BARBARAH KELLY GONÇALVES DE CARVALHO

Índice da postura do pé (IPP-6) e sua relação com o sexo, idade e índice de massa corpórea em adolescentes de 10 a 14 anos: um estudo transversal

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Maria Amado João

SÃO PAULO

2016

BARBARAH KELLY GONÇALVES DE CARVALHO

Índice da postura do pé (IPP-6) e sua relação com o sexo, idade e índice de massa corpórea em adolescentes de 10 a 14 anos: um estudo transversal

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profª. Dra. Sílvia Maria Amado João.

SÃO PAULO

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Carvalho, Barbarah Kelly Gonçalves de

Índice da postura do pé (IPP-6) e sua relação com o sexo, idade e índice de massa corpórea em adolescentes de 10 a 14 anos : um estudo transversal / Barbarah Kelly Gonçalves de Carvalho. -- São Paulo, 2016.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Ciências de Reabilitação.

Orientadora: Silvia Maria Amado João.

Descritores: 1.Postura 2.Avaliação 3.Pé 4.Adolescente 5.Índice de massa corporal 6.Estudos transversais

USP/FM/DBD-438/16

DEDICATÓRIA

Aos meus pais por todo apoio e
incentivo. Ao meu marido por toda a
compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua infinita bondade e por todas as oportunidades que Ele tem colocado em meu caminho, pois obtive ganhos que nem ao menos sabia que fosse capaz de conquistá-los,

Aos meus pais por todo cuidado, amor e carinho. São pessoas essenciais e construtores do meu caráter. Sou muito grata por tudo que me ensinaram e ensinam ao longo desses anos,

Ao meu marido, que esteve sempre ao meu lado nessa trajetória acadêmica e por sua compreensão em todos os momentos em que precisei me ausentar,

À profa. Dra. Sílvia Maria Amado João por ter me recebido de braços abertos, por toda sua educação e dedicação para comigo e orientação deste trabalho,

À Dra. Patrícia Jundi Penha, que foi minha primeira referência profissional, uma excelente professora e minha grande incentivadora para conduzir esse projeto. Considero-te como uma grande amiga,

À Nárima Livia Jundi Penha, Rodrigo Mantellato Andrade e Claudia Jundi Penha, que foram pessoas essenciais no período de coleta de dados. Dona Claudia e Nárima eu agradeço por vocês terem me recebido tão bem em suas casas, vocês foram maravilhosas!

À Dra. Ana Paula Ribeiro, pela orientação na escrita dos artigos e dissertação, seu trabalho foi essencial!

À Secretaria de Educação de Mogi Mirim, por ter permitido a execução deste trabalho nas escolas e também, a todas as escolas participantes,

Aos sujeitos de pesquisa e pais que permitiram a participação dos adolescentes,

Ao IME- CEA da USP, em especial ao aluno Renato Hideo, pela análise estatística,

Ao CAPES pela bolsa concedida, permitindo maior dedicação ao desenvolvimento do trabalho.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Abstract

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo primário.....	21
2.2 Objetivos secundários.....	21
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	22
3.1 Anatomia do pé.....	22
3.2 Metodologias empregadas para a avaliação estática do pé.....	27
3.2.1 Inspeção visual.....	27
3.2.2 Medidas antropométricas.....	28
3.2.2.1 Altura do arco- Arch Heigh.....	28
3.2.2.2 Linha de Feiss- Ângulo do arco longitudinal.....	29
3.2.2.3 “Queda” do navicular- Navicular drop test.....	29
3.2.2.4 Índice de valgo.....	30
3.2.3 Impressão plantar.....	31
3.2.3.1 Índice do arco de Cavanagh e Rodgers- AI ...	32
3.2.3.2 Índice de Clarke- ângulo do arco...	33
3.2.3.3 Índice de Staheli- IS.....	34
3.2.3.4 Índice de Chipaux-Smirak- ICS.....	34
3.2.4 Imagens radiográficas.....	35
3.2.4.1 Ângulo talocalcâneo.....	36
3.2.4.2 Altura em relação ao comprimento.....	37
3.2.4.3 Ângulo de inclinação do calcâneo.....	37
3.2.4.4 Ângulo formado entre o calcâneo e a primeira articulação metatarsal.....	37
3.3 Estudos que analisam os fatores antropométricos e epidemiológicos na postura do pé de crianças e adolescentes.....	38

3.4 Estudos com Índice da Postura do Pé (IPP-6) em diferentes temáticas: variáveis antropométricas, associação com medidas dinâmicas e radiográficas e lesões	41
4. MÉTODOS	45
4.1 Local, população de estudo e amostra	45
4.2 Ética	46
4.3 Materiais	47
4.4 Procedimentos	47
4.5 Avaliação do pé	48
4.6 Pontuação do IPP-6	49
4.7 Avaliação de cada um dos critérios	49
4.8 Análise descritiva	55
4.9 Análise inferencial	55
4.10 Seleção das variáveis	55
4.11 Modelo final	56
5. RESULTADOS	57
5.1 Caracterização da amostra	57
5.2 Confiabilidade intra e interavaliadores	59
5.3 Relação entre as variáveis com IPP-6 total e diferença entre os pés	60
5.4 Análise inferencial	66
6. DISCUSSÃO	69
7. CONCLUSÃO	74
8. ANEXOS	75
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
APÊNDICE	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esqueleto do pé: vistas plantar e dorsal.....	23
Figura 2- Ligamentos da região medial do tornozelo.....	23
Figura 3- Ligamentos da região lateral do tornozelo.....	24
Figura 4- Ligamentos das regiões tarsais	24
Figura 5- Ligamentos da articulação talocalcânea	25
Figura 6- Alinhamento neutro do pé	26
Figura 7- Índice de valgo.....	31
Figura 8- Índice do arco.....	33
Figura 9- Índice de Clarke.....	33
Figura 10- Índice de Staheli.....	34
Figura 11- Índice de Chipaux-Smirak	35
Figura 12- Ângulo talocalcâneo	36
Figura 13- Altura em relação ao comprimento H/L, Ângulo de inclinação do calcâneo CAI e Ângulo formado entre calcâneo e primeira articulação metatarsal CA- MTI.	37
Figura 14- Fluxograma	46
Figura 15- Base de madeira	47
Figura 16- Posicionamento do adolescente	49
Figura 17- Palpação da cabeça do tálus.....	50
Figura 18- Curvaturas supra e inframaleolares lateral.....	51
Figura 19- Posição do calcâneo no plano frontal	52
Figura 20- Proeminência da região talonavicular.....	52
Figura 21- Altura e congruência do arco longitudinal medial.....	53
Figura 22- Abdução e adução do antepé em relação ao retropé.....	54
Figura 23- Gráfico de barras da distribuição dos adolescentes segundo idade e sexo	57
Figura 24- Gráfico de barras da distribuição dos adolescentes segundo raça e sexo	58
Figura 25- Boxplots do IMC (kg/m^2) por combinação de idade e sexo	58

Figura 26- Boxplots do escore IPP-6 Total do pé direito dos adolescentes saudáveis por combinação de idade e sexo	60
Figura 27- Boxplots do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis por combinação idade e sexo	61
Figura 28- Distribuição do IPP-6 Total (categorizado) dos adolescentes saudáveis, de ambos os pés, por idade	62
Figura 29- Boxplots do IMC (kg/m^2) dos adolescentes saudáveis para cada categoria do IPP-6 Total do pé direito.....	65
Figura 30- Boxplots do IMC (kg/m^2) dos adolescentes saudáveis para cada categoria do IPP-6 Total do pé esquerdo.....	66
Figura 31- Distribuição do IPP-6 Total (categorizado) dos adolescentes saudáveis, de ambos os pés, por IMC categorizado.....	66
Figura 32- Valores preditos do escore IPP-6 Total para o IMC (kg/m^2)	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Sugestão de tamanhos de amostras considerando experimento balanceado ..	45
Tabela 2- Distribuição dos adolescentes por categoria do IMC, segundo sexo	59
Tabela 3- Valor de Kappa do IPP-6 categorizado por itens e total	59
Tabela 4- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé direito dos adolescentes saudáveis para todas as faixas de idade	62
Tabela 5- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis para todas as faixas de idade	62
Tabela 6- Distribuição dos adolescentes saudáveis por classificação postural do pé direito, segundo sexo	63
Tabela 7- Distribuição dos adolescentes saudáveis por classificação postural do pé esquerdo, segundo sexo	63
Tabela 8- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé direito dos adolescentes saudáveis para cada sexo	64
Tabela 9- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis para cada sexo	64
Tabela 10- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total dos adolescentes saudáveis para cada pé	65
Tabela 11- Estimativas dos parâmetros do modelo final	67

RESUMO

Carvalho BKG. *Índice da postura do pé (IPP-6) e sua relação com o sexo, idade e índice de massa corpórea em adolescentes de 10 a 14 anos: um estudo transversal* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

INTRODUÇÃO: A adolescência é uma fase da vida marcada por transformações corpóreas intensas, especialmente nos pés resultando em mudanças no apoio estático e dinâmico. Dentre as metodologias de avaliação desse segmento destaca-se o Índice da Postura do Pé (IPP-6) por ser válido, confiável e multidimensional para verificar possíveis alterações posturais. **OBJETIVOS:** Caracterizar e relacionar o índice da postura do pé (IPP-6) em adolescentes de acordo com o sexo, faixa etária, índice de massa corpórea (IMC) e lateralidade. **MÉTODOS:** Foram avaliados 1.400 adolescentes escolares de Amparo e Pedreira em São Paulo, Brasil. Para avaliação eles permaneceram descalços numa base de madeira tendo entre os pés um retângulo de etil vinil acetato (EVA) para padronização da base de apoio. Cada pé foi avaliado pelo IPP-6 em posição estática, no qual foi classificado entre supinado, normal e pronado através da somatória de seis critérios anatômicos. Cada critério foi graduado entre -2 a +2, sendo que valores negativos indicam supinação, positivos pronação e zero postura neutra. **RESULTADOS:** Os adolescentes, independentemente do sexo, apresentaram em sua maioria, os pés classificados como normais (lado direito: 78%, esquerdo: 73%). O sexo masculino (0,29, $p=0,04$) e o pé esquerdo (0,73, $p<0,001$) foram relacionados ao IPP-6, ou seja, em ambas as condições esperam-se que o escore total atribuído a essas variáveis sejam mais elevados (pé direito masculino: $3,09\pm2,84$, esquerdo: $3,76\pm2,80$; pé direito feminino: $2,28\pm2,61$, esquerdo: $3,45\pm2,66$; lateralidade esquerda: $3,55\pm2,71$, direita: $2,82\pm2,7$). Por outro lado, o coeficiente de correlação para o IMC foi negativo ($-0,08$, $p<0,001$), o que significa que quanto maior for o IMC menor será o escore atribuído ao IPP-6. **CONCLUSÃO:** O IPP-6 em adolescentes de 10 a 14 anos está relacionado ao sexo masculino e pé esquerdo, isto é, em ambas as condições o escore predito é maior, logo os pés tendem a se apresentar com maior tendência a pronação. Por outro lado, em relação ao IMC, observa-se uma relação negativa, ou seja, o escore atribuído ao IPP-6 no adolescente classificado com sobrepeso e obesidade é menor.

Porém, independentemente do sexo e IMC do adolescente e do pé em que a avaliação seja realizada espera-se que a postura seja classificada como normal.

Descritores: postura, avaliação, pé, adolescente, índice de massa corporal, estudos transversais.

ABSTRACT

Carvalho BKG. *Foot Posture Index (FPI-6) and its relation to sex, age and body mass index in adolescents aged 10 to 14 years: a cross-sectional study* [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2016.

INTRODUCTION: Adolescence is a phase of life marked by intense bodily transformations. This is especially true in the feet, where changes occur in static and dynamic support. Among the evaluation methodologies of this segment, the foot posture index (FPI-6) stands out because it is valid, reliable, and multidimensional to verify possible postural changes. **OBJECTIVES:** To characterize and relate the FPI-6 in adolescents according to sex, age, body mass index (BMI) and laterality. **METHODS:** A total of 1,400 schoolchildren from Amparo and Pedreira in São Paulo, Brazil, were evaluated. For evaluation, they remained barefoot on a wooden base, with a rectangle of ethylene- vinyl acetate (EVA) between their feet for standardization of the support base. The FPI-6 was used to evaluate each foot in a static position, in which each foot was classified as either supinated, normal, or pronated after a summation of six anatomical criteria. Each criterion was graded between -2 and +2, with negative values indicating supination, positive values indicating pronation, and zero indicating neutral posture. **RESULTS:** Adolescents, regardless of their sex had their feet classified as normal (right side: 78%, left side: 73%). The male sex (0.29, $p = 0.04$) and the left foot (0.73, $p < 0.001$) were related to the FPI-6—that is, in both conditions, the total score attributed to these variables was higher (male right foot: 3.09 ± 2.84 , male left foot: 3.76 ± 2.80 ; female right foot: 2.28 ± 2.61 , female left foot: 3.45 ± 2.66 ; laterality for left foot: 3.55 ± 2.71 , laterality for right foot: 2.82 ± 2.7). On the other hand, the correlation coefficient for the BMI was negative (-0.08 , $p = < 0.001$), which means that the higher the BMI, the lower the score attributed to the FPI-6. **CONCLUSION:** The FPI-6 in adolescents aged 10 to 14 years is related to the male sex and the left foot—that is, in both conditions, the predicted score is higher, so the feet tend to present with a tendency to pronation. In relation to BMI, however, a negative relation is observed—that is, the score attributed to the FPI-6 in the adolescents who are classified as overweight and obese is lower. However, regardless of the sex and BMI of the adolescent and the foot

in which the evaluation is performed, the foot posture is expected to be classified as normal.

Descriptors: posture, evaluation, foot, adolescent, body mass index, cross-sectional studies.

1. INTRODUÇÃO

O pé é uma estrutura arqueada configurada em tecido ósseo e ligamentar que lhe confere uma combinação de flexibilidade e estabilidade durante a postura estática e dinâmica. A sua estrutura arqueada sustenta a abóbada plantar, um conjunto arquitetônico, onde todos os elementos osteoarticulares, ligamentares e musculares estão associados. Esta sustentação dos arcos plantares permite adaptações às irregularidades do solo e a transmissão de forças em relação ao chão, funcionando como um amortecedor durante a marcha.^{1,2}

Almejando adquirir toda essa arquitetura e funcionalidade o pé inicia seu desenvolvimento entre a quarta e oitava semanas de gestação finalizando seu crescimento antes de outras estruturas do corpo. Por volta dos 18 meses de vida atinge aproximadamente metade do seu tamanho e até o início da adolescência o seu desenvolvimento completo³. Mais especificamente, pode-se dizer que o pé cresce aceleradamente até os 2 anos de idade, e depois, uniformemente até os 12, isso no sexo feminino. Já no masculino, há um surto de seu crescimento dos 12 aos 15 anos⁴. Essa fase corresponde à adolescência, que é o período compreendido entre os 10 aos 19 anos, no qual ocorrem transformações intensas sejam de ordem psíquica, social e física⁵.

Nesse período, algumas variações na postura podem estar presentes, entretanto, estas devem ser consideradas normais, já que surgem em resposta as demandas de equilíbrio devido às transformações corpóreas⁶. Logo, um desalinhamento pode ser fisiológico em um dado momento da maturação do sistema musculoesquelético, como exemplo, o pé plano que é uma condição normal em crianças, deixando de ser fisiológico quando esta condição se estende para adolescência e vida adulta^{3,7,8}.

O pé plano apresenta uma combinação de dois componentes: o rebaixamento do arco longitudinal medial, principal estrutura de sustentação de peso e absorção de impactos, e calcâneo valgo^{1,7}. Sabe-se que o arco longitudinal medial (ALM) desenvolve-se com o crescimento, tornando-se mais evidente entre os 2 aos 5 anos, quando o coxim adiposo ao longo do mesmo começa a desaparecer. Essa reabsorção do coxim adiposo se dá com o início da marcha independente, mas não há na literatura uma investigação precisa que demonstre a fase exata em que ela ocorre, já que alguns estudos afirmam que o ALM pode desenvolver-se até os 10 anos⁷. Embora o pé plano

seja uma condição comum e que raramente provoca dores e incapacidades, alguns estudos já demonstraram que adolescentes com pés planos de grau moderado ou severo possuem o dobro de chances de apresentarem manifestações dolorosas no joelho e nas costas^{7,9}. Além disso, também é importante destacar o pé cavo, que é elevação do arco longitudinal medial¹⁰, que também pode ser uma condição dolorosa.

Vários fatores influenciam na formação do arco plantar, tais como: a idade, o sexo, o índice de massa corpórea, a imaturidade ligamentar e muscular, o histórico familiar, os tipos de calçados e, até mesmo, a idade em que se começou a utilizar esses calçados^{7,10}. Para verificar a influência destes fatores de risco, inúmeras metodologias foram desenvolvidas a fim de identificar os desalinhamentos dos pés.

De forma geral, as metodologias podem ser categorizadas como: inspeção visual (não quantitativa)¹¹, valores antropométricos¹², impressão plantar¹³ e avaliação radiográfica¹⁴. No entanto, apesar da existência desses métodos há muita discordância sobre qual é o mais apropriado para categorizar o tipo de pé¹⁵.

Dentre as metodologias de avaliação, a impressão plantar é a forma indireta mais utilizada para avaliar a altura do arco por meio do cálculo de seu índice^{6,10,16}. Um dos índices plantares descritos na literatura é o de Chipaux-Smirak (ICS), razão entre a menor largura do mediopé e a maior largura do antepé, e o índice de Staheli (IS), razão entre a menor largura do mediopé e a maior largura do retropé¹⁶. Apesar de utilizados na literatura^{10,16}, estes apresentam alguns inconvenientes em sua aplicabilidade, como exemplo, o ICS por utilizar a largura do antepé para análise do arco plantar pode classificar os pés de sujeitos com sobrepeso e obesidade como planos, devido ao alargamento dessa região (antepé) promovido pelo excesso de peso. Por outro lado, a literatura sugere cautela e restrição quanto a utilização do IS, uma vez que ele não foi capaz de detectar o desenvolvimento e o rebaixamento do arco plantar em crianças obesas¹⁶.

Desta forma, alguns estudos foram desenvolvidos para verificar se os parâmetros de impressão plantar são realmente capazes de estimar a altura do ALM. Hawes et al¹⁷ verificaram a relação entre a medida direta do arco plantar (distância do navicular ao chão) com outros parâmetros já descritos na literatura, tais como, ângulo do arco-Clarke, índice da impressão plantar- Irwin e o índice do arco- Cavanagh e Rodgers, todos de maneira estática. Este autor conclui que os parâmetros de impressão plantar avaliados foram inválidos para categorização da altura do arco plantar. Por outro lado,

McPoil e Cornwall¹⁸ verificaram se a área de contato plantar dinâmica estimada por meio de uma plataforma de pressão era capaz de prever a altura do ALM quando comparada a medida direta do arco (distância do navicular ao chão). Estes autores concluíram que a área de superfície de contato plantar estima apenas 27% da altura do arco, logo essa metodologia é falha para acessar esse tipo de informação, ou seja, não é possível estimar a altura vertical do arco com base na área de contato plantar durante a caminhada¹⁸.

Além disso, é importante ressaltar que até mesmo a quantidade de tinta utilizada para impressão pode interferir na medida, já que a falta ou excesso da mesma provocaria respectivamente, um desbotamento ou borramento da pegada. Mas, é importante ressaltar que a impressão plantar ainda é uma das formas de avaliação mais utilizadas na prática clínica por sua facilidade de obtenção do índice do arco plantar, apesar das limitações já descritas.

Por outro lado, as avaliações baseadas em imagens radiográficas são consideradas padrão ouro, mas o ponto fraco é o alto custo de utilização, além de ser um método potencialmente perigoso e não acessível rotineiramente na clínica¹⁵. As avaliações biomecânicas realizadas em laboratórios também se destacam, entretanto, a desvantagem é que estas necessitam de tecnologia muito complexa e um dispêndio de tempo muito grande. Sendo assim, tornou-se prioridade o desenvolvimento de uma metodologia que fosse confiável, simples, que refletisse quantitativamente a complexidade do pé e que fosse capaz de tomar medidas sem o uso de equipamentos sofisticados no contexto clínico¹⁹.

Diante disso, Redmond et al¹⁹ desenvolveram o *Foot Posture Index (FPI)-Índice da Postura do Pé (IPP)* baseado em oito critérios anatômicos, mas que no processo de validação foram redefinidos a seis. Essa ferramenta é capaz de quantificar o grau de posição neutra, pronada ou supinada do pé, proporcionando ao final da avaliação uma ideia de globalidade de seu posicionamento¹⁹.

O diferencial do IPP-6 é que ele proporciona uma avaliação multidimensional do pé, considerando os três planos do corpo para obter informações do retropé, mediopé e antepé, diferentemente de outras metodologias que analisam um único plano e região, mais especificamente o mediopé¹⁹.

Vários estudos já o utilizaram²⁰⁻²⁴ sendo que alguns deles avaliaram sua confiabilidade intra e interavaliadores^{20,22}, a consistência interna²¹, e já foi utilizado até

mesmo como um método para identificar o tipo de pé e a predisposição no desenvolvimento de lesões no esporte^{25,26}. Além disso, o IPP-6 já demonstrou ser um instrumento sensível para medir as diferenças na postura do pé de pacientes com osteoartrite do compartimento medial do joelho e do quadril²⁷.

Alguns autores verificaram a confiabilidade desse instrumento para a avaliação dos pés de crianças e adolescentes. Morrison et al²² encontraram uma excelente confiabilidade interavaliadores ($\kappa=0.86$) estudando 30 sujeitos de 5 a 16 anos. Cain et al²⁵ verificaram uma boa confiabilidade interavaliadores ICC= 0.69 (95% IC = 0.33-0.9) e excelente intra-avaliador ICC 0.91 (95% IC = 0.69-0.98), 0.81 (95% IC = 0.41-0.95) e 0.92 (95% IC= 0.73-0.98) numa amostra de 10 adolescentes de 12 a 17 anos. Evans et al²⁰ encontraram uma boa confiabilidade intra-avaliador (ICC= 0.93-0.94) e interavaliadores (ICC= 0.79) numa amostra de 30 sujeitos saudáveis de 7 a 15 anos, justificando sua aplicabilidade na prática clínica.

Entretanto, não há na literatura dados descritivos com o IPP-6 na população de adolescentes. Estudo que apresenta valores normativos dessa metodologia²⁸ demonstrou que há uma variação na postura dos pés nos extremos de idade, sendo que para a população jovem (< de 18: 3 a 17 anos) a pontuação média do IPP-6 foi de +6, para a normal adulta (18 a 59 anos) +4 e para os idosos (60 anos ou mais) +5, ou seja, é normal encontrar pés levemente pronados. Nesse mesmo contexto, Rokkedal-Lausch et al²⁹ utilizaram o IPP-6 para verificar as diferenças entre os pés direito e esquerdo numa população de adultos saudáveis. Esses autores não encontraram nenhuma diferença significativa entre os pés (χ^2 p-valor = 0.19) e obtiveram uma pontuação média do IPP de +3. No entanto, esses dados não podem ser universalizados a outras populações, tais como os adolescentes, já que os mesmos não foram incluídos no estudo e quando incluídos os dados não foram devidamente separados por faixa etária, e sabe-se que as medidas dos pés, sejam em condições estáticas ou dinâmicas, diferem durante o crescimento e a maturação³⁰.

Diante do exposto, percebe-se a vantagem do IPP-6 em relação às outras ferramentas descritas na literatura, uma vez que é de fácil manuseio, multidimensional, válido, de baixo custo e também, pela falta de dados descritivos com esse instrumento na população de adolescentes. Acredita-se que a compreensão do posicionamento do pé nesse período de intensas modificações corporais é de grande relevância clínica e científica, já que assim se obterá um padrão de referência para maior clareza do que é

ou não esperado nessa fase específica da vida auxiliando na tomada de decisão clínica. Sabe-se que existe associação entre as assimetrias podálicas e o risco de desenvolvimento de lesões nas extremidades inferiores ³¹, além disso, a postura do pé pode resultar em alterações na marcha e no equilíbrio ³². Logo, é importante a identificação de parâmetros que podem influenciar a postura dos pés.

Sendo assim, o presente estudo pretende avaliar o posicionamento dos pés em adolescentes saudáveis de escolas públicas do Estado de São Paulo (Amparo e Pedreira) por meio do IPP-6 e a partir disso descrever o padrão postural encontrado nessa população e relacionar a postura entre os sexos, faixas etárias, índice de massa corpórea (IMC) e lateralidade. Nossas principais hipóteses é que ocorrerão diferenças posturais entre os sexos, faixas etárias e IMC, isto é, os pés serão mais pronados no sexo masculino, nos adolescentes mais jovens e com IMC mais elevado, devido relatos de literatura⁷ demonstrando maior prevalência nessas condições. Além disso, provavelmente haverá diferenças entre os pés (direito e esquerdo) devido às transformações corpóreas sofridas no período da adolescência.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Avaliar a postura do pé de adolescentes de 10 a 14 anos por meio do Índice da Postura do Pé (IPP-6).

2.2 Objetivos secundários

Caracterizar e relacionar a postura do pé (IPP-6) de acordo com o sexo, faixas etárias, índice de massa corpórea (IMC) e lateralidade (direita e esquerda). Além disso, verificar a confiabilidade intra e interavaliadores.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Para esta revisão, serão abordados os principais tópicos relacionados à anatomia do pé, metodologias empregadas para sua avaliação, desenvolvimento e postura em crianças e adolescentes, breve panorama sobre a literatura recente com Foot Posture Index/ Índice da Postura do Pé.

