie plano y la alteración pélvica; así como el tipo de alteración pélvica más frecuente (anterioridad o posterioridad iliaca) en escolares entre 6 y 10 años de edad. Material y métodos ( no experimental, analítico observacional, sin grupo control, correlacionar y transversal), la población fueron escolares de 1° a 3°, de grupos mixtos seleccionados mediante una encuesta, que excluían aquellos con afecciones neurológicas y/o congénitas, así como aquellos con antecedentes de cirugía ortopédica o que lleven tratamiento fisioterapéutico. Los instrumentos usados fueron Podografo casero, evaluación postural por ectroscopia de la desviación del calcáneo, test dinámico de flexión en bípedo según el

autor LeopoldBusquet, test postural de medición de apertura y cierre iliaco según el autor LeopoldBusquet, prueba de signos clínicos y maniobras para la detección de displasia de cadera, prueba para detección de escoliosis, mediante la maniobra de Adams. Los resultados fueron: 1) con una muestra de 51 casos de pie plano, el 55% presento algún tipo de alteración pélvica postural representado por 28 casos, 2) de las 49 huellas plantares positivas a pie plano, 23 presentaron posterioridad iliaca y 26 anterioridad iliaca respectivamente. Las conclusiones fueron: 1) El pie plano como afección musculo – esquelética: afecta significativamente a la población escolar que cursa con edades entre 6 y 8 años con una mayor frecuencia a comparación de escolares con 9 a 10 años del centro educativo. Estadísticamente visto en la investigación se obtuvo que el 57% de la población compuesta por 51 escolares presentaron pie plano de tipo unilateral o bilateral, 2) Las alteraciones pélvicas: anterioridad, cierre y apertura iliaca, se obtuvo solo una frecuencia significativa de la anterioridad iliaca y posterioridad iliaca contralateral, representadas por un 46% de escolares, mientras que solo un 6% de escolares presentaron cierre iliaco unilateral y apertura contralateral, del total de la población escolar del I.E N° 1074 República de Irlanda, 3) Del cruce de las variables tomando en cuenta si la alteración postural pélvica tiene mayor frecuencia en escolares con pie plano bilateral o pie plano unilateral, se obtuvo una frecuencia 3 veces mayor de la alteración postural pélvica en aquellos escolares con pie plano bilateral, representado por un total de 21 escolares y una frecuencia menor de alteración pélvica en aquellos con pie plano unilateral representado por un total de 7 escolares. (4)

### 1.4.3. A nivel local

- Herrera, C. (2016). Realizo un estudio titulado “Relación del pie plano con la psicomotricidad en niños de educación primaria del colegio San Carlos, Arequipa, 2016”. El objetivo que se trazo fue determinar la relación del pie plano con la psicomotricidad en niños de educación primaria. Material y método (correlacional, no experimental), la población fueron niños de educación primaria del colegio San Carlos. Los instrumentos usados fueron a toma de huellas plantares y la evaluación psicomotora de Fonseca. Los resultados fueron: 1) de los 108 niños de educación primaria el 36.11% presenta pie plano, 2) se observa mayor presencia de pie plano con presentación unilateral en grado II. Las conclusiones fueron: 1) más de la tercera parte de los niños de educación primaria del colegio San Carlos presenta pie plano (32.2%), 2) los niños de educación primaria del colegio San Carlos que no tienen pie plano presentan un perfil psicomotor bueno; mientras que los que sí tienen pie plano presentan un perfil psicomotor normal, 2) existe relación entre la presencia de pie plano y la psicomotricidad en los niños de educación primaria del colegio San Carlos. (5)
- Pinto, M. (2015). Realizo un estudio titulado “Influencia de los tipos de pie sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria de la I.E particular Peruano Suizo Alfred Werner, Arequipa, 2015”. El objetivo que se trazo fue determinar la influencia de los tipos de pie sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria. Material y método (relacional, tipo no experimental, observacional, diseño trasversal), la población fue 85 niños de nivel primario. El instrumento usado fue ficha de recolección de datos. Los resultados fueron: 1 ) se observa que el 44.71% de los estudiantes el equilibrio estático va de regular a malo, esto indicaría que el tipo de pie influye en el equilibrio estático, 2) el 33.33% de

estudiantes de sexo masculino presentan tipo de pie intermedio, a diferencia del sexo femenino que el 40% presenta pie descendido. Las conclusiones fueron: 1) el tipo de pie que predominó en estudiantes de primaria de la I.E. particular Alfred Werner, es el pie intermedio, seguido del pie descendido, pie normal y en su minoría correspondió a pie plano, 2) la hipótesis en estudio queda anulada, debido a que los tipos de pie influyen significativamente en equilibrio estático, no estando influenciado en equilibrio dinámico.(6)

## 1.5. Bases teóricas

### 1.5.1. Pie Plano Flexible

#### a) Desarrollo y Biomecánica del Arco Plantar

El pie presenta 3 puntos de apoyo con respecto al suelo: la cabeza del 1° metatarsiano, 5° metatarsiano y la apófisis del calcáneo. De estos puntos se desprende la formación de 3 arcos:

- Arco externo: conformado por el 5° metatarsiano, cuboides en suspensión y el calcáneo. Es mucho más rígido que el arco interno, permite transmitir adecuadamente el impulso motor del tríceps sural.
- Arco transversal o anterior: conformado por las cabezas del 1° y 5° metatarsiano. Un desbalance de los músculos intrínsecos provocaría el aplanamiento de dicho arco, como consecuencia presentaría dedos en garra.
- Arco interno o longitudinal: conformado por el 1° metatarsiano, la primera cuña, escafoides tarsal (hueso clave de la formación de la bóveda plantar), el astrágalo y el calcáneo. Conserva su concavidad gracias al tibial posterior, peroneo lateral largo, flexor del primer dedo y el aductor del mismo. Por lo contrario los músculos tibial anterior y extensor del primer dedo tienden a aplanarlo.

La distribución de carga sobre los 3 puntos de apoyo varía, en bípedo vertical e inmóvil el peso se distribuye en 50% calcáneo, y el otro 50% se divide en: 1/3 apoyo anteroexterno, 2/3 anterointerno. (8)

Los arcos sufren modificaciones por efecto de la carga, principalmente el arco longitudinal. Puede descender por laxitud de los ligamentos o por la falta de tensión muscular lo que ocasiona:

- Desplazamiento del astrágalo hacia dentro, ocasionando la desviación del eje posterior hacia medial

- El eje anterior lo hace hacia afuera, el retropié gira en aducción y pronación
- El pie anterior desvía en flexión, abducción y supinación

La estabilidad estática está dada por ligamentos, y la estabilidad dinámica por los músculos. Sin embargo el mantenimiento de la posición en vertical está determinado en primer lugar por la disposición Osteoarticular: siendo el maléolo peroneo el verdadero tope del astrágalo, impide la desviación en valgo, el sustemtaculumtali, mantiene el cuerpo del astrágalo en posición fisiológica y sirve de tope para mantener el recorrido de los músculos flexores largos, entre los ligamentos cabe destacar al ligamento deltoideo, ligamento interóseo tibio peroneo, ligamento astrágalo – calcáneo. Los músculos que actúan en esta función son, los tres tendones retromaleolares; tibial posterior, flexor común y propio de los dedos.

## **b) Desarrollo del Pie**

Durante los primeros años de vida, el pie se encuentra en periodo formativo, inicialmente es una estructura muy flexible que no ha desarrollado la fortaleza necesaria, por lo que cualquier tensión anormal que se ejerza supone sobrecargas indebidas que serán mal toleradas, además reciben mucha información a través de estímulos del resto del cuerpo y para responder a ellas adaptan su forma y contenido.

El arco longitudinal del pie completa su desarrollo, para algunos autores durante los primeros 4 años de vida, para otros entre los 5 o 7 años.

Alrededor de los 12 a los 18 meses en la región medial no hay presencia del arco plantar, existe una capa de tejido adiposo. El arco longitudinal interno inicia su formación entre los 2 y 3 años, después del inicio de la marcha se distribuye el tejido adiposo plantar. (8)

La formación del arco plantar durante este intervalo es favorecido por la disminución de la laxitud ligamentosa; el aumento de la potencia

muscular, y el desarrollo de una mayor configuración ósea. Todo ello se desarrolla con el crecimiento. A los 10 años el arco está presente en el 97% de niños, existe un 20% de los adultos que tiene o son asintomáticos. (18)

La formación del arco plantar depende de: la integridad de huesos y ligamentos, articulaciones, no depende de la contracción activa de los músculos, estos últimos protegen a los ligamentos ante cargas excesivas.

Los autores García García y colaboradores. Llegan a la conclusión que la edad correcta para tratar un pie plano sería a los 3 años, a partir de esta edad la bóveda plantar adquiere características normales. (9)

### **c) Concepto del Pie Plano Flexible**

Según C. Salazar Gómez, es aquel que en descarga presenta características normales, pero en la carga se aplana completamente por la acción del peso, el debilitamiento capsulo - ligamentosa y la inadecuada relación entre el astrágalo y el calcáneo. (7)

García García y colaboradores describe al pie plano valgo infantil como el pie que en situación de apoyo sufre un colapso de arco plantar, recuperándose en descarga, presenta 3 deformaciones: valgo de talón, abducción del antepie y/o supinación del antepie. (9)

El pie plano flexible es una variante fisiológica. Se define como una disminución del arco longitudinal del pie asociado al valgo del retropié, y a la laxitud ligamentaria. (6)

El Doctor Bernard Bricot denomina a este tipo de pie como un pie causativo. Desde que hay una perturbación en la movilidad o apoyo del pie, obligatoriamente se verá un desequilibrio postural ascendente. Su origen podrá ser: congénito, adquirido o iatrogénico. (14)



### 1.5.2. Etiología

De causas diversas, afectan partes blandas y óseas o puede deberse a alteraciones neuromusculares.

- a) Herencia:** según la teoría genética se da por un trastorno cromosómico primitivo de distinta distribución por sexo 2:1 en favor del sexo masculino. Si no existen antecedentes familiares la posibilidad es de 1: 1000 y se interpreta como consecuencia de la mutación de causa desconocida.

Lelicure apunta en el año 1970, que la etiología del valgo de calcáneo era debido a un defecto de construcción de las carillas articulares de la articulación subastragalina, y el ligamento interóseo siendo este deficiente, demasiado largo, delgado o laxo dejando girar el calcáneo en pronación y las superficies conectantes se adaptan a esta situación apareciendo una aplasia externa subastragalina primitiva o secundaria de la hiperlaxitud. Inicialmente la causa que provoca esta anormal distribución de fuerzas en la articulación subastragalina era una rotación tibial interna. (9)

- b) Mala posición fetal:** compresión intrauterina por disminución del continente es decir el útero, o aumento del contenido el feto lo que no permite su adecuado desarrollo también puede darse por compresiones anormales por bridas amnióticas, tumores, feto grande, etc.

- c) Anormalidades en la postura postnatal:** por ciertos hábitos de la postura del niño durante el sueño y la sedestacion que puede realizar una interrupción en el normal desarrollo de los miembros inferiores.

Por principios biomecánicos, la permanente disposición anormal de las estructuras óseas, harán que el tejido conectivo presente en los ligamentos de esta zona pasen a la zona elástica de deformación (curva carga – deformación), perdiendo su propiedad elástica, es decir el retorno a su posición original ya no será posible, alterando sus funciones normales. (15)

Según las leyes de Hueter y Volkman las zonas de cartílago de crecimiento que están sometidas a una posición excesiva, tienden a presentar una inhibición del crecimiento y por lo contrario las zonas no sometidas a presión tienden a un crecimiento acentuado. Hueter pensaba en este fenómeno no como una sección modelante del hueso sino como una compresión de cartílago de crecimiento.

**d) Obesidad y laxitud ligamentosa:** correspondiente a una ruptura del equilibrio entre los grupos musculares gemelo – soleo, tibiales y músculos internos del pie.

Farebeuff explica que el calcáneo sería responsable al experimentar una desviación de sus ejes por acción de los eversores y por la falta de un adecuado soporte ligamentario. (11)

Strobino y colaboradores, realizaron experimentos en los cuales determinan que se precisa de un mínimo de 6,6 g/mm<sup>2</sup> como límite fisiológico en el hombre para retardar el crecimiento en longitud del hueso (9)

Para Wenger si disminuye la altura del arco longitudinal interno es consecuencia de las sollicitaciones a la que someten los niños sus pies. Los niños obesos presentaban un ángulo de Clarke inferior y los valores del índice de Chippaux – Smirak superiores comparado con niños no obesos. (17)

**e) Uso del calzado a temprana edad:** El hábito de andar descalzo puede tener consecuencia en la configuración del pie, pues los elementos pasivos (fascias, ligamentos) y los activos (músculos) se refuerzan con la actividad de locomoción y el calzado puede actuar como una férula que inmoviliza las estructuras del pie. Algunos autores han encontrado una relación entre los niños que llevan zapatos tempranamente y el pie plano. (17)

### **1.5.3. Clasificación por Grados**

Nos basaremos en el análisis de la huella plantar por el método Hernández Corvo:

- a) Primer grado: la huella del arco plantar queda impregnada en el área comprendida por G1, G2, 2´
- b) Segundo grado: la huella del arco plantar queda impregnada en el área comprendida por G2, G3, 2´
- c) Tercer grado: la huella del arco plantar queda impregnada en el área comprendida por G3, trazo inicial, 2´
- d) Cuarto grado: corresponde a la huella del arco plantar impregnada por fuera del área que corresponde al trazo inicial

### **1.5.4. Alteraciones biomecánicas producidas por pie plano**

Las alteraciones en la estructura del arco plantar del pie se asocian a lesiones en la extremidad inferior. Se tiene una mayor predisposición a sufrir lesiones de rodilla, lesiones de tejido blando y lesiones mediales.

Hay pérdida de la relación interarticular del retropié y medio pie, se le añade desequilibrios musculares y cambios en la elasticidad de los ligamentos. Crea cambios en la distribución de fuerzas en la extremidad inferior de dos formas: los músculos trabajan más, y se produce una incapacidad importante para la reabsorción de las fuerzas del suelo. La base de sustentación se modifica y por ende el reparto del peso corporal también, este se dirige al antepié respondiendo con un exceso de pronación produciendo un valgo de retropié.

El calcáneo se proná debajo del astrágalo, este último se desplaza hacia adentro y en sentido plantar produciendo una distensión del ligamento calcáneo – escafoideo inferior, se presencia eversión del talón por laxitud del ligamento astrágalo – calcáneo. En la articulación astrágalo – escafoidea, el escafoides entra en abducción con relación a la cabeza del astrágalo y el antepié es arrastrado por el escafoides, el centro de gravedad se desplaza al

1ºmetatarsiano (8). La persistencia de la postura descrita determina la excesiva tensión del tendón de Aquiles, desplaza al calcáneo en flexión plantar perdiendo su inclinación normal. Por ende en descarga presenta un antepie supinado, produciendo rotación interna de la tibia, situación crucial para producir sobrecarga en la rodilla, esto provoca que los músculos se activen antes a mayor intensidad y durante periodos más prolongados.

