

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso de Fisioterapia

Gabriel da Silva Camara

**Comparação e correlação do equilíbrio e da marcha em
adolescentes com diferentes graus de escoliose idiopática**

São Paulo

2022

Gabriel da Silva Camara

**Comparação e correlação do equilíbrio e da marcha em
adolescentes com diferentes graus de escoliose idiopática**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Fisioterapia da Universidade
Santo Amaro – UNISA, como requisito para
obtenção do título Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Ribeiro.

São Paulo

2022

C172c Camara, Gabriel da Silva.

Comparação e correlação do equilíbrio e da marcha em adolescentes com diferentes graus de escoliose idiopática / Gabriel da Silva Camara. — São Paulo, 2022.

25 p.: il., P&B.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Fisioterapia) — Universidade Santo Amaro, 2022.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Paula Ribeiro.

1. Escoliose. 2. Adolescente. 3. Marcha. I. Ribeiro, Ana Paula, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Gabriel da Silva Camara

**Comparação e correlação do equilíbrio e da marcha em adolescentes
com diferentes graus de escoliose idiopática**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Ribeiro.

Cidade de São Paulo, 05 de Dezembro de 2022.

APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



Prof^a. Dr^a. Ana Paula Ribeiro.

Conceito Final: 10,0

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me abençoado com saúde!

Agradeço aos meus pais e irmãos, por todos os ensinamentos e apoio, nos momentos mais difíceis!

Agradeço à minha noiva, aos meus amigos e os companheiros de estagio, a todos meus professores, que me ensinaram e instruíram nesta trajetória.

Agradeço, em especial, a minha professora e orientadora Dra. Ana Paula Ribeiro, por todo cuidado, ensinamentos e atenção durante este período e também por fazer parte da sua equipe de alunos do Laboratório de Biomecânica e Reabilitação Músculoesquelética-LabiREM.

Em memória de Adelica Secundina Câmara, sei que a senhora mesmo não estando mais aqui, está me observando e cuidando aí de cima.

Às adolescentes participantes desse estudo, pela confiança.

Muito Obrigado!

RESUMO

Objetivos: Avaliar a influência do grau de severidade (leve, moderada e grave) da escoliose idiopática do adolescente (EIA) sobre a distribuição da carga plantar dos pés durante a marcha. Material e Métodos: 40 pacientes com EIA foram avaliados e comparados entre os grupos de severidade da curvatura escoliótica. Os ângulos de Cobb (graus) foram avaliados pelo exame de radiografia e os adolescentes foram divididos em três grupos: 13 com EIA leve (idade: $12,3 \pm 1,1$, massa corporal: $50,1 \pm 6,6$ e estatura: $1,55 \pm 2,2$); 13 com EIA moderada (idade: $13,3 \pm 1,8$, massa corporal: $50,4 \pm 6,2$ e estatura: $1,57 \pm 3,3$); e 14 com EIA grave (idade: $12,8 \pm 2,5$, massa corporal: $50,2 \pm 5,2$ e estatura: $1,60 \pm 2,3$). A marcha foi avaliada pela distribuição da carga plantar por meio de uma plataforma de pressão, a uma frequência de 100hz. Os adolescentes realizavam a marcha sobre uma pista de 20 metros, com o registro do apoio dos pés sobre a plataforma, totalizando em média 12 passos para cada lado do pé (direito e esquerdo). As variáveis avaliadas foram: área de contato, pico de pressão e força máxima sobre as 4 regiões dos pés: retropé (medial e lateral), mediopé e antepé. Análise estatística: Análise de variância two-way foi utilizada para comparar os grupos nos diferentes níveis de EIA, considerando um nível de significância $p < 0,005$. Resultados: Os adolescentes com EIA moderada e grave mostraram um aumento do pico de pressão e força máxima sobre o retropé medial ($p=0,014$; $p=0,045$, respectivamente) e lateral ($p=0,035$; $p=0,039$, respectivamente) e uma redução sobre o mediopé ($p=0,024$) quando comparados a EIA leve. A área de contato não mostrou diferenças significativas entre os grupos. Conclusão: O grau de severidade moderada e grave da EIA promoveu um aumento da carga plantar sobre retropé medial e lateral (calcanhar) durante a marcha em comparação aos adolescentes com grau leve da curvatura escoliótica. Desta forma, o treino de marcha nos estágios mais leve de severidade da doença pode minimizar o aumento de sobrecarga e o aumento dos vetores de força sobre a coluna, evitando a progressão da curvatura escoliótica para um estado grave.

