

## Desenvolvimento do arco plantar na infância e adolescência: análise plantar em escolas públicas

Beatriz Minghelli<sup>1</sup>, Nuno Marreiros<sup>2</sup>, Filipe Valente<sup>2</sup>, Tatiana Ribeiro<sup>2</sup>, Teresa Andrez<sup>2</sup>, Edna Varela<sup>2</sup>, Rodrigo Felizardo<sup>2</sup>

1. Coordenadora do Curso de Fisioterapia da ESSJPA – Instituto Piaget, bmachado@silves.ipiaget.org

2. Estudantes do 2º ano da Licenciatura em Fisioterapia da ESSJPA.

**RESUMO:** O arco plantar é desenvolvido nos primeiros anos de vida da criança e diversos factores podem influenciar a sua formação, como a idade, o género e o excesso de peso. O objectivo do presente estudo foi examinar o desenvolvimento do arco plantar em crianças e adolescentes, verificando a prevalência dos diferentes tipos de arcos plantares e investigar quais os factores que podem contribuir para a formação deste arco. A amostra foi constituída por 1.090 alunos de escolas públicas do concelho de Silves, Algarve, de ambos os géneros, com idades compreendidas entre os 2 e 18 anos. Foi calculado o Índice de Massa Corporal e os alunos foram classificados como normopeso, magreza, excesso de peso e obesidade. A análise do arco plantar foi realizada com a utilização de um podógrafo com o indivíduo em posição estática. A impressão plantar foi analisada com a medição do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's. Os valores médios do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's revelaram uma prevalência de arco plantar intermédio, pequeno arco longitudinal e arco plantar caído, respectivamente. Os valores do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's diferiram de forma significativa em relação a ambos os géneros, aos grupos etários e aos grupos com excesso de peso e obesidade. De acordo com os dados obtidos no presente estudo, acredita-se que o género, a idade e o peso corporal são factores que podem influenciar a formação do arco plantar.

*Palavras-chave: arco plantar, obesidade, crianças, adolescentes*

## Development of plantar arch in childhood and adolescence: footprint analysis in public schools

**ABSTRACT:** The plantar arch is being developed in the first years of children's life and there are many factors that can influence this formation such as age, gender and overweight. The aim of this study was to examine the development of plantar arch in children and adolescents checking the prevalence of different types of plantar arch and investigating which factors may contribute to the formation of this arch. The sample consisted of 1.090 students from public schools in the area of Silves, Algarve, of both sexes, aged between 2 and 18 years. The body mass index was calculated and the students were classified as normal weight, thinness, overweight and obesity. The analysis of the plantar arch was performed using a podograph with the person in a static position. Footprint was analyzed by measuring the Clarke's angle, the index of Chippaux-Smirak and the Staheli's arch index. The average values of the angle of Clarke's, the index of Chippaux-Smirak and the Staheli's arch index revealed a prevalence of intermediate arch, small longitudinal arch and fallen plantar arch, respectively. The values of the angle of Clarke's, the index of Chippaux-Smirak and the Staheli's arch index differed significantly for genders, age groups and groups with overweight and obesity. According to data obtained in this study, we believe that gender, age and body weight are factors that can influence the formation of the plantar arch.

*Keywords: plantar arch, obesity, children, adolescents*

## Introdução

O pé é formado por um conjunto de articulações que suportam e dissipam as forças verticais que sobre elas se exercem na posição bípede, permitindo as diferentes formas de locomoção. Os pés também transmitem ao solo o resultado da cadeia cinética produzida pela acção dos vários músculos do tronco e dos membros inferiores<sup>1-2</sup>.

A forma dos ossos do pé e seus suportes ligamentares e musculares condicionam três arcos, sendo um arco transversal e dois longitudinais (externo e interno)<sup>1-4</sup>.

O arco transversal é formado pelos ossos do tarso e pela base dos metatarsos<sup>1-4</sup>.

O arco longitudinal externo é formado pelo calcâneo, cubóide e 4º e 5º metatarsos e, por ser mais baixo que o arco interno, pode fazer contacto com o solo e apoiar parte do peso corporal durante a locomoção. O arco longitudinal interno é mais dinâmico e mais flexível que o externo e é formado pelos ossos calcâneo, astrágalo, escafoide 1º, 2º e 3º cuneiformes e pelos 3 primeiros metatarsos. O arco longitudinal interno, diferentemente do externo, não faz contacto com o solo, a não ser que apresente alterações, como no pé plano<sup>1-4</sup>.