La localización del dolor depende del mecanismo compensador elegido por el paciente y del tejido más débil de la cadena cinética (7).

Produce un desequilibrio postural ascendente de la siguiente manera:

- a)** Metatarsianos: debilitamiento progresivo de los tejidos blandos.
- b)** Fascia plantar: produce una fuerza de tracción excesiva, puede producir fascitis plantar y un crecimiento anormal en la tuberosidad del calcáneo.
- c)** Tendón de Aquiles: alteración transversal del tendón de Aquiles y en su envoltura produciendo inflamación y dolor.
- d)** Tibia: produce rotación tibial interna, aumenta las fuerzas de tracción sobre flexores profundos de la pierna.
- e)** Rodilla: se acompaña de rodilla en valgo, lesión del menisco, pinzamiento del compartimiento externo. Altera el desplazamiento de la trayectoria patelo femoral, favoreciendo a la subluxación de rodilla.
- f)** Cadera: en una pronación bilateral del pie produce una rotación interna de los ejes de la tibia y el fémur, produce desplazamiento anterior del centro de gravedad. Compensado por un aumento en la lordosis lumbar. En una pronación unilateral disminuye la distancia del pie al suelo, creando una pierna corta funcional y por ende una mala alineación de la cadera.  
El par de torsión provoca el apoyo sobre la parte posterior del cótilo, este brazo de la palanca genera una verticalización del iliaco y una extensión del sacro. El aumento del ángulo sacral tendrá como corolario la hiperlordosis lumbar, hipercifosis dorsal. (14)

### 1.5.5. Valoración Funcional

Se realizará una anamnesis, y exploración estática dentro de esta se evalúa el pie en carga y en descarga, para determinar si nos encontramos efectivamente frente a un pie plano flexible.

- a) Anamnesis: datos importantes como nombre, edad porque la elasticidad de los elementos de soporte del pie variaran según a este ítem, sexo, peso, talla para descartar una posible enfermedad sistémica como la obesidad. Antecedentes familiares y hereditarios.
- b) Examen físico:
  - Actitud postural, observar si no presenta alguna postura compensadora.
  - En descarga, observar la morfología del pie de forma comparativa, la articulación metatarso falángica, presencia de hallux valgus maléolos tibiales y Peroneos, ubicación de la rótula, valorar la rotación del fémur, ángulo del cuádriceps y la torsión bimalleolar. Se realiza en de cúbito supino y en sedente para observar si hay presencia del arco plantar.
  - En carga, es decir en bipedestación observar el alineamiento antero – posterior de los miembros inferiores, en el plano frontal observar la presencia de valgo de rodilla, observar el retropié, la torsión tibial, deformidad angular de la tibia. Observar en el pie, la abducción, aducción, supinación o pronación del antepie, presencia de hallux valgus. Si es de forma simétrica o asimétrica la presencia de pie plano flexible, por ende observar y descartar algún desnivel pélvico.
  - Movilidad activa y pasiva; flexibilidad; rigidez, inestabilidad podemos evaluar esta última en apoyo unipodal observar si el retropié se dirige hacia varo o valgo. el apoyo unipodal acentuara igualmente los desequilibrios del retropié. (14)
  - Valoración muscular, primordialmente el tríceps sural, tibial posterior, peroneo lateral largo, flexor del primer dedo, aductor del mismo y músculos intrínsecos del pie. Determinar la presencia de contracturas musculares, valorar el tono y el trofismo muscular.

- Marcha en todas las vistas anterior, posterior y lateral, esta debe ser en cada fase de la marcha. Observar la alineación del antepie, teniendo el concepto de que la pronación no es una posición, sino una función, por ende debemos valorar su calidad y estabilidad de las articulaciones implicadas. (7)
- Desgaste del zapato, incluimos esto porque un desgaste normal se da a nivel de los talones, se encuentra en la zona postero - externa. El desgaste en el área central o interna nos indica una pronación del pie. (7)

### **1.5.6. Formas de Diagnosticar el Pie Plano**

Existen diversos estudios complementarios para valorar la presencia de un pie plano, tales como la radiografía en vista lateral, mediante el podoscopio, podograma, fotopodograma, radiofotograma, fuerzas plantares. Sin embargo para esta investigación describiremos solo dos, debido a que son más accesibles, menos costosas, y a su viabilidad.

Podoscopio: consiste en un cajón iluminado, en la parte superior de este posee un cristal firme, el fondo está conformado por un espejo posicionado en 45° con respecto al cristal superior, esta disposición permite visualizar el apoyo plantar.

Podograma: registra huellas plantares, la técnica consiste en apoyar el pie en carga completa sobre una placa de goma impregnada de tinta que se encuentra en un bastidor de madera. Este está en contacto directo con un papel donde se imprimirá la huella plantar. Se considera normal cuando la anchura mínima de la bóveda plantar se halla entre un tercio y la mitad de la anchura máxima del antepie.

## **2. Pelvis**

La pelvis es el punto de unión entre el tronco y las extremidades inferiores, tiene forma de embudo, considerado un anillo osteoarticular cerrado. Cumple

funciones como contener las vísceras pélvicas, proporciona soporte para estas, mediante el suelo pélvico y sujeción para los cuerpos eréctiles de los genitales externos. Su conformación difiere según el sexo. En los varones la pelvis es mucho más gruesa y alta que en la mujer, “la pelvis femenina se ensancha hasta los 25 años por proceso hormonal se prepara para el parto, después de los 40 la pelvis femenina se achica”.(35) Transmite fuerzas opuestas entre el raquis y los miembros inferiores, soporta el peso a través de la quinta vértebra lumbar para luego repartir este en dos partes iguales hacia las alas del sacro, se dirigen a través de las espinas ciáticas hacia el acetábulo; en este punto recibe la resistencia del suelo al peso del cuerpo transmitida al cuello del fémur y a la cabeza femoral, parte de la resistencia queda anulada tras atravesar la rama horizontal del pubis.

Las articulaciones que la conforman desempeñan funciones estáticas y dinámicas, estas son: sacro iliaco por detrás y por delante la sínfisis púbica.

La pelvis en el niño ofrece un cuadro cambiante de osificación, en función de la edad. El isquión, pubis e ilión se reúnen en el cartílago trirradiado, donde se fusionan aproximadamente entre los 16 a 18 años. El isquión y el pubis se unen en la rama pubiana inferior y se fusionan aproximadamente entre los 7 y 8 años, la cresta iliaca aparece entre los 13 a 15 años y se fusiona entre los 15 y 17 años; las tuberosidades isquiáticas aparecen entre los 15 a 17 años y se fusionan entre los 17 a 19 años, aunque se puede demorar hasta los 25 años. Los centros de osificación secundarios del sacro aparecen lateralmente hacia los 16 a 18 años y se fusionan a los 25 años. (35)

## **2.1. Alteraciones muscular esqueléticas de pelvis**

### **2.1.1. Exploración postural de la pelvis:**

Las desalineaciones en pelvis pueden producirse en el plano frontal (latero pulsión) como en el sagital (ante versión y retroversión)

- **Plano frontal:** se valorara la horizontalidad de la pelvis, para ello se observara las espinas iliacas antero superiores y / o posterosuperiores.

Cuando detectamos un desnivel u oblicuidad de la pelvis en la mayoría de casos se deberá a una diferencia en la longitud de los miembros inferiores, lo que se puede cuantificar por diferentes sistemas: clásicamente se ha medido en decúbito supino y con la ayuda de una cinta milimétrica midiendo la distancia entre las E.I.A.S y los maléolos internos (34)

- **Plano sagital:**

Es un error centrar y explicar los movimientos de anterioridad y posterioridad iliaca únicamente a partir de las articulaciones sacro – iliacas, esta articulación solo es un punto que se adapta a las distintas influencias. Los movimientos sacro – iliacos son cuantitativamente limitados pero cualitativamente muy importantes e indispensables. Cualquier lesión de la articulación sacro iliaca alterará la movilidad de la pelvis. (21)

- Consideramos a la ante versión y retroversión como la rotación anterior y posterior correspondientemente, de las dos crestas iliacas sobre las articulaciones coxo – femorales.
- En la ante versión pélvica los principales efectores de este movimiento son los músculos, cuadrado lumbar, psoas iliaco, sartorio, pectíneo, aductor menor y mediano, recto anterior del cuádriceps y tensor de la fascia lata, aquello trae como consecuencia: aumento de la lordosis lumbar, hiperextensión de la rodilla, aumenta la rotación interna de miembros inferiores, la tuberosidad tibial se usa como punto de relativa fijación esto añadirá la tensión excéntrica de los izquiotibiales.
- En la retroversión pélvica influenciada por los músculos rectos del abdomen e izquiotibiales, oblicuo mayor y menor, transverso del abdomen, glúteo mayor, aductor mayor, su postura consecuente se



puede describir de la siguiente manera: ratificación lumbar y flexum de rodilla.

Se puede valorar la existencia de basculación mediante tres referencias: cresta iliaca (línea medio axilar), E.I.A.S y E.I.P.S. Lo normal es que las prolongaciones horizontales de las espinas sobre la línea medio axilar sean equidistantes entre ellas y la cresta iliaca, pero cuando existe una ante versión pélvica la E.I.P.S se aproxima a la altura de las crestas iliacas y desciende la E.I.A.S. Las causas más frecuentes son la retracción del Iliopsoas, debilidad de los rectos anteriores del abdomen o de los glúteos mayores. (34)

Las retroversiones pélvicas se sospechan en la clínica porque las E.I.A.S están muy próximas al nivel de las crestas iliacas y netamente proximal a la E.I.P.S. sus causas más frecuentes son la fibrosis glútea acusada y los síndromes de acortamiento graves de la musculatura isquiotibial (34)

### **2.1.2. Músculos de la pelvis**

#### ➤ **Psoas**

ORIGEN: caras laterales de los cuerpos vertebrales de la XII vertebra dorsal a la V lumbar, caras laterales de los discos adyacentes, apófisis costiformes de las cuatro primeras vértebras. lumbares y borde inferiores de la XII costilla.

INSERCIÓN: vértice del trocánter menor.

#### ➤ **Iliaco**

ORIGEN: dos tercios superiores de la fosa iliaca interna, mitad superior de la sínfisis sacro iliaca, cara superior de la aleta sacra

INSERCIÓN: cerca del psoas, trocánter menor.

ACCIÓN: punto fijo en el tronco el psoas y el iliaco flexionan la pelvis sobre el raquis lumbar causando retroversión pélvica. Punto fijo en el fémur el iliaco provoca flexión y rotación de la pelvis.

#### ➤ **Isquiotibiales, semimembranoso**

ORIGEN: cara posterior de la tuberosidad isquiática.

INSERCIÓN: **cara** posterior de la tuberosidad interna de la tibia.

ACCIÓN: sobre pelvis causa retroversión pélvica.

➤ **Obturador externo**

ORIGEN: cara externa del perímetro óseo del agujero obturador, borde superior de la rama isquiopubiana.

INSERCIÓN: foseta digital de la cara interna del trocánter mayor.

➤ **Obturador interno**

ORIGEN: cara interna del perímetro del agujero obturador y de la membrana obturatriz.

INSERCIÓN: cara interna del trocánter mayor y por delante de la foseta digital.

ACCIÓN: rotadores externos del muslo sobre la pelvis.

➤ **Glúteo mayor**

ORIGEN: cresta y tubérculos posterointernos del sacro, tercio posterior de la vertiente externa de la cresta iliaca, cara posterior del cóccix.

INSERCIÓN: borde posterior de la fascia lata, rama de trifurcación de la línea áspera y tabique intermuscular externo.

ACCIÓN: extensión de la pelvis sobre el tronco, si el fémur es el punto fijo, retroversión pélvica. Su retracción o hipoextensibilidad es rara y ocasiona limitación de la flexión del muslo sobre la pelvis.

➤ **Cuadrado crural**

ORIGEN: por delante de la tuberosidad isquiática.

INSERCIÓN: ángulo posteroinferior del trocánter mayor prolongándose hacia la línea áspera.

ACCIÓN: rotador externo del muslo sobre la pelvis.

➤ **Recto anterior**

ORIGEN: en la vertiente externa de la espina iliaca anteroinferior, canal supra cotoideo.

INSERCIÓN: base de la rótula y tendón rotuliano, por delante de los vastos.

ACCIÓN: si la rodilla está colocada en flexión, la retracción del recto anterior provoca ante versión de la pelvis e hiperlordosis lumbar cuando se intenta la extensión del muslo sobre la pelvis.

➤ **Glúteo medio**

ORIGEN: fosa iliaca externa, labio externo de la cresta iliaca, cara profunda de la aponeurosis glútea.

INSERCIÓN: cara externa del trocánter mayor.

ACCIÓN: punto fijo en el fémur, basculación homolateral de la pelvis. La fuerza del glúteo medio depende, igualmente de la posición de la pelvis en sentido anteroposterior: es máxima en posición neutra.

➤ **Glúteo menor**

ORIGEN: fosa iliaca externa y escotadura ciática mayor.

INSERCIÓN: cara anterior del trocánter mayor, expansión al ligamento iliofemoral y la capsula de la articulación.

ACCIÓN: rotación interna del muslo sobre la pelvis, abducción del muslo sobre la pelvis. Su retracción o hipoextensibilidad causa bascula homolateral de pelvis.

➤ **Piramidal**

ORIGEN: cara anterior del sacro, en las vértebras sacras II y III.

INSERCIÓN: cara superior del trocánter mayor.

ACCIÓN: rotador externo de la pelvis, es abductor y estabilizador de cadera (punto fijo femoral).

➤ **Cuadrado lumbar**

FASCÍCULOS ILIOCOSTALES:

ORIGEN: tercio posterior de la cresta iliaca.

INSERCIÓN: borde inferior de la XII costilla, vértice de las apófisis transversas de las cuatro primeras vértebras lumbares.

#### FASCICULOCOSTOTRANSVERSO

ORIGEN: borde inferior de la XII costilla.

INSERCIÓN: vértice de la apófisis transversa de las cinco vértebras lumbares.

ACCIÓN: punto fijo en el tórax elevación homolateral de la pelvis, su retracción o hipoextensibilidad causa cierre del costado en el lado de la retracción da la ilusión de un falso acortamiento.

#### ➤ **Pectíneo**

ORIGEN: Cresta pectinea, de la eminencia ilipectinea a la espina del pubis.