Nível de evidência II; Estudo transversal

Palavras-chave: Escoliose; Adolescente; Marcha, Severidade.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the influence of the degree of severity (mild, moderate and severe) of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) on the distribution of plantar load on the feet during gait. **Material and Methods:** 40 patients with AIS were evaluated and compared between scoliotic curvature severity groups. The Cobb angles (degrees) were evaluated by radiography and the adolescents were divided into three groups: 13 with mild AIS (age: 12.3±1.1, body mass: 50.1±6.6 and height: 1.55±2.2); 13 with moderate AIS (age: 13.3±1.8, body mass: 50.4±6.2 and height: 1.57±3.3); and 14 with severe AIS (age: 12.8±2.5, body mass: 50.2±5.2 and height: 1.60±2.3). Gait was evaluated by distributing the plantar load through a pressure platform at a frequency of 100hz. The adolescents performed the gait on a 20-meter track, with the registration of the support of the feet on the platform, totaling an average of 12 steps for each side of the foot (right and left). The variables evaluated were: contact area, peak pressure and maximum force on the 4 regions of the feet: hindfoot (medial and lateral), midfoot and forefoot. **Statistical analysis:** Two-way analysis of variance was used to compare groups at different levels of EIA, considering a significance level of $p < 0.005$. **Results:** Adolescents with moderate and severe AIS showed an increase in peak pressure and maximum force on the medial ($p=0.014$; $p=0.045$, respectively) and lateral ($p=0.035$; $p=0.039$, respectively) hindfoot and a reduction on the midfoot ($p=0.024$) when compared to mild EIA. The contact area did not show significant differences between the groups. **Conclusion:** The moderate and severe severity of AIS promoted an increase in plantar load on the medial and lateral hindfoot (heel) during gait compared to adolescents with a mild degree of scoliotic curvature. In this way, gait training in the milder stages of disease severity can minimize the increase in overload and the increase in force vectors on the spine, preventing the progression of the scoliotic curvature to a severe state.

Level of Evidence II; Cross-sectional study.

Keywords: Scoliosis; Adolescent; March, Severity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação dos aspectos antropométricos entre os adolescentes com escoliose idiopática (EIA) nos diferentes graus de severidade: leve, moderado e grave.....17

Tabela 2 – Comparação dos aspectos da distribuição da pressão plantar durante a marcha entre os grupos de adolescentes com escoliose idiopática em diferentes níveis: leve, moderado e grave.....18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
3	METODOLOGIA	13
3.1	Desenho do estudo	13
3.2	Local da pesquisa	14
3.3	Avaliações radiográficas: radiografias panorâmicas.....	14
3.4	Avaliação Biomecânica da Marcha: distribuição da pressão Plantar...15	
3.5	Análise estatística	16
4	RESULTADOS.....	17
5	DISCUSSÃO.....	20
6	CONCLUSÃO	23
7	REFERÊNCIAS.....	24
8	ANEXOS	28

1 INTRODUÇÃO

A escoliose idiopática do adolescente (EIA) é uma deformidade tridimensional da coluna vertebral, que acomete cerca de 3% dos adolescentes entre os 10-17 anos,^{1,2} sendo o tipo mais prevalente entre as escolioses idiopáticas.^{2,3} A prevalência é mais elevada no sexo feminino, podendo atingir uma proporção de 9:1 entre os sexos, de acordo com a progressão do ângulo de Cobb acima 40 graus.⁴