Para isso foram consultadas as seguintes bases de dados: Pubmed e Portal Capes, abrangendo o período de 1977 a 2016, utilizando-se como descritores: postura, pé, avaliação, adolescentes e seus correspondentes em inglês.

3.1 *Anatomia do pé*

O termo pé diz respeito a todas as estruturas distais à tíbia e a fíbula. Sua função primária é a absorção de choque e a impulsão do corpo durante a marcha².

Anatomicamente o pé possui 28 ossos, sendo sete tarsais, cinco metatarsais, catorze falanges e dois ossos sesamóides (Figura 1). Além disso, ele possui 55 articulações, sendo 30 sinoviais que são interconectadas por ligamentos e músculos³³. Funcionalmente ele pode ser dividido em retropé (formado pelo tálus e calcâneo), mediopé (navicular, cubóide e cuneiformes) e antepé (metatarsos, falanges e sesamóides)³⁴.

Figura 1- Esqueleto do pé: vistas plantar e dorsal. Imagem capturada de Dutton M³³. Fisioterapia Ortopédica-Exame, Avaliação e Intervenção; 2010:1008. Reproduzida de Luttgens K, Hamilton K. Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion. New York: McGraw-Hill; 2002:196.

As articulações do retropé são a tibiofibular (entre tíbia e fíbula), a talocrural (entre tíbia e tálus) e subtalar ou talocalcânea (entre tálus e calcâneo). Já as do mediopé ou mediotarsais são nomeadas como talonavicular (componentes do tálus, navicular e calcâneo) e calcaneocubóidea (calcâneo e cubóide). As do antepé são as tarsometatarsais (entre os ossos do tarso e metatarso), metatarsofalangeanas (entre metatarso e falange), interfalangeanas (entre as falanges). De forma geral, essas articulações são envolvidas por diversos ligamentos que oferecem suporte para cada região (Figuras 2, 3, 4 e 5) ³³.

Figura 2 - Ligamentos da região medial do tornozelo. Imagem capturada de Dutton M³³. Fisioterapia Ortopédica-Exame, Avaliação e Intervenção; 2010:1012. Reproduzida de Luttgens K, Hamilton K. Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion. New York: McGraw-Hill; 2002:195.

Figura 3- Ligamentos da região lateral do tornozelo. Imagem capturada de Dutton M³³. Fisioterapia Ortopédica-Exame, Avaliação e Intervenção; 2010:1011. Reproduzida de Luttgens K, Hamilton K. Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion. New York: McGraw-Hill; 2002:195.

Figura 4- Ligamentos das regiões tarsais. Imagem capturada de Dutton M³³. Fisioterapia Ortopédica-Exame, Avaliação e Intervenção; 2010:1014. Reproduzida de Luttgens K, Hamilton K. Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion. New York: McGraw-Hill; 2002:197.

Figura 5- Ligamentos da articulação talocalcânea. Imagem capturada de Dutton M³³. Fisioterapia Ortopédica-Exame, Avaliação e Intervenção; 2010: 1014. Reproduzida de Kelikian AS. Operative Treatment of the Foot and Ankle. New York: Appleton-Lange; 1999:434.

Os ossos do tarso e metatarsos permitem as configurações em arco do pé. O arco longitudinal medial é a principal estrutura de sustentação de peso e absorção de choque e é composto pelo calcâneo, tálus, navicular, cuneiformes e os três metatarsais². O arco longitudinal lateral é mais baixo e os ossos que o constituem são o calcâneo, dois metatarsais e o osso cubóide. Há também o arco transversal que percorre de um lado ao outro a articulação tarsometatarsal³⁴.

Essa conformação permite adaptação às irregularidades do solo e a transmissão de forças e peso do corpo em relação ao chão. Mas, quando há alguma alteração nos arcos, seja em relação a seu aumento ou diminuição, o apoio sofrerá influência interferindo na marcha, corrida ou até mesmo no ortostatismo¹.

Para manutenção do ortostatismo o complexo muscular do pé é de suma importância. Esse complexo é classificado como extrínseco e intrínseco. A musculatura extrínseca é dividida em partes *anterior* composta pelos dorsiflexores (tibial anterior, extensor longo dos dedos, extensor longo do hálux e fibular terceiro); *posterior superficial* que inclui os músculos flexores plantares (gastrocnêmios, sóleo e plantar); camada *posterior profunda* composta pelos músculos tibial posterior, flexor longo dos dedos e flexor longo do hálux; e por fim o compartimento *lateral* que inclui os fibulares longo e curto³³.

Já a musculatura intrínseca plantar é dividida em quatro camadas sendo a *primeira* composta pelos: abductor do hálux, abductor curto do dedo mínimo e flexor

curto dos dedos; a *segunda*: flexor acessório dos dedos e lumbricais; *terceira*: flexor curto do hálux, flexor curto do dedo mínimo, adutor do hálux e *quarta* camada: interósseos dorsais e interósseos plantares. Também há os músculos extrínsecos dorsais que são os extensores curto do hálux e dos dedos ³³.

Todo o conjunto artrocinemático e muscular permite o bom alinhamento dos pés e qualquer mudança neste conjunto deve ser investigada. Partindo de uma posição fisiológica, como a neutra, a articulação talocalcânea está com os côndilos plantares do calcâneo em contato com a superfície, no qual todas as cabeças dos metatarsos encontram-se no mesmo plano (Figura 6). Assim, ocorre uma relação normal entre as partes anterior e posterior do pé, ou seja, a linha que representa a região plantar da cabeça dos metatarsais deve ser perpendicular à outra que secciona a região posterior, formando um ângulo de 10 a 12°. A articulação mediotarsal nesse caso encontra-se pronada e a subtalar, metatarsofalangeanas e interfalangeanas encontra-se em posição neutra e deve existir a presença de um arco medial bem definido ^{33,35}.

Figura 6- Alinhamento neutro do pé. Imagem capturada de Tibério D³⁵. Pathomechanics of Structural Foot Deformities; 1988: 1841. Reproduzida com permissão de On-Site Biomechanical Education and Training, 1988.

Quando se tem um desalinhamento dos pés, pode ocorrer uma pronação (pé plano) ou supinação (pé cavo). O pé é pronado quando há diminuição do ALM. Isso ocorre na presença de uma insuficiência ligamentar ou muscular da superfície plantar e por um aumento de tônus da musculatura anterior e posterior da perna. Já o pé supinado

deve-se ao aumento do ALM, que se dá pela retração dos ligamentos e da contratura da musculatura plantar e, também pela insuficiência dos músculos flexores do tornozelo ¹.

Para a identificação desses desvios, diversas formas de avaliação da postura do pé são descritas na literatura, mas não há fortes evidências da reprodutibilidade e confiabilidade dos instrumentos. A seguir, serão abordadas algumas metodologias empregadas para a avaliação estática do pé.

3.2 Metodologias empregadas para a avaliação estática do pé

Não há na literatura um consenso sobre um método ideal para a classificação do pé. De maneira geral, pode-se afirmar que os métodos empregados baseiam-se principalmente na avaliação de suas características morfológicas. Nesse sentido, Razhegi e Batt ¹⁵ descrevem que esses métodos podem ser agrupados em quatro grandes grupos: inspeção visual (não quantitativa), valores antropométricos, impressão plantar e avaliação radiográfica.

3.2.1 Inspeção visual

Esse é um método simples e prático na rotina clínica. A confiabilidade interavaliadores dessa metodologia foi testada no estudo de Dahle et al ³⁶ e foi encontrado um nível de concordância substancial (Kappa 0.72) entre três experientes fisioterapeutas que foram treinados em duas sessões de 90 minutos para a classificação do pé em neutro, pronado e supinado. Nesse sentido, os autores afirmam que a inspeção visual é confiável para a classificação do pé em terapeutas previamente treinados para este fim.

Mais recentemente foi desenvolvido o Foot Posture Index ¹⁹ que também pode ser considerado uma metodologia de observação visual. Nele é possível estabelecer valores para cada um dos critérios avaliados, obtendo-se ao final da avaliação um escore total e a partir disso, com notas de corte previamente descritas, pode-se classificar o pé em normal, pronado e supinado. Esse método apresenta quase perfeita concordância interavaliadores (Kappa 0.86) na avaliação de crianças e adolescentes ^{19,22}.

3.2.2 Medidas antropométricas

Essa abordagem inclui a medição direta através de marcadores de superfície ou de proeminências ósseas que representam a localização e o posicionamento das estruturas do pé, inclusive do arco longitudinal medial ¹⁵. Existem diversas formas de mensuração, dentre elas:

3.2.2.1 Altura do arco- Arch Height

Essa metodologia foi inicialmente descrita por Cowan et al ³⁷ como uma técnica para quantificar a altura do arco através de medidas lineares. Trata-se da localização do ponto mais alto do arco longitudinal medial que geralmente é representado pela proeminência do osso navicular, e assim é mensurada a distância entre esse ponto anatômico e a superfície de apoio. Essa medida foi inicialmente descrita com o sujeito descarregando todo o peso do corpo no pé a ser avaliado, mas outros autores já fizeram essa avaliação em 10% -90% e 50% de descarga de peso e de maneiras distintas ³⁸.

Willians e McClay ³⁸ propuseram uma forma alternativa para obtenção dessa medida, na tentativa de minimizar as variações observadas na confiabilidade da técnica. Em estudo de Menz e Munteanu ³⁹ realizado em idosos foi encontrado um ICC de 0.64 no teste-reteste (intra-avaliador), e em outro estudo foi observada uma confiabilidade intra-avaliador de 0.99 ¹⁷. Acredita-se que as diferenças observadas possam se dar tanto pela palpação precisa da tuberosidade do navicular e/ou a experiência clínica do examinador, que afetaria a consistência da medida ⁴⁰. Desta forma, Willians e McClay³⁸ propuseram mensurar a altura do dorso do pé em 50% do seu comprimento dividindo pelo comprimento total do pé (aspecto posterior do calcâneo até o fim do maior dedo) ou pela distância do aspecto mais posterior do calcâneo até a o centro da primeira articulação metatarsofalangeana (*truncated foot lenght*).

Ambas as medidas estão altamente correlacionadas, já que o comprimento total explica 95% da variação da medida até a primeira articulação metatarsofalangeana no pé esquerdo e 94% no direito. Quando mensurada a altura dorsal do arco estas medidas também se mostraram altamente correlacionadas 0.976 ($r^2 = 0.952$). Além disso, todas elas demonstraram quase perfeita confiabilidade tanto intra quando interavaliadores

(ICC: 0.98-0.99 para ambas). Logo, a altura do arco pode ser analisada tanto pelo comprimento total do pé, a menos que não existam deformidades nos dedos (dedo em martelo, hálux valgo) assim como pela distância até a primeira articulação metatarsofalangeana ⁴⁰.

3.2.2.2 *Linha de Feiss- Ângulo do arco longitudinal*

Para essa mensuração é necessário que se identifique o ápice do maléolo medial e a superfície plantar da primeira articulação metatarsofalangeana de forma que seja possível visualizar uma reta entre os dois pontos. Após isso, marca-se a tuberosidade do navicular observando seu posicionamento em relação a essa reta. Todo esse procedimento é feito sem sustentação de peso. Depois, o sujeito deve assumir a posição ortostática para verificação das proeminências ósseas marcadas. O ALM é considerado normal se a tuberosidade do navicular estiver localizada bem próxima a linha traçada, pé plano quando a tuberosidade estiver abaixo da linha traçada e pé cavo quando esta se apresentar acima da linha traçada. Esse ângulo proporciona informações precisas do comportamento do arco plantar, pois fornece informações a respeito de sua altura e comprimento ¹⁵.

No estudo de Bley et al ⁴¹ onde foi realizada uma comparação entre a plantigrafia (observação do istmo: região que une antepé e retropé de acordo com Casonato e Poser) e a linha de feiss, foi observado que essas metodologias classificaram o pé de maneira distinta em 50% da amostra, logo os autores concluíram que essas metodologias não são considerados confiáveis para classificação do ALM.

3.2.2.3 *“Queda” do navicular- Navicular drop test*

Esse método avalia a mobilidade do pé. A medida é realizada através da localização da tuberosidade do navicular na ausência de descarga de peso com o pé em contato com o solo e a articulação subtalar em posição neutra. Feito isso, o sujeito assume a posição em 50% de descarga de peso e a descida do navicular é mensurada com uma régua. Esse deslocamento no plano sagital representa uma pronação excessiva

da articulação subtalar, que já foi associada a lesões do ligamento cruzado anterior e síndrome do estresse tibial medial^{15, 42,43}.

Esse método tem apresentado grandes variações em sua confiabilidade, que dependem em parte da experiência do examinador e também pela dificuldade em manter a articulação subtalar em posição neutra. Partindo desse pressuposto, Shultz et al⁴⁴ verificaram se examinadores múltiplos com diferentes anos de experiência (de 1,6 a 6 anos) previamente treinados com um instrutor apresentavam níveis de confiabilidade e precisão nesta medida. Foi verificado que os níveis de confiabilidade intra-avaliadores variaram de ICC 0.91 a 0.97 e a interavaliadores variou de ICC 0.56 a 0.76 mesmo com treinamento prévio.

Por esse fato, McPoil et al⁴⁵ propuseram uma nova forma de avaliação da mobilidade do pé, utilizando imagens digitais para mensurar as mudanças observadas na altura dorsal do arco mensurada em 50% do comprimento do pé durante o teste de Sentar- Levantar (Sit-to-Stand test). Nesse método não é necessário posicionar a articulação subtalar em posição neutra, tampouco, a tuberosidade do navicular deve ser marcada. Essa forma de avaliação se mostrou válida e confiável (intra- avaliador ICC: 0,73 a 0,99 e interavaliadores ICC: 0,73 a 0,98) e pode ser utilizada na clínica como um substituto do '*Navicular Drop test- Teste da queda do navicular*'.

3.2.2.4 Índice de valgo

Para obter esse índice são projetadas as posições dos maléolos sobre a região de impressão da superfície plantar. Desta forma, uma linha é traçada entre os maléolos e o centro dessa linha é relacionado à outra localizada no meio da impressão direcionada para o terceiro dedo, e assim o índice valgo é reproduzido (Figura 7). Um índice positivo refere-se a um deslocamento medial, enquanto que o negativo a um lateral. Essa técnica é válida para uma observação estática do pé^{15,46}.

Esse índice foi utilizado no processo inicial de validação do Índice da Postura do Pé-8. Segundo os autores ele foi escolhido por ser válido e também por permitir uma coleta rápida, num contexto não específico, numa amostra grande, assim como o IPP se propõe¹⁹. Nesse sentido, o IPP-8 foi capaz de prever 59% da variação do Valgus Index (Índice de Valgo) e foi considerado aceitável¹⁹.

Há uma versão modificada desse índice, chamada '*malleolar valgus index-índice valgo maleolar*'¹⁵, que também analisa a projeção do maléolo na impressão plantar, mas, envolve o escaneamento do pé em descarga de peso sendo ajustado pela largura e altura do maléolo em cada pé, com as imagens sendo analisadas por um programa de computador. Esse índice tem apresentado de moderada a forte correlação com o teste da queda do navicular (apoio bipedálico: $r = 0.657$, $p < 0.001$; e unipodálico: $r = 0.613$, $p = 0.001$) e baixa correlação com o navicular drift (deslocamento no plano frontal) (apoio bipedálico: $r = 0.481$, $p = 0.13$; e unipodálico: $r = 0.335$, $p = 0.094$)⁴⁷. Entretanto, é importante ressaltar que essa medida considera apenas a orientação do tornozelo no plano frontal e não leva em conta nenhum critério relacionado à estrutura e função do pé¹⁵.

Figura 7- Índice de valgo. Imagem capturada de Rose et al⁴⁶. The diagnosis of flat foot in the child. The Journal of bone and joint surgery; 1985: 73.

3.2.3 Impressão Plantar

Trata-se de uma metodologia fácil, barata, não invasiva, obtida através de um pedígrafo. Permite a análise da área e da forma do contato do pé no chão e uma quantificação do arco longitudinal medial para a classificação do pé em plano, cavo ou normal. Existem diversos índices para análise, dentre eles, o de Cavanagh e Rodgers (Arch Index)¹³, ângulo de alfa de Clarke¹⁵, de Staheli⁴⁸, Chippaux-Smirak¹⁶, dentre outros.

Alguns autores consideram que essa medida seja limitante em alguns aspectos uma vez que não foi encontrada nenhuma relação entre a impressão plantar e a medida

clínica do arco ¹⁷. A seguir serão discutidos os principais parâmetros utilizados na impressão plantar.

3.2.3.1 *Índice do arco de Cavanagh e Rodgers- AI*

Desenvolvido por Cavanagh e Rodgers ¹³ esse índice representa uma linha entre o centro do calcanhar e o segundo dedo (eixo do pé). Outra linha é desenhada perpendicularmente ao eixo de tal forma que é tangente a parte mais anterior da impressão plantar, ou seja, na parte frontal da cabeça dos metatarsais. O ponto de intersecção entre essas duas linhas é marcado. Depois, o eixo do pé é dividido em três partes iguais. Desta forma, o AI é calculado como a razão entre a divisão entre a área do mediopé e a área total do pé, com exceção dos dedos (Figura 8) ¹³.

Os valores foram estabelecidos da seguinte forma para a classificação do pé: normal $<0,21$ AI $<0,26$, elevação do arco AI $\leq 0,21$ e rebaixamento do arco AI $\geq 0,26$ ¹³. Estudo demonstrou que esse índice não sofre variação pela composição dos tecidos moles na planta do pé, como por exemplo, na presença de coxim adiposo em crianças, já que testes com ultrassom não demonstraram diferença significativa entre a espessura da gordura plantar do mediopé em pré-escolares com sobrepeso/obesos e crianças normais ⁴⁹.

Mas, em estudo de Hawes et al ¹⁷, esse índice e outros foram analisados para verificar se estavam correlacionados com a altura do arco (medida antropométrica) e todos os índices, inclusive o índice do arco, foram considerados inválidos para prever a sua altura. Billis et al ⁴⁷ corrobora os achados de Hawes et al ¹⁷, já que em seu estudo o AI apresentou baixa correlação com o teste da queda do navicular ($r = 0.317$, $p = 0.115$ em apoio bipodálico) e navicular drift- deslocamento no plano frontal ($r = 0.428$, $p = 0.029$ em apoio unipodálico).

Figura 8- Índice do arco. Imagem capturada de Cavanagh e Rodgers¹³. The Arch Index: a useful measure from footprints. J Biomechanics; 1987: 548.

3.2.3.2 Índice de Clarke- ângulo do arco

Trata-se do ângulo formado entre a tangente medial do pé e a reta que une o ponto mais medial do antepé e o ápice da curvatura do arco (Figura 9). Desta forma o ALM é classificado em: baixo 0° – 29.9° , rebaixado 30° – 34.9° , intermediário 35° – 41.9° , normal 42° – 46.9° e elevado acima de 47° . Esse índice não é o mais adequado para avaliação dos pés de crianças porque elas podem apresentar uma inversão da curva tornando a análise mais difícil. Além disso, é complicado definir o ápice da curvatura em pés extremos, seja em relação ao aumento ou diminuição do arco, o que contribui para que essa medida seja menos precisa⁵⁰.

Figura 9- Índice de Clarke. Imagem capturada de Razeghi e Batt¹⁵. Foot type classification: a critical review of current methods Gait and Posture; 2002: 286.

3.2.3.3 Índice de Staheli- IS

O índice de Staheli é razão entre a menor largura do mediopé e a maior largura do retropé (Figura 10). Ele classifica o pé de duas maneiras distintas: IS 1 ALM baixo ($IS \geq 0,88$), normal ($0,45 < IS < 0,88$) e elevado ($IS \leq 0,45$) e o IS 2 classifica o ALM em plano ($IS \geq 0,9$), rebaixado ($0,6 \leq IS < 0,9$), normal ($0,3 \leq IS < 0,6$) e aumentado ($IS < 0,3$)⁴⁸.

Em estudo realizado para descrever o desenvolvimento do ALM em crianças obesas e descrever a concordância entre cinco índices de impressão plantar, dentre eles o IS, foi verificado que ele não foi sensível o suficiente para detectar o desenvolvimento do arco nestas crianças, tanto o IS1 quanto o IS2 e, além disso, eles se mostraram bastantes divergentes entre si e entre os demais índices analisados no estudo^{48,50}.

Figura 10- Índice de Staheli. Imagem capturada de Onodera et al. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? The foot; 2008: 144.

3.2.3.4 Índice de Chipaux-Smirak- ICS

O ICS é a razão entre a menor largura do mediopé e a maior largura do antepé (Figura 11). Ele classifica o ALM em: 0%: arco elevado; 0.1–29.9%: arco normal; 30–39.9%: intermediário; 40–44.9%: arco rebaixado; 45% ou mais: pé plano⁵⁰.

Esse índice é considerado o melhor para avaliar o pé de crianças porque ele provê as melhores classificações para arcos baixos e também por sua facilidade de análise.⁵⁰

Figura 11- Índice de Chipaux-Smirak. Imagem capturada de Onodera et al⁵⁰. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? The foot; 2008: 144.

3.2.4 Imagens radiográficas

As medidas angulares radiográficas são importantes para avaliação diagnóstica e também são essenciais para a avaliação pré- operatória e para obtenção dos resultados terapêuticos. Thomas et al ⁵¹ realizaram um estudo para determinar os valores de uma série de medidas do pé adulto avaliando 100 pessoas (50 homens e 50 mulheres) num total de 200 pés. As radiografias foram feitas usando um método padronizado e 21 medições foram realizadas na vista anteroposterior e 9 na vista lateral totalizando 6000 medições (30 por pé X 200 pés). Algumas técnicas tradicionais de medição de ângulos selecionados foram consideradas reprodutíveis enquanto outras não. Através de seu estudo determinaram diferenças entre os pés direito e esquerdo, idade e sexo ⁵¹. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa quando foram comparados os grupos de idades (< de 31 anos ou > de 31 anos) ou entre o pé direito e o pé esquerdo na vista ântero-posterior ou lateral. Houve diferenças entre homens e mulheres em alguns parâmetros radiográficos em ambas as vistas. Quando os valores foram comparados com base na idade, apenas um demonstrou diferença significativa entre os grupos, que foi o ângulo talocalcâneo obtido na vista lateral com média de 43,7° para o grupo com menos de 31 anos e 47.9° para o grupo com idade superior ou igual a 31 anos ($p < .0001$) ⁵¹.

As radiografias também são utilizadas em alguns estudos para verificar a relação entre as mesmas e algumas medidas clínicas. Nesse sentido, Murley et al⁵² verificaram que há correlação significativa entre padrões clínicos (índice do arco e cálculo da altura do navicular) e radiológicos ($p < 0.05$). Nesse mesmo sentido, Lee et al⁵³ verificaram que o IPP-6 também pode ser correlacionado a alguns parâmetros radiográficos (ângulo formado pelo tálus e primeiro metatarsal na vista lateral: $\rho = 0.422$, $p = 0.008$) e ângulo formado entre o calcâneo e o solo: $\rho = -0.411$, $p = 0.01$) em crianças com pés planos. Entretanto, é importante ressaltar que esse procedimento além de invasivo representa um alto custo para sua realização. Desta forma, é preferível que se façam avaliações clínicas.

Na literatura são encontrados inúmeros ângulos tanto na vista anterior quanto na lateral. A seguir, serão descritos alguns:

3.2.4.1 Ângulo talocalcâneo

O ângulo talocalcâneo também conhecido como ângulo de Kite é formado pela intersecção de duas linhas coincidentes com os eixos longitudinais do tálus e do calcâneo no plano horizontal³⁴ (Figura 12).

Figura 12- Ângulo Talocalcâneo. Imagem capturada e adaptada de Lee et al⁵³. Correlation of Foot Posture Index With Plantar Pressure and Radiographic Measurements in Pediatric Flatfoot. Ann Rehabil Med; 2015:14.

3.2.4.2 Altura em relação ao comprimento

É definido como a proporção de altura em relação ao comprimento do arco longitudinal medial. A altura é a distância entre a plataforma e a superfície inferior da cabeça do tálus obtida no aspecto distal da faceta subtalar anterior. O comprimento é a distância da superfície posterior do calcâneo até a superfície anterior da cabeça do primeiro metatarso¹⁵ (Figura 13).

3.2.4.3 Ângulo de inclinação do calcâneo

Esse ângulo é obtido na vista lateral e é formado entre a tangente da superfície inferior do calcâneo com a superfície de apoio. Os valores normais referentes à população adulta masculina são de 17,9-25,4° e para a feminina 17,2-23,3°³⁴ (Figura 13).

3.2.4.4 Ângulo formado entre o calcâneo e a primeira articulação metatarsal

Observado através de radiografia na vista lateral pelo prolongamento de uma linha paralela à superfície inferior do calcâneo acima do dorso do pé e a superfície dorsal do primeiro metatarsal. São consideradas angulações normais de 128,1-136,1 ° para os homens e 129,3-137,4 ° para mulheres^{15,34} (Figura 13).

Figura 13- Altura em relação ao comprimento H/L, Ângulo de inclinação do calcâneo CAI e Ângulo formado entre calcâneo e primeira articulação metatarsal CA-MTI. Imagem capturada de Razeghi e Batt¹⁵. Foot type classification: a critical review of current methods Gait and Posture; 2002: 288. Reproduzida de Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. Arch Phys Med Rehab1995;76(1):45-9.

3.3 Estudos que analisam os fatores antropométricos e epidemiológicos na postura do pé de crianças e adolescentes

Diversos estudos já se propuseram a avaliar a postura dos pés de crianças e adolescentes. Grande parte deles se direcionou para uma análise descritiva⁵⁴, para identificar o período exato em que ocorre a maturação do ALM^{4,50}, outros para uma identificação de fatores antropométricos⁴⁹ e epidemiológicos na gênese do pé plano⁵⁵, e por fim, para as diferenças entre os sexos⁵⁶ e nacionalidade⁵⁷. A maioria destes estudos utilizou como instrumento a análise da impressão plantar por seus diversos índices, sem uma padronização.