INSERCIÓN: rama media de la trifurcación de la línea áspera.

#### ➤ **Aductor mediano**

ORIGEN: Cara anterior de la superficie angular del pubis. Cara inferior de la espina pubiana.

INSERCIÓN: cerca de labio interno de la línea áspera en su parte media.

#### ➤ **Aductor menor**

ORIGEN: parte superior de la rama isquiopubiana.

INSERCIÓN: en las tres ramas de trifurcación externa y media de la línea áspera.

#### ➤ **Aductor mayor**

ORIGEN: fascículo superior y medio, dos tercios posteriores de la cara externa de la rama isquiopubiana. Fascículo inferior, parte posteroinferior de la tuberosidad isquiática.

INSERCIÓN: fascículo superior, vertiente interna de la rama de trifurcación de la línea áspera. Fascículo medio, tres cuartos inferiores de la rama interna de bifurcación de la línea áspera.

**ACCIÓN:** el más importante en su función, tienen un papel importante en la estabilización lateral de la pelvis para la postura erguida, principalmente en sinergia antagonista del glúteo medio al sostener el peso sobre una pierna. Las acciones en cadena cerrada tratan de llevar la tuberosidad del isquion hacia el fémur, siendo retroversor, mientras que en cadena abierta aproxima el muslo a la línea media.

➤ **Recto interno**

**ORIGEN:** cara anterior de la superficie angular del pubis, por fuera de la sínfisis.

**INSERCIÓN:** cuarto superior de la tibia, pata de ganso.

**ACCIÓN:** Aducción del muslo sobre la pelvis, rotación externa del muslo sobre la pelvis. Su retracción o hipo extensibilidad, causa elevación de la pelvis en el lado de retracción, asociado a la retracción del tensor de la fascia lata contralateral, da como consecuencia pelvis oblicua.

### **2.1.3. Articulación sacro iliaca**

#### **a) Anatomía**

De tipo sinoviales anfiartrosico irregular, monoaxiales, en el cual se articulan las carillas articulares del sacro al ilion, están cubiertas de un cartílago articular parecido al fibrocartílago y fibras delgadas interóseas, contiene así mismo líquido sinovial, en las que se presentan elevaciones y depresiones irregulares permitiendo la unión parcial de ambos huesos. Presenta una movilidad limitada (4 grados de movimiento, y 1.6 mm de traslación total). (33)

#### **b) Función**

La función de esta articulación es de dar soporte al esqueleto axial, así como facilitar el parto, se diferencian de la mayoría de las articulaciones sinoviales porque tiene poca movilidad, lo que explica su estabilidad. Debido a que la unión articular es irregular el acoplamiento es seguro y no resulta fácil su luxación. (33)

El sacro realiza movimientos de nutación y contra nutación en un eje transversal que pasa por la 2da vértebra sacra; y movimientos de rotación interna y externa sobre un eje vertical – lateral que pasa por la articulación sacro iliaca. La amplitud de estos movimientos es reducida pero existe y se cuantifica en menos de 4 grados de rotación y menos de 3 mm de traslación. (31)

Los iliacos presentan dos principales moviidades:

- Anterioridad – posterioridad
- Apertura – cierre

Su movilidad se debe observar respecto a tres articulaciones: coxo femoral, sacro iliaca y pubiana, la sinergia de estas articulaciones da como resultado un buen funcionamiento respecto a la biomecánica de la pelvis y miembros inferiores.

➤ **Anterioridad – Posterioridad del Iliaco**

Entonces podemos describir a la anterioridad iliaca como la rotación anterior del iliaco sobre la cabeza femoral, y la posterioridad iliaca como la rotación posterior del iliaco.

- Anterioridad: la porción coxo – sacro - iliaca realiza un movimiento semicircular que lleva la articulación sacro – iliaca hacia arriba y hacia adelante. El sacro también se ve conducido hacia la misma dirección, toma la horizontal quedando relativamente más hacia atrás que el iliaco. (20)
- Posterioridad: la porción coxo- sacro – iliaca realiza un movimiento en semicírculo conduce la articulación sacro – iliaca hacia abajo y hacia atrás. Caso contrario a la anterioridad el sacro se ve horizontalizado permaneciendo más anterior que el iliaco. (20)

### **a) Apertura – Cierre del Iliaco**

Este movimiento se da a partir de dos articulaciones: sacro iliaca y el pubis. En un eje oblicuo, dirigido de adelante hacia atrás, de dentro hacia afuera, y de abajo hacia arriba.

- Apertura iliaca: alrededor del eje oblicuo la cresta iliaca se dirige hacia afuera, hacia delante y hacia abajo; la rama isquio – pubiana, se dirige en sentido contrario (adentro, atrás y hacia arriba). En este movimiento el sacro se verticaliza durante la apertura de los iliacos.
- Cierre iliaco: alrededor del eje la cresta iliaca se dirige hacia adentro, atrás y arriba; la rama isquio – pubiana hacia afuera, delante y abajo. En este movimiento el sacro se horizontaliza.

#### **➤ Exploración física**

Para determinar un valor diagnóstico específico es necesario, según Broadhurst, obtener tres pruebas clínicas positivas sobre la movilidad de dicha articulación (ASI). .

Según el estudio realizado por M.G Mejía y colaboradores, para la exploración física se cuenta con una serie de 12 pruebas las cuales fueron emitidas por un comité de expertos y concluye que son las que más pueden tener especificidad para el dolor de la articulación sacro iliaca: la prueba de Gillet, la prueba de compresión pélvica, prueba de Patrick, la prueba de Gaenslen, la prueba de flamenco, la prueba de juego articular, entre otras. (33)

Debido a que la mayoría de estas pruebas buscan causar dolor y en el presente estudio se busca comprobar anomalías en la movilidad de la articulación sacro iliaca, por consiguiente se trabajara con la prueba de flexión en bípedo, Gillet, Pideallu, test de Downing para establecer si existe o no hipo movilidad.

## **2.1.4. Influencia de pie plano en alteraciones musculo esqueléticas de Pelvis**

### **a) Influencia En El Sistema Postural**

Desde que hay una perturbación en la movilidad o apoyo del pie, obligatoriamente se verá un desequilibrio postural ascendente. (14)

Según el Dr. Bernard Bricot para comprender las adaptaciones podálicas es preciso comprender las adaptaciones de la pelvis y la cadera, se considera a esta como un sistema de tampón y pilar primordial por su estructura y alineación que interactúa con fuerzas ascendentes y descendentes a este nivel.

Como ya hemos visto el pie plano causara una rotación interna de los ejes de la tibia y fémur, esto a su vez ocasionara presión sobre el fondo del acetábulo, anterioridad del iliaco y extensión del sacro.

Por lo tanto este tipo de pie causará en pelvis: apertura, ante versión iliaca y la báscula posterior del sacro.

Las lesiones a este nivel, pueden dar como resultado una verdadera o aparente disimetría de longitud en miembros inferiores y anomalías en la marcha. (31)

El desarrollo postural correcto depende del buen estado estructural y funcional del cuerpo, esto quiere decir que durante el crecimiento el niño puede sufrir alteraciones que terminarían provocando deformidades estructurales, y desarreglos en los órganos internos.

La postura humana sufre significativas transformaciones entre los 7 y los 12 años de edad como resultado de la etapa de pre- pubertad, estos son adaptaciones para balancear las nuevas proporciones del cuerpo. (29)



En general las deficiencias posturales pueden ser detectadas y tratadas con éxito entre los 7 y 14 años, ya que en esta etapa el sistema óseo es susceptible de modificaciones.

Desde el punto de vista mecánico se puede producir dos tipos de problemas debido a una mala alineación: compensación inadecuada y tensión incorrecta sobre los huesos, ligamentos y músculos. Cuando se da una variación en la relación normal de los segmentos que lo conforman, el efecto no se localiza solo en él, sino que repercute de forma desfavorable sobre el resto de la anatomía. (30)

Diversos trabajos de investigación nos llevan a considerar al sistema postural como un todo estructurado, con múltiples entradas o captosres. Para llevar esto a cabo el sistema nervioso se vale de diferentes fuentes como los exteroceptores, propioceptores y centros superiores, que nos sitúan en relación al medio que nos rodea; sitúan las diferentes partes de nuestro cuerpo en una determinada posición en el espacio; y recogen datos de las fuentes precedentes para dar una respuesta.

De igual manera los receptores posturales en función de la importancia de las aferencias clasifica sus receptores en: primarios (ojos, oído interno, pie); secundarios (tejido conjuntivo dentro de esta fascias, meninges, capsulas y ligamentos; músculos; boca; piel) (16). Según el doctor Bricot dos de estas entradas son predominantes el pie y el ojo, en esta investigación nos centraremos en el pie, una ligera asimetría de este puede provocar alteraciones que repercuten en las cadenas musculares, y dan lugar a la aparición de diversas patologías articulares, como consecuencia del desequilibrio.

En otras palabras los principales perturbadores de la postura son: el psique, la bioquímica, cicatrices, caries, y cualquier alteración de los receptores primarios. Estas pueden estar dirigidas por un factor neurofisiológico, mecánico o ambos, sea cual sea la causa, el resultado

es el mismo la híper o desprogramación de cadenas musculares que modifican la postura.

Este trastorno estático provocara unas demandas anormales en todo el sistema locomotor. Estos se darán en los tres planos del espacio: sagital, frontal y horizontal. Según el doctor Bricot las anomalías podales son los principales factores de descompensación en el plano sagital, en el plano frontal causa inicialmente desequilibrios en la pelvis contraria a los desequilibrios presentados en hombro, en el plano horizontal lo que se evidencia es un iliaco anteriorizado.

En conclusión la estática corporal no está regida solamente por músculos de forma aislada, sino por un conjunto de músculos denominados cadenas musculares, toda disfunción de estas sea por la causa que sea terminara en un trastorno del tono postural. Por consecuencia estas alteraciones causaran limitaciones en los movimientos, favoreciendo así el desarrollo de la artrosis.

- **El pie, extero captor del sistema postural**

La sensibilidad cutánea podal es muy fina dado que permite detectar variaciones de presión a partir de 300 mg para el pulpejo de los dedos.  
(25)

La estimulación de los baroreceptores podales provoca un reflejo que aumenta el tono de los músculos anti gravitatorios. Podemos deducir que, estimulaciones podales permiten modificar y regular la postura de un individuo gracias a cadenas musculares.

## **b) Relación Pelvis Miembros Inferiores**

El pie sirve de plano de sustentación y palanca de locomoción del cuerpo humano, es capaz de adaptarse a cualquier situación gracias a la flexibilidad de la bóveda plantar, pero precisamente esa flexibilidad de

adaptación le hace sensible a cambios permanentes, puede afectar a la estática corporal, con lo que también cambia la dinámica corporal. (22)

Por definición el pie plano provoca la rotación medial de los ejes tibiales y femorales, la tendencia de un genu valgo, medialización de la rótula. Estas alteraciones de eje provocaran, un brazo de palanca sobre la dupla de torsión cotilo – cabeza femoral, un apoyo exagerado sobre la parte posterior del acetábulo, como consecuencia causa una flexión anterior del iliaco, el sacro se ve igualmente afectado y este es llevado a la extensión. (14)

Como hemos revisado cualquier anomalía en el esqueleto, la menor lesión articular o muscular puede repercutir en la programación de las cadenas musculares, esto tiende a instalar acortamientos o estiramientos en segmentos musculares.

El pie plano se presenta por la sobre programación de las cadenas de extensión y de cierre de los miembros inferiores (22). La sobre programación de la cadena de extensión en los miembros inferiores provoca que la bóveda plantar este menos moldeada con tendencia al pie plano, al superponerse la cadena de cierre origina la pronación de este con calcáneo valgo. Según la continuidad de las cadenas musculares un defecto en estas cadenas producirá el desplazamiento del centro de gravedad hacia delante por el compromiso de la cadena de extensión y de cierre de los miembros inferiores.

La pelvis es la clave del equilibrio estático ascendente, ya que a este nivel es donde se manifiestan los desequilibrios de los pies y piernas que condicionan la movilidad de la pelvis y la zona lumbar. (24)

De igual manera reconocer la posición de la pelvis y su movilidad es imprescindible para la estática y dinámica corporal, una pelvis bloqueada hará que perdamos la amortiguación en relación al peso, cabeza, y suelo. Esta es como ya hemos visto el transmisor del peso del cuerpo hacia el

suelo y de la reacción a ese peso, es decir un encuentro entre fuerzas ascendentes y descendentes que se da a nivel de la articulación coxofemoral.

La fuerza ascendente o también denominada anti gravitacional está en relación con los pies, las piernas y las caderas. El calcáneo es el que inicia la fuerza ascendente y es al pie como los iliacos a la pelvis, es necesario tener el talón en el suelo para estimular la fuerza ascendente, como se adapte el pie al suelo (maleabilidad) será como se adapte la columna al espacio mediante la pelvis. (24)

Por ello la amortiguación del arco plantar es importante, esta fuerza subirá por el calcáneo a las caderas mediante las piernas, por ello la importancia de una buena alineación de los ejes entre tobillos, rodillas y caderas. La fuerza ascendentes se transmitirá a los iliacos, el adecuado equilibrio entre estas dos (ascendente y descendente) garantiza la correcta posición de las articulaciones sacro iliacas y lumbo sacras.

Necesitamos que la información entre las piernas y la pelvis sea la más óptima, se requiere que la cabeza del fémur actúe libremente para adaptarse a los cambios de peso. Una patología se crea cuando existe una relación conflictiva de varias fuerzas.

La interrelación de la pelvis con los pies se da de la siguiente manera:

- Talón – isquión
- Dedos – crestas iliacas:
  - Dedo gordo – sínfisis, ilion anterior
  - 2° dedo – zona isquio pubiana y cresta iliaca
  - 3° dedo – iliaco posterior y proyección de las crestas iliacas
  - 4°dedo – isquion y proyección de crestas iliacas
  - 5° dedo- espina iliaca posterior y parte posterior del ilion (18)

## **2.2. Conceptos básicos**

### **2.2.1. Grados de pie plano**

Medida por el cual se determina de forma cualitativa el descenso del arco plantar utilizando las medidas halladas en las huellas plantares procesadas por el método Hernández Corvo.