Os principais sintomas da EIA são as alterações sobre a postura corporal, tais como: os ombros desnivelados, a proeminência das costelas ou assimetria da cintura escapular.^{5,6} Devido à mobilidade da coluna vertebral e às mudanças na postura corporal, os padrões de locomoção podem ser alterados nas diferentes atividades funcionais dos adolescentes, em especial a marcha.⁷ Infelizmente, os mecanismos subjacentes que ligam a severidade nos graus de deformidade da coluna vertebral em indivíduos com EIA às características de suporte de apoio dos pés durante o desempenho da marcha permanecem obscuros.

A estrutura do pé pode influenciar significativamente a função dinâmica do apoio plantar, e a relação entre a morfologia e a função do pé tem sido estudada há muito tempo.^{8,9} Por exemplo, o deslocamento medial do centro de oscilação corporal pode estar relacionado à morfologia do pé cavo (arco plantar elevado).¹⁰ Estudos anteriores indicaram que a postura do pé pode afetar diretamente o centro de oscilação corporal, particularmente na fase propulsiva do apoio plantar durante a marcha.¹¹

A avaliação da marcha por meio da pressão plantar é amplamente aceita como parâmetro biomecânico vital para a avaliação quantitativa do andar, a qual

pode fornecer informações úteis sobre a função dos pés nas diferentes fases de apoio durante a marcha e auxiliar no desenvolvimento de estratégias preventivas e interventivas mais eficazes, em especial sobre patologias que acometem a coluna e os membros inferiores.¹²⁻¹⁸

Alguns estudos vêm mostrando que a trajetória do centro de pressão (COP) em pacientes com EIA é diferente quando comparados aos pacientes controles, sem a doença.^{14,18-20} Outro estudo recente, 2021, mostrou que a curvatura escoliótica grave e moderada tem influência negativa sobre o desempenho da marcha.¹⁵ Outros estudos, direcionados para os pacientes com EIA não tratados, mostraram uma diferença nos padrões de marcha comparados aos adolescentes saudáveis; por outro lado, outros estudos não encontraram diferenças significativas nas análises da marcha.^{7,21-25} Dessa forma, ainda existe grande controvérsia na literatura existente, em especial quando se direciona esta compreensão com a progressão da doença.

A magnitude de severidade da EIA é determinada com base no ângulo de Cobb da seguinte forma: escoliose leve, ângulo de Cobb $<20^\circ$; escoliose moderada, ângulo Cobb de 20° a 39° ; e escoliose grave com ângulo de Cobb $>40^\circ$ ou 45° .^{15,25,26} Nenhum desses estudos vinculou diferenças na distribuição da pressão plantar e na marcha a diferentes níveis de gravidade da AIS, e a relação entre os níveis de gravidade da AIS e o desempenho da caminhada precisa ser investigada.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência do grau de severidade (leve, moderada e grave) da escoliose idiopática do adolescente (EIA) sobre a distribuição da carga plantar dos pés durante a marcha.

3 METODOLOGIA

3.1 Desenho do estudo e amostra

Foi realizado um estudo do tipo observacional transversal com 40 participantes com EIA, os quais foram divididos em três grupos: 13 com EIA leve (ângulo de Cobb $<20^\circ$); 13 com EIA moderada (ângulo Cobb de 20° a 39°) e 14 com EIA grave ($>40^\circ$ ou 45°)^{15,26}. O recrutamento foi realizado por meio do Hospital Público do Estado de São Paulo/SP, Brasil e Instituto Científico Especializado em Reabilitação-REAB, Campinas/SP, Brasil. O estudo foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o número: 2.729.155, em acordância com a regulamentação ética da Declaração de Helsinki. Todos os pacientes avaliados proveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e/ou o Termo de assentimento pelo responsável legal do adolescente, sobre as avaliações radiográficas e biomecânicas avaliadas.