Stavlas et al⁵⁸ realizaram um estudo com 5.866 indivíduos de 6 a 17 anos para detectar as alterações morfológicas do pé durante o período de crescimento. Para isso, realizaram a impressão plantar de forma dinâmica na esteira. As imagens obtidas foram classificadas de seis maneiras diferentes, baseadas na metodologia de Griva's (tipo I: arco elevado, tipo II: arco elevado intermediário, tipo III e IV: arco normal, tipo V: arco rebaixado e tipo VI: arco severamente baixo). Estes autores verificaram que houve diferença estatisticamente significativa ($p < .05$) entre os sexos nas faixas etárias de 7, 9, 11, 14 e 15 anos, com os meninos apresentando o pé mais plano que as meninas de mesma idade. Em ambos os sexos foi observado que havia uma maior tendência dos pés serem classificados como normais durante o crescimento ($p < .01$ para meninos e $p < .001$ para meninas). Este estudo demonstra que consideráveis mudanças ocorrem nos pés mesmo em idade escolar até o final da adolescência.

No mesmo sentido, mas numa faixa etária mais ampla, Volpon⁴ analisou a impressão plantar do nascimento até os 15 anos. Sendo assim, foram incluídos 672 sujeitos e o ALM foi classificado através do *Contact Index II* e, além disso, foi verificado o comprimento do pé para estimar características referentes ao crescimento. Este autor observou que o pé cresce aceleradamente até os 3 anos de idade. Do nascimento até os 12 anos o pé dos meninos e das meninas crescem de forma semelhante. Após essa idade o pé das meninas pára de crescer e o dos meninos continua crescendo. Quanto ao *Contact Index II*, nos primeiros 2 anos de vida os valores são altos, indicando a presença de pé plano, depois ele vai diminuindo rapidamente aos 6 anos. Após esse período observa-se que essa área de contato vai diminuindo

vagarosamente até os 10 anos e depois não demonstra nenhuma alteração significativa. Desta forma, foi observado que o desenvolvimento do ALM ocorre dos 2 aos 6 anos.

Por outro lado, em estudo de Onodera et al ⁵⁰, foi observado que o arco se desenvolve por volta dos 4 aos 5 anos. Essas diferenças podem estar relacionadas à metodologia empregada para análise. Neste estudo os autores avaliaram 391 meninos de 3 a 10 anos para saber qual é o melhor método a ser empregado em crianças, além de descrever quando ocorre a maturação do ALM. Nesse sentido foram utilizados quatro índices de impressão plantar (Cavanagh e Rodgers (AI), Chipaux-Smirak (ICS), Staheli (IS) e Clarke, além de uma avaliação postural onde o fisioterapeuta verificava a altura do arco em relação ao solo. Todos os índices, com exceção da avaliação postural, foram capazes de retratar a maturação do arco dos 3 aos 10 anos. Mas, os índices não concordaram muito em relação à classificação do tipo de pé, sendo o ICS considerado o melhor para ser empregado em crianças. Nikolaidou e Boudoulos ⁵⁹ também compararam alguns índices (Cavanagh e Rodgers, Chipaux-Smirak, Martirosov's K Index e Clarke) e verificaram que houve uma grande variação nos parâmetros para classificação dos pés, indicando uma dependência do parâmetro de escolha de análise.

Em relação às características antropométricas já descritas na literatura é importante destacar o estudo de Mickle et al ⁴⁹ realizado em crianças (3 a 5 anos) para verificar se os sujeitos com sobrepeso e obesidade apresentavam o pé mais plano, ou se estes possuíam um coxim adiposo que dava a impressão de rebaixamento do arco. Nessa investigação foram analisados 38 sujeitos (19 sobrepeso/obesas e 19 controles) através da tomada de algumas medidas antropométricas dos pés, impressão plantar (Cavanagh e Rodgers- AI) e análise com ultrassom para mensurar a espessura do coxim adiposo na região do mediopé. Estes autores observaram que as crianças com sobrepeso/obesas apresentavam algumas diferenças antropométricas como pés maiores, mais largos e com maior circunferência. Além disso, esses sujeitos possuíam os pés mais planos mensurados pelo AI ($p=0.03$), mas, não houve diferença estatisticamente significativa na espessura do coxim adiposo ($p=0.39$). Logo, os autores concluíram que essa aparência de rebaixamento do arco em sobrepeso/obesos não é causada por acúmulo de gordura nessa região. Pelo contrário, esse rebaixamento ocorre pelo excesso de peso recebido continuamente nos pés, provocando uma mudança estrutural nesse segmento.

Corroborando o estudo de Mickle et al ⁴⁹, Jimenéz-Ormeño et al ⁶⁰ verificaram como o excesso de peso afetaria o pé estruturalmente. Nesse estudo foi comparada a morfologia do pé de crianças/adolescentes espanholas (6 a 12 anos) com peso normal, sobrepeso e obesos para verificar como o IMC afetaria o desenvolvimento do pé. Foram avaliados 1.032 sujeitos e as medidas antropométricas dos pés foram feitas num sistema 3D. Diferenças significativas foram observadas entre crianças com peso normal e sobrepeso para todas as variáveis morfológicas ($p < 0.05$), com exceção do AI e também para peso normal e obeso para todas as variáveis, exceto para distância do calcânhar até o primeiro e quinto metatarsal. Quando comparado os grupos de sobrepeso e obesos foi observado que estes últimos apresentavam pés com maiores dimensões. A porcentagem de crescimento por ano em crianças com peso normal e obesidade foi semelhante (3.6% a 3.4%), mas aquelas com sobrepeso apresentavam alterações morfológicas mais rápidas (4.0%). Sendo assim, os autores concluíram que o padrão de crescimento do pé de crianças com excesso de peso é diferente das crianças com peso normal. Entretanto, é importante ressaltar que a relação entre pé plano/pronado e IMC elevado ainda não é totalmente concordante na literatura, visto que estudos com o IPP-6 não foram capazes de demonstrar tal associação ^{61,62}.

Considerando a variável sexo, Mickle et al ⁵⁶ concluíram que de fato os meninos apresentam o pé mais plano ($p \leq 0.04$) que as meninas, devido um maior acúmulo de gordura no mediopé observado através do ultrassom (0.4 e 0.05 mm para pé direito e esquerdo, respectivamente).

Além dos fatores antropométricos, existem alguns fatores epidemiológicos relacionados à gênese do pé plano descritos na literatura. Pauk et al ⁵⁵ verificaram quais são esses fatores estudando crianças e adolescentes (7 a 15 anos). As variáveis independentes foram: idade, sexo, IMC (*Cole Index*), nível de atividade física e local de moradia (urbana ou rural). Para estimar a altura do arco foi feita radiografia e análise dos ângulos de inclinação do calcâneo e calcâneo e primeiro metatarsal e, além disso, uma avaliação antropométrica do arco (distância entre a tuberosidade do navicular ao chão). Os resultados desse estudo demonstraram que o arco aumenta com o avançar da idade. Um aumento significativo ocorre dos 12 aos 15 anos nos meninos e dos 10 aos 15 nas meninas. Foi observado que o arco dos meninos é 30% mais baixo que o das meninas. Também foi observada diferença significativa em relação às áreas urbana e rural, sendo que 26% das crianças em áreas urbanas apresentavam o arco mais baixo. O

arco aumenta em 80% em meninos ativos e 145.4% em meninas ativas em zonas rurais. Por outro lado, em crianças ativas em zonas urbanas foi observado um aumento mais vagaroso sendo de 33.5% em meninos e 96.8% em meninas. O arco aumentou em 41.8% em garotos inativos e por 115.2% em meninas inativas em área rural, e ele foi reduzido em 59.4% em meninos e 47.4% em meninas quando o IMC (Cole index) aumentou de 82.2 a 152.0. Ou seja, o arco aumenta quando o nível de atividade física da criança/adolescente também aumenta e ele diminui quando o IMC aumenta.

É importante ressaltar que também existem certas diferenças morfológicas em relação à população que está sendo estudada. Nesse sentido Sacco et al ⁵⁷ compararam os pés de crianças brasileiras e alemãs dos 3 aos 10 anos. Os dados foram comparados através de duas bases: alemã (94 crianças) e brasileira (391 crianças). As variáveis analisadas foram: mediopé, retropé e antepé, e também IS e ICS. As crianças alemãs demonstraram o antepé mais largo que as brasileiras dos 5 aos 9 anos. A largura do mediopé foi igual, com exceção dos 4 anos, onde os brasileiros tiveram essa região mais larga. Nessa mesma idade os brasileiros também apresentaram o retropé mais largo. Não houve diferença nos índices de IS e ICS, exceto para os 4 anos, onde o ICS foi maior nos brasileiros (pé mais plano). Ambos os grupos apresentaram um desenvolvimento normal do ALM, com exceção dos 4 anos, onde as crianças alemãs desenvolvem seus arcos gradualmente dos 3 aos 10 anos e as crianças brasileiras de forma mais rápida dos 4 aos 5 anos.

Através do exposto, percebe-se que o pé é um segmento que tem recebido bastante atenção na população pediátrica/adolescente. Destaca-se nesse contexto o *FPI-Foot Posture Index- IPP- Índice da Postura do Pé* que é uma ferramenta relativamente nova e que não possui dados descritivos com uma população homogênea de adolescentes, e também por não haver estudos com a população brasileira. A seguir serão discutidos alguns estudos encontrados na literatura com essa metodologia.

3.4 Estudos com Índice da Postura do Pé (IPP-6) em diferentes temáticas: variáveis antropométricas, associação com medidas dinâmicas e radiográficas e lesões.

Não há na literatura muitos estudos descritivos com o IPP-6. Um dos poucos que englobam adolescentes faz a análise dos dados conjuntamente com crianças, isto é, foram incluídos no mesmo grupo sujeitos dos 3 aos 17 anos ²⁸. Neste estudo foi

verificado que o escore do IPP-6 pode variar nos extremos de idade, sendo que os menores de 18 anos (média IPP-6: 3.7 ± 2.5) e os maiores de 60 anos (média IPP-6: 2.9 ± 2.6) apresentavam o pé mais pronado que a população adulta dos 18 aos 59 anos (média IPP-6: 2.4 ± 2.3) sendo essa diferença significativa ($p < 0.001$)²⁸. No mesmo sentido, Scott et al⁶³ ao utilizarem diversas metodologias, dentre elas o IPP-6, na análise da influência da idade nas características estruturais do pé e determinar seu efeito no padrão de distribuição de força e pressão plantar durante a marcha, verificaram também que existe influência da idade na postura do pé, pois os idosos tinham o pé mais pronado que os adultos jovens (IPP: 2.54 ± 2.35 e 4.14 ± 3.86 , $p < 0.05$), ou seja, existem diferenças na estrutura e função do pé com o avançar da idade.

Gijon-Nogueron et al⁶⁴ realizaram um estudo cujo objetivos foram determinar os valores normativos da postura do pé para a população adulta jovem da Espanha ($n = 635$, 18 a 30 anos) e também para identificar os indivíduos com potencial risco de desenvolver patologias no pé. O valor *raw* médio do IPP-6 foi +2 (média *logit*: 0.38 ± 1.5). A faixa de normalidade foi de: -1 a +6, sendo que -2 a -5 e +7 a +9 foram considerados potencialmente anormais e, de -6 a -12 e +10 a +12 foram considerados patológicos. Seguindo esse modelo, 35 pacientes da amostra foram identificados com risco de desenvolver patologia. Além disso, foi observado que os homens apresentaram o pé mais supinado que as mulheres ($p = 0.005$). O IPP-6 *logit* foi muito maior na mulher ($p = 0.038$, 0.50 ± 1.4 , *raw* +3) que nos homens (0.25 ± 1.6 , *raw* +2). Não foi encontrada correlação entre o IPP-6 *logit* e idade ($r = 0.025$, $p = 0.524$) e não houve diferença na distribuição dos grupos de classificação dos pés e diferentes IMC ($p = 0.118$). Sendo assim, para a população espanhola o IPP-6 normal encontra-se entre um ponto de supinação até certo grau de pronação +6.

Rokkedal-Lausch et al²⁹ realizaram um estudo para estabelecer valores normativos para a diferença encontrada no escore do IPP-6 entre os pés direito e esquerdo. Para isso foram incluídos 930 adultos (18 a 65 anos). Estes autores não encontraram nenhuma diferença significativa entre os pés ($p = 0.19$) e definiram certos pontos de corte: normal -2 a +2, assimétrico -2 a -4 ou +2 a +4 e severamente assimétrico < -4 a $> +4$. Os autores sugerem que estes valores sejam usados em estudos futuros que tenham como objetivo verificar a diferença entre os pés.

Sabe-se que alguns determinantes antropométricos influenciam a postura do pé. Desta forma, Sánchez-Rodríguez et al⁶⁵ analisaram 400 pés (esquerdos) para verificar

as diferenças entre os sexos e a influencia de determinantes (idade, peso, altura, IMC e tamanho do pé) no escore total do IPP-6. A média foi $2.0 \pm 4,3$ e não houve diferença entre os sexos ($p = .142$). Apenas 10.1% das variáveis antropométricas (tamanho do pé, altura e IMC) tiveram alguma influencia no IPP-6 ($p < .001$), sendo assim, segundo os autores, esses fatores não podem ser considerados determinantes importantes na postura estática do pé, inclusive a idade e peso, pois estes não tiveram nenhuma influência.

O estudo de Teyhen et al ⁶⁶ tinha como objetivos explorar potenciais associações entre o IPP-6 com a dinâmica da pressão plantar e também, descrever a postura do pé baseada em seus critérios. Como resultados foi possível verificar que o pé pronado estava associado ao aumento na área de contato do mediopé ($r = 0.36$, $p < .001$), aumento da área de contato na região do primeiro metatarsal ($r = 0.22$, $p < .001$) e aumento de pressão abaixo do hálux ($r = 0.26$, $p < .001$) durante a marcha. Já o pé supinado foi associado ao aumento de força na região do terceiro, quarto e quinto metatarsos ($r = -0.22$, $p < .001$) e aumento de pressão na região do primeiro metatarso durante a marcha ($r = -0.23$, $p < .001$). Neste estudo foram incluídos 1.000 adultos (idade média de 30,6 anos) e a média do IPP-6 foi de 3.4 ± 2.9 , sendo que 66.9% foram classificados como pés normais, 22% pronados e 1.3% altamente pronados. Apenas 9.3% tinham pés supinados e 0.5% altamente supinados. Por isso, os autores sugeriram um novo valor de corte do IPP-6 para indivíduos com pés supinados (desvio padrão de 0.5 da média de 3.4), devido o baixo número de classificações, já que é 2.4 vezes mais provável de classificar os pés como pronados.

O modelo multivariado do estudo de Teyhen et al ⁶⁶ compreendeu variáveis plausíveis que informam a associação entre medidas estáticas e dinâmicas (esse modelo compreendeu 32% da variação entre os scores do IPP-6). Segundo os autores esse valor se justifica porque as medidas dinâmicas foram tomadas utilizando-se da superfície plantar e o IPP-6 não utiliza a planta do pé em nenhum de seus critérios. Outros estudos também verificaram associação entre o IPP-6 e medidas dinâmicas, especificamente na região do mediopé e retropé ^{67,68}. Logo, justifica-se a substituição de análises complexas em 3D pelo IPP-6.

Nesse mesmo sentido Lee et al ⁵³ desenvolveram um estudo para verificar se o IPP-6 está correlacionado com a radiografia e com a pressão plantar em crianças com pé plano. Neste estudo foram incluídas 19 crianças de 6 a 12 anos e oito variáveis de pressão e quatro de radiografia foram selecionadas. Os autores observaram que o IPP-6

foi correlacionado com a pressão de hálux e do segundo até o quinto dedo ($p=0.385$, $p=0.017$). Também foi correlacionado com ângulo entre o tálus e primeiro metatarsal ($p=0.422$, $p=0.008$) e calcâneo-solo ($p=-0.411$, $p=0.01$). Logo, ele é uma ferramenta útil para avaliar crianças com pés planos.

Diante do exposto, percebe-se que diversos estudos já foram desenvolvidos utilizando o IPP-6 nas mais diversas temáticas. Mas, até o momento nenhum estudo descritivo foi desenvolvido com a população de adolescentes considerando todas as nossas variáveis. É importante considerar o período da adolescência por ser uma fase marcada por transformações corporais intensas e também, por falta de valores de referência do IPP-6 nessa população.

4. MÉTODOS

4.1 Local, população de estudo e amostra

Este estudo é do tipo descritivo transversal, composto por uma amostra de conveniência. Os dados foram coletados em conjunto a um projeto de doutorado intitulado “*Prevalência de escoliose idiopática do adolescente em cidades do estado de São Paulo*”. A coleta foi realizada em Escolas Públicas Estaduais dos municípios pertencentes à Diretoria de Ensino da Região de Mogi Mirim – Amparo e Pedreira.

Para cálculo do tamanho amostral, considerou-se uma regressão linear com os dados já coletados como fonte de informação para estimar a variância da resposta (escore IPP-6), obtendo o valor da estimativa igual a 2,67.

Assumiu-se um desenho fatorial baseado no sexo, IMC e idade e foi utilizado como referência as informações apresentadas em Neter et al ⁶⁹ objetivando detectar uma diferença média de 1 (que é clinicamente relevante segundo os pesquisadores) nos escores médios das subpopulações.

Para esse cálculo controlaram-se as possibilidades de dois tipos de erro: tipo I (errar ao rejeitar que as médias populacionais destes grupos sejam iguais) e tipo II (errar ao aceitar que as médias populacionais destes grupos sejam iguais). Definiu-se também (1- probabilidade de erro do tipo II) como poder. Assim, realizaram-se algumas combinações e foram obtidos os seguintes tamanhos amostrais para combinação de probabilidades de erro do tipo I e poder:

Tabela 1- Sugestão de tamanhos de amostras considerando experimento balanceado

Poder	Probabilidade de erro do tipo I	
	10%	5%
80%	720	880
90%	960	1120
95%	1160	1360

Optou-se por um poder de 95% e um valor de precisão de 5%. Entretanto, foram avaliados 1.400 adolescentes, considerando possíveis perdas.

Todas as escolas desses municípios foram avaliadas, bem como todas as crianças presentes no dia da avaliação e que apresentassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado (Anexo A). O dia da avaliação foi previamente agendado em cada escola.

Os critérios de exclusão deste estudo foram presença de deformidades podálicas congêntas ou adquiridas.

Figura 14- Fluxograma

4.2 Ética

Os participantes e seus representantes legais foram previamente informados sobre o objetivo da pesquisa, seus procedimentos e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A).

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e foi aprovado como uma emenda do protocolo

de pesquisa nº 254/12: “Prevalência de escoliose idiopática do adolescente em cidades do estado de São Paulo” (Anexo B).

4.3 Materiais

1. Manual do IPP-6 “Índice da Postura do Pé”
2. Balança digital (Mallory[®])
3. Fita métrica
4. Régua
5. Base de madeira- 19 cm de altura, 37 cm de largura e 44 cm de comprimento. Essa base possui uma linha traçada a 10 cm de sua borda posterior para posicionamento do calcâneo, outra linha que a divide em duas partes iguais e que se cruza com uma terceira linha formando um ângulo de 45° (Figura- 15)

Figura 15- Base de madeira

6. Calço de material EVA (Etil Vinil Acetato)- 7,5 cm X 20 cm que deverá ser colocado entre os pés do adolescente para possibilitar a padronização
7. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A)
8. Ficha de Avaliação (Anexo C)

4.4 Procedimentos

Primeiramente fez-se contato com o (a) diretor (a) e coordenador (a) pedagógico (a) das escolas. Após isso, foi agendado o “Dia da Postura” para os professores, que foi uma palestra de explanação sobre a escoliose idiopática do adolescente, dicas posturais e justificativa das pesquisas. Feito isso, essa palestra foi lecionada aos alunos do 5º ao 9º anos e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi distribuído.

Em outro dia, quando os adolescentes entregaram os termos assinados (pelos responsáveis e próprios alunos) foi realizada a avaliação numa sala isolada dentro da escola. Primeiramente eles foram orientados a responderem na forma de entrevista a uma ficha de avaliação onde foram anotados: sexo, idade (em anos e meses), estatura (kg), massa corporal (m), Índice de Massa Corporal (IMC) (kg/m^2), sendo este classificado por sexo e idade ^{70,71}, raça, dominância (destro ou canhoto), data da menarca, presença de caracteres secundários masculinos, realização de atividade física, presença de discrepância de membros inferiores e presença de patologias neuromusculares, ortopédicas e cardiorrespiratórias (Anexo C). Para maior critério de padronização a avaliação foi única para ambos os projetos, e por esse motivo, alguns dados como data da menarca e presença de caracteres secundários masculinos (pêlos na axila, por exemplo) foram coletados, mesmo sem relevância para a atual pesquisa. Feito isso, procedeu-se para a avaliação dos pés.

4.5 Avaliação do pé

Para quantificar o grau de posição neutra, pronada ou supinada do pé foram utilizadas as orientações presentes no Manual do Índice da Postura do Pé- IPP-6. Esse manual está disponível em: <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August-2005v2.pdf> ⁷².

O adolescente foi orientado a adotar a posição ortostática, bipodal em cima da base de madeira e entre seus pés foi colocado um retângulo de EVA (7,5 cm x 20 cm) para padronização na colocação dos pés (Figura 16). Além disso, ele foi orientado a posicionar os membros superiores ao longo do tronco com o olhar direcionado para frente. Todos foram instruídos a respeitar essa posição, já que a movimentação e a inclinação do corpo poderiam alterar sensivelmente os resultados. Para a análise, eles permaneceram nessa postura por aproximadamente dois minutos e o examinador teve que movimentar-se ao redor do adolescente para acesso as regiões posterior do pé e perna ^{19,72}.

Figura 16- Posicionamento do adolescente. Acervo pessoal.

4.6 Pontuação do IPP-6

Cada um dos seis critérios foi graduado entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O resultado de cada um dos critérios proporciona um índice da postura global do pé. Um valor alto em positivo indica que o pé é pronado (+6 a +9, altamente pronado 10+), um resultado alto em negativo significa que o pé é supinado (-1 a -4, altamente supinado -5 a -12) e um valor neutro estará próximo a zero (0 a +5). A pontuação final será um número entre -12 e +12. Cada critério deve ser avaliado de forma independente ^{19,72}.

4.7 Avaliação de cada um dos critérios

1. Palpação da cabeça do tálus

Esse é o único critério que necessita mais da palpação do que da observação. A cabeça do tálus se palpa na região medial e lateral a nível anterior do tornozelo. Para palpar a região medial traça-se uma linha imaginária entre o tubérculo do navicular e maléolo medial e, para a região lateral deve-se localizar a borda anterior do maléolo lateral e avançar discretamente para frente e medialmente ^{19,72}.

Figura 17- Palpação da cabeça do tálus. Imagem reproduzida do manual do IPP-6⁷². Acervo pessoal.

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Cabeça do tálus palpável na região lateral, mas não na região medial	Cabeça do tálus palpável na região lateral e ligeiramente na medial	Cabeça do tálus palpável tanto na região medial quanto na lateral	Cabeça do tálus ligeiramente palpável na região lateral e palpável na região medial	Cabeça do tálus não palpável na região lateral e sim na região medial

2. *Curvaturas supra e inframaleolares lateral*

Observam-se as curvas acima e abaixo do maléolo lateral na região posterior do tornozelo. Em um pé neutro essas curvas devem ser aproximadamente similares. Num pé pronado, por exemplo, a curva inferior é mais acentuada que a superior pela abdução do pé e eversão do calcâneo. No pé supinado se observa o oposto. Pode ser utilizada uma régua para estimar a curva maleolar. Nos casos de edema ou obesidade essa curva pode desaparecer, logo deve ser avaliada como zero ou não considerá-la sobre o resultado final ^{19,72}.

Figura 18- Curvaturas supra e inframaleolares lateral. Imagem reproduzida do manual do IPP-6⁷². Acervo pessoal.

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Curva abaixo do maléolo mais reta ou convexa	Curva abaixo do maléolo côncava, entretanto mais plana que a curva superior	Ambas as curvas supra e inframaleolares são iguais	Curva abaixo do maléolo mais côncava que a curva supramaleolar	Curva inframaleolar marcadamente mais côncava que a curva supramaleolar

3. Posição do calcâneo plano frontal

Na região posterior observa-se o posicionamento do calcâneo. O tendão do calcâneo é uma referência. Também pode ser utilizado qualquer material que represente uma linha reta perpendicular ao eixo do pé^{19,72}.

Figura 19- Posição do calcâneo no plano frontal. Imagem reproduzida do manual do IPP-6⁷². Acervo pessoal.

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Mais de 5 graus de inversão ou varo	Entre a vertical e 5 graus de inversão ou varo	Vertical	Entre a vertical e 5 graus de eversão ou valgo	Mais de 5 graus de eversão ou valgo

4. *Proeminência da articulação talonavicular*

Localiza-se a região da articulação talonavicular. No pé normal essa área é plana, no pé pronado é convexa (abaulada) e no pé supinado é côncava (funda) ^{19,72}.

Figura 20- Proeminência da região talonavicular. Imagem reproduzida do manual do IPP-6⁷². Acervo pessoal.