### **2.2.2. Alineación pélvica**

Se define como la correcta simetría óseo-ligamentaria determinada por un adecuado equilibrio dado por la proyección del centro de gravedad dentro de la base de sustentación, en los planos sagital y frontal.(19)

### **2.2.3. Extensibilidad muscular**

Se define como la capacidad de alargamiento o elongación que presentan los músculos esqueléticos cuando el musculo agonista esta en contracción, y la capacidad para retornar a la posición original una vez retirada la fuerza externa que produjo su deformación (lacotte)

### **2.2.4. Movilidad sacro iliaca**

La movilidad sacro iliaca es el movimiento del sacro entre los coxales y requiere la participación de ambas articulaciones sacro iliacas. El sacro presenta movimientos de nutación y contra nutación; y los iliacos presentan movimiento de anterioridad y posterioridad. (19)

### **2.2.5. Ante versión**

Posición en la cual la pelvis se encuentra en rotación anterior, en vista lateral, es decir la EIPS se encuentra más cerca de la línea medio axilar de tronco y la EIAS se encuentra más alejada.

### **2.2.6. Retroversión**

Posición en la cual la pelvis se encuentra en rotación posterior, en vista lateral, es decir la EIPS se encuentra más alejada de la línea medio axilar de tronco y la EIAS se encuentra más cerca.

### **2.2.7. Latero pulsión**

Posición en la cual la pelvis se encuentra lateralizada con respecto al tronco, en vista frontal, generalmente las EIPS y EIAS se encuentran en desnivel.

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis principal**

H1: Dado que el pie determina la base de sustentación por los puntos de apoyo: primer, quinto metatarsiano y calcáneo, transfiere y permite así la adecuada activación muscular ascendente hacia los iliacos en respuesta al contacto con la superficie lo que garantiza el adecuado funcionamiento de la articulación sacro iliaca, por lo tanto el grado de pie plano flexible repercute en la alineación pélvica originando acortamientos musculares, en aductores, Pelvitrocanteros, glúteo medio, isquiotibiales, cuádriceps y cuadrado lumbar que repercuten en la movilidad de la articulación sacro iliaca, es probable que el grado de pie plano flexible influya significativamente en las alteraciones músculo esqueléticas de pelvis.

H0: No existe influencia entre grados de pie plano flexible y alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de nueve a once años.

### **2.3.2. Hipótesis secundarias**

- a)** Es probable que el pie plano flexible de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén se encuentre en el grado I, según el Método de Hernández Corvo
- b)** Es probable que las alteraciones músculo esqueléticas de pelvis de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén se encuentren en ante versión pélvica, con hipo extensibilidad de los músculos cuádriceps y aductores; con hipo movilidad en la articulación sacro iliaca.

## CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. Nivel, tipo y diseño de la investigación

#### 2.1.1. Nivel de investigación

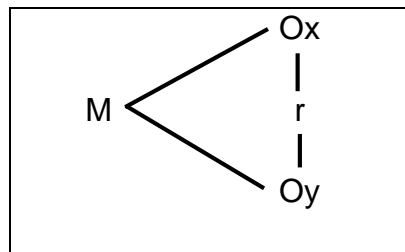
- Relacional

#### 2.1.2. Tipo de investigación

- No experimental

#### 2.1.3. Diseño de la investigación

- Correlacional de corte trasversal



Dónde:

M: Muestra

Ox: Grados de pie plano flexible

Oy: Alteraciones músculo esqueléticas de pelvis

r: Relación

### 2.2. Población, y muestra

#### 2.2.1. Población

- 53 Estudiantes de nueve a once años distribuidos de la siguiente manera:
  - Nueve años: 17 estudiantes
  - Diez años : 16 estudiantes
  - Once años : 20 estudiantes

#### 2.2.2. Muestra

- 46 Estudiantes, distribuidos de la siguiente manera:

- Nueve años: 17 estudiantes
- Diez años: 16 estudiantes
- Once años: 13 estudiantes

### **2.3. Criterios de inclusión**

- Estudiantes de nueve a once años
- Estudiantes que presenten pie plano flexible
- Estudiantes que tengan el consentimiento informado aprobado por sus padres o apoderados

### **2.4. Criterios de exclusión**

- Estudiantes con alguna patología neurológica
- Estudiantes con alguna operación ortopédica
- Estudiantes que hayan tenido displacia de cadera
- Estudiantes que usen anteojos, o braquetes
- Estudiantes con alguna alteración postural en columna

### **2.5. Técnicas e instrumentos:**

#### **2.5.1. Técnica**

- Observación

#### **2.5.2. Instrumentos**

- Huella plantar analizada por método de Hernández Corvo; que permitirá medir la variable 1: pie plano flexible.
- Ficha de evaluación; que permitirá medir la variable 2: alteraciones músculo esqueléticas de pelvis.

### **2.6. Técnica de procesamiento y análisis de datos**

#### **2.6.1. Matriz de base de datos**

Con la información de la ficha de recolección de información se construyó una base de datos en Microsoft Excel 2010

#### **2.6.2. Sistematización de computo**

Se utilizaron las siguientes aplicaciones:

- Microsoft Word 2013: para el procesamiento del texto
- Microsoft Excel 2013: para el procesamiento de datos



### 2.6.3. Pruebas estadísticas

Las variables medidas en el estudio son cualitativas nominales, por lo que las medidas de resumen presentadas en los resultados son frecuencias absolutas y proporciones.

La frecuencia absoluta es el valor que obtiene al contar el número de veces que se repite un suceso en una muestra o población.

La proporción es el resultado de una división, la cual representa el número de veces que el numerador está contenido en el denominador. También se puede decir que es la división entre un subconjunto que pertenece a un conjunto.

Para este estudio se utilizó la prueba de CHI – CUADRADO de independencia, la cual se realiza para comprobar si dos características cualitativas están relacionadas entre sí.

De los datos procesados en el programa Microsoft Excel 2013, arrojaron los siguientes resultados:

Para determinar la influencia entre grados de pie plano flexible y alteración en la alineación pélvica, el chi cuadrado teórico es de 5,9915 según la tabla de distribución bajo 2 grados de libertad y valor P 0.05.

El chi cuadrado experimental fue de:  $\chi^2 = \sum \frac{(fo - fi)^2}{fi}$  7.7496

Se puede observar que el chi cuadrado experimental es mayor al chi cuadrado teórico por lo cual se rechaza la hipótesis nula, es decir los grados de pie plano flexible si influyen en la alineación pélvica.

$$\mathbf{X^2 t= 5,9915 < x^2 exp. = 7.7496}$$

Para determinar la influencia entre grados de pie plano flexible e hipo extensibilidad muscular, el chi cuadrado teórico es de 3.8415 según la tabla de distribución bajo 1 grados de libertad y valor P 0.05.

El chi cuadrado experimental fue  $\chi^2 = \sum \frac{(fo - fi)^2}{fi}$  de:3.9785

Se puede observar que el chi cuadrado experimental es mayor al chi cuadrado teórico por lo cual se rechaza la hipótesis nula, es decir los grados de pie plano flexible si influyen en la hipo extensibilidad muscular

$$\mathbf{X^2 t= 3.8415 < x^2 exp. = 3.9785}$$

Para determinar la influencia entre grados de pie plano flexible e hipo movilidad sacro iliaca, el chi cuadro teórico es de 3, 8415 según la tabla de distribución bajo 1 grados de libertad y valor P 0.05.

El chi cuadrado experimental fue de:  $\chi^2 = \sum \frac{(fo - ft)^2}{ft}$  6.2693

Se puede observar que el chi cuadrado experimental es mayor al chi cuadrado teórico por lo cual se rechaza la hipótesis nula, es decir los grados de pie plano flexible influyen en la hipo movilidad sacro iliaca

$$\mathbf{X^2 t= 3, 8415 < x^2 exp. = 6.2693}$$

## CAPÍTULO III RESULTADOS

### 3.1. Resultados por indicador de la variable grados de pie plano flexible

#### 3.1.1. Resultados por indicador 1 de la variable 1.: grados

Tabla N°2

Población en estudio según grados de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén

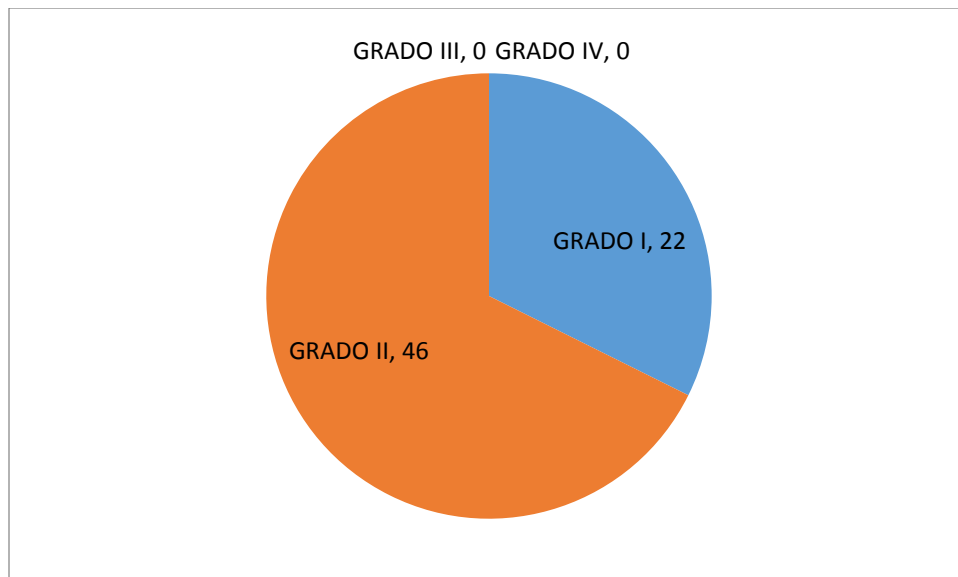
GRADOS DE PIE PLANO		%
GRADO I	22	24%
GRADO II	46	50%
GRADO III	0	0%
GRADO IV	0	0%

FUENTE: elaboración propia

En la presente tabla se aprecia que el 24% de huellas plantares presentan grado I, el 50% presentan grado II, y el 0% grado III y IV. Lo que indica que en las alumnas de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén prevalece el grado II de pie plano flexible

Gráfico N°1

Población en estudio según grados de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén



FUENTE: elaboración propia

### 3.2. Resultados por indicador de la variable alteraciones musculo esqueléticas de pelvis

#### 3.2.1. Resultados por indicador 1 de la Variable 2: Alineación pélvica

Tabla N°3

Población en estudio según alineación pélvica de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén

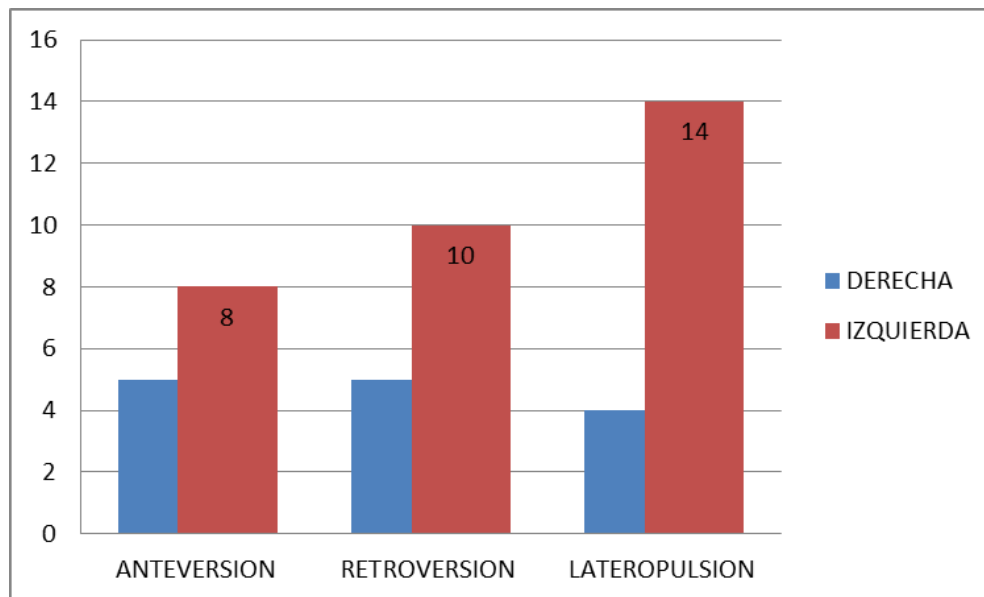
ALINEACIÓN PÉLVICA				
	DERECHA	IZQUIERDA	TOTAL	%
ANTE VERSIÓN	5	8	13	28%
RETROVERSIÓN	5	10	15	33%
LATERO PULSIÓN	4	14	18	39%

FUENTE: elaboración propia

En la presente tabla se aprecia que el 39% de las estudiantes (18) de la I.E.P Santa María de Belén presentan latero pulsión con mayor incidencia del lado izquierdo. El 33% de las estudiantes (15) presenta retroversión con mayor incidencia del lado izquierdo, y el 28% de las estudiantes (13) presentan ante versión con mayor incidencia del lado izquierdo

Gráfico N°2

Población en estudio según alineación pélvica de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén



FUENTE: elaboración propia

### 3.2.2. Resultados por indicador 2 de la Variable 2: Extensibilidad muscular

Tabla N°4

Población en estudio según extensibilidad muscular de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén

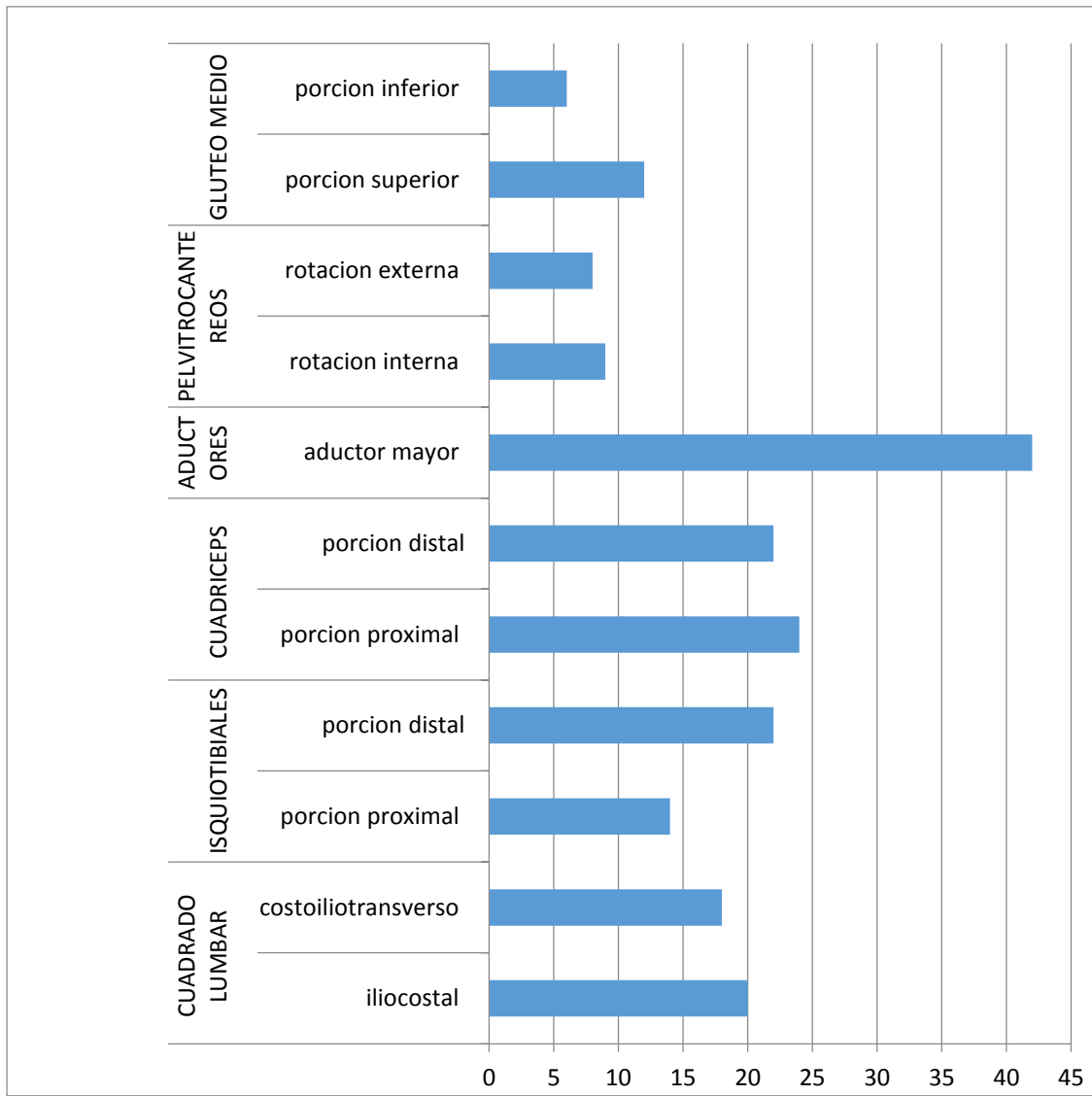
DÉFICIT DE LA EXTENSIBILIDAD MUSCULAR			total	%
CUADRADO LUMBAR	iliocostal	20	38	83%
	costoiliotransverso	18		
ISQUIOTIBIALES	porción proximal	14	36	78%
	porción distal	22		
CUÁDRICEPS	porción proximal	24	46	100%
	porción distal	22		
ADUCTORES	aductor mayor	42	42	91%
PELVITROCANTERIOS	rotación interna	9	17	37%
	rotación externa	8		
GLÚTEO MEDIO	porción superior	12	18	39%
	porción inferior	6		

FUENTE: elaboración propia

En la presente tabla se puede apreciar que el 100% de las estudiantes (46) de nueve a once años presentan hipo extensibilidad en cuádriceps, de los cuales en 24 casos predomina la hipo extensibilidad en la porción proximal y 22 en la porción distal. El 91% de las estudiantes (42) presenta hipo extensibilidad en los aductores, el 83% en el músculo cuadrado lumbar, con mayor incidencia en fibras iliocostales, el 78% en el músculo isquiotibiales, con mayor incidencia en la porción distal; el 39% en el músculo glúteo medio, con mayor incidencia en la porción superior y el 37% en Pelvitrocanteros.

Gráfico N°3

Extensibilidad muscular de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén



FUENTE: elaboración propia

### 3.2.3. Resultados por indicador 3 de la Variable 2: Hipo movilidad de la articulación sacro iliaca

Tabla N°5

Población en estudio según presencia de hipo movilidad en la articulación sacro iliaco en las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén

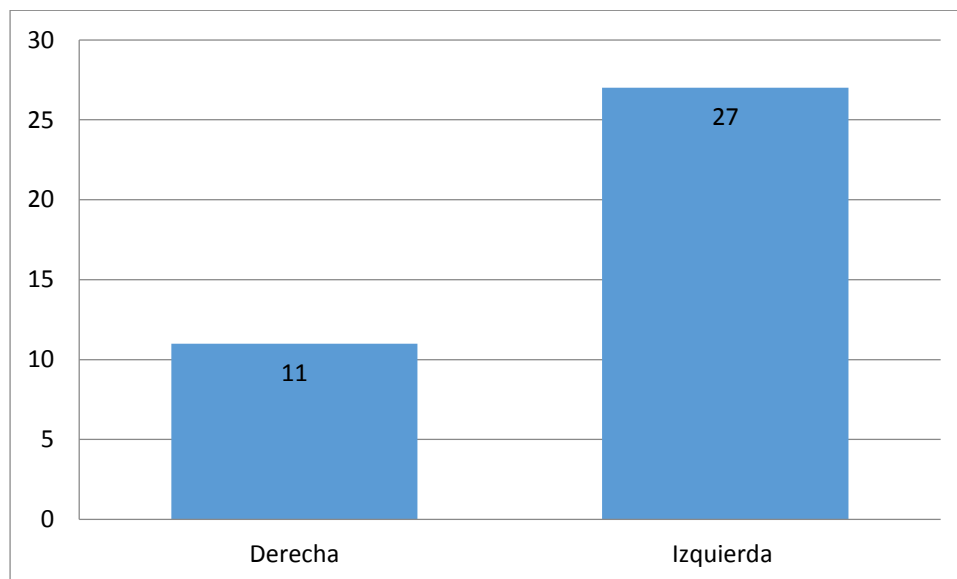
HIPO MOVILIDAD SACRO ILIACA		%
Derecha	11	29%
Izquierda	27	71%
total	38	100%

FUENTE: elaboración propia

En la presente tabla se aprecia que solo 38 estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén presenta hipo movilidad en la articulación sacro iliaca de las cuales, el 29% de las estudiantes presenta hipo movilidad en el lado derecho y el 71% presenta hipo movilidad en el lado izquierdo.

Gráfico N° 4

Población en estudio según presencia de hipo movilidad en la articulación sacro iliaco de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén



FUENTE: elaboración propia

### 3.3 Resultados del problema de investigación

Tabla N°6

Influencia de grados de pie plano flexible en alteraciones musculo esqueléticas de pelvis

V2	ALINEACIÓN PÉLVICA			EXTENSIBILIDAD MUSCULAR	HIPOM. ASI	
V1	Ante versión	Retroversión	Latero pulsión	Hipo extensibilidad muscular de: cuádriceps y aductores.	Hipom. Derecha	Hipom. Izquierda
GRADO I	8	10	4	18	9	10
GRADO II	5	5	14	20	2	17
<i>Grados de libertad</i>	2			1	1	
<i>P – valor</i>	0.01 < 0.05			0.04 < 0.05	0.04 < 0.05	
<i>Chi 2</i>	7.7496			3.9785	6.2693	

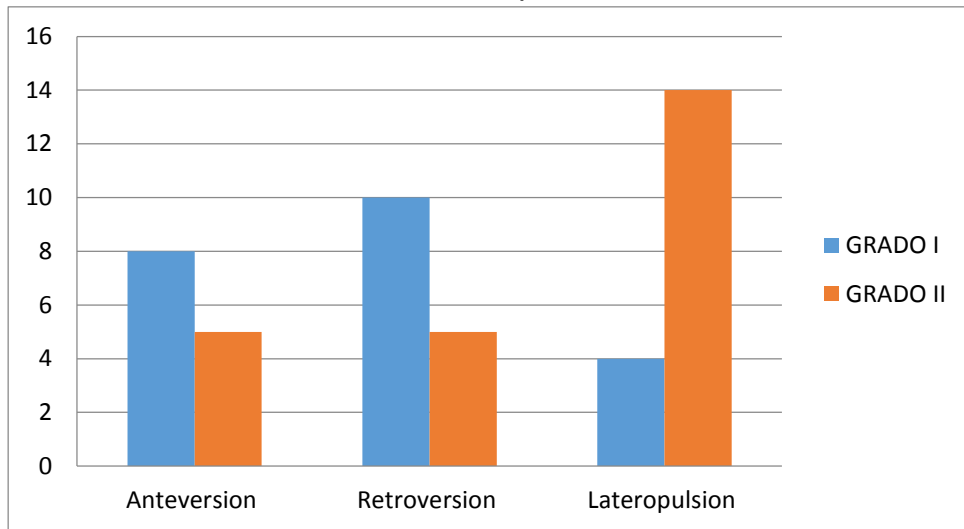
FUENTE: elaboración propia

En la presente tabla se aprecia que la influencia entre grados de pie plano flexible y alineación pélvica, el p-valor hallado es de 0.01 menor que el nivel de significancia establecido (0.05), por lo cual se rechaza la hipótesis nula esto nos indica que efectivamente existe influencia entre estas dos variables. Se muestra que las alumnas que presentaron grado II de pie plano flexible (14), tienden a presentar alineación pélvica en latero pulsión. En relación a grados de pie plano flexible y extensibilidad muscular, el p-valor hallado es de 0.04 menor que el nivel de significancia establecido. Se observa que las alumnas con grado II de pie plano flexible muestran mayor hipo extensibilidad muscular en músculos de la pelvis que pertenecen a la cadena de cierre y extensión de miembro inferior. Y por último en relación a grados de pie plano flexible y hipo movilidad sacro iliaca el p-valor hallado es de 0.04 menor que el nivel de significancia establecido. Se observa que las alumnas que presentan grado II de pie plano flexible, presentan hipo movilidad sacro iliaca izquierda. De lo hallado se infiere que el pie plano flexible causa rotación interna del eje tibial y femoral alterando la posición de la pelvis, afectando la adecuada activación muscular, por consecuencia altera la movilidad sacro iliaca ya que esta articulación depende de estos dos factores para su adecuado funcionamiento.



Gráfico N°5

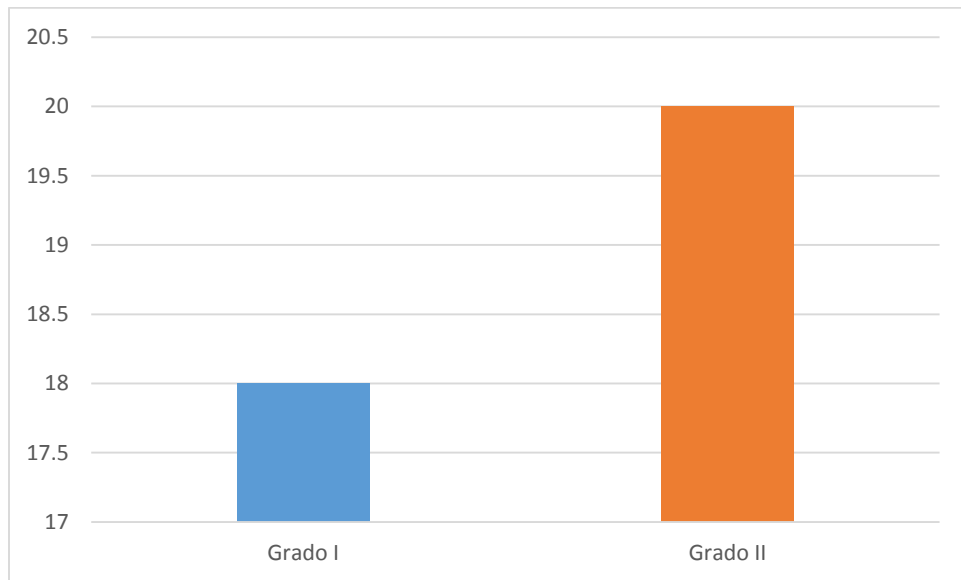
Población en estudio según influencia de grados de pie plano flexible en alineación pélvica



FUENTE: elaboración propia

Gráfico N°6

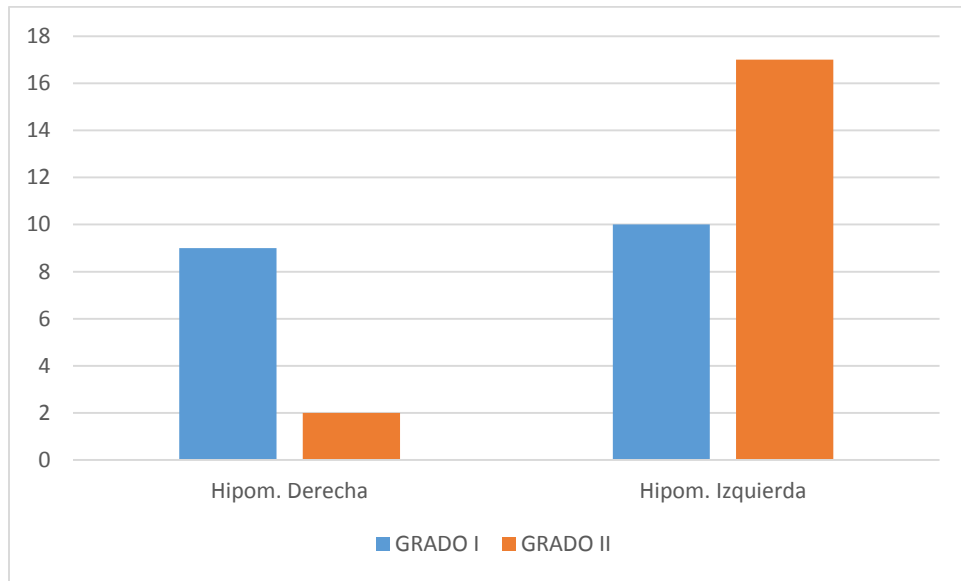
Población en estudio según influencia de grados de pie plano flexible en extensibilidad muscular



FUENTE: elaboración propia

Gráfico N°7

Población en estudio según Influencia de grados de pie plano flexible en movilidad sacro iliaca



FUENTE: elaboración propia

### **3.5 Discusión de los resultados**

#### **3.5.1 Discusión de los resultados a nivel de la variable 1**

Según los datos procesados y obtenidos de pie plano flexible, de las 46 estudiantes evaluadas el 24% presenta pie plano flexible en grado I y el 50% presenta grado II, no se halló huellas plantares que se encuentren en grado III y IV, concordando con los resultados observados en el estudio realizado por la licenciada Carmen Herrera (5) encontró más de la tercera parte de niños de educación primaria presenta pie plano (36.11%), de los cuales se observa mayor incidencia en grado 2.

La muestra de la presente investigación fueron 46 escolares de nueve a once años de edad que si presentan pie plano flexible en su totalidad, sin embargo en el trabajo de investigación realizado por la licenciada Liliana Vidal (4) se halló mayor incidencia de pie plano en estudiantes de 6 y 8 años de edad.

Recalco que la unidad de estudio de dicha investigación es de sexo femenino en su totalidad.