Os critérios de elegibilidade foram: pacientes entre 15-20 anos, do sexo feminino, com EIA da curvatura escoliótica de diferentes graus, confirmada radiograficamente pelo ângulo de Cobb entre 10 à 50 graus. Os critérios de exclusão foram: presença de outra deformidade ou patologia da coluna além de EIA, patologias ortopédicas no quadril, pelve ou membros inferiores; presença de outros distúrbios musculoesqueléticos, como neuropatias, obesidade, artrite reumatóide e / ou dores nas costas por mais de três meses consecutivos, presença de próteses e / ou órteses nos membros inferiores.¹⁵

3.2 Local da pesquisa

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação Musculoesquelética da Universidade Santo Amaro –UNISA, seguindo os cuidados de higienização da pandemia da COVID-19. Localizado na Rua Professor Enéas de Siqueira Neto, 340, Jardim das Imbuías, São Paulo, CEP 04829-300, localizada na Zona Sul.

3.3 Avaliações radiográficas: radiografias panorâmicas

Para a realização da radiografia biplanar, ou seja, bidimensional, todas os pacientes realizaram a imagem do Raio-X, no perfil sagital da coluna vertebral, como parte da solicitação médica para acompanhamento e confirmação do diagnóstico clínico da EIA (Figura 1). Para realização do exame de Raio-X, os pacientes permaneceram em postura ortostática (em pé) parada com suporte de peso corporal. Os pés dos pacientes permaneceram no mesmo alinhamento no plano frontal, estando em uma distância de 7,5 cm entre os mesmos. Para diminuir os artefatos devido à projeção do úmero em sobreposição a coluna vertebral, na vista lateral, os adolescentes permaneceram com braços cruzados e os dedos apoiados sobre as clavículas. Todas as imagens foram com o foco na coluna vertebral realizadas por um técnico experiente em exames radiográficos. As imagens do Raio-X foram digitalizadas e transferidas para um computador como imagens digitais e avaliadas pelo médico responsável utilizando o software de imagem Surgimap Spine (Nemaris Inc., New York, USA).²⁷

Os parâmetros para mensuração sagital do ângulo de Cobb foram: ângulo da cifose torácica (CT) foi entre a linha tangente às extremidades cranianas da

quarta vértebra torácica (T4) e a extremidade caudal da 12ª vértebra torácica (T12) e o ângulo da lordose lombar (LL) foi entre a tangente na extremidade craniana de L1 e sacral (S1), chamadas L1 – S1. Vale ressaltar que as avaliações radiográficas foram realizadas sempre pelo mesmo radiologista para manter um padrão nas radiografias.²⁷.

3.4 Avaliação Biomecânica da Marcha: distribuição da pressão plantar

A avaliação da distribuição da pressão plantar (carga plantar) foi realizada por meio do sistema da Plataforma de Pressão (Loran, Itália). Faz parte do equipamento, sensores resistivos distribuídos homogeneamente, com resolução dependendo do tamanho da plataforma, aproximadamente um sensor/cm².²⁸

Os adolescentes andaram a uma cadência pré-selecionada, para assegurar que os mesmos tivessem alcançado a mesma velocidade. Todos passaram por uma fase de adaptação à velocidade estabelecida afim de habituar os adolescentes ao ambiente de coleta e aos instrumentos, para que assim, houvesse uma diminuição do efeito retroativo. Após a ambientação, os adolescentes andaram em uma pista plana de 20 metros com a uma velocidade pré-estabelecida, nos quais serão coletados aproximadamente 12 passos, capturados em três tentativas (Figura 2). As variáveis da pressão plantar analisadas foram:

- Valor máximo do pico de pressão por área selecionada: representa o valor da pressão máxima (expressa em kPa) nas 3 regiões do pé.
- Área de contato do pé: representa a área em que os sensores foram ativados (pressionados) em cada passo (expressa em cm²).