O arco plantar vai sendo desenvolvido nos primeiros anos de vida da criança<sup>5-7</sup>. À medida que há o ganho de peso com a idade, a força das estruturas ligamentares e musculares aumenta e, por volta dos 5 aos 6 anos de idade, inicia-se o desenvolvimento dos arcos plantares<sup>7-8</sup>. Nesta altura inicia-se a preocupação dos pais acerca da possibilidade de uma má formação do arco plantar<sup>5-8</sup> que pode levar à dor e à deficiência<sup>7</sup>.

Existem diversos factores que podem influenciar a formação do arco plantar, como a idade, o género, a existência de tecido gorduroso na face interna do pé, a imaturidade das estruturas ligamentares e musculares, o excesso de peso e o padrão de marcha. Alguns desses factores podem ser modificáveis, evitando assim o desenvolvimento de anomalias podais<sup>7,9</sup>.

A redução do arco plantar leva a um pé plano. O pé plano rígido apresenta diversas etiologias e leva a dor e a incapacidade. Já o pé plano fisiológico está presente em crianças na primeira década de vida que estão em formação do arco plantar, mas pode ser desenvolvido por laxidão ligamentar e/ou por excesso de peso. O contrário ocorre com o pé cavo, que apresenta elevação do arco plantar<sup>10</sup>.

Diversos métodos são utilizados para avaliação do arco plantar, como os exames imagiológicos, a avaliação da amplitude articular e da força muscular e a impressão plantar, sendo que estas últimas apresentam baixo custo e simplicidade na avaliação<sup>11</sup>.

De forma a detectar precocemente uma possível alteração plantar, o presente estudo objectivou analisar o desenvolvimento do arco plantar em crianças e adolescentes, verificando a prevalência dos diferentes tipos de arcos plantares e investigar quais os factores que podem contribuir para a formação destes arcos.

## Material e Métodos

O desenho do estudo é de natureza transversal, descritivo e correlacional.

A amostra foi constituída por 1.090 indivíduos, sendo 562 rapazes (51,6%) e 528 raparigas (48,4%), com idades compreendidas entre os 2 e 18 anos (8,2±3,0 anos).

As crianças foram divididas em grupos etários: o grupo dos 2 a 4 anos envolveu 90 crianças (8,3%), o dos 5 a 7 anos apresentou 366 crianças (33,6%), o grupo dos 8 a 10 anos com 270 (24,8%), o grupo dos 11 a 13 anos com 288 (26,4%), o grupo dos 14 a 16 anos com 60 (5,5%) e o grupo de 17 a 18 anos com 14 (1,3%).

A recolha de dados foi realizada nos meses de Setembro, Outubro e Novembro de 2008 e em Maio, Junho, Outubro e Novembro de 2009 na Instituição Amigos dos Pequenos de Silves (18,5%), no Jardim de Infância de Silves (4,8%), no Jardim de Infância do Enxerim em Silves (4%), na E.B.1/JI de Lagoa (30,4%), na E.B.1/JI de Carvoeiro (7,4%), na E.B.1 de Porches (4,6%), na E.B.1 Vale Del Rei (0,8%), na E.B.2,3 Dr. Garcia Domingues em Silves (15,4%) e na E.B.2,3 Jacinto Correia em Lagoa (14,1%), todas pertencentes ao concelho de Silves, região do Algarve, Portugal.

Para a realização do estudo, foi feito um pedido de autorização às escolas que procederam ao envio de uma carta de consentimento aos encarregados de educação, explicando os objectivos, as características e a importância da análise plantar na detecção precoce de anomalias podais e solicitando a autorização para que os seus educandos pudessem participar do estudo.

Desta forma, a amostra envolveu somente os alunos que apresentaram a autorização do encarregado de educação e que quiseram participar. Foram excluídos alunos que apresentassem história de problemas podais e/ou deformações.