#### **3.5.2 Discusión de los resultados a nivel de la variable 2**

Según los datos procesados y obtenidos de alteraciones músculo esqueléticas de pelvis, muestra alta prevalencia en latero pulsión 39% (18 estudiantes) y retroversión pélvica 33% (15 estudiantes), discrepando con los resultados obtenidos del estudio realizado por la licenciada Liliana Vidal (5) la cual encontró que el 46% de los estudiantes presentaban alteración postural pélvica en anterioridad. De los datos obtenidos del indicador extensibilidad muscular, se halló que el 100% de la muestra (46 estudiantes) muestran hipo extensibilidad del músculo cuádriceps, 91% en aductores, 83% en cuadrado lumbar, lo cual concuerda con los estudios realizados por Leopoldo Busquet (20), en su libro cadenas musculares de miembros inferiores, en cual refiere que un pie plano causa alteraciones en las cadenas de cierre y extensión. De los datos obtenidos del indicador movilidad sacro iliaca, se obtuvo que el 71% de la muestra presenta hipo movilidad de la articulación sacro iliaca de forma en el lado izquierdo, discrepando con los resultados del estudio realizado por G. EMejia, M. Arias, K. Valdez, S. Carrillo, G. Infante en el artículo dolor de la articulación sacro iliaca. Anatomía, diagnóstico y tratamiento, en el cual obtuvieron que el 45% de los casos presentaban síntomas en la articulación sacro iliaca derecha, el 35% en el lado izquierdo y el 20% de forma bilateral.

### 3.5.3 Discusión de los resultados a nivel del problema

Del cruce de variable 1 y variable 2, se halló una frecuencia considerable que describiré de la siguiente manera: el total de la muestra (46 estudiantes del sexo femenino), 22 huellas plantares presentaron grado I, 46 huellas plantares presentaron grado II, 2 estudiantes fueron excluidos de la investigación por presentar alteraciones en otros captosres (ocular y temporomandibular), quedando en total 46 estudiantes. Las 22 huellas plantares que presentaron pie plano flexible en grado I muestran mayor relación con retroversión pélvica (10 estudiantes), hipo extensibilidad muscular (cuádriceps, izquiotibiales, aductores) e hipo movilidad sacro iliaca del lado izquierdo; de las 46 huellas plantares que presentaron pie plano flexible en grado II muestran mayor relación con latero pulsión pélvica (14 estudiantes), hipo extensibilidad muscular (cuádriceps, izquiotibiales, aductores, y cuadrado lumbar) e hipo movilidad sacro iliaca izquierda, de estos datos se infiere que hay más probabilidades de presentar alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en latero pulsión pélvica, con hipo extensibilidad de los músculos cuádriceps, isquiotibiales y aductores, e hipo movilidad en la articulación sacro iliaca del lado izquierdo si tienen pie plano flexible grado II de presentación unilateral.

Cabe resaltar que en los datos obtenidos al analizar la huella plantar, ningún caso mostro grado I o II de forma bilateral. Entendiéndose de la siguiente manera que si una niña presenta pie plano flexible grado I unilateral, a nivel pélvico presentara alteración en retroversión pélvica si presenta pie plano flexible en grado II unilateral presentara latero pulsión pélvica, en ambos casos se muestra hipo extensibilidad de los muscular. Mostrando que a mayor grado de pie plano flexible mayor compensación en pelvis.

También se encontró dentro de la población dos estudiantes con alteración en captosres oculares y estomatognático que no fueron consideradas dentro del estudio, debido a que en los estudios de Posturología estos influyen en alteraciones ascendentes y descendentes de pelvis.

### 3. CONCLUSIONES

- PRIMERA: El grado de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén con mayor prevalencia es de grado II, representado por el 50% de la muestra que conforman 46 huellas plantares.
- SEGUNDA: Las alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de la I.E.P Santa María de Belén con mayor prevalencia son latero pulsión pélvica representado por el 39%, hipo extensibilidad muscular de cuádriceps, izquiotibiales y aductores, con hipo movilidad en la articulación sacro iliaca izquierda representado por el 71% de la muestra.
- TERCERA: La influencia del grado de pie plano flexible en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén es, a mayor grado de pie plano flexible de presentación unilateral, se manifestara latero pulsión pélvica, hipo extensibilidad muscular en cuádriceps y aductores con hipo movilidad izquierda de la articulación sacro iliaca.
- CUARTA: En la presente investigación siendo el grado de pie plano flexible encontrado a predominio de grado II muestra influencia significativamente en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis, que comprenden de alineación pélvica, extensibilidad muscular y movilidad sacro iliaca.

## 5. RECOMENDACIONES

1. A la I.E.P Santa María de Belén, se recomienda fomentar en el área de educación física el reconocimiento e importancia del pie plano flexible en el desarrollo del niño como medida preventiva de alteraciones musculoesqueléticas ascendentes y pueda ser derivado al Tecnólogo médico en terapia física y Rehabilitación para su evaluación y oportuno tratamiento.
2. Al equipo multidisciplinario (médico, licenciado de terapia física y rehabilitación) se recomienda ahondar en sus evaluaciones para determinar las causas exactas de las alteraciones musculoesqueléticas en pelvis y de esta manera se aborde mejor al paciente.
3. A las autoridades universitarias de la escuela de Tecnología Médica para promover entre los estudiantes un programa de despistaje de pie plano en otras instituciones públicas y privadas
4. A los estudiantes, bachilleres y licenciados de Terapia Física y Rehabilitación que realicen investigaciones relacionadas a los temas planteados en la presente tesis.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Hernández, F. Factores predisponentes asociados a pie plano en niños. [Tesis de post grado] México D.F. Universidad Autónoma del estado de México, 2014.
- 2) Velez, J. Ríos, L. Ochoa, F. & Díaz, C. Ante versión pélvica como causa de dolor lumbar, síndrome patelo femoral y dolores del crecimiento. Rev. Soc. Esp. Dolor. 2014; 21(2):75-83
- 3) Chauca, C. Deformidades torsionales de los miembros inferiores y alteraciones del equilibrio dinámico en niños de 4 a 7 años. [Tesis de pre grado] Perú – Lima, facultad de ciencias de la salud, 2008.
- 4) Vidal, L. Pie plano y su relación con la postura pélvica en escolares del instituto educativo primaria república de Irlanda. [Tesis de pre grado] Perú – Lima. Facultad de ciencias de la salud, 2014
- 5) Hernández, C. Relación del pie plano en la psicomotricidad en niños de educación primaria del colegio San Carlos. [Tesis de pre grado] Perú – Arequipa, facultad de ciencias de la salud, 2016.
- 6) Pinto, M. Influencia de los tipos de pie plano sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria de la I.E.P Peruano Suizo Alfred Wener. [Tesis de pre grado] Perú – Arequipa, facultad de ciencias de la salud, 2015.
- 7) Salazar, C. Pie plano como origen de alteraciones biomecánicas en cadena ascendente. Fisioterapia, 2007. 29; (1): 80-89.
- 8) Christian, C. & Villegas, W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. Medigraphic, 2010, (6)4: 215 – 222.
- 9) Coll, A. Céspedes, T. Concustell, J. & Valero, S. Concepto actual del pie valgo. Universidad de Barcelona, 2011.
- 10) Boffino, L. Pie plano pediátrico [Tesis Doctoral]. Facultad de medicina de San Salvador, 2013.
- 11) Gerardo, A. Pie plano en la infancia y adolescencia conceptos actuales. Revista mexicana ortopédica pediátrica. 2009; 11(1): 5-13.
- 12) Zegarra, H. Maris, S. & Gallardo, V. Pie plano. Revista paceña Med Fam. 2009. 6(10); 66-74.

- 13) Bernard, B. Posturología clínica. 1º edición. Argentina 2014.
- 14) Hernández, V. Taller de análisis biomecánico del movimiento humano. Physium. Arequipa 2016.
- 15) Ramón, S. Que es biomecánica introducción al curso de biomecánica deportiva apuntes de clase. Centro de investigación del instituto universitario de educación física Colombia, 2009.
- 16) Echarri, J. &Forriol, F. Desarrollo de la morfología de la huella plantar en niños congoleños y su relación con el uso de calzado. Servicio de ortopedia y traumatología. Rev. Ortopédica Traumatología. 2003; 47(6): 395 – 399.
- 17) Perez, G. Pie plano, displasia del desarrollo de cadera. Universidad nacional de Trujillo, facultad de medicina departamento de cirugía, 2012.
- 18) Kapandji, A. Fisiología articular, tronco y raquis. 5ta edición panamericana. España. 1998.
- 19) Marugan, O. Miralles, O. Biomecánica de la cintura pelviana. Barcelona. El Peu. 2006; 26 (2): 86-89.
- 20) Busquet, L. Las cadenas musculares miembros inferiores. Tomo IV. Editorial paidotribo 4ta edición, 2001.
- 21) Shumpereli, R. Sistema tónico postural, Med Fam. 2015; 22 (2): 1-50.
- 22) Machicao, N. Pie plano y disfunción temporomandibular en estudiantes de secundaria. [tesis Pre grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2011.
- 23) Valero, C. Autorregulación y bases posturales la pelvis – caderas. Sadhana Valencia Escuela de formación, 2010.
- 24) Villeneuve, P. El pie humano, órgano de la postura ortostatica. Kinesitherapiescientifique. 2010; 199 (2) 15:35.
- 25) Guasp, A. Síndrome de Hiperlaxitud Ligamentaria. Red EDA[en línea] 20 de nov 2012 [fecha de acceso 06 de octubre 2016]. URL disponible en: <https://sites.google.com/site/rededargentina/sindrome-de-hiperlaxitud-ligamentaria-shl>
- 26) Castro, N. Evaluación funcional conceptos introductorios. Slide share [en línea] 26 de feb 2013 [fecha de acceso 06 de octubre 2016]. URL disponible



en: <http://es.slideshare.net/nicodecastro/evaluacin-funcional-conceptos-introductorios>

- 27) Crespo, E. Reumatología. Diario medico.com[en línea] 30 de enero 2012 [fecha de acceso 06 de octubre 2016] disponible en: <http://www.diariomedico.com/2012/01/30/area-cientifica/especialidades/reumatologia/artrosis-se-convertira-cuarta-cause-discapacidad-ano-2020>
- 28) Martínez R., & Angarita A. deficiencias posturales en escolares de 8 a 12 años de una institución educativa pública año 2010. Rev. Univ. Salud. 2013; 15(1): 22 – 33.
- 29) Moreira, M. Alineación postural en niñas de 8 a 10 años de edad, que practican gimnasia artística femenina en un club de San Martín de los Andes, facultad de ciencias de la educación, 2012.
- 30) Ruiz, J. Evaluación de la articulación sacro iliaca. Caso clínico, rev fisioter, Guadalupe. 2007; (6)2: 27-34.
- 31) Hodgson, J. Pie plano conceptos y controversias. Miembro de la Sociedad Española de Ortopedia Pediátrica. 2014; (1)2: 1-7.
- 32) Mejía, G. Arias, K. Valdez, S. & Carrillo, G. Dolor de la articulación sacro iliaca. Anatomía, diagnóstico y tratamiento. Rev. Española. 2010; (15)3: 170 – 180.
- 33) Santoja, F. Medina, Y. & Martínez, J. Clínica y Exploración de las alteraciones axiales del raquis y pelvis, rev española. 2012; 12 (2): 208 -220.
- 34) Dello, B. Bassini, O. Zacarias, A. Groiso, J. Fracturas de pelvis en pacientes pediátricos, rev. Asoc. Arg. Ortop. Y Traumatol. 60(2): 126- 135.

# ANEXOS

**Anexo1: Mapa De Ubicación (Perú, Arequipa, Paucarpata)**



FUENTE: Google Earth

## **Anexo 2: Glosario**

### **Alteraciones Biomecánicas:**

La perturbación de fuerzas mecánicas tanto internas como externas aplicadas en una determinada estructura del cuerpo humano, causando alteraciones en la cinética y cinemática. (1)

### **Bóveda plantar:**

Kapandji define la bóveda plantar como el conjunto arquitectónico que asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie. Gracias a sus modificaciones de curva y a su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transmitir al suelo las fuerzas y el peso del cuerpo en las mejores condiciones mecánicas. Desempeña papel de amortiguador indispensable para flexibilidad en la marcha. Las alteraciones que pueden acentuar o disminuir sus curvas repercuten gravemente en el apoyo en el suelo. Está sujeta por tres arcos, posee tres puntos de apoyo: la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y las tuberosidades posteriores del calcáneo. (18)

### **Diagnóstico:**

Alude, en general, al análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando. (26)

### **Eje:**

Podemos denominarlo como la línea imaginaria a través de la cual se realiza un movimiento articular, el mismo puede comprender el trabajo muscular de una o varias articulaciones, siempre que el movimiento sea en la misma dirección. Existen tres ejes: medio lateral, anteroposterior y longitudinal. (13)

**Etiología:**

Es la ciencia centrada en el estudio de la causalidad. En medicina (patogénesis) se refiere al origen de la enfermedad. La palabra se usa en filosofía, biología, derecho penal, físico, y psicología para referirse a las causas de los fenómenos. (22)

**Impronta:**

Es la impresión, huella o marca dejada por una persona u objeto. Se trata de una seña o característica peculiar y distintiva. (1)

**Plano:**

Es la superficie que se halla en ángulo recto con el eje y en la que se produce el movimiento. Estos términos se usan para facilitar la descripción del movimiento en su dirección, y se describen, tomando como referencia la posición anatómica del cuerpo humano. Existen tres planos: sagital, coronal y transversal. (13)

**Sistema postural:**

Sistema que se sirve de receptores internos / externos y un regulador central, (sistema nervioso central), para elaborar el tono base de los músculos. (16)

**Hiperlaxitud ligamentaria**

Considerada como el extremo benigno de un conjunto de enfermedades del tejido conectivo. Actualmente, existe un consenso en que el Síndrome de Hiperlaxitud Ligamentaria es un desorden multisistémico. Los criterios diagnósticos para el Síndrome de Hiperlaxitud Ligamentaria incluyen características como la piel hiperextensible, con estrías, y con cicatrización deficiente, dejando cicatrices papiráceas. Las nuevas investigaciones en el SHL han identificado anormalidades neurofisiológicas asociadas que resultan en el dolor crónico, deterioro de la propiocepción articular, resistencia a los efectos anestésicos de la lidocaína, disfunción autonómica y ansiedad/sufrimiento psicológico. Este último, combinado con un amplio conjunto de problemas

músculo esqueléticos y viscerales pueden resultar en una seria reducción en la calidad de vida. (20)