- Força máxima: representa o valor da força máxima (expressa em N).
- Pico da força vertical e força de impacto transiente (taxa de impacto da primeira força vertical entre um percentual de 20 a 80% (expressa em N).

Todas as variáveis foram analisadas em 3 áreas plantares. Assim, o pé foi dividido em três grandes áreas: retopé (30% do comprimento do pé), médio-pé (30% do comprimento do pé) e antepé e dedos (40% do comprimento do pé).²⁸

3.5 Análise estatística

O cálculo do tamanho da amostra de 40 pacientes foi realizado com base na média do ângulo de Cobb da curvatura principal para os diferentes graus de severidade da EIA, por meio do software G-Power 3.0. Um tamanho de efeito moderado ($f=0,25$), um poder de 80% e um nível de significância de 5% foram usados no cálculo. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. Após isso, os parâmetros biomecânicos da marcha foram comparados entre os grupos de severidade da doença utilizando o teste ANOVA one-way, medidas independentes, seguida do post-hoc de Tukey, considerando um nível de significância de $p<0,05$. Os testes utilizados foram através do software SPSS1TM (Versão 14.0; SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

4 RESULTADOS

Das 40 voluntárias, do sexo feminino, com EIA avaliadas, a média do ângulo de Cobb da curvatura principal foi de $36,6 \pm 15,7^\circ$, os quais foram comparados quanto aos níveis de severidade da doença (leve, moderada e grave), e não se observaram diferenças estatísticas para nenhuma das variáveis antropométricas avaliadas ($p > 0,05$), somente para os ângulos de Cobb, conforme esperado diferentes graus de severidade da EIA (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação dos aspectos antropométricos entre os adolescentes com escoliose idiopática (EIA) nos diferentes graus de severidade: leve, moderado e grave.

Variáveis	EIA			p
	Leve (n=13)	Moderada (n=13)	Grave (n=14)	
Idade (anos)	12,3±1,1	13,8±1,8	12,8±2,5	0,232
Massa (Kg/cm ²)	50,1±6,6	50,4±6,2	50,2±5,4	0,125
Estatura (cm)	1,5±2,2	1,5±3,3	1,6±0,7	0,116
IMC (Kg/cm ²)	15,0±0,2	16,0±0,3	16,0±0,2	0,174
Ângulo de Cobb (graus)	20,5±3,1	37,6±4,5	51,8±4,7	0,001*

*Teste ANOVA one-way, post-hoc de Tukey, diferenças significantes $p < 0,05$

A Tabela 2 mostra as médias e desvios-padrão encontrados para as medidas biomecânicas da marcha de todos os participantes avaliados. Os resultados mostram que a EIA nos graus moderada mostraram um aumento do pico de pressão e da força máxima sobre o retropé medial ($p=0,014$; $p=0,045$, respectivamente) e lateral ($p=0,035$; $p=0,039$, respectivamente) e uma redução sobre o mediopé ($p=0,024$) quando comparados a EIA leve. A área de contato não mostrou diferenças significativas entre os grupos. Estes aumentos de sobrecarga plantar mostraram o efeito da progressão da EIA sobre o desempenho da marcha dos adolescentes avaliados (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação dos aspectos da distribuição da pressão plantar durante a marcha entre os grupos de adolescentes com escoliose idiopática em diferentes níveis: leve, moderado e grave.