### Índice de massa corporal

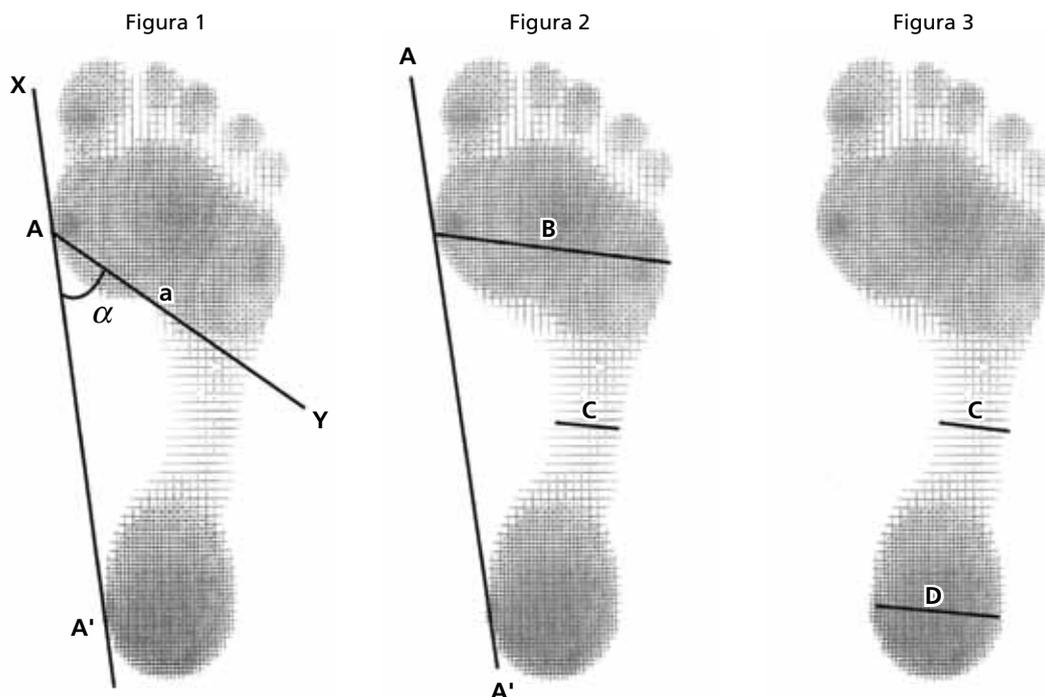
Para verificar se o excesso de peso contribui para a formação do arco plantar foi realizada a medição do peso corporal, utilizando uma balança digital calibrada, e da estatura através de um estadiómetro.

Foi calculado o Índice de Massa Corporal [IMC = peso (kg) / estatura (m)<sup>2</sup>] e as crianças foram classificadas como: normopeso, magreza, excesso de peso e obesidade, segundo os limites propostos pelos estudos de Cole<sup>12-13</sup>.

### Análise plantar

A análise do arco plantar foi realizada com a utilização de um podógrafo Guy Capron S.A. com o indivíduo em posição estática. Procedeu-se à pintura do podógrafo com um pequeno rolo utilizando tinta específica (Radex). Após a pintura, o indivíduo era auxiliado pelo avaliador a apoiar-se com o pé esquerdo por fora do podógrafo e a pisar no podógrafo com o pé direito. O indivíduo assumia a posição ortostática com apoio de ambos os pés e, em seguida, era auxiliado pelo avaliador a retirar o pé do podógrafo.

A impressão plantar foi analisada com a medição do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's.



**Figura 1:** Para a obtenção do ângulo de Clarke's foi traçada uma linha (X) tangente ao ponto mais interno do calcanhar (A') e tangente ao ponto mais interno da região anterior do pé (A). Uma segunda linha (Y) com início no ponto A interceptava o ponto "a" que corresponde ao ápice da concavidade do arco interno do pé. O ângulo agudo resultante da intercepção das linhas Y-X constituiu o ângulo de Clarke's ( $\alpha$ ).

**Figura 2:** Cálculo do índice Chippaux-Smirak (C/B).

**Figura 3:** Cálculo do índice do arco de Staheli's (C/D).

Para a obtenção do ângulo de Clarke's foi traçada uma linha do ponto mais interno do calcanhar até a região anterior do pé (A-A'). Uma segunda linha foi traçada do ponto A-A' até o ápice da concavidade do arco interno (a). O ângulo resultante do ponto A-A' com o ponto a constituiu o ângulo de Clarke's ( $\alpha$ ). O pé foi classificado como: pé plano quando o ângulo estava entre  $0^\circ$  a  $29,9^\circ$ , com o arco deprimido entre  $30^\circ$  a  $34,9^\circ$ , com o arco intermédio entre  $35^\circ$  a  $41,9^\circ$ , arco normal entre  $42^\circ$  a  $46,9^\circ$  e pé cavo acima de  $47^{07-8}$  (cf. Figura 1).

Para o cálculo do índice Chippaux-Smirak foi traçada uma linha do ponto A até a região mais ampla da pegada na transversal (B). De seguida foi traçada uma linha paralela na região mais restrita do arco interno (C). Fez-se a medição das linhas B e C e dividiu-se a linha C pela linha B e o resultado foi expresso em percentagem. O valor 0% do índice Chippaux-Smirak indicou um pé cavo, 0,1% a 29,9% indicou um arco normal, 30% a 39,9% indicou um arco intermediário, 40% a 44,9% indicou um pequeno arco longitudinal e 45% ou acima deste valor indicou um pé plano<sup>7-8</sup> (cf. Figura 2).