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Área da articulação talonavicular marcadamente côncava	Área da articulação talonavicular ligeiramente, mas pouco definida de forma côncava	Área da articulação talonavicular plana	Área da articulação talonavicular ligeiramente abaulada	Área da articulação talonavicular marcadamente convexa ou abaulada

5. *Altura e congruência do arco longitudinal medial*

O principal elemento desta observação é a congruência do arco e secundariamente sua altura. No pé neutro essa curvatura é relativamente uniforme. Caso ele seja supinado, a curva se torna mais aguçada a nível posterior, e quando pronado esse arco se aplaina a nível central e as articulações mediotarssais e Lisfranc se abrem

Figura 21- Altura e congruência do arco longitudinal medial. Imagem reproduzida do manual do IPP-6⁷². Acervo pessoal.

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Arco alto e angulado posteriormente	Arco moderadamente alto e ligeiramente angulado posteriormente	Altura do arco normal e curvatura concêntrica	Arco ligeiramente diminuído com ligeiro rebaixamento da porção central	Arco com severo rebaixamento e contato com o solo

6. *Abdução e adução do antepé em relação ao retropé*

Quando se visualiza posteriormente o pé em linha com o eixo longitudinal do calcâneo no pé neutro se observa a mesma porção do antepé a nível medial e lateral. No pé supinado o antepé está aduzido possibilitando maior visibilidade da região medial. O contrário ocorre no pé pronado. É importante que o examinador posicione-se no centro do calcâneo para prosseguir a observação e, caso exista uma adução fixa do antepé deve-se ter precaução e observar as articulações metatarsofalângicas ou as estruturas mais proximais ^{19,72}.

Figura 22- Abdução e adução do antepé em relação ao retropé. Imagem reproduzida do manual do IPP-6⁷². Acervo pessoal.

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Os dedos laterais não são visíveis. Visibilidade marcada dos dedos mediais	Os dedos mediais são mais visíveis que os dedos laterais	Os dedos mediais e laterais são igualmente visíveis	Dedos laterais ligeiramente mais visíveis que os mediais	Dedos mediais não são visíveis. Dedos laterais claramente visíveis

4.8 *Análise descritiva*

Para realizar uma análise exploratória dos dados foram utilizados gráficos de barras, *boxplots*, tabelas de frequência, tabelas de contingência e tabelas de medidas resumo⁷³.

Em seguida foi realizada a confiabilidade intra e interavaliadores do IPP-6 por meio do coeficiente Kappa de Cohen⁷⁴. A confiabilidade intra-avaliador foi testada em 248 adolescentes num intervalo de 7 dias. A interavaliadores foi realizada em 280 sujeitos em dias diferentes de acordo com a logística de pesquisa.

4.9 *Análise Inferencial*

Com o objetivo de estudar possíveis relações do sexo, da idade, do IMC com a atribuição do escore IPP-6 total para a postura dos pés direito e esquerdo, utilizou-se o modelo linear misto para medidas repetidas⁷⁵. A opção por este tipo de modelo se deve ao fato de ele levar em conta medidas (avaliações) realizadas em um mesmo indivíduo; assim, considera as variações entre os adolescentes e incorpora possíveis correlações das avaliações dos pés de um mesmo indivíduo.

Primeiramente foi ajustado um modelo inicial M.1 (Anexo D), com todas as variáveis supracitadas, e as interações entre idade e sexo, idade e IMC, sexo e IMC, e entre idade, IMC e sexo. O modelo considerou como referência as avaliações realizadas no pé direito de indivíduos do sexo feminino que não praticavam esportes. As estimativas dos parâmetros para este modelo estão apresentadas na Tabela A.1 (Anexo E).

4.10 *Seleção das variáveis*

Para a obtenção de um modelo mais parcimonioso, decidiu-se adotar a seguinte estratégia de seleção das variáveis. Inicialmente, por apresentarem valores p elevados, retiraram-se as interações e reajustou-se o modelo. O modelo pode ser visto com mais detalhes no anexo D, em Modelo M.2, estando as estimativas dos parâmetros

sumariadas na Tabela A.2 (Anexo E). Continuando com a redução do modelo, foi reajustado um outro para as variáveis idade, IMC, sexo, pé (Anexo D Modelo M.3).

Pelas estimativas do Modelo M.3 (Anexo D), apresentadas na Tabela A.3 (Anexo E), observou-se que a variável idade não foi significativa para um nível de significância de 5%. Como a variável idade apresentou o valor p maior (35%) optou-se por ajustar um modelo sem ela, descrito em Modelo M.4 (Anexo D) e com as suas estimativas na Tabela A.4 (Anexo E).

Por fim, foi reajustado o modelo (denominando de modelo final descrito em Modelo M.5- Anexo D), para as variáveis sexo, IMC e pé, todas significativas a um nível de significância de 5%.

4.11 Modelo final

As estimativas dos parâmetros do modelo final são exibidas na Tabela 11. Para verificar a qualidade do ajuste final foi realizada uma análise gráfica baseada nos resíduos condicionais⁷⁶. As Figuras F.1 e F.2 (Anexo F) indicam que os resíduos condicionais seguem uma distribuição normal, assim, não constatando indícios de que o ajuste seja inadequado. Além disso, os métodos AIC e BIC⁷⁶ indicaram que a estrutura da matriz de covariâncias proposta é mais adequada do que a matriz de covariâncias não estruturadas.⁷⁵

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

Na figura 23 é possível observar que a distribuição de adolescentes por faixa etária e sexo não foi homogênea. A menor proporção de adolescentes por faixa etária corresponde aos 10 anos (115 adolescentes: 8%) e a maior aos 12 anos (364 adolescentes: 26%). Além disso, verificou-se que a proporção de meninas (926 adolescentes) foi maior que a de meninos (474 adolescentes), representando 66% da amostra total.

Figura 23- Gráfico de barras da distribuição dos adolescentes segundo idade e sexo

Na figura 24 pode-se observar que a maioria dos adolescentes avaliados foi da raça branca 789 (56%), destes 548 (69%) foram do sexo feminino. Notou-se que independentemente da raça, o sexo feminino foi mais prevalente.

Figura 24- Gráfico de barras da distribuição dos adolescentes segundo raça e sexo

Em relação ao IMC, é possível observar pela figura 25 que em geral os meninos apresentaram valores menores que as meninas para todas as idades, exceto aos 10 anos. Nota-se também, através da tabela 2, que a proporção de meninas com sobrepeso foi maior que a de meninos, 24% e 19% respectivamente. Ocorreu o inverso quando se analisou o IMC normal, sendo 60% para as meninas e 66% para os meninos. Para as demais faixas, magreza e obesidade, as proporções de meninas e meninos foram próximas.

Figura 25- Boxplots do IMC (kg/m^2) por combinação de idade e sexo

Tabela 2- Distribuição dos adolescentes por categoria do IMC, segundo sexo

Classificação	IMC categorizado		
	Feminino	Masculino	Total
Magreza	82 (9%)	30 (7%)	112 (8%)
Normal	558 (60%)	313 (66%)	871(63%)
Sobrepeso	221 (24%)	91 (19%)	312 (22%)
Obesidade	65 (7%)	40 (8%)	105 (7%)
Total	926 (100%)	474 (100%)	1400 (100%)

5.2 Confiabilidade intra e interavaliadores

Ambas foram baseadas no coeficiente de Kappa de Cohen⁷⁴ e classificadas em: <0 nenhuma concordância, 0- 0,19 concordância pobre, 0,20-0,39 concordância considerável, 0,40-0,59 concordância moderada, 0,60-0,79 concordância substancial e 0,80-1,00 concordância excelente⁷⁷.

Para o IPP-6 total categorizado foi obtido um valor Kappa de 0,61 (substancial) para avaliação intra-avaliador e 0,52 (moderada) interavaliadoras (duas examinadoras). Em relação ao IPP-6 por itens, verificou-se que para ambas as avaliações, o 4º item (proeminência da região da articulação talonavicular) foi o mais concordante e o 6º item (abdução ou adução do antepé em relação ao retropé) o menos concordante.

Tabela 3- Valor de Kappa do IPP-6 categorizado por itens e total

Intra- avaliador						
1º Item	2º Item	3º Item	4º Item	5º Item	6º Item	IPP-6 Total
0,58	0,53	0,52	0,73	0,63	0,49	0,61
Interavaliadores						
1º Item	2º Item	3º Item	4º Item	5º Item	6º Item	IPP-6 Total
0,36	0,36	0,35	0,49	0,47	0,30	0,52

5.3 Relação entre as variáveis com IPP-6 total e diferença entre os pés

As figuras 26 e 27 demonstram que os meninos possuem o escore total do IPP-6 superior ao das meninas para ambos os pés. Quanto aos valores discrepantes por combinação de idade e gênero notou-se que, para o pé direito, não apresentaram esses valores as meninas de 10, 11 e 13 anos e os meninos de 10 anos, já para o pé esquerdo, esses valores não foram encontrados nas meninas de 10, 13 e 14 anos e nos meninos de 10 e 11 anos.

Figura 26- Boxplots do escore IPP-6 Total do pé direito dos adolescentes saudáveis por combinação de idade e sexo

Figura 27- Boxplots do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis por combinação idade e sexo

Na figura 28 pode-se observar que para todas as idades a proporção de adolescentes com o pé esquerdo pronado ou altamente pronado foi superior à proporção de adolescentes com pé direito classificado como pronado ou altamente pronado. Também, verificou-se que a proporção de adolescentes com os pés classificados como supinado apresentou um leve crescimento com o aumento da idade. Entretanto, as médias obtidas para cada faixa de idade do escore IPP-6 total foram próximas e não houve um padrão quando a idade diminuiu ou aumentou (Tabelas 4 e 5).

Figura 28- Distribuição do IPP-6 Total (categorizado) dos adolescentes saudáveis, de ambos os pés, por idade

Tabela 4- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé direito dos adolescentes saudáveis para todas as faixas de idade

Idade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
10	2,75	2,28	-2	1	2	5	8
11	3,06	2,66	-5	1	3	5	12
12	2,85	2,68	-7	1	2	4	12
13	2,56	2,8	-7	1	2	4	11
14	2,84	2,81	-4	1	2	4	12

Tabela 5- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis para todas as faixas de idade

Idade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
10	3,7	2,45	-1	2	4	6	9
11	3,88	2,65	-5	2	4	6	12

continua

Tabela 5- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis para todas as faixas de idade

continuação

Idade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
12	3,57	2,59	-4	2	3	5	12
13	3,23	2,8	-6	1	3	5	11
14	3,49	2,92	-4	2	3	5	12

conclusão

A partir das tabelas 6 a 9, pode-se observar que, independente do sexo, a proporção de adolescentes com o pé esquerdo pronado foi maior do que o direito. Além disso, verifica-se que apesar dos meninos terem recebido, em média, escores superiores no IPP-6 total em ambos os pés (tabelas 8 e 9), parece que a classificação da postura não foi alterada, pois as distribuições dos adolescentes por categorias de classificação são semelhantes entre os sexos (tabelas 6 e 7).

Tabela 6- Distribuição dos adolescentes saudáveis por classificação postural do pé direito, segundo sexo

Sexo	Altamente Supinado	Supinado	Normal	Pronado	Altamente Pronado	Total
Feminino	4 (<1%)	46 (5%)	717 (79%)	138 (15%)	5 (1%)	910 (100%)
Masculino	2 (<1%)	27 (6%)	364 (77%)	70 (15%)	9 (2%)	472 (100%)
Total	6 (<1%)	73 (5%)	1081 (78%)	208 (15%)	14 (1%)	1382 (100%)

Tabela 7- Distribuição dos adolescentes saudáveis por classificação postural do pé esquerdo, segundo sexo

Sexo	Altamente Supinado	Supinado	Normal	Pronado	Altamente Pronado	Total
Feminino	1 (<1%)	37 (4%)	667 (73%)	195 (21%)	10 (1%)	910 (100%)

continua

Tabela 7- Distribuição dos adolescentes saudáveis por classificação postural do pé esquerdo, segundo sexo

continuação

Sexo	Altamente Supinado	Supinado	Normal	Pronado	Altamente Pronado	Total
Masculino	1 (<1%)	18 (4%)	344 (73%)	95 (20%)	14 (3%)	472 (100%)
Total	2 (<1%)	55 (4%)	1011 (73%)	290 (21%)	24 (2%)	1382 (100%)

conclusão

Tabela 8- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé direito dos adolescentes saudáveis para cada sexo

Sexo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Feminino	2,28	2,61	-7	1	2	4	11
Masculino	3,09	2,84	-7	1	3	5	12

Tabela 9- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total do pé esquerdo dos adolescentes saudáveis para cada sexo

Sexo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Feminino	3,45	2,66	-5	2	3	5	11
Masculino	3,76	2,8	-6	2	4	5	12

Considerando a amostra total, também se observa que o escore do IPP-6 para o pé direito foi inferior do que para o pé esquerdo (Tabela 10).

Tabela 10- Medidas resumo dos valores do escore IPP-6 Total dos adolescentes saudáveis para cada pé

Pé	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Direito	2,82	2,7	-7	1	2	4	12
Esquerdo	3,55	2,71	-6	2	3	5	12

As figuras 29 a 31 demonstram que, a postura do pé tende a ser mais supinada à medida que há aumento do IMC dos adolescentes. Além disso, pode-se observar através da figura 31 que para todas as faixas de IMC, a quantidade de adolescentes com os pés classificados como pronado ou altamente pronado foi maior para o pé esquerdo do que o direito e, a frequência de indivíduos não obesos com pé classificado como altamente supinado foi pequena.

Figura 29- Boxplots do IMC (kg/m^2) dos adolescentes saudáveis para cada categoria do IPP-6 Total do pé direito

Figura 30- Boxplots do IMC (kg/m^2) dos adolescentes saudáveis para cada categoria do IPP-6 Total do pé esquerdo

Figura 31- Distribuição do IPP-6 Total (categorizado) dos adolescentes saudáveis, de ambos os pés, por IMC categorizado

5.4 Análise inferencial

Utilizou-se o modelo linear misto para medidas repetidas de Vonesh e Chinchilli⁷⁵ para estudar possíveis relações do sexo, da idade, do IMC com o IPP-6 total

na avaliação da postura dos pés. A opção por este tipo de modelo se deve ao fato de ele levar em conta medidas realizadas em um mesmo indivíduo; assim, considera as variações entre os adolescentes e incorpora possíveis correlações das avaliações dos pés de um mesmo indivíduo. As estimativas dos parâmetros do modelo final são exibidas na Tabela 11.

Tabela 11- Estimativas dos parâmetros do modelo final

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
Intercepto (α_0)	4,30	0,37	11,68	<0,001
Sexo Masculino (β_2)	0,29	0,15	2,04	0,04
IMC (β_3)	-0,08	0,02	-4,33	<0,001
Pé Esquerdo (β_{10})	0,73	0,04	18,04	<0,001
Efeitos Aleatórios				
Intercepto (τ^2)	6,07			
Resíduo (σ^2)	1,16			

A partir da observação da tabela 11, nota-se que a estimativa do coeficiente relacionado ao efeito do sexo masculino foi positiva (0,29, $p=0,04$), logo se espera que seja atribuído um escore IPP-6 total mais alto nesse grupo. Corroborando esse achado, pode-se observar na figura 36 que o escore predito na avaliação dos pés dos meninos foi maior que o escore predito na avaliação dos pés das meninas.

No mesmo sentido, o coeficiente relacionado ao efeito do pé esquerdo também foi positivo (0,73, $p<0,001$), logo espera-se, que os valores do escore IPP-6 total atribuídos na avaliação do pé esquerdo sejam maiores do que para o pé direito. Por outro lado, o coeficiente relacionado ao efeito do IMC foi negativo (-0,08, $p<0,001$), isso significa que quanto mais elevado for o IMC, menor será o escore IPP-6 total (figura 32). Porém, independentemente do sexo, IMC e do pé em que a avaliação seja

realizada espera-se que o escore situa-se entre 1 e 5 classificando o pé como neutro (normal).

Figura 32- Valores preditos do escore IPP-6 Total para o IMC (kg/m²)

6. DISCUSSÃO

Este estudo apresentou os valores descritivos do IPP-6 na população de adolescentes nas faixas etárias de 10 a 14 anos. As hipóteses não foram totalmente confirmadas, visto que, a postura do pé foi relacionada apenas ao sexo masculino e lateralidade esquerda, e não houve relação com a variável idade. Quanto ao IMC, observou-se que a relação foi negativa, logo a hipótese de que adolescentes mais pesados e jovens apresentariam pés mais pronados não pôde ser confirmada.

Foi observado que o escore total do IPP-6 no sexo feminino foi em média inferior ($2,28 \pm 2,61$ pé direito e $3,45 \pm 2,66$ pé esquerdo) ao masculino ($3,09 \pm 2,84$ pé direito e $3,76 \pm 2,80$ pé esquerdo). Apesar de estes valores serem semelhantes aos já reportados por Redmond et al²⁸ ($3,7 \pm 2,5$) em sujeitos jovens, de 3 a 17 anos, é difícil comparar os dados, já que esses autores incluíram crianças e adolescentes na mesma amostra. Sabe-se que a postura do pé difere durante o período de crescimento e maturação³⁰, logo os pés das crianças são diferentes dos adolescentes, e por isso, sugere-se não avaliá-los em conjunto. Neste contexto, ressalta-se o diferencial do presente estudo, pois foi avaliado apenas o período da faixa etária correspondente à adolescência.

Além disso, observou-se diferença entre os sexos, demonstrando que os meninos possuíam maior tendência à postura de pé pronado. Pesquisas em crianças e adolescentes com metodologias distintas corroboram com esse achado^{55, 56, 58}. Uma possível explicação dos autores para isso é que devido ao maior tempo requerido para reabsorção do coxim adiposo ao longo do arco longitudinal medial, normalmente, os meninos demoram mais tempo para atingir a maturação completa dos pés, fato este que pode ter contribuído para um mecanismo de adaptação postural de forma mais pronada estática e dinamicamente^{56,58}. Na fase adulta esse possível mecanismo desaparece, conforme observado em estudos realizados por Redmond et al²⁸ e Sánchez-Rodriguez et al⁶⁵, ao não observarem diferenças significativas no escore do IPP-6 entre os sexos.

Notou-se que o escore do IPP-6 atribuído à avaliação do pé esquerdo foi maior que para o pé direito. Embora Rokkedal-Lausch et al²⁹ não tenham encontrado diferenças significativas entre a postura dos pés, sabe-se que existe uma assimetria no corpo humano e que o pé esquerdo está mais relacionado à função de suporte^{78,79,80}, enquanto o direito está mais relacionado à propulsão do corpo durante a locomoção⁸⁰. No presente estudo a avaliação do IPP-6 foi em posição estática, no qual o pé de suporte

pode assumir uma característica mais pronada, devido a maior descarga de peso. Além disso, é importante ressaltar que a adolescência é um período de transição onde ocorrem intensas modificações musculoesqueléticas⁸¹. Nesse contexto, é plausível considerar a questão da flexibilidade e/ou hipermobilidade corpórea. Muito embora a flexibilidade não tenha sido avaliada nesse estudo, pesquisas prévias, já demonstraram que sujeitos com maior flexibilidade apresentam os pés mais pronados⁸², tanto bilateral ou unilateralmente⁸³ e, talvez até mesmo na adolescência esse padrão de adaptação postural tenha se mantido.

A idade não foi um determinante na postura do pé nessa amostra. Apesar de alguns estudos demonstrarem que existam diferenças entre os grupos de idades, principalmente em seus extremos, ou seja, crianças e idosos^{28, 55, 58, 63,84}, não foi possível confirmar tal relação em adolescentes escolares, conforme corroborado pelo estudo de Hawke et al⁸². Uma explicação para esse achado é que as faixas etárias incluídas neste estudo sejam bastante próximas (10 a 14 anos) e por esse motivo os sujeitos exibam uma postura dos pés semelhantes.

A partir dos nossos resultados, é importante destacar a falta de relação entre o IMC elevado e a postura de pé pronado. Observa-se que esse achado ainda não é totalmente concordante na literatura^{49, 60, 61,62}, visto que, alguns estudos verificam que de fato os sujeitos com sobrepeso e obesidade apresentavam o pé mais pronado^{49,60}, e outros, não encontram tal relação^{61, 62}. Evans e Karimi⁶¹ verificaram a postura do pé e o IMC em 728 sujeitos de 3 a 15 anos e não encontraram nenhuma associação entre aumento do IMC e pé pronado. Outro estudo que também avaliou as mesmas variáveis em 140 voluntários numa faixa etária menos extensa, 7 a 10 anos, observou que as crianças mais pesadas apresentavam os pés menos planos⁶². Esse achado também é reforçado em adultos, pois também não foi estabelecida nenhuma associação entre obesidade e pé pronado.^{28, 65}

Em contraposição, alguns autores afirmam que crianças com sobrepeso e obesidade apresentam pronação e maiores dimensões em seus pés (largura, comprimento)⁴⁹. Além disso, há relatos de que o excesso de massa corpórea interfira no desenvolvimento dos pés, tornando-o mais gradual na puberdade⁶⁰. Riddiford-Harland et al⁸⁵ realizaram um estudo para verificar se os pés dos sujeitos com maior índice de massa corpórea era de fato plano/pronado ou se os mesmos apresentavam maior espessura do coxim gorduroso ao longo do ALM dando a impressão de pé plano. Estes

autores concluíram que apesar do coxim gorduroso ser mais espesso, as crianças mais obesas também apresentavam os pés mais planos por meio da observação da distância do navicular ao chão. Entretanto, esse achado reforça a influência do tecido adiposo nas medidas indiretas do arco plantar, pois muito provavelmente o excesso do mesmo possa mascarar a localização precisa do navicular e conduzir a interpretações errôneas. Vilarroya et al⁸⁶ elucidaram esta questão utilizando medidas indiretas (impressão plantar) e diretas (radiografias) e verificaram que todas elas indicam rebaixamento do arco plantar em adolescentes obesos. Sendo assim, talvez as diferenças encontradas nos estudos se devam à metodologia de pesquisa empregada, já que o IPP-6 apesar de avaliar o ALM, faz uma somatória de outros critérios anatômicos para permitir uma análise global do pé, e talvez o arco plantar isoladamente seja mais preciso para estabelecer tal relação.

Outra hipótese para esse achado é que devido ao excesso de massa corporal, esses adolescentes tenham adotado um mecanismo postural adaptativo para melhora e/ou manutenção do equilíbrio, pois ambas as condições (obesidade e má postura) estão associadas ao déficit do equilíbrio postural^{87,88,89}. Nesse sentido, verificou-se que à medida que houve aumento do IMC a postura tendeu a ser mais supinada em nossa amostra. Isso talvez tenha ocorrido devido ao fato de sujeitos com pés supinados apresentarem melhor estabilidade estática que os pronados, isto é, menor oscilação em torno do centro de equilíbrio quando submetidos ao teste do apoio unipodálico por 15 segundos com os olhos abertos e fechados⁸⁷. Entretanto, é importante ressaltar que tanto o pé pronado quanto o supinado são prejudiciais ao controle postural. Na pronação devido à hipermobilidade tornando o segmento mais instável^{90,91}, e na supinação, a hipomobilidade e a menor base de suporte provocam déficit na adaptação postural^{88,92,93,94}.

É importante destacar a importância de compreender as alterações posturais dos segmentos dos pés em adolescentes, pois na idade escolar é possível executar um processo de reabilitação preventiva, evitando comprometimentos funcionais na vida adulta, visto que cerca de 23% dos adultos apresentam pés do tipo pronado⁸. Além disso, é de suma importância o desenvolvimento de estudos com fins de valores de referência, para se obter um padrão para consulta que auxiliará no delineamento do que é ou não esperado em determinada faixa etária, sexo e IMC, facilitando desta forma a abordagem clínica.

Embora não haja evidência que suporte o screening da postura do pé ⁹⁵, a não ser que seja por protocolos de pesquisa bem definidos, é importante a identificação precoce de desvios posturais. Por exemplo, o pé pronado, que é a principal alteração encontrada na infância é uma das principais causas de preocupação musculoesquelética dos pais, apesar de ser uma condição assintomática, na maioria das vezes, e que regride com o avançar da idade. Nesse contexto, os estudos que objetivam verificar esse tipo de alteração são necessários, principalmente no que diz respeito à educação, orientação e condução a futuros tratamentos.

Em resumo, este estudo levanta algumas hipóteses clinicamente relevantes. Embora o sexo masculino seja uma variável que influencie a postura do pé, assim como já foi demonstrado por outros estudos ^{83, 96, 97}, verificamos que é mais provável o pé esquerdo apresentar-se pronado. Pelos nossos resultados não é possível apresentar uma variável que explique esse achado, mas podem-se levantar hipóteses sobre a questão de lateralidade e flexibilidade muscular. Além disso, nota-se que o IMC elevado e a idade não exerceram nenhuma influência na postura do pé, diferentemente de outros estudos que confirmam o oposto ^{83,96}.

Embora Chen et al ⁸³ e Pfeiffer et al ⁹⁶ demonstrarem relação entre essas variáveis (IMC e idade), é importante considerar a população alvo que está sendo estudada, porque as características da mesma pode ser um determinante na postura do pé. Os estudos supracitados foram realizados em crianças (3 a 6 anos) e nesta fase é esperada uma postura de pé mais pronada, pois o crescimento completo não foi atingido, tampouco a maturação, logo esse é um achado que não pode ser universalizado a outras populações, assim como os adolescentes. No mesmo sentido, Abolarin et al ⁹⁸ afirma em seu estudo que a idade (6 a 12 anos) é o preditor primário para o pé pronado em crianças. Assim, mais uma vez não é possível estabelecer relação entre os estudos, pois as faixas etárias incluídas são distintas. ⁹⁹

Nesse contexto, é importante ressaltar dois estudos desenvolvidos na Espanha, com o IPP-6, ^{100, 101} em crianças de 6 a 12 anos com objetivos semelhantes aos nossos. Apesar da faixa etária distinta, os autores também obtiveram achados semelhantes aos deste estudo, ou seja, a idade e o IMC não foram relacionados à postura do pé, e curiosamente, apesar da diferença não ter sido significativa para a maioria das faixas etárias, exceto aos 7 anos, o pé esquerdo tendeu a maior pontuação do IPP-6. Estes autores sugerem que mais estudos sejam realizados nessa linha de pesquisa com

diferentes grupos étnicos, áreas geográficas e faixas etárias mais amplas para que valores de referência com maior precisão sejam definidos desde a infância até a adolescência. Sendo assim, espera-se que nosso estudo contribua para este cenário.