Vairáveis	EIA	Antepé	Mediopé	Retropé Medial	Rretropé lateral
Área de Contato (cm ²)	Leve	9,1 ± 2,1	13,2 ± 9.8	16,1 ± 2,0	16,6 ± 2,7
	Moderada	9,3 ± 1,7	11,0 ± 4.9	17,1 ± 2,4	17,2 ± 2,6
	Grave	9,1 ± 1,6	10,3 ± 3.5	17,2 ± 2,4	17,9 ± 2,5
	<i>p (inter-grupos)</i>	0,893	0,487	0,155	0,167
Pico de pressão (kPa)	Leve	242,1 ± 34,5	101,6 ± 52,2	258,3 ± 52,5	254,8 ± 50,8
	Moderada	251,5 ± 42,0	75,2 ± 34,9	278,8 ± 78,2	275,4 ± 80,4
	Grave	250,1 ± 49,2	77,6 ± 52,1	283,8 ± 63,5	283,1 ± 65,1
	<i>p (inter-grupos)</i>	0,403	0,024*	0,045*	0,035*

	Leve	11,4 ± 3,2	5,0 ± 3,6	20,4 ± 5,9	20,8 ± 6,4
Força Máxima	Moderada	12,0 ± 3,3	6,6 ± 3,1	23,2 ± 7,9	22,5 ± 7,6
(N/PC)	Grave	12,0 ± 3,6	7,8 ± 2,8	25,2 ± 7,4	24,5 ± 7,7
	<i>p (inter-grupos)</i>	0,667	0,036*	0,014*	0,039*

*Teste ANOVA one-way, post-hoc de Tukey, diferenças significantes $p < 0.05$.

5 DISCUSSÃO

Neste estudo, verificou-se o efeito da severidade da curvatura escoliótica sobre os parâmetros da marcha de adolescentes com EIA, no qual foi possível observar um aumento de sobrecarga plantar sobre o calcanhar (retropé) para os níveis grave e moderado, bem como uma redução da carga plantar sobre o mediopé, durante a realização da atividade funcional do andar. Semelhante achado foi observado por Zhu et al.¹⁵, no qual os autores avaliaram 96 pacientes com EIA nos diferentes graus de severidade da doença e observaram mudanças no desempenho da marcha, sendo elas a maior demora na fase de propulsão e o aumento no ajuste do centro de oscilação da pressão sobre os pés em pacientes com níveis grave e moderado da EIA. Apesar deste estudo não ter avaliado o centro de oscilação da pressão, apenas a carga plantar nossos achados revelam a maior perturbação de força sobre o retropé que promove um apoio mais rápido, no qual o adolescente terá que se ajustar em maior tempo na recepção da carga sobre o antepé para propulsão do andar, conforme verificado no estudo descrito.

Atualmente, observa-se na literatura com pacientes com EIA que a pressão plantar e a marcha são afetadas por vários fatores, como idade, sexo, IMC e velocidade de caminhada.^{29,30} Portanto, a distribuição da pressão plantar e a marcha em adolescentes com EIA leve, moderada e grave foram analisadas e comparadas, considerando que a idade, sexo, IMC foram semelhantes para não haver viés sobre os parâmetros biomecânicos da carga plantar avaliados, visto a menor imposição de carga plantar sobre o mediopé nos adolescentes com EIA moderada e grave em comparação aos adolescentes com EIA leve com

maior pressão plantar nesta região. A justificativa para este cuidado na semelhança antropométrica dos diferentes níveis de severidade dos grupos com EIA (leve, moderado e grave) foi para, de fato, observar o apoio dos pés durante a marcha destes adolescentes, sem imposição e/ou influência do peso corporal, visto que alguns estudos relataram que nos casos de escoliose grave, o peso corporal e IMC foram menores comparados aos graus leve e moderada, indicando que, particularmente a escoliose grave, pode influenciar o crescimento do corpo e a imposição de carga corporal sobre os pés destes adolescentes.^{30,31}