O índice do arco de Staheli's calculou-se através da divisão entre a linha paralela na região mais restrita do arco interno (C) pela largura da região mais ampla do calcanhar (D). Os valores acima de 0,9 indicaram um pé com uma falência do arco longitudinal, de 0,6 a 0,89 um pé com um arco longitudinal caído, de 0,3 a 0,59 um pé normal e de 0 a 0,29 um pé cavo com elevado arco longitudinal<sup>8</sup> (cf. Figura 3).

### Análise dos dados

A análise da estatística descritiva foi efectuada com a aplicação do *Software Version 18.0 for Windows* (SPSS).

Para analisar a frequência e percentagem dos alunos dos diferentes grupos etários com a classificação do IMC, foram utilizadas tabelas de contingência.

Para comparar as diferenças no género dos valores do ângulo de Clarke's, índice Chippaux-Smirak e índice do arco de Staheli's foi utilizado o teste T de student.

A média e o desvio padrão do grupo etário e da classificação do IMC relacionados com o ângulo de Clarke's, o índice Chippaux-Smirak e o índice do arco de Staheli's foram obtidos através do teste T de student, sendo analisado cada par do grupo etário e da classificação do IMC em separado.

Para comparar as médias do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's dos grupos etários e dos grupos de excesso de peso e obesidade utilizou-se a One-way Anova Unifactorial e o teste de comparações múltiplas de Bonferroni (Post Hoc Test).

A significância estatística foi estabelecida para  $\alpha < 0,05$ .

### Resultados

Após o cálculo do IMC ( $17,8 \pm 3,5$ ), verificou-se a presença de 67 (6,1%) indivíduos classificados como magros, 715 (65,6%) como normopeso, 219 (20,1%) com excesso de peso e 89 (8,2%) obesos.

Dos alunos classificados como magros, 9 (13,4%) pertenciam

**Tabela 1:** Valores da média, do desvio padrão e significância estatística do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's relacionados com o gênero

Gênero	Ângulo de Clarke's	Índice Chippaux-Smirak	Índice do arco de Staheli's
M	34,9°±12,0°	44,3%±15,1%	0,7±0,2
F	37,5°±12,5°	40,4%±15,1%	0,7±0,2
Significância estatística	0,01*	0,00*	0,00*

**Tabela 2:** Valores da média e desvio padrão do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's relacionados com o grupo etário

Grupo etário	Ângulo de Clarke's	Índice Chippaux-Smirak	Índice do arco de Staheli's
2 – 4 anos	29,6±12,2	53,0%±15,6%	0,8±0,2
5 – 7 anos	33,1±11,8	44,2%±16,6%	0,8±0,3
8 – 10 anos	36,4±11,7	40,1%±16,3%	0,7±0,3
11 – 13 anos	40,9±11,5	39,5%±11,2%	0,6±0,2
14 – 16 anos	38,1±11,7	42,1%±10,4%	0,7±0,2
17 – 18 anos	47,4±8,7	34,3%±9,1%	0,5±0,1

**Tabela 3:** Valores da média e desvio padrão do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's relacionados com a classificação do IMC

Classificação do IMC	Ângulo de Clarke's	Índice Chippaux-Smirak	Índice do arco de Staheli's
Magreza	35,6°±12,7°	42,1%±16,6%	0,7±0,3
Normopeso	36,9°±12,0°	41,0%±14,9%	0,7±0,2
Excesso de peso	35,0°±12,6°	44,8%±15,5%	0,8±0,3
Obesidade	32,7°±12,2°	48,4%±13,8%	0,8±0,2

ao grupo etário dos 2 aos 4 anos, 31 (46,3%) ao grupo dos 5 aos 7 anos, 21 (31,3%) ao grupo dos 8 aos 10 anos, 4 (6%) ao grupo dos 11 aos 13 anos e 2 (3%) ao grupo dos 14 aos 16 anos.

Dos alunos que apresentaram normopeso, 69 (9,7%) eram do grupo etário dos 2 aos 4 anos, 241 (33,7%) do grupo dos 5 aos 7 anos, 167 (23,4%) do grupo dos 8 aos 10 anos, 185 (25,8%) do grupo dos 11 aos 13 anos, 40 (5,6%) do grupo dos 14 aos 16 anos e 13 (1,8%) do grupo dos 17 aos 18 anos.