Desta maneira, acreditamos que essa pesquisa tenha grande importância clínica e científica, pois agrega conhecimento e levanta hipóteses sobre os determinantes biológicos e antropométricos na postura dos pés de adolescentes de 10 a 14 anos. Ressalta-se ainda a confiabilidade das avaliações, a qual foi semelhante ao já reportado na literatura ^{20,22}, justificando a utilidade do IPP-6. Logo, este estudo pode ser utilizado como parâmetro de comparação e decisão clínica, norteando a conduta no contexto de cuidado a saúde dos pés. Além disso, estes dados podem ser utilizados como referência numa população com características sociodemográficas semelhantes.

Algumas limitações devem ser apontadas como a discrepância no tamanho amostral nas classificações de sexo e IMC. Como perspectivas futuras sugere-se que sejam realizados estudos que objetivam acompanhar as modificações nos pés de adolescentes, pois já foi demonstrado que após 11.8 meses de follow-up em crianças ocorrem alterações posturais nesse segmento que até então não haviam sido identificadas ¹⁰², e seria interessante verificar se isso ocorre na adolescência ou na transição para a vida adulta, por exemplo.

7. CONCLUSÃO

A postura do pé do adolescente de 10 a 14 anos avaliada pelo IPP-6 foi relacionada ao sexo masculino e pé esquerdo, isto é, em ambas as condições o escore predito para as avaliações tendem a ser mais elevado, logo maior tendência a pronação. Por outro lado, em relação ao IMC, observou-se uma relação negativa, ou seja, o escore atribuído ao IPP-6 no adolescente classificado com sobrepeso e obesidade foi menor, desta forma, não se pode afirmar que sujeitos mais pesados apresentem pés mais pronados. Porém, independentemente do sexo e IMC do adolescente e do pé em que a avaliação seja realizada espera-se que o escore situa-se entre 1 e 5 classificando o pé como normal.

8. ANEXOS

A. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FMUSP) I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO ADOLESCENTE:.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº.....SEXO : M () F () DATA NASCIMENTO:/..../.....
ENDEREÇO Nº APTO:
BAIRRO:.....
CIDADE.....CEP:.....TELEFONEDDD(.....).....
2. RESPONSÁVEL LEGALDOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº.....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)SEXO:M () F ()DATA NASCIMENTO:/..../.....
ENDEREÇO: Nº APTO:
BAIRRO:.....
CIDADE:CEP: TELEFONE: DDD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DA PESQUISA: “Prevalência da escoliose idiopática do adolescente em cidades do estado de São Paulo”

PESQUISADOR: **Patrícia J. Penha** CARGO/FUNÇÃO: **Doutoranda** INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº **CREFITO-3/60715-F**

PESQUISADOR: **Sílvia M. A. João** CARGO/FUNÇÃO: **Prof. Livre Docente** INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº **CREFITO-3/118792-F**

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: **x MÉDIO** (somente para os adolescentes que farão o raio-X).

4. DURAÇÃO DA PESQUISA: **3 anos**

Essas informações são fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, cujos objetivos são verificar a presença da escoliose idiopática do adolescente e avaliar a flexibilidade muscular, a postura física global e a dos pés, além da qualidade de vida destes indivíduos.

A escoliose idiopática é uma doença que causa alterações na coluna e outras complicações como dor e isolamento social. Contudo, quando detectada precocemente, possui tratamento que pode diminuir a deformidade da coluna, evitando cirurgias e sintomas de dor.

Para a realização da avaliação proposta neste estudo, o adolescente participante dessa pesquisa precisará usar trajes de praia ou de ginástica (para as meninas: top e shorts; para os meninos: shorts). A avaliação será feita nas seguintes etapas: (1) Serão medidos, com balança e fita métrica, o peso, altura e o comprimento das pernas do adolescente; (2) Feito isso o adolescente subirá numa base de madeira (caixa) para a avaliação da postura do pé, onde será realizada a palpação (toque) e observação; (3) Será pedido para o adolescente tentar encostar a mão no chão, sem dobrar as pernas, por três vezes. Com esse teste, medimos o ângulo de rotação de tronco, com o escoliômetro (que é uma régua que mede ângulos); (4) Somente para o adolescente que apresentar escoliose, será pedido que ele responda a um questionário sobre sua qualidade de vida (com questões sobre presença de dor nas costas, a aparência de sua coluna e seu nível de atividade física); e, serão tiradas fotos para analisar a postura e verificar se ele apresenta alterações posturais nos joelhos, nos ombros e nos pés, por exemplo. Essa avaliação tem duração de 20 minutos e será agendada antecipadamente, bem como realizada individualmente. Ao final da avaliação, os pesquisadores realizarão na escola uma palestra com orientações e cuidados com a coluna.

Os adolescentes, que apresentarem ângulo de rotação de tronco maior que 7 graus, serão encaminhados à unidade básica de saúde mais próxima de sua residência para a realização de um raio-X de sua coluna. Para a realização desse raio-X, o adolescente ficará em pé de frente e de lado. O exame demora 30 minutos e não provoca nenhum desconforto. O adolescente não poderá vestir nada de metal

(brincos, anel, corrente, pulseira, etc...) durante o exame. Não se espera nenhum risco e desconforto para o adolescente durante essa pesquisa. Contudo, há pequeno risco para os adolescentes que farão o raio-X, devido à exposição à radioatividade. Porém, o raio-X é rotina no tratamento de pessoas com escoliose. Dessa forma, os procedimentos realizados neste estudo não fogem à rotina de acompanhamento desses indivíduos e, por isso, o risco desta pesquisa é mínimo para os adolescentes que farão apenas a avaliação física e moderada para aqueles que também farão o raio-X.

A detecção precoce da escoliose é importante porque permite a realização de tratamento que diminua complicações futuras. Em relação à avaliação para a detecção da escoliose, existem outros procedimentos como a topografia de Moiré. Porém, esses procedimentos possuem alto custo, elevado tempo de avaliação e detectam elevados números de pessoas com escoliose quando, na verdade, essas pessoas não têm.

Em qualquer etapa do estudo, você (adolescente participante desta pesquisa ou responsável legal) terá acesso às informações sobre os procedimentos, os riscos e os benefícios desta pesquisa, inclusive para esclarecer eventuais dúvidas. As pesquisadoras deste estudo são Dra. Patrícia (fone:(19)3807-8040/99711-8974) e Dra. Silvia (fone:(11)30918424) e que podem ser encontradas no endereço Rua Cipotânea, 51 – Cidade Universitária – São Paulo – SP. Se você (adolescente ou responsável legal) tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa –Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 1º andar– tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004– E-mail: cep.fmusp@hcnnet.usp.br.

Você (adolescente ou responsável legal) tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto lhe traga prejuízo à continuidade de sua assistência. Todas as informações e dados avaliados são guardados em sigilo e privacidade, estando garantida a confidencialidade. É garantido seu direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais desta pesquisa ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Os pesquisadores deste estudo se comprometem a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Prevalência da escoliose idiopática dos adolescentes em cidades do estado de São Paulo”.

Eu discuti com as Dras. Patrícia Penha e Silvia João sobre a minha decisão em participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de encaminhamento e acesso a tratamento nas unidades básicas de saúde do município. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Assinatura do pai ou responsável legal

Data ____/____/____

Assinatura do adolescente

Data ____/____/____

B. Aprovação do Comitê de ética

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 10 de Dezembro de 2014, **APROVOU** o(s) documento(s) abaixo mencionado(s) no Protocolo de Pesquisa nº 254/12, intitulado: “PREVALÊNCIA DE ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE EM CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO” apresentado pelo DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL.

•Inclusão do sub-projeto intitulado “ÍNDICE DA POSTURA DO PÉ (IPP-6): AVALIAÇÃO EM ADOLESCENTES SAUDÁVEIS”, que será Dissertação de Mestrado da aluna Barbarah Kelly Gonçalves de Carvalho

Pesquisador (a) Responsável: **Sílvia Maria Amado João**

CEP-FMUSP, 10 de Dezembro de 2014

Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

C. Ficha de Avaliação

Data da Avaliação: _____ **Código Sujeito:** _____

Nome _____ **Série** _____

Cidade: _____ **Nome da escola:** _____

Sexo () Masculino () Feminino **Raça** () Branca () Negra () Amarela () Outros

Data de Nascimento _____ **Idade** ____ **Data da menarca (se feminino)** _____

Presença de caracteres secundários masculinos () Sim () Não

Massa Corporal (kg) _____ **Estatura (m)** _____ **IMC (kg/m²)** _____

Participa da Educação Física da escola? () Sim () Não

Quantas vezes por semana? _____

Qual o horário de início e término da Educação Física? _____

Realiza atividade física além da Educação Física () Não () Sim. Qual? _____

Quantas vezes por semana? _____ Qual o horário de início e término da atividade? _____

Presença de patologias neuromusculares () Sim. Qual? _____ () Não

Presença de patologias ortopédicas () Sim. Qual? _____ () Não

Presença de patologias cardiorrespiratórias () Sim. Qual? _____ () Não

Dominância () Direita () Esquerda

FPI

	Pé Direito	Pé Esquerdo
1) Palpação da cabeça do tálus		
2) Curvas acima e abaixo do maléolo lateral		
3) Inversão e eversão do calcâneo		
4) Proeminência na região da articulação talonavicular		
5) Congruência do Arco Longitudinal Medial		
6) Abdu/adu do antepé no retropé		
Total		

D. Modelo M. 1: Modelo Inicial

$$y_{ij} = \alpha_0 + \delta_{i0} + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i} + \beta_7 x_{7i} + \beta_8 x_{8i} \\ + \beta_9 x_{9i} + \beta_{10} x_{10ij} + \beta_{11} x_{11i} + \beta_{12} x_{1i} x_{2i} + \beta_{13} x_{1i} x_{3i} + \beta_{23} x_{2i} x_{3i} \\ + \beta_{123} x_{1i} x_{2i} x_{3i} + e_{ij}$$

Em que:

$i = 1, \dots, 1400$ e $j = 1, 2$ (sendo 1 a avaliação do pé direito e 2 a avaliação do pé esquerdo)

y_{ij} : é o escore IPP-6 Total atribuído para o adolescente i na avaliação do pé j

α_0 : é o intercepto

δ_{i0} : é o intercepto aleatório referente à variabilidade dos adolescentes

β_1 : é o efeito atribuído à idade

β_2 : é o efeito atribuído ao gênero

β_3 : é o efeito atribuído ao IMC

β_4 : é efeito atribuído ao praticante apenas dos esportes categorizados como *EAPMI*

β_5 : é efeito atribuído ao praticante apenas dos esportes categorizados como *EAMIS*

β_6 : é efeito atribuído ao praticante apenas dos esportes categorizados como *ESMISA*

β_7 : é efeito atribuído ao praticante dos esportes categorizados conjuntamente como *EAPMI e EAMIS*

β_8 : é efeito atribuído ao praticante dos esportes categorizados conjuntamente como *EAPMI e ESMISA*

β_9 : é efeito atribuído ao praticante dos esportes categorizados conjuntamente como *EAMIS e EAMIS*

β_{10} : é o efeito atribuído ao pé

β_{11} : é o efeito atribuído à escoliose

β_{12} : é o efeito atribuído à interação da idade e o sexo

β_{13} : é o efeito atribuído à interação da idade e do IMC

β_{23} : é o efeito atribuído à interação do IMC e sexo

β_{123} : é o efeito atribuído à interação da idade, do sexo e do IMC

x_{1i} = idade observada do adolescente i .

$x_{2i} = 0$, se o adolescente i for do sexo feminino ou 1, se o adolescente i for do sexo masculino.

x_{3i} = IMC observado do adolescente i .

As variáveis x_{4i} , x_{5i} , x_{6i} , x_{7i} , x_{8i} e x_{9i} são referentes à prática esportiva

$x_{4i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado como *EAPMI*.

$x_{5i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado como *EAMIS*.

$x_{6i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado como *ESMISA*.

$x_{7i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado conjuntamente como *EAPMI e EAMIS*.

$x_{8i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado conjuntamente como *EAPMI E ESMISA*.

$x_{9i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado conjuntamente como *EAMIS E ESMISA*.

$x_{10ij} = 0$, se $j=1$ (pé direito) ou 1, se $j=2$ (pé esquerdo).

$x_{11i} = 0$, se o adolescente i não apresenta escoliose ou 1, se o adolescente i apresenta escoliose.

Supondo que os efeitos aleatórios são:

$$\begin{aligned} \delta_{i0} &\sim N(0, \tau^2) \\ e_{ij} &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned} \text{ , independentes}$$

Assim, a estrutura da matriz de covariância para as avaliações sob um mesmo indivíduo será dada por:

$$\text{var}(y_i) = \begin{pmatrix} \sigma^2 + \tau^2 & \tau^2 \\ \tau^2 & \sigma^2 + \tau^2 \end{pmatrix}$$

Modelo M.2: Modelo apenas com os efeitos principais

$$\begin{aligned} y_{ij} = & \alpha_0 + \delta_{i0} + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i} + \beta_7 x_{7i} + \beta_8 x_{8i} \\ & + \beta_9 x_{9i} + \beta_{10} x_{10ij} + \beta_{11} x_{11i} + e_{ij} \end{aligned}$$

Em que:

$i = 1, \dots, 1400$ e $j = 1, 2$ (sendo 1 a avaliação do pé direito e 2 a avaliação do pé esquerdo)

y_{ij} : é o escore IPP-6 Total atribuído para o adolescente i na avaliação do pé j

α_0 : é o intercepto

δ_{i0} : é o intercepto aleatório referente à variabilidade dos adolescentes

β_1 : é o efeito atribuído à idade

β_2 : é o efeito atribuído ao gênero

β_3 : é o efeito atribuído ao IMC

β_4 : é efeito atribuído ao praticante apenas dos esportes categorizados como *EAPMI*

β_5 : é efeito atribuído ao praticante apenas dos esportes categorizados como *EAMIS*

β_6 : é efeito atribuído ao praticante apenas dos esportes categorizados como *ESMISA*

β_7 : é efeito atribuído ao praticante dos esportes categorizados conjuntamente como *EAPMI e EAMIS*

β_8 : é efeito atribuído ao praticante dos esportes categorizados conjuntamente como *EAPMI e ESMISA*

β_9 : é efeito atribuído ao praticante dos esportes categorizados conjuntamente como *EAMIS e EAMIS*

β_{10} : é o efeito atribuído ao pé

β_{11} : é o efeito atribuído à escoliose

x_{1i} = idade observada do adolescente i .

$x_{2i} = 0$, se o adolescente i for do sexo feminino ou 1, se o adolescente i for do sexo masculino.

x_{3i} = IMC observado do adolescente i .

As variáveis x_{4i} , x_{5i} , x_{6i} , x_{7i} , x_{8i} e x_{9i} são referentes à prática esportiva

$x_{4i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado como *EAPMI*.

$x_{5i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado como *EAMIS*.

$x_{6i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado como *ESMISA*.

$x_{7i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado conjuntamente como *EAPMI e EAMIS*.

$x_{8i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado conjuntamente como *EAPMI E ESMISA*.

$x_{9i} = 0$, se o adolescente i for *não praticante de esporte* ou 1, se o adolescente i for classificado conjuntamente como *EAMIS E ESMISA*.

$x_{10ij} = 0$, se $j=1$ (pé direito) ou 1, se $j=2$ (pé esquerdo).

$x_{11i} = 0$, se o adolescente i não apresenta escoliose ou 1, se o adolescente i apresenta escoliose.

Supondo que os efeitos aleatórios são:

$$\begin{aligned} \delta_{i0} &\sim N(0, \tau^2) \\ e_{ij} &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned} \text{ , independentes}$$

Assim, a estrutura da matriz de covariância para as avaliações sob um mesmo indivíduo será dada por:

$$\text{var}(y_i) = \begin{pmatrix} \sigma^2 + \tau^2 & \tau^2 \\ \tau^2 & \sigma^2 + \tau^2 \end{pmatrix}$$

Modelo M.3: Modelo para os efeitos principais de idade, gênero, IMC, pé e escoliose

$$y_{ij} = \alpha_0 + \delta_{i0} + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_{10} x_{10ij} + \beta_{11} x_{11i} + e_{ij}$$

Em que:

$i = 1, \dots, 1400$ e $j = 1, 2$ (sendo 1 a avaliação do pé direito e 2 a avaliação do pé esquerdo)

y_{ij} : é o escore IPP-6 Total atribuído para o adolescente i na avaliação do pé j

α_0 : é o intercepto

δ_{i0} : é o intercepto aleatório referente à variabilidade dos adolescentes

β_1 : é o efeito atribuído à idade

β_2 : é o efeito atribuído ao gênero

β_3 : é o efeito atribuído ao IMC

β_{10} : é o efeito atribuído ao pé

β_{11} : é o efeito atribuído à escoliose

x_{1i} = idade observada do adolescente i .

$x_{2i} = 0$, se o adolescente i for do sexo feminino ou 1, se o adolescente i for do sexo masculino.

x_{3i} = IMC observado do adolescente i .

$x_{10ij} = 0$, se $j=1$ (pé direito) ou 1, se $j=2$ (pé esquerdo).

$x_{11i} = 0$, se o adolescente i não apresenta escoliose ou 1, se o adolescente i apresenta escoliose.

Supondo que os efeitos aleatórios são:

$$\begin{aligned} \delta_{i0} &\sim N(0, \tau^2) \\ e_{ij} &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned} \text{ , independentes}$$

Assim, a estrutura da matriz de covariância para as avaliações sob um mesmo indivíduo será dada por:

$$\text{var}(y_i) = \begin{pmatrix} \sigma^2 + \tau^2 & \tau^2 \\ \tau^2 & \sigma^2 + \tau^2 \end{pmatrix}$$

Modelo M.4: Modelo para os efeitos principais de gênero, IMC, pé e escoliose

$$y_{ij} = \alpha_0 + \delta_{i0} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_{10} x_{10ij} + \beta_{11} x_{11i} + e_{ij}$$

Em que:

$i = 1, \dots, 1400$ e $j = 1, 2$ (sendo 1 a avaliação do pé direito e 2 a avaliação do pé esquerdo)

y_{ij} : é o escore IPP-6 Total atribuído para o adolescente i na avaliação do pé j

α_0 : é o intercepto

δ_{i0} : é o intercepto aleatório referente à variabilidade dos adolescentes

β_2 : é o efeito atribuído ao gênero

β_3 : é o efeito atribuído ao IMC

β_{10} : é o efeito atribuído ao pé

β_{11} : é o efeito atribuído à escoliose

$x_{2i} = 0$, se o adolescente i for do sexo feminino ou 1, se o adolescente i for do sexo masculino.

x_{3i} = IMC observado do adolescente i .

$x_{10ij} = 0$, se $j=1$ (pé direito) ou 1, se $j=2$ (pé esquerdo).

$x_{11i} = 0$, se o adolescente i não apresenta escoliose ou 1, se o adolescente i apresenta escoliose.

Supondo que os efeitos aleatórios são:

$$\delta_{i0} \sim N(0, \tau^2) \\ e_{ij} \sim N(0, \sigma^2) , \text{ independentes}$$

Assim, a estrutura da matriz de covariância para as avaliações sob um mesmo indivíduo será dada por:

$$\text{var}(y_i) = \begin{pmatrix} \sigma^2 + \tau^2 & \tau^2 \\ \tau^2 & \sigma^2 + \tau^2 \end{pmatrix}$$

Modelo M.5: Modelo (final) para os efeitos principais de gênero, IMC e pé.

$$y_{ij} = \alpha_0 + \delta_{i0} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_{10} x_{10ij} + e_{ij}$$

Em que:

$i = 1, \dots, 1400$ e $j = 1, 2$ (sendo 1 a avaliação do pé direito e 2 a avaliação do pé esquerdo)

y_{ij} : é o escore IPP-6 Total atribuído para o adolescente i na avaliação do pé j

α_0 : é o intercepto

δ_{i0} : é o intercepto aleatório referente à variabilidade dos adolescentes

β_2 : é o efeito atribuído ao gênero

β_3 : é o efeito atribuído ao IMC

β_{10} : é o efeito atribuído ao pé

$x_{2i} = 0$, se o adolescente i for do sexo feminino ou 1, se o adolescente i for do sexo masculino.

x_{3i} = IMC observado do adolescente i .

$x_{10ij} = 0$, se $j=1$ (pé direito) ou 1, se $j=2$ (pé esquerdo).

Supondo que os efeitos aleatórios são:

$$\delta_{i0} \sim N(0, \tau^2) \\ e_{ij} \sim N(0, \sigma^2) , \text{ independentes}$$

Assim, a estrutura da matriz de covariância para as avaliações sob um mesmo indivíduo será dada por:

$$\text{var}(y_i) = \begin{pmatrix} \sigma^2 + \tau^2 & \tau^2 \\ \tau^2 & \sigma^2 + \tau^2 \end{pmatrix}$$

E. Tabelas de estimativas

Tabela A.1- Estimativas dos parâmetros do modelo considerando todas as variáveis e as interações as interações entre idade e gênero, idade e IMC e entre idade, IMC e gênero

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
Intercepto	0,70	4,40	0,16	0,87
Idade	0,25	0,36	0,68	0,50
Sexo Masculino	2,16	7,87	0,27	0,78
IMC	0,14	0,21	0,68	0,50
EAPMI	-0,03	0,24	-0,13	0,90
EAMIS	0,38	0,34	1,12	0,26
ESMISA	-0,15	0,22	-0,69	0,49
EAPMI e EAMIS	0,95	0,64	1,49	0,14
EAPMI e ESMISA	-1,32	0,82	-1,60	0,11
EAMIS e ESMISA	0,31	0,72	0,44	0,66
Pé Esquerdo	0,73	0,04	18,04	<0,001
Escoliose	1,19	0,62	1,92	0,05
Idade * Sexo Masculino	-0,01	0,64	-0,01	0,99
Idade * IMC	-0,02	0,02	-0,91	0,36
IMC * Sexo Masculino	-0,14	0,39	-0,36	0,72
Idade * IMC * Sexo Masculino	0,004	0,03	0,14	0,89
Efeitos Aleatórios				
Intercepto	6,05			
Resíduo	1,16			

Tabela A.2-Estimativas dos parâmetros do modelo considerando apenas os efeitos principais

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
Intercepto	4,77	0,74	6,44	<0,001
Idade	-0,04	0,06	-0,76	0,45
Sexo Masculino	0,36	0,17	1,92	0,05
IMC	-0,08	-0,02	-4,25	<0,001
EAPMI	-0,01	0,24	-0,03	0,97
EAMIS	0,38	0,34	1,14	0,25
ESMISA	-0,16	0,21	-0,74	0,46
EAPMI e EAMIS	0,92	0,63	1,45	0,15

continua

continuação

Tabela A.2-Estimativas dos parâmetros do modelo considerando apenas os efeitos principais

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
EAPMI e ESMISA	-1,24	0,83	-1,50	0,13
EAMIS e ESMISA	0,36	0,72	0,51	0,61
Pé Esquerdo	0,73	0,04	18,04	<0,001
Escoliose	1,18	0,62	1,91	0,06
Efeitos Aleatórios				
Intercepto	6,05			
Resíduo	1,16			

conclusão

Tabela A.3: Estimativas dos parâmetros do modelo M.3

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
Intercepto	4,84	0,74	6,53	<0,001
Idade	-0,05	0,06	-0,92	0,35
Sexo Masculino	0,31	0,15	2,14	0,03
IMC	-0,07	0,02	-4,11	<0,001
Pé Esquerdo	0,73	0,04	18,04	<0,001
Escoliose	1,21	0,62	1,96	0,05
Efeitos Aleatórios				
Intercepto	6,05			
Resíduo	1,16			

Tabela A.4- Estimativas dos parâmetros do modelo M.4

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
Intercepto	4,25	0,37	11,50	<0,001
Sexo Masculino	0,31	0,15	2,15	0,03
IMC	-0,08	0,02	-4,33	<0,001
Pé Esquerdo	0,73	0,04	18,04	<0,001
Escoliose	1,15	0,61	1,87	0,06
Efeitos Aleatórios				
Intercepto	6,05			

continua

Tabela A.4- Estimativas dos parâmetros do modelo M.4

continuação

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	Valor p
Resíduo	1,16			

conclusão

F. Figuras dos resíduos condicionais

Figura F.1- Resíduos Condicionais do modelo final

Figura F.2- Histograma dos resíduos condicionais

G. Manuscrito 1- Submetido para a revista Foot and Ankle International

JFAR-D-16-00077 \

THE INFLUENCE OF GENDER AND BODY MASS ON FOOT POSTURE AT
DIFFERENT AGES DURING ADOLESCENCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY

Barbarah Kelly Gonçalves de Carvalho, MS; Patrícia Jundi Penha, Doctor; Nárima
Livia Jundi Penha, bachelor; Rodrigo Mantelatto Andrade, Master; Ana Paula Ribeiro,
Doctor; Sílvia Maria Amado João, Doctor

Journal of Foot and Ankle Research

Dear Mrs. Gonçalves de Carvalho,

Thank you for submitting your manuscript 'THE INFLUENCE OF GENDER AND
BODY MASS ON FOOT POSTURE AT DIFFERENT AGES DURING
ADOLESCENCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY' to Journal of Foot and Ankle
Research.