### **Valoración funcional**

Proceso mediante el cual se obtendrá un diagnóstico situacional, para establecer un punto de inicio y comparación de la condición física de la persona para determinar su evolución. Identificar puntos fuertes y débiles, chequear aspectos relacionados con la salud y calidad de vida, prevenir lesiones. Tiene como objetivo planificar programas de acondicionamiento físico y prescripción de actividad física individualizada (para seleccionar estrategias o métodos acordes a las posibilidades y preferencias individuales). Investiga, clasifica y compara. (25)

### **Biomecánica**

Definida como una interdisciplinaria científica que mide, describe, analiza, valora y proyecta el movimiento humano. Globalmente es una ciencia que estudia el movimiento mecánico en sistemas vivos y en particular el movimiento del sistema locomotor del cuerpo humano. La Biomecánica es la ciencia que examina las fuerzas que actúan sobre y en una estructura biológica y los efectos que producen dichas fuerzas. Para Milburn, el concepto implica un entendimiento del movimiento humano en tres áreas, en estructuras biológicas, análisis mecánicos y un entendimiento del movimiento. A través del saber independiente de la Anatomía, funcionalidad musculoesquelética, mecánica clásica o cuántica, informática, técnicas de ejecución motora, procesos de lesión deportiva, entrenamiento deportivo por sí mismas no podrán avanzar hacia el entendimiento del movimiento humano. Es entonces, la habilidad de integrar multidisciplinariamente este conocimiento para proveer un entendimiento del movimiento lo que determina un correcto y profundo análisis del ambiente dinámico del movimiento. (2) (13)

## **Exteroceptores**

Son los receptores que se encuentran situados en el ectodermo, son excitados por estímulos procedentes del medio exterior. Captan y transmiten información al sistema nervioso central acerca del medio externo. Habilitan vías de modalidad sensorial exteroceptiva, se encuentran en la piel. En la epidermis encontramos: las terminaciones libres, discos de Merkel, corpúsculos de Meissner; en la dermis encontramos: corpúsculos de Ruffini y Kraus; en la hipodermis: corpúsculos de Golgi, corpúsculos de Paccini. (16)

## **Propioceptores**

Receptor sensorial que da información interna, localizada en músculos (huso muscular, órgano tendinoso de Golgi), también se encuentra en el periostio, endomisio y perimisio del músculo en forma de arborizaciones libres que son para el dolor, corpúsculos para el calor y el tacto protopático. (16)

### Anexo 3: Instrumentos

#### Ficha de impronta plantar

<b>Nombre:</b>										
<b>Edad:</b>										
<b>Alineación articulación Metatarso falángica – Bípodo ( encierre uno)</b>	Pie derecho: PF/ ADD DF/ABD línea media						Izquierda	Derecha		
	Pie derecho: PF/ ADD DF/ABD línea media									
<b>Postura relajada del calcáneo</b>	Usar signo más (+) para eversión, usar signo menos (-) para inversión						Izquierda	Derecha		
<b>ROM de Extensión de la I articulación metatarso falángica Hallus</b>	Tubérculo del escafoides ,I MTF, primera falange						Negativo			
<b>IMPRONTA PLANTAR</b>										
<b>Análisis utilizando el Método Hernández Corvo</b>	PIE PLANO	0 -34%	PRESENTACIÓN		GRADOS	I	II	III	IV	
	PIE PLANO NORMAL	35 – 39 %				DERECHA	Área G1,G 2,2´	Área G2, G3,2´	Área G3, trazo inicial, 2´	Área por fuera del trazo inicial
						IZQUIERDA				
	PIE NORMAL	40 – 54 %				AMBOS				

Fuente: Beverly CusickMedikids, Traducción William Diaz C/NDT



## Anexo 4: Ficha de evaluación fisioterapéutica en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis

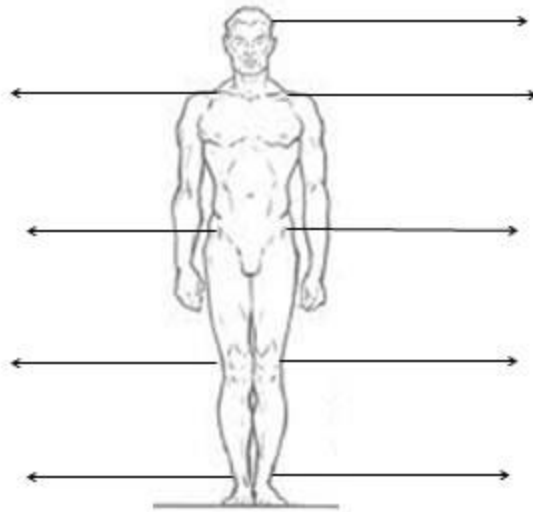
Nombre:

Edad:

### Evaluación postural

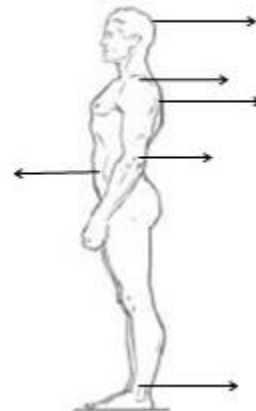
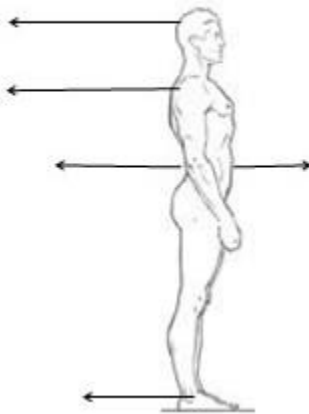
#### Plano frontal

Plano anterior



#### Plano sagital

Plano lateral derecho



## **Evaluación muscular**

### **Isquiotibiales**

- Porción proximal
- Porción distal

### **Cuadrado lumbar**

- Fibras iliocostales
- Fibras costoiliotrasnversas

### **Glúteo medio**

- Fibras superiores
- Fibras inferiores

### **Recto anterior**

- Porción proximal
- Porción distal

### **Aductores**

#### **Pelvitrocanterios**

- Rotación interna
- Rotación externa

## **A. Test de movilidad ilio sacra**

- **Test de flexion de tronco en bipedestación**
  - Positivo ( ) - (derecha) (izquierda)
  - Negativo ( )
- **Test de gillet**
  - Positivo ( ) - (derecha) (izquierda)
  - Negativo ( )
- **Prueba de piedallu**
  - Positivo ( ) - (derecha) (izquierda)
  - Negativo ( )
- **Test de downing**
  - Anterioridad: (si) (no) – (derecha) (izquierda)
  - Posterioridad: (si) (no) – (derecha) (izquierda)

## Anexo 5: Protocolo del Instrumento de ficha de Impronta Plantar

### MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO

#### PROCEDIMIENTO:

- i. 1.- Se traza una línea tangente que une el punto más saliente del antepié (1) con el punto más saliente del talón por el borde interno (1i), y que recibe el nombre de trazo inicial.
- ii. 2.- Se marca un punto en el extremo anterior de la huella y otro en el extremo posterior, denominados, respectivamente, 2 y 2i.
- iii. 3.- Se traza una línea perpendicular al trazo inicial que pase por el punto 2 y otra de las mismas características que pase por el punto 2i.
- iv. 4.- La distancia sobre el trazo inicial entre 2 y 1 se denomina MEDIDA FUNDAMENTAL. Esta distancia se mide y se traslada sobre el trazo inicial cuantas veces quepa en la huella, y se señala.
- v. 5.- Se trazan las líneas 3, 4 y 5, perpendiculares al trazo inicial.
- vi. 6.- A nivel externo de la huella se traza la línea 6, perpendicular a 3 y por debajo de 3; la línea 7, perpendicular a 4 y por debajo de 4, y la línea 8, perpendicular a 5 y por debajo de 5.
- vii. 7.- Se mide el valor de "X" o anchura del metatarso, que es la distancia entre el trazo inicial y 6 paralela a 3.
- viii. 8.- Se traza la línea 9, perpendicular a 4 y 5, que pasa por el punto más interno de la huella comprendido entre 4 y 5.
- ix. 9.- Se mide el valor de "Y" o distancia entre 7 y 9 paralela a 4.
- x. 10.- Se mide la distancia "ai", complementaria a "Y", que va desde 9 al trazo inicial.
- xi. 11.- Se mide la anchura del talón "TA" que es la distancia entre el trazo inicial y 8, paralela a 5.
- xii. 12.- Se aplica la ecuación:  $\%X = (X-Y) * 100/X$ 13.- Se aplica el número obtenido a la siguiente escala cualitativa, para conocer el tipo de pie:
  - 0 -34% pie plano
  - 35 -39% pie plano/normal
  - 40 – 54% pie normal
  - 55 – 59% pie normal/cavo
  - 60 – 74% pie cavo
  - 75 – 84% pie cavo fuerte.
  - 85 – 100% pie cavo extremo.

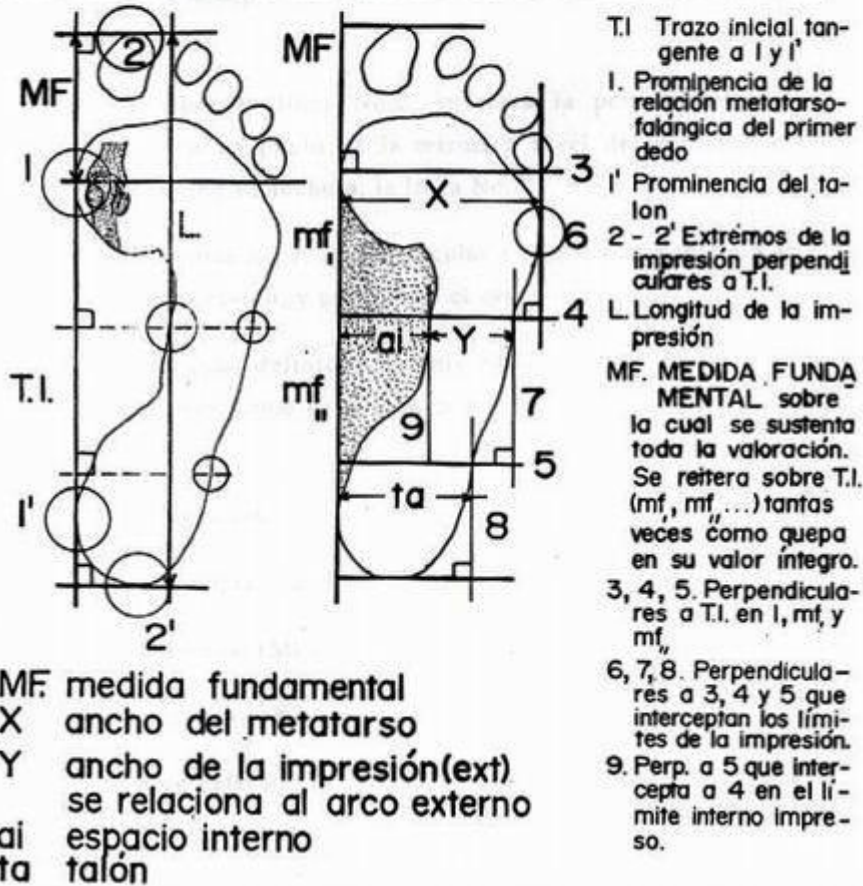
Figura N°2

**VALORACION Y CLASIFICACION DE LA IMPRESION PLANTAR (podo/fotograma)**

Formula de valoración: 
$$\frac{X - Y}{X} \times 100 = \text{---} \% X$$

**CLASIFICACION:**

0 - 34 %	PLANO	60 - 74 %	CAVO
35 - 39 "	PLANO-NORMAL	75 - 84 "	CAVO-FUERTE
40 - 54 "	NORMAL	85 - 100 %	CAVO-EXTREMO
55 - 59 "	NORMAL-CAVO		



Valoración de la impronta plantar utilizando el método Hernández Corvo

## **Anexo 5: Protocolo del Instrumento de Ficha de evaluación fisioterapéutica en alteraciones músculo esqueléticas de pelvis**

### **EVALUACIÓN POSTURAL**

#### **Vista frontal**

Se observa la alineación entre las EIAS, ambas deben estar al mismo nivel, se observara también la pelvis con respecto al tronco, para determinar si esta en latero pulsión.

#### **Vista sagital**

Se observa la alineación de las EIAS y EIPS, se realiza un trazo en la línea medio axilar del tronco y apartir de ahí se mide la distancia entre esa línea y la EIPS y EIAS, la pelvis se encuentra en armonía si estas medidas son equidistantes. Sin embargo cuando la distancia entre la EIAS y la línea medio axilar es menor indica una retroversión pélvica, si la distancia entre la EIPS y la línea medio axilares

### **EVALUACIÓN MUSCULAR**

#### **Prueba de extensibilidad de izquiotibiales**

- **Porción proximal:** paciente en de cúbito supino, se realiza flexión de cadera con extensión de rodilla hasta sentir resistencia, se procede a medir el ángulo con el goniómetro formado entre la camilla y el borde posterior de la pierna, el ángulo de referencia que usaremos será 90°.
- **Porción distal:** paciente en sedestacion, con las piernas por fuera de la camilla, se realiza la extensión de rodilla, se procede a medir el ángulo con el goniómetro, la referencia que usaremos será de 180°.

#### **Prueba de extensibilidad de cuádriceps**

- **Porción proximal:** paciente en de cúbito prono, con la asistencia del terapeuta se le pide que realice flexión de rodilla hasta sentir la resistencia, se mide el ángulo con el goniómetro, el ángulo de referencia que usaremos será de 130°.
- **Porción distal:** paciente en de cúbito prono, con la asistencia del terapeuta se le pide que realice extensión de cadera con rodilla flexionada, se mide el ángulo con el goniómetro, el ángulo de referencia que usaremos será de 45°.

### Prueba de extensibilidad de aductores de cadera

En decúbito supino, caderas flexionadas y rodillas extendidas. Abducir las piernas lo más posible sin realizar rotación externa. Se mide el ángulo formado por la perpendicular que pasa entre los dos huesos coxales y la extremidad medida. Se realiza de forma pasiva. El objetivo del test es cuantificar un posible acortamiento de aductores de cadera. El ángulo de referencia son  $45^{\circ}$  para cada lado; valores menores implican un acortamiento de los aductores (Aductor mayor/mediano/menor, recto interno y pectíneo).

Figura N°3

*Valoración de la elasticidad de músculos aductores según Daniels*



### Prueba de extensibilidad de Pelvitrocanterios

- **Rotación interna:** paciente en decúbito prono, con rodillas flexionadas, con la asistencia del terapeuta se realiza rotación interna, se mide el ángulo formado con el goniómetro, el ángulo de referencia será  $45^{\circ}$ .
- **Rotación externa:** paciente en decúbito prono, con rodillas flexionadas, con la asistencia del terapeuta se realiza rotación externa, se mide el ángulo formado con el goniómetro, el ángulo de referencia será  $45^{\circ}$ .