Dos alunos com excesso de peso, 10 (4,6%) pertenciam ao grupo etário dos 2 aos 4 anos, 62 (28,3%) ao grupo dos 5 aos 7 anos, 64 (29,2%) ao grupo dos 8 aos 10 anos, 75 (34,2%) ao grupo dos 11 aos 13 anos e 8 (3,7%) ao grupo dos 14 aos 16 anos.

Dos alunos classificados como obesos, 2 (2,3%) eram pertencentes ao grupo etário dos 2 aos 4 anos, 32 (36%) ao grupo dos 5 aos 7 anos, 18 (20,2%) ao grupo dos 8 aos 10 anos, 26 (29,2%) ao grupo dos 11 aos 13 anos, 10 (11,2%) ao grupo dos 14 aos 16 anos e 1 (1,1%) ao grupo dos 17 aos 18 anos.

Os valores da média e desvio padrão do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's foram respectivamente: 36,2±12,3, 42,4±15,3 e 0,7±0,3.

Ao comparar os valores das médias do ângulo de Clarke's,

do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's em função do gênero, observou-se que estes últimos diferiram de forma significativa em relação a ambos os gêneros (cf. Tabela 1).

Os valores das médias e do desvio padrão do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's em função do grupo etário são apresentados na Tabela 2.

Após a aplicação da Anova, verificou-se que as médias dos valores do ângulo de Clarke's diferiram de forma estatisticamente significativa em função do grupo etário, nomeadamente entre os grupos 2 – 4 anos com os grupos 8 – 10 anos ( $p=0.00$ ), 11 – 13 anos ( $p=0.00$ ), 14 – 16 anos ( $p=0.00$ ) e 17 – 18 anos ( $p=0.00$ ); grupo 5 – 7 anos com os grupos 8 – 10 anos ( $p=0.00$ ), 11 – 13 anos ( $p=0.00$ ), 14 – 16 anos ( $p=0.03$ ) e 17 – 18 anos ( $p=0.00$ ); e grupo 8 – 10 com os grupos 11 – 13 anos ( $p=0.00$ ) e 17 – 18 anos ( $p=0.01$ ).

As médias dos valores do índice Chippaux-Smirak diferiram de forma estatisticamente significativa em relação ao grupo etário, nomeadamente entre os grupos 2 – 4 anos com os grupos 5 – 7 anos ( $p=0.00$ ), 8 – 10 anos ( $p=0.00$ ), 11 – 13 anos ( $p=0.00$ ), 14 – 16 anos ( $p=0.00$ ) e 17 – 18 anos ( $p=0.00$ ) e entre o grupo 5 – 7 anos com o de 8 – 10 anos ( $p=0.00$ ) e 11 – 13 anos ( $p=0.01$ ).

Os valores médios do índice do arco de Staheli's diferiram de forma estatisticamente significativa em função do grupo etário entre os grupos 2 – 4 anos com 8 – 10 anos ( $p=0.00$ ), 11 – 13 anos ( $p=0.00$ ), 14 – 16 anos ( $p=0.00$ ) e 17 – 18 anos ( $p=0.00$ ); o grupo 5 – 7 anos com 8 – 10 anos ( $p=0.01$ ), 11 – 13 anos ( $p=0.00$ ) e 17 – 18 anos ( $p=0.00$ ); e o grupo 8 – 10 anos com 11 – 13 anos ( $p=0.01$ ).

A tabela 3 apresenta os valores das médias e do desvio padrão do ângulo de Clarke's, do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's em função da classificação do IMC.

As médias dos valores do ângulo de Clarke's diferiram de forma significativa em função da classificação do IMC, nomeadamente entre os grupos normopeso e obesidade ( $p=0.01$ ).

As médias dos valores do índice Chippaux-Smirak diferiram de forma significativa em função da classificação do IMC, nomeadamente entre os grupos normopeso e excesso de peso ( $p=0.00$ ), normopeso e obesidade ( $p=0.00$ ). O mesmo ocorreu com as médias dos valores do índice do arco de Staheli's que diferiram entre os grupos normopeso e excesso de peso ( $p=0.01$ ) e normopeso e obesidade ( $p=0.00$ ).

## Discussão

Os valores médios do presente estudo revelaram a presença de um arco intermédio segundo a classificação do ângulo de Clarke's (36,2), um pequeno arco longitudinal segundo o índice Chippaux-Smirak (42,4) e um arco longitudinal caído de acordo com o índice do arco de Staheli's (0,7). O estudo de Hernandez<sup>14</sup> também revelou a prevalência de um arco longitudinal caído, com valores médios de 0,67, segundo a classificação de índice do arco de Staheli's; o estudo, todavia, envolveu crianças com idades entre os 5 e 9 anos.