The submission id is: JFAR-D-16-00077

Please refer to this number in any future correspondence

During the review process, you can keep track of the status of your manuscript by
accessing the following website:

<http://jfar.edmgr.com/>

If you have forgotten your username or password please use the "Send Login Details"
link to get your login information. For security reasons, your password will be reset.

Best wishes,

Editorial Office

Journal of Foot and Ankle Research

<http://www.jfootankleres.com/>

H. Manuscripto

“The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10- to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: A cross-sectional study”

Barbarah Kelly Gonçalves de Carvalho^{a,*}, Patrícia Jundi Penha^{a,b}, Nárima Lívia Jundi Penha^c,
Rodrigo Mantelatto Andrade^{a,b}, Ana Paula Ribeiro^{a,d}, Sílvia Maria Amado João^a

^a Faculty of Medicine, University of São Paulo, Department of Physical Therapy, Speech and Occupational Therapy, Musculoskeletal Evaluation Laboratory, University of São Paulo, São Paulo, Brazil.

^b Faculty of Human Sciences and Health, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Department of Physical Therapy, São Paulo, Brazil.

^c Investigator in the Musculoskeletal Evaluation Laboratory, Department of Physical Therapy, Speech and Occupational Therapy, University of São Paulo, São Paulo, Brazil.

^d Faculty of Medicine, University of Santo Amaro, Department of Physical Therapy, São Paulo, Brazil.

* Corresponding author: Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, CEP: 05360-160, São Paulo-SP/Brasil.

E-mail address: bkgcarvalho@usp.br (B.K.G. Carvalho*), ft.patriciapenha@gmail.com (P.J. Penha), narimapenha@hotmail.com (N.L.J. Penha), rodrigomantelatto@hotmail.com (R.M. Andrade), apribeiro@usp.br (A.P. Ribeiro), smaj@usp.br (S.M.A. João).

Abstract

Background: Adolescence is marked by changes to the body, including the feet. The Foot Posture Index (FPI-6) stands out from other foot type classification methods as valid, reliable, and multidimensional. However, the current literature differs according to age group, with little consolidation of normative data in school children, largely due to the influence of such factors as sex, age and body mass index (BMI). Thus, this study assesses foot posture in adolescents according to age, sex and BMI. **Methods:** The study evaluated 1.394 adolescents from Amparo and Pedreira regions in São Paulo, Brazil. Subjects were positioned barefoot on a wooden base and each foot was assessed by FPI-6 criteria. Each criterion was scored on a scale of -2 to +2, negative for supinated and positive for pronated posture. Initially the data were assessed for normality using the Shapiro-Wilk test and descriptive statistics were calculated. To investigate and compare the scores of FPI-6 with regards to age and body mass index, analysis of variance (ANOVA) was used, followed by post hoc Tukey. To compare the FPI-6 with regard to gender, an independent student *t test* was used. All data were analyzed using SPSS version 21.0 and the 5% significance level. **Results:** Boys had higher scores than girls ($p = 0.037$) for the right foot, and the group with normal BMI values scored higher than the obese group ($p = 0.001$). For the left foot, 11- and 13-year-olds differed ($p = 0.024$) with respect to age in general. The overweight and obese group scored lower than the normal BMI group ($p=0.039$; $p= 0.001$, respectively). **Conclusions:** Overall, the feet in this study were classified as normal, with a tendency to pronation, particularly in boys. There were differences between the 11 and 13 year groups and, with regard to BMI, there were higher scores for the group with normal BMI. Therefore, a higher BMI in adolescence is not indicative of a pronated foot type.

Keywords: posture, evaluation, feet, adolescent.

1. Introduction

The arthrokinematic characteristics of foot misalignment compromises the foot's static and dynamic nature and its capacity to sustain body weight and distribute plantar pressure [1]. The poor posture of the foot and its misalignment increases the risk of injury to the lower limbs, including medial tibial stress syndrome [2–4], patellofemoral pain [5] and ankle/foot injuries due to overuse [6], which arises from tension forces exerted by excessive movement. Kotari [7] shows that children with flat feet, for example, are more susceptible to both the emergence of pain and discomfort in the ankle and knee.

Postural changes in the feet can cause pain and discomfort in specific areas of the foot (e.g. forefoot, midfoot, and rearfoot) that, over time, can cause injuries due to changes in the force and pressure on the sole of the foot, resulting in areas of overloads. A lower MLA, or pronated foot, features a medial overload of the foot, which can lead to the transfer of large forces to proximal areas, such as the knee, hip and lumbosacral spine [8]. The increased MLA in the supinated foot leads to larger lateral plantar overloads, which can induce subtalar joint stiffness and therefore place a higher burden on the regions of the forefoot and hindfoot [9, 10].

With regard to changes in plantar support and possible susceptibility to the development of lesions [4] (e.g. medial tibial stress syndrome, patellofemoral pain, bone stress reactions), the foot has been the object of many studies [1, 6, 7, 8, 11] covering the period from childhood into adolescence. It has been noted that during the musculoskeletal maturation process, the female foot grows rapidly in the first two years after birth, and then at a uniform rate up to the age of twelve. In contrast, there is a growth surge in male feet in the period between 12 and 15 years of age [12].

Furthermore, with regard to the growth phase, another study has found differences in the morphology of the foot between the sexes at ages seven, nine, eleven, fourteen and fifteen years, in which boys had increased rates of lower MLA's when compared with girls of the same age group [13]. Most of these changes, and the influence of age and gender, are explained by

the increase in body mass index (BMI), an intrinsic factor that apparently results in the lowering of the MLA [14].

One way to check the influence of intrinsic risk factors is through the assessment of foot type through the MLA. To evaluate foot posture, both direct and indirect methodologies are used. The indirect form most used from the clinical perspective is performed by taking a footprint on a paper sheet. However, it is important to note that this form of evaluation considers only the midfoot and does not provide information about the positions of the rearfoot and the forefoot. Another approach to evaluating standing foot posture is offered by the FPI-6 [6, 15–17]. This methodology is valid, reliable, multidimensional, and easily accessible for health professionals in a clinical context. Furthermore, its use does not require sophisticated equipment. In addition, the multidimensionality of this approach allows the evaluation of the hindfoot, the midfoot and the forefoot in all planes of motion [15].

However, despite being a valid and reliable tool, there are as yet no studies that include descriptive and normative FPI-6 data for adolescents. Only one study [18] has investigated this population from age three to seventeen as part of a study of normative values for the adult population. The study noted that adolescents had more pronated feet than adults. However, the authors did not extrapolate the results separately for the different age groups as they were analyzing a particularly wide range of growth. One of the issues highlighted in the literature is the difference in children's foot posture (from 3 to 9 years of age) and in adolescents (from 10 to 19 years of age) [12, 19]. It is therefore important to analyze the data according to the age group of the subjects.

Identifying the parameters that affect the normal development of the foot during adolescence facilitates the development of an understanding of important risk factors related to any misalignment of the feet, as well as of other dysfunctions (e.g. musculoskeletal disorders, such as sprains or patellofemoral pains) or foot injuries. In addition, an understanding of foot posture in adolescents according to FPI-6 criteria may yield values for reference about the anthropometric characteristics of the feet. Knowledge of these parameters will support more

accurate therapy treatments for the rehabilitation of foot anthropometric changes, such as pronation and supination.

Thus, the primary aim of this study was to characterize foot posture in school children aged 10 to 14 years, and the secondary objective was to investigate the influences of age, gender and BMI on foot posture. The main hypothesis of this study is that differences will be observed in the FPI-6 values, depending on age, gender, and BMI, and the highest score of FPI-6 will occur in male adolescents with a high BMI and younger age, because some studies in the literature [13,14] that used different methodologies have demonstrated that the pronated foot is more prevalent under these conditions.

2. Methods

2.1 Location and population study

This is a descriptive cross-sectional study with a convenience sample. Data were collected in public schools, between 2013 and 2014, administered by the School Board of Mogi Mirim—Amparo and Pedreira—in São Paulo, Brazil. The study was approved by the Ethics Committee of the Medical School of the University of São Paulo (protocol number 254/12).

Before conducting the evaluation, examiners traveled to the schools and presented the study to the principals, teachers and students. Next, informed consent forms were distributed to the adolescents, who delivered them to their parents. On another day, the informed consent forms, which had been signed by both the parents and the children, were collected, and the adolescents were evaluated in an isolated room in the school.

Anthropometric data such as height, weight and BMI were collected. For BMI classification the Cole index was used [20,21].

The inclusion criteria was adolescents were between 10 and 14 years of age with the informed consent signed by parents and participant. Exclusion criteria included the presence of congenital or acquired deformities on the foot and, leg length discrepancy of more than or equal to 1.5 cm and neurological diseases.

2.2 Calculation of the sample size

The sample-size calculation assumed a linear regression. Previously-collected data (researchers' database) were used to estimate the variance of the response (FPI-6 score) with an estimated value equal to 2.67

A factorial design based on age, gender and BMI was used as a reference for the information, which aimed to detect a mean difference of 1 in the mean scores of the subpopulations in this study (i.e. gender, age and BMI). The possibilities of two types of error were controlled for: type I (rejecting that the population means these groups are the same) and type II (accepting that the average population of these groups are the same). The type II error probability was defined as power. A number of combinations were used to obtain the following sample size: 95% power with a type I error probability of 5% resulting in 1364 subjects.

2.3 Foot posture index (FPI) measurements

A total of 1394 subjects from 10 to 14 years of age participated voluntarily in the study (921 girls and 473 boys), with a total of 2788 feet. The females were more interested in the study, for this reason there was discrepancy between gender groups.

Each adolescent was instructed to stand barefoot on a wooden base 19 cm high, 37 cm wide, and 44 cm long. The base had a line 10 cm from its rear edge for positioning the calcaneus, and another line that divided it into two equal parts and which intersected with a third line, forming an angle of 45 degrees. A rectangle of ethyl vinyl acetate (EVA) 7.5 cm x 20 cm was positioned in the middle of the central line to allow standardization of the distance between the feet (Figure 1).

All subjects were instructed to position the upper limbs along the trunk with eyes directed forward, without any movement such as inclinations and rotations that could interfere with the measurement. FPI-6 criteria were used to quantify foot posture. This form of evaluation has six anatomical criteria as previously outlined by Redmond and colleagues [15], each of

which were graded from 0 (neutral), to +1 or +2 (pronated) and -1 or -2 (supinated). The FPI-6 assessment was conducted by two previously trained physical therapists.

Intra- rater reliability was tested in 248 adolescents with a seven-day interval. Inter-rater reliability was tested in 280 subjects on different days, according to the logistics of research.

Scores for each item were added up. A total score of 0 to +5 ranks as normal, +6 to +9 as pronated, 10+ as highly pronated, -1 to -4 as supinated, and -5 to -12 as highly supinated. The final score is a number between -12 and +12 (highly supinated and highly pronated, respectively) [15].

2.5 Statistical analysis

Initially the data were assessed for normality using the Shapiro-Wilk test. Descriptive statistics (mean and standard deviation) were calculated.

To investigate and compare the scores of FPI-6 scores with regards to age and BMI, analysis of variance (ANOVA) was used followed by post hoc Tukey. To compare the FPI-6 items with regard to gender, an independent student *t test* was used. All data were analyzed using SPSS version 21.0 and the 5% significance level [22].

Intra and inter-rater reliability was based on Cohen's Kappa coefficient and classified as previously described [23].

3. Results

Intra-rater reliability was classified as substantial (Kappa = 0.62) and inter-rater reliability was classified as moderate (Kappa = 0.52) [23].

The two cities had essentially the same level of human development; thus, all studied adolescents had similar environmental and socio-economic conditions and came from urban areas. The anthropometric characteristics of the groups (female and male) were similar (table 1), with a median height of 1.55 ± 0.84 cm for females and 1.56 ± 0.12 cm for males ($p = 0.234$), and a median weight of 50.21 ± 12.53 kg for females and 49.29 ± 13.64 kg for males ($p = 0.207$).

However, there was a difference in the BMI of the adolescents, with females showing a higher rate at $20.46 \pm 4.03 \text{ kg/m}^2$ when compared with males at $19.81 \pm 3.76 \text{ kg/m}^2$ ($p = 0.04$).

When comparing FPI-6 scores according to gender (Table 2), it can be observed that the right foot in males has a higher tendency to pronate compared to the female foot (3.09 ± 2.81 versus 2.69 ± 2.61 , respectively: $p = 0.037$).

With regard to age (Table 3), there were differences between the 11-year and 13-year age groups for the left foot only ($p = 0.024$), with 11-year-old adolescents achieving higher scores (4.16 ± 2.63 versus 3.27 ± 2.79). When compared by age and gender (Table 4), there were no differences between the male and female groups.

With regards to BMI categories (Table 5), there was a difference in the right foot ($p = 0.001$) in the groups normal and obese. This was also the case for normal and overweight groups ($p = 0.039$) and normal and obese in the left foot ($p = 0.001$).

Tables 1-5

4. Discussion

This study presents the descriptive and normative values of FPI-6 criteria in a population of adolescents aged between 10 and 14 years. Overall, the feet in this study were classified as normal, with some degree of pronation, with the boys showing higher scores than girls. Differences were also observed between the 11-year and 13-year age groups, and with BMI. The group classified as having normal weights had higher FPI-6 scores than other BMI groups, indicating a tendency towards pronation. Thus, our hypotheses were only partially confirmed. Although differences were apparent between gender, age, and BMI groups, the highest scores for FPI-6 (a greater tendency toward pronated feet) were not necessarily experienced by younger adolescents or by adolescents with higher body mass.

The total FPI-6 score in the female group averaged 2.69 ± 2.61 for the right foot and 3.47 ± 2.72 for the left foot. In males, the average was 3.09 ± 2.81 and 3.76 ± 2.80 for right and left feet, respectively. Redmond et al. [18], when evaluating subjects from 3 to 17 years of age, obtained results similar to ours with average values of 3.7 ± 2.5 in the evaluation of a single member. Another study [24], developed in children (6-12 years-old) with similar objectives to those of the present study also found that the scores of FPI-6 were slightly higher in boys than in girls, with values of 3.93 ± 2.99 versus 3.61 ± 2.86 for right foot and 4.00 ± 2.96 and 3.74 ± 2.87 for the left foot. However, direct comparison of the results is hindered by the fact that these authors analyzed a different age range. Foot posture is known to differ during the period of growth and maturation [25]; that is, children's feet differ from those of adolescents. Therefore, the two groups should not be compared. In this context, we emphasize the differential of this study, which evaluated only the period of adolescence. It is known that foot posture differs during the period of growth and maturation [25], that is, children's feet are different from those of adolescents. As a result, the two groups should not be compared. In this context, we emphasize the differential of this study, which evaluated only the period of adolescence.

Differences were observed between the sexes, with boys more likely to have a pronated foot posture. Research in children and adolescents with different methodologies corroborates this finding [11, 13, 26]. A possible explanation is that boys require more time for resorption of the fat pad along the MLA. As a result, males' feet reach maturity later than girls. This may have contributed to the fact that these adolescents had a postural adjustment mechanism that was more pronated both in static and dynamic form [13, 26]. However, this mechanism may have disappeared by adulthood. In the studies of Redmond et al. [18] and Sanchez-Rodriguez et al. [27] no significant differences in FPI-6 scores were found between the sexes.

Another important point observed in this study was the difference in left foot posture between the 11-year and 13-year age groups. It is known that there is an asymmetry in the human body, such that the left foot is more related to the bearing function, while the right foot is more related to the propulsion of the body during locomotion [28]. In this sense, because postural assessments occur when a subject is in a static posture, the support foot is likely to take on more pronated features due to the increased weight-bearing function. However, this is only a theory, since it cannot be confirmed from our results. Furthermore, it has been noted that foot posture varies from childhood to adolescence, stabilizing at around 15 years [12]. It is likely that this difference is inherent in the development and maturation of the musculoskeletal system. In addition, it is important to emphasize the ability of the FPI-6 criteria to detect postural differences between age groups, as observed previously [18].

The relationship between high BMI and a pronated foot is not in agreement with the literature [14, 29, 30, 31]. Evans and Karimi [30] studied the relationship between foot posture and BMI in 728 subjects from 3 to 15 years of age and found no association between increased BMI and a pronated foot. Another study, which used the FPI-6 criteria in 140 volunteers aged seven to ten years of age, found that the heavier children had fewer pronated feet [31]. Adult data supports this finding with no correlation between foot posture and BMI [18, 27]. On the other hand, some authors argue that subjects with a higher BMI present a greater degree of

pronated and wider feet [14]. This may affect the calculation of the indices and subsequent classification, particularly in methodologies that take the footprint into account.

In comparing BMI categories, there was a significant difference for the right foot between obese and normal groups. For the left foot, this was true for normal, overweight and obese groups. Interestingly, the subjects of this sample with higher BMI did not show the most pronated foot type and the foot becomes less pronated with increasing BMI, as observed by Gijon-Nogueron in children (6-12 years-old) [32]. A possible reason for this finding is that, due to excess body weight, these adolescents have probably adopted an adaptive postural mechanism to improve and/or maintain balance. It has been shown in the literature that high BMI and poor foot posture are associated with a balance deficit [33, 34, 35].

It is necessary to emphasize the importance of understanding the postural changes to the foot during adolescence. At this age, preventive rehabilitation can be carried out, preventing functional impairments in adulthood. About 23% of adults have pronated feet [36]. In addition, it is important to provide a reference standard that can assist in the design of what is or is not to be expected in particular age groups, with regard to gender and BMI, thus facilitating clinical approaches, that is, treat or not treat a pronated/supinated child's foot, for example.

Our study shows the FPI is a good outcome measure for foot posture in adolescents, because the intra-rater reliability was considered to be substantial and inter-rater reliability was considered to be moderate. Other authors have presented similar results; for example, Morrison et al. [17] found an excellent inter-rater reliability ($\kappa = 0.86$) for their study of 30 subjects between 5 and 16 years old, and Evans et al. [37] found a good intra-rater reliability ($ICC = 0.93-0.94$) and inter-examiner reliability ($ICC = 0.79$) for their study of 30 healthy subjects between 7 and 15 years old.

In summary, the major contribution of this study is to describe and characterize the foot types using FPI-6 criteria in a population of adolescents aged between 10 and 14 years and to compare this with intrinsic factors such as age, gender and BMI. In addition, an understanding of foot posture in adolescents according to FPI-6 criteria may yield values for reference

concerning the anthropometric characteristics of the feet. We hope that the FPI-6 will serve as a basic instrument to detect postural changes, provide more accurate diagnoses, and support possible treatments for adolescents.

A number of limitations must be acknowledged, including discrepancies in the sample sizes with respect to sex and BMI classifications, which made more direct and specific discussions about changes in foot posture challenging. In addition, the study was designed using a convenience sample, making it difficult to extrapolate the data; however, we believe that the data can be extrapolated to populations with similar characteristics: that is, adolescents in urban areas and public schools with similar levels of human development. For future research, we suggest studies verifying the changes that occur in the foot over time during adolescence to determine how the foot posture can change during this period of life and, thus, verify that, at this stage, children are more likely to have musculoskeletal disorders due to their foot posture.

5. Conclusion

The feet of most adolescents in this study were classified as normal with only some degree of pronation, particularly for the boys. For the left foot, there were differences between the 11- and 13-year-old age groups, with the 11-year-old group presenting greater tendencies toward pronated feet when comparing posture with age. In addition, adolescents with normal weights had higher FPI-6 scores than adolescents from the other BMI groups (i.e. underweight, overweight and obese). This suggests that increased BMI does not result in a prone foot posture. The data from this study contribute to the current literature by reporting normative FPI-6 values for the school children population.

List of abbreviations

FPI-6- Foot Posture Index

BMI- Body Mass Index

MLA- Medial longitudinal arch

EVA- Ethyl vinyl acetate

ANOVA- Analysis of variance

R- Right

L- Left

SD- standard deviation

6. Declarations

- Ethics approval and consent to participate: The study was approved by the Ethics Committee of the Medical School of the University of São Paulo (protocol number 254/12).
- Consent for publication: Not applicable.
- Availability of data and material: Not applicable.
- Competing interests: The authors declare that they have no competing interests.
- Funding: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP process 2013/25774-9) and CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)- financial support.
- Authors' contributions: PJP- helped in the conception, design of the study and acquisition of data; NLJP- helped in acquisition of data, RMA- helped in acquisition of data; APR- helped in the analysis and interpretation of data, drafting the article and revising critically for final approval of the version to be submitted; SMAJ- helped in the conception, design of the study, analysis and interpretation of data, drafting the article and revising critically for final approval of the version to be submitted.
- Acknowledgements: The authors are grateful to the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP process 2013/25774-9) and CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)- financial support for its financial support.
- Authors' information (optional): Not applicable.

8. References

- [1] Chang HW, Chieh HF, Lin CJ, Su FC, Tsai MJ. The relationships between foot arch volumes and dynamic plantar pressure during midstance of walking in preschool children. *PLoS One*. 2014; 9(4):e94535.
- [2] Moen MH, Bongers T, Bakker EW, Zimmerman WO, Weir A, Tol JL, Backx FJG: Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci Sports* 2012, 22(1): 34–39.
- [3] Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *Am J Sports Med*. 2004; 32(3):772–80.
- [4] Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2014; 7(1): 55.
- [5] Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010; 40(5): 286–96.
- [6] Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*. 2007, 10(5): 311–319.
- [7] Kothari A, Dixon PC, Stebbins J, Zavatsky AB, Theologis T. Are flexible flat feet associated with proximal joint problems in children? *Gait & Posture*. 2016, 45: 204–10.
- [8] Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric Flexible Flatfoot; Clinical Aspects and Algorithmic Approach. *Iran J Pediatr* 2013; 23(3): 247–260.
- [9] Teyhen DS, Stoltenberg BE, Eckard TG, Doyle PM, Boland DM, Feldtmann JJ et al. Static foot posture associated with dynamic plantar pressure parameters. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011; 41(2):100–7.

- [10] Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Escamilla-Martínez E, Pedrera-Zamorano JD. Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? *Gait & Posture* 2012; 36(3): 591–5.
- [11] Pauk J, Ezerskiy V, Raso JV, Rogalski M. Epidemiologic factors affecting plantar arch development in children with flat feet. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2012;102 (2):114–21.
- [12] Volpon JB. Footprint Analysis During the Growth Period. *J Pediatr Orthop.* 1994; 14(1): 83–85.
- [13] Stavlas P, Grivas TB, Michas C, Vasiliadis E, Polyzois V. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. *J Foot Ankle Surg.* 2005; 44(6):424–8.
- [14] Mickle KJ, Steele JR, Munro JB. The feet of overweight and obese young children: are they flat or fat? *Obesity.* 2006; 14 (1): 1949–1953.
- [15] Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech* 2006, 21(1): 89–98.
- [16] Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88(1):88–93.
- [17] Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res.* 2009, 2:26.
- [18] Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008, 1:6.
- [19] WHO, World Health Organization. Young People's Health—A Challenge for Society. Report of a WHO Study Group on Young People and Health for All. Technical Report Series 731. Geneva: WHO, 1986.
- [20] Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320 (6): 1240-1246.

- [21] Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335: 194-201.
- [22] Field Andy. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 4 ed. pag. 915, 2013.
- [23] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159–174.
- [24] Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res*. 2012; 5(1):1.
- [25] Müller S, Carlsohn A, Müller J, Baur H, Mayer F. Static and dynamic foot characteristics in children aged 1–13 years: a cross-sectional study. *Gait & Posture*. 2012; 35(3):389–94.
- [26] Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *J Pediatr Orthop*. 2008; 28(5):593–6.
- [27] Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Martínez EE, Martín BG, Quintana RM, Zamorano JDP. The Foot Posture Index: Anthropometric Determinants and Influence of Sex. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2013; 103 (5):400–4.
- [28] Riskowski JL, Hagedorn TJ, Dufour AB, Hannan MT. Functional foot symmetry and its relation to lower extremity physical performance in older adults: the Framingham Foot Study. *J Biomech*. 2012; 45(10):1796-802.
- [29] Jiménez-Ormeño E, Aguado X, Delgado-Abellán L, Mecerreyes L, Alegre LM. Foot morphology in normal-weight, overweight, and obese schoolchildren. *Eur J Pediatr*. 2013; 172(5):645–52.
- [30] Evans AM, Karimi L. The relationship between paediatric foot posture and body mass index: do heavier children really have flatter feet? *J Foot Ankle Res*. 2015; 8:46.
- [31] Evans AM. The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7–10 years. *J Foot Ankle Res*. 2011; 4(1): 12.
- [32] Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on dynamic postural stability. *J Athl Train*. 2005; 40(1):41–46.

- [33] Tsai LC, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36(12):942–53.
- [34] Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2001; 9(2):126–36.
- [35] Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. *J Child Orthop.* 2010; 4(2):107–21.

9. Figure legend

Figure 1- Foot posiotining

Tables

Table 1. Mean, standard deviation and p- value of the comparison of anthropometric data in adolescents for sex.

Anthropometrics	Female (66%)	Male (34%)	p-value
	Mean±SD	Mean±SD	
Height (m)	1,55±0,84	1,56±0,12	0,234
Weight (kg)	50,21±12,53	49,29±13,64	0,207
BMI (kg/m ²)	20,46±4,03	19,81±3,76	0,004*

*Independent student t test: significant difference between groups ($p<0.05$). SD: standard deviation.

Table 2. Mean, standard deviation and p-value of the foot posture index (FPI-6) comparison between gender.

FPI	Side	Female (66%)	Male (34%)	p-value
		Mean±SD (CI)	Mean±SD	
Total score	R	2.69±2.61(4.57; 0.65)	3.09±2.81(4.77; 0.85)	0.037*
	L	3.47±2.72(4.68; 0.76)	3.76±2.80(4.76; 0.84)	0.067

* Independent student t test: significant difference between groups ($p<0.05$). Side R: right and L: left. SD: standard deviation.