### **Prueba de extensibilidad de cuadrado lumbar**

- **Porción iliocostal:** paciente en bipedestación se le pide que realice inclinación del tronco sin rotación, se mide el ángulo formado con el goniómetro, el ángulo de referencia que utilizaremos será de 30°.
- **Porción costoiliotransverso:** paciente en bipedestación por delante del papel cuadriculado se le pide que realice inclinación y rotación homolateral del tronco, se observara la diferencia entre ambos lados.

### **Prueba de extensibilidad de glúteo medio**

- **Porción superior:** paciente en de cúbito lateral, con la ayuda del terapeuta se le pide que realice extensión y aducción de cadera con rodilla flexionada, se tomara la medida del suelo al dedo gordo, se compara la diferencia entre ambos lados
- **Porción inferior:** paciente en sedestacion con rodillas extendidas, se le pide que realice aducción de cadera con flexión de rodilla, se tomara la medida entre ambas rodillas, se comparara la diferencia entre ambos lados.

### **TEST PARA DETERMINAR LA MOVILIDAD SACRO ILIACA**

- **Test de flexión de tronco en bipedestación**

**Objetivo:** valorar la funcionabilidad de la articulación sacro iliaca.

**Posición del paciente:** en bipedestación de espaldas ante el examinador.

**Posición del examinador:** sentado detrás del paciente, palpa las EIPS.

**Ejecución:** se pide al paciente que manteniendo los pies en el suelo y las rodillas extendidas efectúe lentamente flexión de tronco, se observa la posición de las EIPS.

**Hallazgo positivo:** la EIPS y el sacro se desplazan en dirección craneal.

- **Test de gillet**

**Objetivo:** detectar una posible restricción de la movilidad sacro iliaca.

**Posición del paciente:** en bipedestación, con los pies ligeramente separados y las manos apoyadas en la pared

**Posición del examinador:** sentado detrás del paciente, con los ojos a la altura de la pelvis. El pulgar de una mano sobre la EIPS y el otro sobre la cresta sacra del mismo lado.

**Ejecución:** el paciente realiza flexión de cadera y rodilla del lado a valorar.

**Hallazgo positivo:** el dedo situado sobre la EIPS no se mueve o lo hace en sentido craneal.

- **Prueba de piedallu**

**Objetivo:** valora la correcta movilidad del sacro entre los iliacos.

**Posición del paciente:** sentado.

**Posición del examinador:** detrás del paciente.

**Ejecución:** el examinador coloca un pulgar, sobre cada EIPS. Posteriormente pide al paciente que efectúe una ante flexión del tronco, sin perder el contacto de los dedos.

**Hallazgo positivo:** el dedo que se sitúa sobre la EIPS del lado afecto aparece más alto después de ante flexión.

- **Test de downing**

**Tipo de prueba:** test de movilidad.

**Paciente:** en decúbito dorsal.

**Terapeuta:** en bipedestación, lateral a la camilla ipsilateral al miembro inferior del paciente.

**Técnica:** previa alineación del cuerpo se mide la longitud de los miembros interiores y se evalúa la posteriorización y anteriorización de las articulaciones sacro iliacas.

Amerita la ejecución de pasos rigurosos y ordenados así:

- a) Paciente en decúbito dorsal. Antes de iniciar el test se reequilibran activamente los músculos pélvicos (se solicita al paciente que flexione las rodillas y eleve la pelvis de la camilla).
- b) Se marca con un lápiz de cera, el borde inferior de cada uno de los maléolos internos para tomarlos como referencia.
- c) Test de alargamiento. El terapeuta lleva a la flexión, aducción y rotación externa la cadera al máximo del lado que está evaluando y lo deja en esa posición durante 10 a 12 segundos; luego se regresa al miembro inferior a la posición de partida para ver si este ha alargado o no. Fisiológicamente debe existir un alargamiento de 15 a 20 mm.



Figura N°4

*Aplicación del test de Downing: evaluación de posterioridad iliaca*



- d) Se vuelve a colocar la pelvis en posición neutra, como se indicó previo al test.
- e) Test de acortamiento: el terapeuta flexiona – abduce y lleva a la máxima rotación interna de cadera del lado en evaluación permaneciendo en esta posición por 10 a 12 segundos y se retorna a la posición de partida el miembro inferior para ver si se ha acortado o no. Fisiológicamente debe existir un acortamiento de 15 a 20 mm.

Figura N°5

*Aplicación del test de Downing: evaluación anterioridad iliaca*



- f) Se vuelve a colocar la pelvis en posición neutra, como se indicó previo al test
- g) Test fisiológico en latero flexión: paciente en decúbito supino. El evaluador palpa al mismo tiempo ambas hemibases sacras. Al realizar, el paciente, una lateroflexión del tronco.

h) Evaluación de resultados:

- **Interpretación:**

- Si un iliaco está en lesión posterior, no podrá hacer rotación anterior y no se alargara (fase de test de alargamiento).
- Si un iliaco está en lesión anterior, no podrá hacer rotación posterior y no se acortara (fase de test de acortamiento)
- El acortamiento y alargamiento debe ser igual en longitud entre 5 y 10 mm.
- Del test fisiológico de latero flexión: del lado de lateroflexión la base sacra se adelanta, si no es el caso ésta está fijada posteriormente. En el lado opuesto de la lateroflexión la base sacra se hace posterior, si no es así, está fijada en anterioridad.

## Anexo 6: Matriz de Base de Datos por cada Instrumento

Grado del pie plano flexible		Alineación pélvica	Extensibilidad muscular						Movilidad sacro iliaca																	
No presenta	presenta		Área G1,G2,2'	Área G2,G3,2'	Área G3, trazo inicial,2'	Por fuera del trazo inicial	Latero pulsión derecha	Latero pulsión izquierda	Ante versión pélvica	Retroversión pélvica	Con extensión de rodilla	Con flexión de rodilla	Flexión de rodilla	Extensión de cadera	Abducción	Rotación interna	Rotación externa	Con extensión de rodilla	Con flexión de rodilla	Inclinación de tronco	Inclinación y rotación	dirección caudal	Dirección caudal	Contra nutación	Acorta miembro inferior	Alarga miembro inferior
No presenta	presenta	Grado I																								
No presenta	Presenta	Grado II																								
No presenta	Presenta	Grado III																								
No presenta	Presenta	Grado IV																								
No acortado	Acortado	Plano frontal																								
No acortado	Acortado	Plano sagital																								
No acortado	Acortado																									
No acortado	Acortado	isquiotibiales																								
No acortado	Acortado																									
No acortado	Acortado	cuádriceps																								
No acortado	Acortado																									
No acortado	Acortado	Aductores																								
No acortado	Acortado																									
No acortado	Acortado	Pelvitrocanteros																								
No acortado	Acortado																									
No acortado	Acortado	Glúteo medio																								
No acortado	Acortado																									
No acortado	Acortado	Cuadrado lumbar																								
No acortado	Acortado																									
Negativo	Positivo	Test de flexión de																								
Negativo	Positivo																									
Negativo	Positivo	Prueba de																								
Negativo	Positivo																									
Negativo	Positivo	Test de downing																								
Negativo	Positivo																									

## Anexo 7: Matriz De Consistencia

Título: Influencia del pie plano flexible en alteraciones biomecánicas de pelvis en estudiantes de primaria de la I.E.P Santa María de Belén, Arequipa. 2016

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Instrumentos
<p><b>Principal:</b></p> <p>¿Cuál es la influencia del grado de pie plano flexible en alteraciones M.E. de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén, Arequipa. 2017?</p> <p><b>Secundarios:</b></p> <p>¿Cuál es el grado de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén?</p> <p>¿Cuáles son las alteraciones M.E. de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Determinar la influencia del grado de pie plano flexible en alteraciones M.E. de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén. Arequipa 2017</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>Evaluar el grado de pie plano flexible en estudiantes de nueve a once años la I.E.P Santa María de Belén</p> <p>Determinar las alteraciones M.E. de pelvis en estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén</p>	<p><b>Principal</b></p> <p>Dado que el grado de pie plano flexible determina la base de sustentación, permitiendo así la adecuada activación muscular en respuesta al contacto con la superficie por lo tanto la alineación pélvica se altera originando A.M, en aducts., Pelvitrocanterios, glúteo medio, isquio., cuádriceps y cuadrado lumbar que repercuten en la movilidad de la ASI.</p> <p>Entonces el gado de pie plano flexible influye significativamente en las alteraciones musculo esqueléticas de pelvis</p> <p><b>Secundarias</b></p> <p>El grado de pie plano flexible de las estudiantes de nueve a once años de la I.E.P Santa María de Belén se encontrará en el grado I, según el método Hernández corvo</p> <p>Las alteraciones M.E. de pelvis de las estudiantes de primaria de la I.E.P Santa María de Belén será la ante versión pélvica</p>	<p><b>Variable 1</b></p> <p>Pie plano flexible</p> <p><b>Variable 2</b></p> <p>Alteraciones musculo esqueléticas de pelvis</p>	<p><b>De la variable 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grados de pie plano flexible</li> </ul> <p><b>De la variable 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alineación pélvica</li> <li>Extensibilidad muscular</li> <li>Movilidad sacro iliaca</li> </ul>	<p><b>De la variable 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Huella plantar analizada por el método Hernández corvo</li> </ul> <p><b>De la variable 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>F.E de alteraciones musculo esqueléticas de pelvis</li> </ul>

## **Anexo 8: Documentos presentados a la institución educativa**

Arequipa, 04 de octubre de 2016

**Sra. Juana Huaco Zúñiga**

**Estimada Directora de la I.E.P Santa María de Belén**

Me pongo en contacto con usted para comunicarle mi interés en aplicar mi proyecto de investigación titulado “influencia del pie plano flexible en alteraciones biomecánicas de pelvis en estudiantes de primaria”, en la institución.

El objetivo central de mi tesis es determinar la influencia del pie plano flexible en alteraciones biomecánicas de pelvis en estudiantes de primaria y las repercusiones en cuanto a postura, todo ello dentro del ámbito de prevención de la salud.

En el proceso de investigación se guardara en todo momento la privacidad necesaria para salvaguardar la identidad de los sujetos estudiados, exceptuando el nombre de la institución (I.E.P. Santa María de Belén).

Por todo ello, solicito su autorización para desarrollar este estudio, me gustaría contar con su colaboración, así como con la del resto de la comunidad educativa, en lo que pudiese resultar necesario.

Sin otro particular, le saluda atentamente.

---

Milagros Janet Paye Machaca

Bachiller en Tecnología Médica Terapia Física y Rehabilitación

## Anexo 9: Consentimiento informado

### “INFLUENCIA DEL PIE PLANO FLEXIBLE EN ALTERACIONES BIOMECÁNICAS DE PELVIS EN ESTUDIANTES DE PRIMARIA”

**INVESTIGADOR:** Milagros Paye Machaca

**Propósito:**

La señorita Milagros Paye Machaca egresada de la Universidad Alas Peruanas, realiza estudios sobre la salud de la población infantil en la I.E.P Santa María de Belén para su proyecto de tesis sobre pie plano y su influencia en alteraciones biomecánicas de pelvis. El pie plano es una alteración que condiciona desalineaciones posturales, problemas de inestabilidad, dolor muscular, cansancio. Así mismo el desequilibrio pélvico debido a las alteraciones posturales a nivel de las articulaciones sacro iliacas trae consigo compensaciones musculo esqueléticas no solo a ese nivel sino también a nivel distal.

Para esto se evaluara si presenta pie plano con un podografo y alteraciones biomecánicas de pelvis mediante un test sencillo que se hará de manera observacional. Todo ello se llevara a cabo en horario de educación física sin interferir con sus demás horas académicas.

**Participación:**

Este estudio pretende conocer si la alumna que tiene pie plano podría presentar alteraciones biomecánicas en pelvis a nivel sacro iliaco, al identificar estos problemas podríamos ayudarlos a corregir tales alteraciones así como prevenir, controlar o disminuir mayores complicaciones posturales a futuro. *Si usted permite que su hija participe en el estudio, únicamente va ponerse de pie descalza sobre un podografo que registrara su huella plantar, y para las pruebas pélvicas la niña debe estar en short para obtener mayor facilidad en los resultados más objetivos. De manera que el estudio podrá brindar una prevención y detección del pie plano.*

**Riesgos del estudio:** No presenta ningún riesgo para su hija. Para su participación solo es necesaria su autorización, la toma de la huella plantar.

**Beneficios:** Su participación contribuye a mejorar los conocimientos en el campo de la salud. Al concluir el estudio como agradecimiento a los padres y a sus hijas se les brindara sus resultados y pautas para guiarlos a corregir tales problemas previniendo mayores complicaciones.

**Costo de la participación:** no tiene ningún costo.

**Confidencialidad:** toda información obtenida del estudio es completamente confidencial, solamente los miembros del equipo de trabajo conocerán los resultados. Ninguna persona ajena a la investigación podrá conocer el nombre de los participantes.

**Requisitos de participación:** las posibles candidatas deberán ser escolares que cursen de 1ro a 6to de primaria. Sin haber sufrido: **cirugías ortopédicas o alteraciones traumatológicas (esguinces,**

**fracturas).** Al aceptar la participación deberá firmar este documento llamado consentimiento, con lo cual autoriza y acepta la participación en el estudio voluntariamente. Sin embargo, si usted no desea participar del estudio por cualquier razón, puede retirarse con toda libertad sin que esto represente algún gasto, pago o consecuencia negativa.

**Donde conseguir información:** para cualquier consulta, queja o comentario favor comunicarse con la Srta. Milagros Paye Machaca, al teléfono 952343747 en horario de oficina, donde con mucho gusto serán atendidos.

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INFLUENCIA DEL PIE PLANO FLEXIBLE EN ALTERACIONES BIOMECÁNICAS DE PELVIS EN ESTUDIANTES DE PRIMARIA DE LA I.E.P SANTA MARÍA DE BELÉN, AREQUIPA. 2016**

**DATOS DEL INVESTIGADOR: MILAGROS PAYE MACHACA  
TELÉFONO: 952343747  
ÁREA: TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

YO, \_\_\_\_\_ (PADRE O APODERADO)  
DE LA NIÑA \_\_\_\_\_ ACEPTO  
VOLUNTARIAMENTE QUE MI HIJA SEA EVALUADA POR EL BACHILLER MILAGROS PAYE MACHACA, DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS, QUE REALIZARA LAS PRUEBAS TAL Y COMO EXPONE EN SU PROYECTO Y CONDICIONES ACORDADAS CON LA ENTIDAD ESCOLAR

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL APODERADO

\_\_\_\_\_  
FIRMA DE LA EVALUADORA