O grupo etário dos 2 aos 4 anos revelou um valor médio correspondente a um pé plano segundo a classificação do ângulo de Clarke's e do índice Chippaux-Smirak e, de acordo com o índice do arco de Staheli's, o pé apresentou-se com um arco caído, podendo ser considerado como plano também, uma vez que o pé plano corresponde a um pé com um arco longitudinal caído<sup>10</sup>.

A partir dos 4 anos observou-se um desenvolvimento do arco plantar onde, segundo os estudos de Riddiford-Harland<sup>7</sup> e Echarri e Forriol<sup>8</sup>, o desenvolvimento deste tem início na faixa etária de 5 a 6 anos. Esta alteração notou-se no grupo dos 5 aos 7 anos, onde houve a presença de um arco plantar em desenvolvimento, não estando totalmente plano nem normal. Segundo a classificação do ângulo de Clarke's, o arco plantar neste grupo revelou-se deprimido, no índice Chippaux-Smirak esteve com um pequeno arco longitudinal e no índice do arco de Staheli's apresentou-se caído, assim como no grupo dos 2 aos 4 anos. Todas estas classificações correspondem a um pé plano, mas já com algum desenvolvimento<sup>10</sup>.

No grupo dos 8 aos 10 anos, apenas a classificação do ângulo de Clarke's revelou um arco plantar em desenvolvimento, sendo classificado com um arco intermédio.

Os outros índices mantiveram a mesma classificação do grupo etário dos 5 aos 7 anos. Já o grupo dos 11 aos 13 anos apresentou um arco plantar intermédio em duas classificações, onde apenas o índice do arco de Staheli's revelou um pé com arco plantar caído, sem desenvolvimento com o avançar da idade.

O estudo de Souza<sup>15</sup> analisou a impressão plantar de crianças com idades entre 4 e 10 anos e verificou que o arco plantar não apresentou alterações nos grupos etários dos 4 aos 6 anos e no grupo dos 9 aos 10 anos, de acordo com o ângulo de Clarke's, índice Chippaux-Smirak e o índice do arco de Staheli's, dados que diferem do presente estudo. Neste último estudo, o instrumento de medida usado foi o pedígrafo, o qual é muito semelhante ao utilizado no presente estudo, não podendo ser o instrumento de avaliação o factor responsável pela diferença observada entre os estudos. Um factor que poderia justificar esta diferença poderia ser o local em que vivem os indivíduos da amostra, como meio urbano ou rural, no entanto Souza<sup>15</sup> não identificou o local onde os dados foram recolhidos, tornando difícil uma explicação sobre as diferenças encontradas.

O grupo dos 14 a 16 anos apresentou valores médios semelhantes ao grupo dos 8 aos 10 anos em todos os índices analisados, também não sendo observado um desenvolvimento deste arco plantar. Uma possível explicação para este resultado pode ser dada pelo reduzido número de alunos envolvidos na amostra deste grupo etário, podendo a maioria destes alunos apresentar uma tendência para um pé plano rígido ou fisiológico ocasionado por laxidão ligamentar. O factor excesso de peso não poderia estar em causa para explicar esta diminuição do arco plantar, uma vez que foram poucos os alunos deste grupo classificados com excesso de peso e obesidade.

O menor número de alunos que compôs a amostra do presente estudo foi o das idades compreendidas entre os 17 e 18 anos, tendo este apresentado a classificação mais diversificada dos pés, onde o pé foi classificado como cavo de acordo com o ângulo de Clarke's, com arco plantar intermédio de acordo com o índice Chippaux-Smirak e como normal segundo o índice do arco de Staheli's. Somente um aluno pertencente a este grupo etário foi classificado como obeso, sendo os restantes classificados como normopeso. Portanto, o factor excesso de peso não explicaria esta diferença entre os índices. A laxidão ligamentar neste grupo é pouco provável estar presente pois, nesta idade, a escola inclui aulas de educação física realizadas 2 vezes por semana. A possível explicação para esta discrepância pode estar no facto dos intervalos entre os índices apresentarem uma amplitude muito grande e a média gerar classificações distintas.

Estudos como os de Pfeiffer<sup>10</sup>, de Echarria e Forriol<sup>8</sup> e de Volpon<sup>6</sup> apresentaram uma maior prevalência de pés com arco plantar intermédio e caído, sendo que o primeiro estudo realizou a análise plantar em crianças recém-nascidas até aos 15 anos de idade, o segundo dos 3 aos 12 anos e o último envolveu crianças na faixa etária dos 3 aos 6 anos de idade, ambos diferindo do grupo etário do presente estudo. Os dois primeiros estudos envolveram a análise plantar num

intervalo muito grande de idade, podendo a classificação estar dependente do número de alunos que compunham cada uma destas idades, além da discrepância dos intervalos dos ângulos descrita anteriormente.