Table 3. Mean, standard deviation and p-value of the FPI-6 comparison in adolescents with different age groups (10 to 14 years).

FPI-6	Side	10 years 8%	11 years 22%	12 years 26%	13 years 25%	14 years 19%	p-value
		Mean±SD (CI)	Mean±SD (CI)	Mean±SD (CI)	Mean±SD (CI)	Mean±SD (CI)	
Total score	R	2.74±2.22 (4.18; 0.26)	3.91±2.63 (4.59; 0.67)	3.01±2.77 (4.73; 0.81)	2.58±2.79 (4.75; 0.83)	2.91±2.88 (4.84; 0.92)	0.141
	L	3.65±2.38 (4.34; 0.42)	4.16±2.63 (4.59; 0.67)	3.61±2.78 (4.74; 0.82)	3.27±2.79 (4.75; 0.83)	3.51±2.97 (4.93; 1,01)	0.024^{11-13*}

*ANOVAs – post-hoc Tukey: significant difference between groups ($p<0.05$). Side R: right and L: left. SD: standard deviation.

Table 4. Mean, standard deviation and p-value of the FPI-6 comparison among adolescent females and males with different age groups (10 to 14 years).

Female							
FPI-6	Side	10 years 8% Mean±SD (CI)	11 years 22% Mean±SD (CI)	12 years 25% Mean±SD (CI)	13 years 24% Mean±SD (CI)	14 years 19% Mean±SD (CI)	p-value
Total score	R	2.55±2.88 (4.84; 0.92)	4.25±2.54 (4.50; 0.58)	2.75±2.56 (4.71;0.60)	2.39±2.69 (4.65;0.73)	2.77±2.78 (4.74;0.82)	0.241
	L	3.63±2.56 (4.52; 0.60)	4.12±2.61 (4.57; 0.65)	3.49±2.43 (4.39;0.47)	3.15±2.69 (4.65;0.73)	3.34±2.91 (4.87;0.95)	0.107
Male							
FPI-6	Side	10 years 9% Mean±SD (CI)	11 years 21% Mean±SD (CI)	12 years 27% Mean±SD (CI)	13 years 23% Mean±SD (CI)	14 years 17% Mean±SD (CI)	p-value
Total score	R	3.06±2.12 (4.08;0.16)	3.37±2.73 (4.69; 0.77)	2.93±2.89 (4.85;0.93)	2.97±2.99 (4.95;1.03)	3.20±3.08 (5.04;1.12)	0.793
	L	3.67±2.06 (4.02;0.10)	2.73±2.73 (4.69; 0.77)	3.61±2.79 (4.75;0.83)	3.55±2.97 (4.93;1.01)	3.88±3.08 (5.04;1.12)	0.559

*ANOVAs – post-hoc Tukey: significant difference between groups ($p<0.05$). Side R: right and L: left. SD: standard deviation.

Table 5. Mean, standard deviation and p-value of the FPI-6 comparison between the different body mass index (BMI) values (underweight, normal, overweight, and obese) in adolescents.

FPI-6	Side	0- Underweight 8% Mean±SD (CI)	1-Normal 61% Mean±SD (CI)	2- Overweight 22% Mean±SD (CI)	3-Obese 7% Mean±SD (CI)	p-value
Total score	R	2,83±2,8 (4.76; 0.84)	2,98±2,6 (4.56; 0.64)	2,69±2,6 (4.56; 0.64)	1,96±2,9 (4.86; 0.94)	0,001 ^{1-3*}
	L	3,43±2,8 (4.76; 0.84)	3,80±2,7 (4.66; 0.74)	3,34±2,6 (4.56; 0.64)	2,60±2,9 (4.86; 0.94)	0,039 ^{1-2*} 0,001 ^{1-3*}

* ANOVAs – post hoc Tukey: significant difference between groups ($p<0.05$). Side R: right and L: left. SD: standard deviation.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kapandji IA. *Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana*. 6ª ed. Guanabara Koogan, 1990.
2. Neumann D. *Cinésioologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para a reabilitação física*. 1ª ed. Guanabara Koogan, 2006.
3. Sant'Anna F, Neves MC. Deformidades do Pé – conceitos básicos e orientações para Médico de Família. *Rev Port Clin Geral* 2009; 25(4): 458-63.
4. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop*. 1994; 14(1): 83-85.
5. Secretaria da Saúde. *Manual de atenção à saúde do adolescente. Coordenação de Desenvolvimento de Programas e Políticas de Saúde-CODEPPS*. São Paulo: SMS, 2006.
6. Penha PJ, Onodera AN, Sacco ICN, João SMA. Correlação entre postura de tornozelo e impressão plantar de crianças de 7 e 8 anos. *In Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica*; 2007, São Pedro SP: 683-88.
7. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric flexible flatfoot: clinical aspects and algorithmic approach. *Iran J Pediatr* 2013; 23(3): 247-260.
8. Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. *J Child Orthop* 2010; 4(2): 107-21.
9. Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, Kravitz SR, Mendelson SA, Medicino RW et al. Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *J Foot Ankle Surg* 2004; 43(6):341-73.
10. Minghelli B, Marreiros N, Valente F, Ribeiro T, Andrez T, Varela E et al. Desenvolvimento do arco plantar na infância e adolescência: Análise plantar em escolas públicas [periódico on line]. *Saúde & Tecnologia* 5: 5-11, 2011 [citado 28 mar. 2014]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/154>.
11. Paterson KL, Clark RA, Mullins A, Bryant AL, Mentiplay BF. Predicting dynamic foot function from static foot posture: comparison between visual assessment, motion analysis, and a commercially available depth camera. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015; 45(10):789-98.

12. Norkin CC, Levangie PK. *Joint structure and function*. F.A. Davis: Philadelphia, PA, 1983.
13. Cavanagh PR, Rodgers MM: The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech* 1987, 20(5):547–551.
14. Davids JR, Gibson TW, Pugh LI. Quantitative segmental analysis of weight-bearing radiographs of the foot and ankle for children: normal alignment. *J Pediatr Orthop*. 2005; 25(6):769-76.
15. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture* 2002; 15 (3): 282–291.
16. Souza PS, João SMA, Sacco ICN. Caracterização do arco plantar longitudinal de crianças obesas por meio de índices da impressão plantar. *Rev Bras Crescimento Desenvol Hum* 2007; 17(1):76-83.
17. Hawes M, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprints as measure of arch height. *Foot Ankle* 1992; 13(1):22-6.
18. McPoil TG, Cornwall MW. Use of plantar contact area to predict medial longitudinal arch height during walking. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2006; 96(6):489-94.
19. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech* 2006, 21(1): 89–98.
20. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res*. 2012, 5(1).
21. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88(1):88-93.
22. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res*. 2009, 2:26.
23. Sánchez-Rodríguez R; Martínez-Nova A; Escamilla-Martínez E; Pedrera-Zamorano JD. Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? *Gait Posture* 2012; 36(3): 591-5.
24. Barton CJ, Levinger P, Crossley KM, Webster KE, Menz HB. Relationships between the foot posture index and foot kinematics during gait in individuals

- with and without patellofemoral pain syndrome. *J Foot Ankle Res.* 2011; 14;4:10.
25. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport.* 2007, 10(5): 311-319.
 26. Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *Am J Sports Med.* 2004, 32(3): 772-780.
 27. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S. The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy* 2009; 95(3): 164-9.
 28. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008, 1:6.
 29. Rokkedal-Lausch T, Lykke M, Hansen MS, Nielsen RO. Normative values for the foot posture index between right and left foot: A descriptive study. *Gait Posture* 2013, 38(4): 843-6.
 30. Müller S, Carlsohn A, Müller J, Baur H, Mayer F. Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years: a cross-sectional study. *Gait Posture* 2012; 35(3): 389-94.
 31. Tong JW, Kong PW. Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(10): 700-714.
 32. Corrêa AL, Pereira JS. Correlação entre a redução dos arcos plantares e as alterações da marcha, equilíbrio e postura em escolares. *R. bras. Ci e Mov.* 2005; 13(4): 47-54.
 33. Dutton M. *Fisioterapia Ortopédica: Exame, Avaliação e Intervenção.* 2ª ed. Artmed, 2010.
 34. Nurzynska D, Meglio F, Castaldo C, Latino F, Romano V, Miraglia R, Guerra G et al. Flatfoot in children: anatomy of decision making. *IJAE* 2012, 117(2): 98-106.
 35. Tiberio D. Pathomechanics of structural foot deformities. *Phys Ther.* 1988; 68(12): 1840-1849.

36. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *JOSPT* 1991, 14 (2): 70-74.
37. Cowan DH, Jones BH, Robinson JR. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med* 1993; 2(7):773-7.
38. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: Reliability and validity. *Phys Ther* 2000; 80(9):864-71.
39. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35 (8):479-486.
40. McPoil TG, Cornwall MW, Vicenzino B, Teyhen DS, Molloy JM, Christie DS et al. Effect of using truncated versus total foot length to calculate the arch height ratio. *The Foot* 2008; 18 (4):220-227.
41. Bley AS, Ferraz G, Dias, LV, Bacha IL. Confiabilidade entre plantigrafia e da linha de Feiss na avaliação do arco longitudinal medial do pé. *ConScientiae Saude* 2011; 10(3): 508-513.
42. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2000; 35(4): 403-406.
43. Raissi GRD, Cherati ADS, Mansoori KD, Razi MD. The relationship between lower extremity alignment and medial tibial stress syndrome among non-professional athletes. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2009, 1:11.
44. Schultz S, Nguyen A-D, Windley T, Kulas A, Botic T, Beynnon B. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: Implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med* 2006, 16(2): 155-161.
45. McPoil TG, Cornwall MW, Medoff L, Vicenzino B, Forsberg K, Hilz D. Arch height change during sit-to-stand: an alternative for the navicular drop test. *J Foot Ankle Res.* 2008; 1:3.
46. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. *J Bone Joint Surg Br.* 1985; 67(1):71-8.
47. Billis E, Katsakiori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot* 2007, 17: 65-72.

48. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg* 1987; 69(3):426–8.
49. Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. The feet of overweight and obese children: are they flat or fat? *Obesity (Silver Spring)* 2006; 14(11): 1949-53.
50. Onodera AN, Sacco ICN, Morioka EH, Souza PS, Sá MR, Amadio AC. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *Foot (Edinb)*. 2008; 18(3):142-9.
51. Thomas JL, Kunkel MW, Robert Lopez R, Derrick S. Radiographic values of the adult foot in a standardized population. *J Foot Ankle Surg*. 2006; 45(1): 3-12.
52. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res*. 2009; 2:22.
53. Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Ann Rehabil Med* 2015; 39(1):10-17.
54. Hernandez AJ, Kimura LK, Laraya MHF, Favaro E. Cálculo do índice do arco plantar de Staheli e a prevalência de pés planos: estudo em 100 crianças entre 5 e 9 anos de idade. *Acta Ortop Bras*. 2007; 15(2): 68-71.
55. Pauk J, Ezerskiy V, Raso JV, Rogalski M. Epidemiologic factors affecting plantar arch development in children with flat feet. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2012; 102(2):114-21.
56. Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *J Pediatr Orthop*. 2008; 28(5): 593-6.
57. Sacco ICN, Onodera AN, Bosch K, Rosenbaum D. Comparisons of foot anthropometry and plantar arch indices between German and Brazilian children. *BMC Pediatrics* 2015; 15:4.
58. Stavlas P, Grivas TB, Michas C, Vasiliadis E, Polyzois V. The Evolution of Foot Morphology in Children Between 6 and 17 Years of Age: A Cross-Sectional Study Based on Footprints in a Mediterranean Population. *J Foot Ankle Surg*. 2005; 44(6):424-8.

59. Nikolaidou ME, Boudolos KD. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *The Foot* 2006; 16(2): 82-90.
60. Jiménez-Ormeño E, Aguado X, Delgado-Abellán L, Mecerreyes L, Alegre LM. Foot morphology in normal-weight, overweight, and obese schoolchildren. *Eur J Pediatr* 2013; 172(5): 645–652.
61. Evans AM, Karimi L. The relationship between paediatric foot posture and body mass index: do heavier children really have flatter feet? *J Foot Ankle Res.* 2015; 8:46.
62. Evans AM. The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7-10 years. *J Foot Ankle Res.* 2011; 4: 12.
63. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture* 2007; 26 (1): 68–75.
64. Gijon-Nogueron G, Sanchez-Rodriguez R, Lopezosa-Reca E, Cervera-Marin JA, Martinez-Quintana R, Martinez-Nova A. Normal values of the foot posture index in a young adult Spanish population. *J Am Podiatr Med Assoc* 2015; 105(1): 42-46.
65. Sánchez-Rodríguez R, Martínez-Nova A, Martínez EE, Martín BG, Quintana RM, Zamorano JDP. The Foot Posture Index: Anthropometric determinants and influence of sex. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2013; 103 (5):400-4.
66. Teyhen DS, Stoltenberg BE, Eckard TG, Doyle PM, Boland DM, Feldtmann JJ et al. Static Foot Posture Associated With Dynamic Plantar Pressure Parameters. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011; 41(2): 100-7.
67. Nielsen RG, Rathleff MS, Moelgaard CM, Simonsen O, Kaalund S, Olesen CG, et al. Video based analysis of dynamic midfoot function and its relationship with Foot Posture Index scores. *Gait Posture* 2010; 31(1):126–30.
68. Chuter VH. Relationships between foot type and dynamic rearfoot frontal plane motion. *J Foot Ankle Res* 2010; 3:9.
69. Neter J, Kutner MH, Nachtsheim CJ, Wasserman W. *Applied linear statistical models*. 4^a Ed. Boston: McGraw-Hill Irwin; 2004.
70. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000, 320 (7244): 1240-3.

71. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007, 335 (7612): 194-201.
72. Redmond AC. *The foot posture index: Easy quantification of standing foot posture- Six item version (FPI-6)*. [User Guide and manual]. Leeds: University of Leeds; 2005. [citado 27 nov. 2013]. Disponível em: <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August-2005v2.pdf>.
73. Bussab WO, Morettin PA. *Estatística Básica*, 8ªed. São Paulo: Saraiva, 2013.
74. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scale. *Educational and Psychological Measurement*, 20: 37-46, 1960.
75. Vonesh EF, Chinchilli VM. *Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements*. NewYork: Marcel Dekker, 1997.
76. Singer JM, Nobre JS, Rocha FMM. (2015). *Análise de Dados Longitudinais (versão parcial preliminar)*. [citado 17 nov. 2015] Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~jmsinger/MAE0610/Singer&Rocha&Nobre2015fev.pdf>.
77. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977, 33: 159-174.
78. Matsuda S, Demura S. Age-related, interindividual, and right/left differences in anteriorposterior foot pressure ratio in preschoolchildren. *J Physiol Anthropol*. 2013, 32(1):8.
79. Dittmar M. Functional and postural lateral preferences in humans: interrelations and life-span age differences. *Hum Biol* 2002, 74(4):569–585.
80. Riskowski JL, Hagedorn TJ, Dufour AB, Hannan MT. Functional foot symmetry and its relation to lower extremity physical performance in older adults: The Framingham foot study. *J Biomech*. 2012; 45(10):1796-802.
81. WHO, World Health Organization. Young People's Health - a Challenge for Society. Report of a WHO Study Group on Young People and Health for All. *Technical Report Series 731*. Geneva: WHO, 1986.
82. Hawke F, Rome K, Evans AM. The relationship between foot posture, body mass, age and ankle, lower-limb and whole body flexibility in healthy children aged 7 to 15 years. *J Foot Ankle Res*. 2016; 9:14.

83. Chen KC, Yeh CJ, Tung LC, Yang JF, Yang SF, Wang CH. Relevant factors influencing flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr*. 2011; 170 (7):931–6.
84. Aurichio TR, Rebelatto JR, Castro AP: The relationship between the body mass index (BMI) and foot posture in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 52(2): 89-92
85. Riddiford-Harland DL, Steele JR, Baur LA. Are the feet of obese children fat or flat? Revisiting the debate. *Int J Obes (Lond)*. 2011; 35(1):115-20.
86. Villarroya MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno Gr. Assesment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr*. 2009; 168(5): 559-67.
87. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train*. 2005; 40(1):41-46.
88. Tsai LC, YU B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006; 36(12):942-53.
89. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2001; 9(2): 126-36.
90. Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. The effect of forefoot varus on postural stability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004; 34(2):79-85.
91. Franco AH. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Phys Ther*. 1987; 67(5): 688-694.
92. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2002;17 (9-10): 666-677.
93. Mouzat A, Dabonneville M, Bertrand P. The effect of feet position on orthostatic posture in a female sample group. *Neurosci Lett*. 2004; 365 (2):79-82.
94. Kirby RL, Price NA, MacLeod DA. The influence of foot position on standing balance. *J Biomech*. 1987; 20(4): 423-427.
95. Evans AM. Screening for foot problems in children: is this practice justifiable? *J Foot Ankle Res*. 2012; 5:18.

96. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*. 2006; 118 (2):634–9.
97. Chen JP, Chung MJ, Wang MJ. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. *Foot Ankle Int*. 2009; 30(4):326-32.
98. Abolarin T, Aiyegbusi A, Tella A, et al. Predictive factors for flatfoot: The role of age and footwear in children in urban and rural communities in South West Nigeria. *Foot (Edinb)* 2011; 21(4):188-92.
99. Rao UB, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. *J Bone Joint Surg Br*. 1992; 74(4): 525-7.
100. Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Martinez-Nova A, Alfageme-Garcia P, Cervera-Marin JA, Morales-Asencio JM. Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study. *J Paediatr Child Health*. 2016. doi: 10.1111/jpc.13314.
101. Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Alfageme-Garcia P, Cervera-Marin JA, Morales-Asencio J M, Martinez-Nova A. Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study. *Foot Ankle Res*. 2016, 9(1):24.
102. Chen K, Tung L, Yeh C, Yang J, Kuo J, Wang C. Change in flatfoot of preschool-aged children: a 1-year follow-up study. *Eur J Pediatr*. 2013; 172 (2):255–60.

APÊNDICE

Projeto aprovado pelo Comitê de Ética

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E

TERAPIA OCUPACIONAL

ÍNDICE DA POSTURA DO PÉ (IPP-6): AVALIAÇÃO EM ADOLESCENTES SAUDÁVEIS.

**Projeto de mestrado realizado sob a
orientação da Profa. Dra. Sílvia Maria
Amado João para obtenção do título de
Mestre em Ciências.**

**Orientanda: Barbarah Kelly Gonçalves de
Carvalho**

Programa Ciências da Reabilitação.

**Área de concentração: Movimento, Postura
e Ação Humana.**

São Paulo

2014

RESUMO

O pé é uma estrutura que combina flexibilidade com estabilidade e a configuração dos ossos e ligamentos dá a ele um aspecto arqueado. Por volta dos dezoito meses de vida o pé da criança atinge cerca da metade do seu tamanho e até o início da adolescência o seu comprimento completo. Nesse contexto, torna-se importante a avaliação desse segmento para compreender melhor como seu posicionamento é influenciado por esse período de intensas modificações corporais. Dentre os métodos de avaliação destaca-se o Índice da Postura do Pé (IPP-6) que é válido, confiável, de baixo custo, fácil aplicação e permite uma avaliação multidimensional do pé. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é descrever o posicionamento do pé de adolescentes saudáveis de 10 a 14 anos através do IPP-6 e estabelecer um padrão de referencia para normatização de sua postura. Além disso, também será verificado se há diferenças entre os pés direito e esquerdo, gênero, faixa etária e relação entre o Índice de Massa Corpórea (IMC). Também será realizada a confiabilidade intra e interexaminador. A amostra constituir-se-á por 845 adolescentes de Escolas Públicas Estaduais dos municípios pertencentes à Diretoria de Ensino da Região de Mogi Mirim. Para estudo dos dados, serão utilizados instrumentos de análise estatística descritiva (média, desvio padrão e porcentagem). O nível de significância estatística adotado será de 5%.

Palavras- chaves: postura, avaliação, pé, adolescente.

Sumário

1. Introdução e justificativa.....	4
2. Objetivos	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. Casuística e métodos	8
3.1 Local, população de estudo e amostra	8
3.2 Ética.....	8
3.3 Materiais	9
3.4 Procedimentos.....	9
3.5 Avaliação do pé	9
3.6 Pontuação do IPP-6.....	10
3.7 Avaliação de cada um dos critérios	10
3.8 Análise estatística	15
4. Cronograma do projeto	16
5. Referências Bibliográficas.....	17
6. Anexos.....	19
6.1 Termo de consentimento livre e esclarecido.....	19
6.2 Ficha de avaliação.	20

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O pé é uma estrutura que combina flexibilidade com estabilidade e a configuração dos ossos e ligamentos dá a ele um aspecto arqueado. Os arcos sustentam a abóbada plantar, que é um conjunto arquitetônico onde todos os elementos ósteoarticulares, ligamentares e musculares estão associados. Essa conformação permite adaptação às irregularidades do solo e a transmissão de forças e peso do corpo em relação ao chão, funcionando como um amortecedor durante a marcha.^{1,2}

O pé desenvolve-se entre a quarta e oitava semanas de gestação e o seu crescimento termina antes do restante do corpo. Por volta dos dezoito meses de vida atinge aproximadamente metade do seu tamanho e até o início da adolescência o seu desenvolvimento completo.³ Mais especificamente, pode-se dizer que o pé cresce aceleradamente até os dois anos de idade, e depois, uniformemente até os doze, isso no sexo feminino. Já no masculino, há um surto de seu crescimento dos doze aos quinze anos.⁴ Essa fase corresponde a adolescência, que é o período compreendido entre os 10 aos 19 anos, no qual ocorrem transformações intensas sejam de ordem psíquica, social e física.⁵

Nesse período, algumas variações na postura podem estar presentes, entretanto, estas devem ser consideradas normais, já que surgem em resposta aos problemas de equilíbrio devido às mudanças nas proporções do corpo.⁶ Logo, um desalinhamento pode ser fisiológico em um dado momento da maturação do sistema musculoesquelético, como exemplo, o pé plano que é uma condição normal em crianças e que pode estender-se até a vida adulta.^{3,7,8}

O pé plano apresenta a combinação de dois componentes: o rebaixamento do arco longitudinal medial, que é a principal estrutura de sustentação de peso e absorção de impactos e calcâneo valgo.^{1,7} Sabe-se que o arco longitudinal medial (ALM) desenvolve-se com o crescimento, tornando-se mais evidente entre os 2 aos 5 anos, quando o coxim adiposo ao longo do mesmo começa a desaparecer. Essa reabsorção do coxim adiposo se dá com o início da marcha independente, mas não há na literatura uma investigação precisa que demonstre a fase exata em que ela ocorre, já que alguns estudos afirmam que o ALM pode desenvolver-se até os 10 anos.⁷ Embora essa seja uma condição comum e que raramente provoca dores e incapacidades, alguns estudos já

demonstraram que adolescentes com pés planos de grau moderado ou severo possuem o dobro de chances de apresentarem manifestações dolorosas no joelho e nas costas.^{7,9}

Vários fatores influenciam a formação do arco plantar, tais como, a idade, gênero, índice de massa corpórea, imaturidade ligamentar e muscular, histórico familiar, tipos de calçado e até mesmo a idade em que se começou a utilizar esses calçados.^{7,10} Nesse sentido, inúmeras metodologias foram desenvolvidas a fim de identificar os desalinhamentos do pé.

De forma geral, essas ferramentas podem ser categorizadas como: inspeção visual (não quantitativa),¹¹ valores antropométricos,¹² impressão plantar¹³ e avaliação radiográfica.¹⁴ No entanto, apesar da existência desses métodos há muita discordância sobre qual é o mais apropriado para categorizar o tipo de pé.¹⁵

Frequentemente os parâmetros de impressão plantar são utilizados para avaliar a altura do arco.^{6,10,16} Um desses índices é o de Chipaux-Smirak (ICS) que é a razão entre a menor largura do mediopé e a maior largura do antepé, e o índice de Staheli (IS) que é a razão entre a menor largura do mediopé e a maior largura do retropé.¹⁶ Mas é importante ressaltar que esses índices e os demais, apresentam alguns inconvenientes em sua aplicabilidade, uma vez que são obtidos de maneiras distintas fazendo com que sejam mais sensíveis as alterações localizadas nas regiões que os mesmos consideram. Como exemplo, o ICS pode classificar com maior prevalência os pés de obesos em planos, já que essas pessoas apresentam a região do antepé mais larga, o que não ocorreria com tanta frequência em outras metodologias que não consideram essa região. Por outro lado, a literatura sugere cautela e restrição quanto a utilização do IS, uma vez que ele não foi capaz de detectar o desenvolvimento e o rebaixamento do arco em crianças obesas.¹⁶ Outros métodos tais como a baropodometria, podoscopia e plantigrafia não apresentam uma importante concordância entre si ($Kappa = 0,22$), logo são metodologias que devem ser utilizadas com cautela na classificação do tipo de pé, já que classificações errôneas podem gerar tratamentos equivocados.¹⁷

Nesse cenário, Hawes et al (1992)¹⁸ e McPoil e Cornwall (2006)¹⁹ realizaram um estudo para verificar se os parâmetros de impressão plantar são capazes de estimar a altura do arco. Hawes et al¹⁸ compararam a medida direta do arco (antropométrica) com alguns parâmetros já descritos na literatura (ângulo do arco, índice da impressão plantar e índice do arco) e McPoil e Cornwall¹⁹ realizaram essa comparação com a área de contato dinâmica do pé através da plataforma de força. Estes autores concluíram

respectivamente que, essa metodologia expressa apenas a representação dos índices e ângulos da superfície plantar do próprio pé,¹⁸ e a área de superfície de contato plantar estima apenas 27% da altura do arco, logo essa metodologia é falha para acessar esse tipo de informação.¹⁹

No mesmo contexto, há descrições na literatura que demonstram algumas limitações intrínsecas dessa metodologia, como exemplo, a inabilidade da utilização de alguns parâmetros que consideram a área de não contato do pé para análise, já que em pés extremamente planos essa área é ausente. De forma similar ocorre em pés com arcos extremamente altos, já que a descontinuidade do mediopé limitaria a abordagem. Além disso, há relatos de que alguns profissionais encontram dificuldades na utilização da impressão plantar na avaliação de pés com deformidades.¹⁵ Por outro lado, é importante ressaltar que até mesmo a quantidade de tinta utilizada para impressão pode interferir, já que a falta ou excesso da mesma provocaria respectivamente, um desbotamento ou borramento da pegada.