O ângulo de Clarke's aumentou com o avançar da idade, enquanto os índices de Chippaux-Smirak e o de Staheli's diminuíram, com excepção do grupo de 14 e 16 anos. O mesmo ocorreu no estudo de Echarri e Forriol<sup>8</sup> que analisou grupos etários com idades compreendidas entre os 3 aos 4 anos, 5 aos 8 anos e 9 aos 12 anos.

Quanto ao género, os valores dos ângulos do presente estudo apresentaram diferenças estatisticamente significativas, onde os rapazes apresentaram um arco plantar deprimido e as raparigas um arco intermédio segundo a classificação do ângulo de Clarke's. De acordo com a classificação dos índices de Chippaux-Smirak e o de Staheli's, ambos os géneros apresentaram, respectivamente, um pequeno arco longitudinal e um arco caído. Todavia, o intervalo do índice de Chippaux-Smirak, que classifica um pé com pequeno arco longitudinal, encontra-se entre 40% e 44,9% e os rapazes apresentaram valores de 44,35%, aproximando-se muito da classificação de um pé plano. Já as raparigas apresentaram valores de 40,4%, os quais estão próximos da classificação de um arco plantar intermédio<sup>7-8</sup>.

Os resultados dos estudos de Pfeiffer<sup>10</sup> e de Echarri e Forriol<sup>8</sup> também mostraram diferenças significativas entre os géneros, sendo que os resultados do primeiro estudo revelaram que os rapazes apresentaram uma prevalência de 52% de pés planos e as raparigas de 36%. A investigação de Echarri e Forriol<sup>8</sup> também observou uma maior prevalência de pés planos nos rapazes. Já os dados de Hernandez<sup>14</sup> não revelaram diferenças significativas entre os géneros.

Em relação à classificação quanto ao IMC, verificou-se que os alunos classificados como obesos exibiram uma diminuição do arco plantar, segundo o ângulo de Clarke's. Já os maiores valores do índice Chippaux-Smirak e do índice do arco de Staheli's foram encontrados nos grupos com excesso de peso e obesidade. Semelhantes resultados foram observados no estudo de Riddiford-Harland<sup>7</sup>, com excepção do índice do arco de Staheli's que não foi avaliado neste último estudo.

A redução do arco plantar exibido nos alunos obesos pode ser explicada pela presença de tecido gorduroso na face interna do pé sem estar associada à deformidade na estrutura óssea. Todavia, o excesso de peso pode levar a alterações estruturais, promovendo a queda do arco longitudinal e resultando numa maior área de contacto do pé<sup>16</sup>.

Quanto aos estudos que analisaram os efeitos da obesidade na distribuição da pressão plantar estática e dinâmica, Dowling<sup>17</sup> verificou que as crianças obesas apresentaram valores mais elevados de força sobre a maior área do pé e maior pressão plantar na postura estática comparada com as crianças não-obesas e, durante a marcha, as crianças obesas também apresentaram valores mais elevados de força sobre todas as áreas do pé, com excepção dos dedos.

Os resultados da investigação de Fillipin<sup>18</sup> também indicaram

maiores áreas de contacto em todas as regiões do pé em crianças obesas na postura erecta e na marcha quando comparados às crianças com normopeso. O mesmo foi observado no estudo de Birtane e Tuna<sup>19</sup>, sendo que este avaliou a distribuição da pressão plantar em adultos e revelou valores mais elevados em termos do pico de pressão no antepé, força plantar total e área total de contacto nos pés dos adultos obesos comparados aos indivíduos com normopeso. No mesmo estudo, durante a avaliação dinâmica foi revelado um valor mais elevado do pico de pressão do médio pé nos obesos comparados com os adultos com peso normal, verificando-se uma relação positiva entre o IMC e os parâmetros estáticos de força plantar total e a área total de contacto e, entre os parâmetros dinâmicos, apenas o pico de pressão do médio pé apresentou uma correlação positiva com o IMC.

Hill<sup>20</sup> também analisou adultos e observou maiores valores da pressão plantar no grupo obeso com o apoio unipodal e bilateral e durante a marcha.