Quanto às avaliações baseadas em imagens radiográficas o seu ponto fraco é o alto custo de utilização, além de ser um método potencialmente perigoso e não acessível rotineiramente no contexto clínico.¹⁵ O padrão ouro para a avaliação do pé consistia em estudos desenvolvidos em laboratórios com tecnologia muito complexa e com um dispêndio de tempo muito grande. Sendo assim, tornou-se prioridade o desenvolvimento de uma ferramenta que fosse confiável, simples, que refletisse quantitativamente a complexidade do pé e que fosse capaz de tomar medidas sem o uso de equipamentos sofisticados no contexto clínico.²⁰

Diante disso, Redmond et al²⁰ desenvolveram o Foot Posture Index (FPI)- *Índice da Postura do Pé (IPP)* baseado em oito critérios, mas que no processo de validação foram redefinidos a seis. Essa ferramenta é capaz de quantificar o grau de posição neutra, pronada ou supinada do pé, proporcionando ao final da avaliação uma ideia de globalidade de seu posicionamento.²⁰

O diferencial do IPP é que ele proporciona uma avaliação multidimensional do pé, considerando os três planos do corpo para obter informações do retropé, mediopé e antepé, diferentemente de outras metodologias que analisam um único plano e região, mais especificamente o mediopé.²⁰

Vários estudos já o utilizaram²¹⁻²⁵ sendo que alguns deles avaliaram sua confiabilidade intra e inter-examinador,^{21,23} a consistência interna,²² e já foi utilizado

até mesmo como um método para identificar o tipo de pé e a predisposição no desenvolvimento de lesões no esporte.^{26,27} Além disso, o IPP já demonstrou ser um instrumento sensível para medir as diferenças na postura do pé de pacientes com osteoartrite do compartimento medial do joelho e do quadril.²⁸

Alguns autores verificaram a confiabilidade desse instrumento para a avaliação dos pés de crianças e adolescentes. Morrison et al²³ encontraram uma excelente confiabilidade inter-examinador ($\kappa=0.86$) estudando 30 sujeitos de 5 a 16 anos. Cain et al²⁶ verificaram uma boa confiabilidade inter-examinador ICC= 0.69 (95% CI = 0.33-0.9) e excelente intra-examinador ICC 0.91 (95% CI = 0.69-0.98), 0.81 (95% CI = 0.41-0.95) e 0.92 (95% CI = 0.73-0.98) numa amostra de 10 adolescentes de 12 a 17 anos e, Evans et al²¹ encontraram uma boa confiabilidade intra-examinador (ICC= 0.93-0.94) e inter-examinador (ICC= 0.79) numa amostra de 30 sujeitos saudáveis de 7 a 15 anos, justificando sua aplicabilidade na prática clínica. Entretanto, é importante ressaltar que o tamanho amostral destes estudos foi reduzido e os grupos não foram compostos apenas por adolescentes.

Não há na literatura estudos descritivos com o IPP-6 na população de adolescentes saudáveis. Entretanto, em estudos como o de Redmond et al²⁹ que tiveram por objetivo estabelecer um padrão de referencia para o instrumento, foi possível observar que há uma variação na postura dos pés nos extremos de idade, sendo que para a população jovem (< de 18 anos: 3 a 17) a pontuação média do IPP foi de +6, para a normal adulta (18 a 59 anos) +4 e, para os idosos (60 anos ou mais) +5, ou seja, é normal encontrar pés levemente pronados. Nesse mesmo contexto, Rokkedal-Lausch et al³⁰ verificaram as diferenças entre os pés direito e esquerdo com IPP-6 numa população de adultos saudáveis. Esses autores não encontraram nenhuma diferença significativa entre os pés (χ^2 p-valor = 0.19) e obtiveram uma pontuação média do IPP de +3. Mas, é importante ressaltar que esses dados não podem ser universalizados a outras populações, tais como os adolescentes, já que os mesmos não foram incluídos no estudo e quando incluídos os dados não foram devidamente separados por faixa etária, e sabe-se que as medidas do pé sejam em condições estáticas ou dinâmicas diferem durante o crescimento e a maturação.³¹

Diante do exposto, percebe-se a vantagem do IPP-6 em relação às outras ferramentas descritas na literatura, uma vez que é de fácil manuseio, multidimensional, válido, de baixo custo e também, pela falta de dados descritivos com esse instrumento

na população de adolescentes saudáveis. A compreensão do posicionamento do pé nesse período de intensas modificações corporais é de grande relevância clínica e científica, já que assim se obterá um padrão de referencia para a normatização. Sabe-se que existe associação entre as assimetrias podálicas e o risco de desenvolvimento de lesões nas extremidades inferiores ³², além disso, a postura do pé pode resultar em alterações na marcha e no equilíbrio, ³³ o que justificaria ainda mais a importância do conhecimento da sua postura, para enfim definir o que é um posicionamento normal e assimétrico nessa população, que contribuirá até mesmo no estabelecimento de tratamentos ortopédicos.

Sendo assim, o presente estudo pretende avaliar o posicionamento dos pés em adolescentes saudáveis de escolas públicas do Estado de São Paulo através do IPP-6 e a partir disso descrever o padrão postural encontrado nessa população, verificar se há diferenças entre os pés direito e esquerdo, gênero, faixa etária e correlacionar com o índice de massa corpórea (IMC). Pretende-se também verificar a confiabilidade intra e inter-examinador, para dar mais credibilidade aos resultados finais e pela falta de homogeneidade e tamanho amostral reduzido observado em outras pesquisas com o mesmo propósito.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar e descrever a postura do pé de adolescentes saudáveis através do Índice da Postura do Pé (IPP-6).

2.2 Objetivos específicos

Analisar e comparar se há diferença entre os pés direito e esquerdo, gênero, faixa etária e índice de massa corpórea (IMC) com o posicionamento encontrado. Além disso, realizar-se-á a confiabilidade intra e inter-examinador.

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1 Local, população de estudo e amostra

Os dados desta pesquisa serão coletados em conjunto a outro projeto realizado em Escolas Públicas Estaduais dos municípios pertencentes à Diretoria de Ensino da Região de Mogi Mirim – Amparo, Mogi Guaçu, Mogi Mirim, Pedreira e Serra Negra no qual a orientanda é colaboradora. A população total de adolescentes na faixa etária de 10 a 14 é de 8.705 sujeitos.

A amostragem realizada para este estudo foi do tipo estratificada e para o cálculo do tamanho mínimo utilizou-se um intervalo de confiança de 95% e um valor de precisão (α) de 5%. Com base nesses dados, aplicou-se a seguinte fórmula $n' = [(Z\alpha)^2 pq] / \alpha^2$, obtendo-se $n' = 384$. Posteriormente, aplicou-se a fórmula $n = (Nn') / (N + n')$ - onde $N = 8.705$ - e encontrou-se um resultado de 768. Esse valor, acrescido 10% para eventuais perdas amostrais, resultou num total de 845 adolescentes a serem avaliados.

Todas as escolas serão avaliadas, bem como todas as crianças presentes no dia da avaliação e que apresentarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado (Anexo 6.1). O dia da avaliação será previamente agendado em cada escola.

O critério de exclusão deste estudo é a presença de deformidades podálicas congênicas ou adquiridas.

3.2 Ética

Os participantes e seus representantes legais serão previamente informados sobre o objetivo da pesquisa, seus procedimentos e assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 6.1).

Este estudo será submetido à Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq.

3.3 Materiais

- a) Manual do IPP-6 “Índice da Postura do Pé”
- b) Balança mecânica
- c) Fita métrica

- d) Régua
- e) Base de madeira- 19 cm de altura, 37 cm de largura e 44 cm de comprimento. Essa base possui uma linha traçada a 10 cm de sua borda posterior para posicionamento do calcâneo, outra linha que a divide em duas partes iguais e que se cruza com uma terceira linha formando um ângulo de 45°
- f) Calço de material EVA (Etil Vinil Acetato)- 7,5 cm X 20 cm que deverá ser colocado entre os pés do adolescente para possibilitar a padronização
- g) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 6.1)
- h) Ficha de Avaliação (Anexo 6.2)

3.4 Procedimentos

Inicialmente os adolescentes responderão na forma de entrevista a uma ficha de avaliação onde serão anotados: gênero, idade, estatura (cm), massa corporal (kg), IMC- Índice de massa corpórea (kg/m^2), raça (branca, preta, amarela, parda, indígena), dominância (destro, canhoto ou ambidestro), realização de atividade física e presença de patologias neuromusculares, ortopédicas e cardiorrespiratórias.

3.5 Avaliação do pé

Para quantificar o grau de posição neutra, pronada ou supinada do pé utilizar-se-á as orientações presentes no Manual do Índice da Postura do Pé- IPP-6. Esse manual está disponível em: <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August-2005v2.pdf>.³⁴

O adolescente será orientado a adotar a posição ortostática, bipodal em cima da base de madeira e entre seus pés será colocado um retângulo de EVA para padronização na colocação dos pés. Além disso, ele será orientado a posicionar os membros superiores ao longo do tronco com o olhar direcionado para frente. Todos serão instruídos a respeitar essa posição, já que a movimentação e a inclinação do corpo poderão alterar sensivelmente os resultados. Para a análise, eles permanecerão nessa postura por aproximadamente dois minutos e o examinador deverá ser capaz de movimentar-se ao redor do adolescente para acesso as regiões posterior do pé e perna.³⁴

3.2 Pontuação do IPP-6

Cada um dos seis critérios deverá ser graduado entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O resultado de cada um dos critérios proporcionará um índice da postura global do pé. Um valor alto em positivo indica que o pé é pronado (+6 a +9, altamente pronado 10+), um resultado alto em negativo significa que o pé é supinado (-1 a -4, altamente supinado -5 a -12) e um valor neutro estará próximo a zero (0 a +5). A pontuação final será um número entre -12 e +12. Cada critério deve ser avaliado de forma independente.³⁴

3.3 Avaliação de cada um dos critérios

1) Palpação da cabeça do tálus

Esse é o único critério que necessita mais da palpação do que da observação. A cabeça do tálus se palpa na região medial e lateral a nível anterior do tornozelo. Para palpar a região medial traça-se uma linha imaginária entre o tubérculo do navicular e maléolo medial e, para a região lateral deve-se localizar a borda anterior do maléolo lateral e avançar discretamente para frente e medialmente.³⁴

Figura 1: Palpação da cabeça do tálus (Reprodução do manual do IPP-6)

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Cabeça do tálus palpável na região lateral, mas não na região medial	Cabeça do tálus palpável na região lateral e ligeiramente na medial	Cabeça do tálus palpável tanto na região medial quanto na lateral	Cabeça do tálus ligeiramente palpável na região lateral e palpável na região medial	Cabeça do tálus não palpável na região lateral e sim na região medial

2) Curvatura supra e inframaleolar lateral

Observam-se as curvas acima e abaixo do maléolo lateral na região posterior do tornozelo. Em um pé neutro essas curvas devem ser aproximadamente similares. Num pé pronado, por exemplo, a curva inferior é mais acentuada que a superior pela abdução do pé e eversão do calcâneo. No pé supinado se observa o oposto. Pode ser utilizada uma régua para estimar a curva maleolar. Nos casos de edema ou obesidade essa curva pode desaparecer, logo deve ser avaliada como zero ou não considera-la sobre o resultado final.³⁴

Figura 2: Curvatura supra e inframaleolar lateral (Reprodução do manual do IPP-6)

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Curva abaixo do maléolo mais reta ou convexa	Curva abaixo do maléolo côncava, entretanto mais plana que a curva superior	Ambas as curvas supra e inframaleolares são iguais	Curva abaixo do maléolo mais côncava que a curva supramaleolar	Curva inframaleolar marcadamente mais côncava que a curva supramaleolar

3) Posição do calcâneo plano frontal

Na região posterior observa-se o posicionamento do calcâneo. O tendão do calcâneo é uma referencia. Também pode ser utilizado qualquer material que represente uma linha reta perpendicular ao eixo do pé.³⁴

Figura 3: Posição do calcâneo no plano frontal (Reprodução do manual do IPP-6)

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Mais de 5 graus de inversão ou varo	Entre a vertical e 5 graus de inversão ou varo	Vertical	Entre a vertical e 5 graus de eversão ou valgo	Mais de 5 graus de eversão ou valgo

4) Proeminência da articulação talonavicular

Localiza-se a região da articulação talonavicular. No pé normal essa área é plana, no pé pronado é convexa (abaulada) e no pé supinado é côncava (funda).³⁴

Figura 4: Proeminência da região talonavicular (Reprodução do manual do IPP-6)

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Área da articulação talonavicular marcadamente côncava	Área da articulação talonavicular ligeiramente, mas pouco definida de forma côncava	Área da articulação talonavicular plana	Área da articulação talonavicular ligeiramente abaulada	Área da articulação talonavicular marcadamente convexa ou abaulada

5) Altura e congruência do arco longitudinal medial

O principal elemento desta observação é a congruência do arco e secundariamente sua altura. No pé neutro essa curvatura é relativamente uniforme. Caso ele seja supinado, a curva se torna mais aguçada a nível posterior, e quando pronado esse arco se aplaina a nível central e as articulações mediotarssais e Lisfranc se abrem.³⁴

Figura 5: Altura e congruência do arco longitudinal medial (Reprodução do manual do IPP-6)

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Arco alto e angulado posteriormente	Arco moderadamente alto e ligeiramente angulado posteriormente	Altura do arco normal e curvatura concêntrica	Arco ligeiramente diminuído com ligeiro rebaixamento da porção central	Arco com severo rebaixamento e contato com o solo

6) Abdução e adução do antepé em relação ao retropé

Quando se visualiza posteriormente o pé em linha com o eixo longitudinal do calcâneo no pé neutro se observa a mesma porção do antepé a nível medial e lateral. No pé supinado o antepé está aduzido possibilitando maior visibilidade da região medial. O contrário ocorre no pé pronado. É importante que o examinador posiciona-se no centro do calcâneo para prosseguir a observação e, caso exista uma adução fixa do antepé deve-se ter precaução e observar as articulações metatarsofalângicas ou as estruturas mais proximais.³⁴

Figura 6: Abdução e adução do antepé em relação ao retropé (Reprodução do manual do IPP-6)

Pontuação	-2	-1	0	+1	+2
	Os dedos laterais não são visíveis. Visibilidade marcada dos dedos mediais	Os dedos mediais são mais visíveis que os dedos laterais	Os dedos mediais e laterais são igualmente visíveis	Dedos laterais ligeiramente mais visíveis que os mediais	Dedos mediais não são visíveis. Dedos laterais claramente visíveis

3.8 Análise Estatística

Será realizada análise descritiva (média, desvio padrão e porcentagem) e análise para comparação inter e intra-grupos em relação ao gênero, faixa etária, pés direito e

esquerdo e IMC. Também será realizada a análise da confiabilidade intra e inter-examinador em 30% da amostra, isto é, 254 adolescentes.

O nível de significância será fixado em 0,05.

4 Cronograma do projeto

Etapas do projeto de pesquisa que deverá ser desenvolvida em dois anos:

Primeira Fase: Ampliação e atualização complementar da leitura especializada desenvolvendo a necessária base de conhecimento para a sequência dos trabalhos teóricos e protocolos experimentais conforme as variáveis analisadas. Dentro da etapa de revisão da literatura, serão desenvolvidas as seguintes atividades: (a) localização em indexadores e bases de dados de literatura das palavras chaves norteadoras do presente projeto, tais como: LILACS, MEDLINE, ISI, Current Contents e outras bases de dados de saúde relacionadas ao tema do projeto (b) Busca dos artigos selecionados nas bases de dados nas bibliotecas estaduais e nacionais disponíveis na rede ou através de comutação bibliográfica, em bibliotecas internacionais e não apresentadas na rede **(segundo semestre de 2014 – primeiro semestre de 2015).**

Segunda Fase: Decisões metodológicas em relação aos protocolos utilizados. Definição do fluxo de adolescentes a serem avaliados e sistemática de coleta dos dados. Seleção da Amostra e Coleta Experimental de dados conforme protocolo e métodos definidos e validados para a análise da postura. Treinamento da equipe para a instrumentalização necessária **(segundo semestre de 2014 – primeiro semestre de 2015).**

Terceira Fase: Análise estatística e matemática dos resultados obtidos, além da tabulação e análise estatística das variáveis analisadas (postura do pé, gênero, idade, IMC, confiabilidade intra e inter-examinador). Será realizada a generalização dos resultados experimentais conforme proposta metodológica **(segundo semestre de 2015).**

Quarta Fase: Análise dos resultados finais e elaboração do Relatório final do projeto. Preparação de manuscritos para a publicação científica em periódicos indexados **(primeiro e segundo semestres de 2016).**

5 Referências bibliográficas

1. Kapandji IA. Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana. 6ª ed. Guanabara Koogan, 1990.
2. Neumann D. Cinésiofologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para a reabilitação física. 1ª ed. Guanabara Koogan, 2006.
3. Sant'Anna F, Neves MC. Deformidades do Pé – conceitos básicos e orientações para Médico de Família. Rev Port Clin Geral 2009; 25(4):458-63.
4. Volpon JB. O pé em crescimento, segundo as impressões plantares. Rev. Bras Ortop 1993; 28(4): 219-23.
5. São Paulo (São Paulo). Secretaria da Saúde. Manual de atenção à saúde do adolescente. Coordenação de Desenvolvimento de Programas e Políticas de Saúde-CODEPPS. São Paulo: SMS, 2006. 328p.
6. Penha PJ, Onodera AN, Sacco ICN, João SMA. Correlação entre postura de tornozelo e impressão plantar de crianças de 7 e 8 anos. In Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica 2007; São Pedro SP. p. 683-88.
7. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric Flexible Flatfoot; Clinical Aspects and Algorithmic Approach. Iran J Pediatr 2013; 23(3): 247-260.
8. Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. J Child Orthop 2010; 4(2):107-21.
9. Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, et al. Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. J Foot Ankle Surg 2004; 43(6):341-73.
10. Minghelli B, Marreiros N, Valente F, et al. Desenvolvimento do arco plantar na infância e adolescência: Análise plantar em escolas públicas. Saúde & Tecnologia. [periódico on line]. 2011 [capturado em: 28 mar. 2014]; 5: 5-11. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/154>.
11. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual Assessment of Foot Type and Relationship of Foot Type to lower Extremity Injury. JOSPT 1991, 14 (2): 70-74.
12. Norkin CC, Levangie PK. Joint Structure and Function. F.A. Davis: Philadelphia, PA, 1983.
13. Cavanagh PR, Rodgers MM: The arch index: a useful measure from footprints. J Biomech 1987, 20(5):547-551.
14. Thomas JL, Kunkel MW, Lopez R, Derrick S. Radiographic Values of the Adult Foot in a Standardized Population. J Foot Ankle Surg. 2006; 45(1): 3-12.
15. Razzeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. Gait Posture 2002; 15 (3): 282-291.
16. Souza PS, João SMA, Sacco ICN. Caracterização do arco plantar longitudinal de crianças obesas por meio de índices da impressão plantar. Rev Bras Crescimento Desenvol Hum 2007;17(1):76-83.
17. Cantalino JLR, Mattos HM. Comparação dos Tipos de Pé Classificados por Determinadas Formas de Avaliação Clínica. Terapia Manual 2006; 4 (16): 76-81.552-557
18. Hawes M, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprints as measure of arch height. Food Ankle. 1992; 13(1):22-6.
19. McPoil TG, Cornwall MW. Use of plantar contact area to predict medial longitudinal arch height during walking. J Am Podiatr Med Assoc. 2006; 96(6):489-94.

20. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech* 2006; 21(1): 89–98.
21. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res.* 2012; 5(1).
22. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(1):88-93.
23. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res.* 2009; 2:26.
24. Sánchez-Rodríguez R; Martínez-Nova A; Escamilla-Martínez E; Pedrera-Zamorano JD Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? *Gait Posture* 2012; 36(3): 591-5.
25. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 Clinical Techniques for the Measurement of Static Foot Posture in Older People. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35(8): 479-486.
26. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport.* 2007; 10(5): 311-319.
27. Yates B, White S. The Incidence and Risk Factors in the Development of Medial Tibial Stress Syndrome Among Naval Recruits. *Am J Sports Med.* 2004; 32(3): 772-780.
28. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S. The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy* 2009; 95(3): 164-9.
29. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008; 1:6.
30. Rokkedal-Lausch T, Lykke M, Hansen MS, Nielsen RO. Normative values for the foot posture index between right and left foot: A descriptive study. *Gait Posture* 2013; 38(4): 843-6.
31. Müller S, Carlsohn A, Müller J, Baur H, Mayer F. Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years: a cross-sectional study. *Gait Posture.* 2012; 35(3):389-94.
32. Tong JW, Kong PW. Association Between Foot Type and Lower Extremity Injuries: Systematic Literature Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(10): 700-714.
33. Corrêa AL, Pereira JS. Correlação entre a redução dos arcos plantares e as alterações da marcha, equilíbrio e postura em escolares. *R. bras. Ci e Mov.* 2005; 13(4): 47-54.
34. Redmond A. The foot posture index: Easy quantification of standing foot posture- Six item version (FPI-6). User Guide and Manual. 2005 [capturado em: 27 nov. 2013]. Disponível em: <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August 2005v2.pdf>.

6 Anexos

6.1 ANEXO 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do protocolo de pesquisa: **Índice da Postura do Pé (IPP-6): Avaliação em Adolescentes Saudáveis.**

Pesquisadora: **Bárbarah Kelly Gonçalves de Carvalho** Orientadora: **Profa. Dra. Sílvia Maria Amado João**

Essas informações são fornecidas para a participação voluntária do adolescente sob sua responsabilidade neste estudo, cujos objetivos são avaliar e descrever a postura do pé em adolescentes saudáveis, verificar se há diferença entre os pés direito e esquerdo, gêneros, faixa etária e, além disso, correlacionar o índice de massa corpórea (IMC) com o posicionamento encontrado e testar a confiabilidade do instrumento a ser utilizado.

A avaliação será feita nas seguintes etapas: *Etapa 1:* O adolescente responderá na forma de entrevista a uma ficha de avaliação com questões referentes ao nome, idade, presença de patologias, dominância (esquerda e direita), prática de atividade física e etc. *Etapa 2:* Serão medidos o peso e a altura. *Etapa 3:* Posteriormente, será pedido para o adolescente ficar descalço e subir numa caixa de madeira e posicionar os pés ao lado de um retângulo de EVA, para garantir a padronização na avaliação. Com esse procedimento, realizar-se-á a palpação (toque) na parte anterior do pé e a observação dos demais aspectos (lateral, posterior e medial) a fim de categorizar a postura do pé. Toda essa avaliação tem duração de, no máximo, 20 minutos e será agendada antecipadamente, bem como realizada individualmente.

Não se espera nenhum risco e desconforto para o adolescente durante a realização dessa pesquisa. Você (adolescente ou responsável legal) tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto lhe traga prejuízo. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Os pesquisadores deste estudo se comprometem a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa. Caso necessite, favor entrar em contato com as pesquisadoras dessa pesquisa: Barbarah Kelly Gonçalves de Carvalho e Dra. Sílvia Maria Amado João que podem ser encontradas no endereço Rua Cipotânea, 51 – Cidade Universitária – São Paulo – SP. Telefones: (11) 4142-2547/ 96180-7563 (Barbarah) e (11) 3091-8424 (Dra. Sílvia).

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Índice da Postura do Pé (IPP-6): Avaliação em Adolescentes Saudáveis”. Permito a participação do adolescente neste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Data ____/____/____

Assinatura do adolescente

Data ____/____/____

Assinatura do responsável legal

6.2 Ficha de Avaliação

Data da Avaliação: _____ **Código Sujeito:** _____

Nome _____ **Série** _____

Cidade: _____ **Nome da escola:** _____

Sexo () Masculino () Feminino **Raça** () Branca () Negra () Amarela () Outros _____

Data de Nascimento _____ **Idade** _____ **Data da menarca (se feminino)** _____

Presença de caracteres secundários masculinos () Sim () Não

Massa Corporal (kg) _____ **Estatura (m)** _____ **IMC (kg/m²)** _____

Participa da Educação Física da escola? () Sim () Não

Quantas vezes por semana? _____

Qual o horário de início e término da Educação Física? _____

Realiza atividade física além da Educação Física () Não () Sim. Qual? _____

Quantas vezes por semana? _____ Qual o horário de início e término da atividade? _____

Presença de patologias neuromusculares () Sim. Qual? _____ () Não

Presença de patologias ortopédicas () Sim. Qual? _____ () Não

Presença de patologias cardiorrespiratórias () Sim. Qual? _____ () Não

Dominância () Direita () Esquerda

FPI

	Pé Direito	Pé Esquerdo
1) Palpação da cabeça do tálus		
2) Curvas acima e abaixo do maléolo lateral		
3) Inversão e eversão do calcâneo		
4) Proeminência na região da articulação talonavicular		
5) Congruência do Arco Longitudinal Medial		
6) Abdu/adu do antepé no retropé		
Total		