O presente estudo apresentou como limitações a distribuição desigual da amostra entre os grupos etários e a falta de avaliação de outros factores que poderiam influenciar o desenvolvimento do arco plantar, como a presença de alterações nos membros inferiores, nomeadamente o joelho valgo e varo, que levam a uma maior pronação e supinação do pé, e os factores hereditários<sup>4,21</sup>. Futuras investigações envolvendo esta faixa etária e utilizando outros métodos, como a análise dinâmica do pé, são necessárias para uma melhor conclusão acerca da formação plantar em crianças e adolescentes.

## Conclusão

De acordo com os dados obtidos neste estudo, acredita-se que o género, a idade e o peso corporal são factores que podem influenciar a formação do arco plantar, uma vez que se verificou uma maior prevalência de pés com arco plantar reduzido nos rapazes e raparigas com obesidade e os valores dos ângulos também diferiram entre os grupos etários.

É necessário o acompanhamento do desenvolvimento do arco plantar em crianças e adolescentes de forma a prevenir alterações na vida adulta. Além disso, é importante analisar os factores que podem afectar este desenvolvimento de forma a modificá-los, como nos casos do excesso de peso e da obesidade. Estas modificações têm de envolver toda a comunidade escolar, incluindo professores, funcionários, encarregados de educação, profissionais de saúde e os próprios alunos.

## Referências Bibliográficas

1. McPoil T, Brocato R. Pé e tornozelo: avaliação biomecânica e tratamento. In: Gould JA, editores. Fisioterapia na ortopedia e na medicina do esporte. São Paulo: Manole; 1993. p. 293-321.
2. Hamill J, Knutzen K. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole; 1999.

3. Hay J, Reid J. As bases anatómicas e mecânicas do movimento humano. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil; 1985.
4. Kapandji A. Fisiologia articular: membro inferior. 5ª ed. Rio de Janeiro: Panamericana; 2000.
5. Volpon JB. O pé em crescimento, segundo as impressões plantares [From development studied by footprints]. Rev Bras Ortop. 1993 Abr;28(4):219-23. Portuguese
6. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. J Pediatr Orthop. 1994 Jan-Feb;14(1):83-5.
7. Riddiford-Harland DL, Steele JR, Storlien LH. Does obesity influence foot structure in prepubescent children? Int J Obes. 2000 May;24(5):541-4.
8. Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. J Pediatr Orthop B. 2003 Mar;12(2):141-6.
9. Hills AP, Parker AW. Gait characteristics of obese children. Arch Phys Med Rehabil. 1991 May;72(6):403-7.
10. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. Pediatrics. 2007 Aug;118(2):634-9.
11. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. J Bone Joint Surg Br. 1985 Jan;67B(1):71-8.
12. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ. 2000 May;320(7244):1-6.
13. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. BMJ. 2007 Jun;335(7612):1-8.
14. Hernandez AJ, Kimura LK, Laraya MH, Fávoro E. Calculation of Staheli's plantar arch index and prevalence of flat feet: a study with 100 children aged 5-9 years. Acta Ortop Bras. 2007 Jul;15(2):68-71.
15. Souza P, João S, Sacco I. Caracterização do arco longitudinal plantar de crianças obesas por meio de índices da impressão plantar [Characterization of the longitudinal plantar arch of obese children using plantar print indexes]. Rev Bras Crescimento Desenvol Hum. 2007 Dez;17(1):76-83. Portuguese
16. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? Int J Obes. 2001 Jun;25(6):845-52.
17. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? Int J Obes Relat Metab Disord. 2004 Nov;28(11):1514-9.
18. Fillipin N, Barbosa V, Sacco I, Lobo da Costa P. Efeitos da obesidade na distribuição da pressão plantar em crianças [Effects of obesity on plantar pressure distribution in children]. Rev Bras Fisioter. 2007 Nov/Dez;11(6):495-501. Portuguese
19. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. Clin Biomech. 2004 Dec;19(10):1055-9.
20. Hills AP, Henning EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and nonobese adults: a biomechanical analysis. Int J Obes Relat Metab Disord. 2001 Nov;25(11):1674-9.
21. Hebert S, Xavier R. Ortopedia e traumatologia: princípios e prática. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.

### Agradecimentos

Aos Conselhos Executivos do Agrupamento Vertical de Escolas Jacinto Correia de Lagoa e do Agrupamento Vertical de Escolas Dr. Garcia Domingues de Silves e à Instituição Amigos dos Pequenininhos de Silves.

Aos encarregados de educação e aos seus educandos que se submeteram a este projecto.

À Directora da Escola Superior de Saúde Jean Piaget do Algarve, Professora Doutora Ana Maria Almeida, pelo incentivo na pesquisa e investigação.

Artigo recebido em 12.01.2010 e aprovado em 07.07.2010.