Neste estudo pode-se observar que a fase de contato inicial do calcanhar durante a marcha foi aumentada, com maior sobrecarga plantar medial e lateral do calcanhar (retropé) nos níveis severidade grave e moderado da EIA. Uma possível explicação para a fase de apoio inicial com maior sobrecarga foi que pacientes com EIA grave e moderada tende a aumentar a fase de propulsão da marcha, o qual resulta em um apoio aguda e de grade impacto sobre o calcanhar (retropé), ou seja, o paciente se prepara para rapidamente transferir a carga plantar do retropé para o antepé de forma a manter mais tempo na fase de contato terminal no intuito de gerar a força necessária para impulsionar o corpo à frente contra o solo, explicação esta corroborada por alguns estudos.^{11,15}

Outro achado observado neste estudo que explica esta necessidade de propulsionar a frente, de forma rápida e com grande impacto sobre o calcanhar, foi a redução da carga plantar sobre o mediopé. Segundo alguns autores, a estrutura do pé cavo (arco plantar elevado) ou plano (arco plantar plano), ou seja, com ou sem contato do mediopé sobre o solo, pode influenciar significativamente a função dinâmica do pé, em especial a marcha.^{11,32} Em uma revisão sistemática que investigou a relação entre a postura do pé e a pressão plantar durante a

caminhada, os autores concluíram que as características da pressão plantar diferem de acordo com a postura do pé.³³ Neste estudo, pode-se observar que durante a marcha os pacientes com EIA grave e moderada apresentaram pés mais cavos, dificultando o apoio plantar nesta região quando comparados aos pacientes com EIA leve.

O presente estudo é inédito, considerando o impacto dos diferentes níveis de gravidade da EIA sobre os parâmetros da carga plantar, uma vez que a deformidade estrutural da coluna pode influenciar a base de apoio dos pés. No entanto, este estudo possui considerações metodológicas e limitações que devem ser aqui explicitadas. Primeiro, teve um desenho transversal e as conexões causais não puderam ser inferidas a partir dos resultados. Em segundo lugar, foi difícil tirar conclusões sobre as influências da postura do pé e da escoliose em toda a função do pé devido às limitações do dispositivo, como a ausência de dados associados, incluindo dados de eletromiografia e parâmetros cinéticos da marcha. No entanto, vale ressaltar o cuidado considerado no presente estudo de mensurar a magnitude da curvatura escoliótica dos adolescentes com EIA, para determinação da severidade da doença, pela mensuração do ângulo de Cobb, considerando a radiografia sagital.

6 CONCLUSÃO

O grau de severidade moderada e grave da EIA promoveu um aumento da carga plantar sobre retropé medial e lateral (calcanhar) durante a marcha perturbando o centro de gravidade do apoio dos pés em comparação aos adolescentes com grau leve da curvatura escoliótica. Desta forma, o treino de marcha nos estágios mais leve de severidade da doença pode minimizar o aumento de sobrecarga e o aumento dos vetores de força sobre a coluna, evitando a progressão da curvatura escoliótica para um estado grave.

7. REFERÊNCIAS

1. Tambe AD, Panikkar SJ, Millner PA, Tsirikos AI. Current concepts in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone Joint J.* 2018;100-B(4):415-24. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.100B4.BJJ-2017-0846.R2>.
1. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2013;7(1):3-9. <https://doi.org/10.1007/s11832-012-0457-4>.
2. Garfin S, Eismont F, Bell G, Bono C, Fischgrund J. Rothman-Simeone, Herkowitz's. *The Spine*, 2 vol. Philadelphia: Elsevier; 2018. pp. 451-64.
3. Pring ME, Wenger DR. Adolescent deformity. In: Bono CM, Garin SR, eds. *Spine Orthopedic Surgery Essentials*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004. pp. 163-4.
4. Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, Noordeen H. Adolescent idiopathic scoliosis. *BMJ.* 2013; 346: f2508. <https://doi.org/10.1136/bmj.f2508> PMID: 23633006.
5. Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, Danielsson AJ, Dobbs MB, Grivas TB, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. *Nat Rev Dis Primers.* 2015; 1: 15030. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.30>.
6. Daryabor A, Arazpour M, Sharifi G, Bani MA, Aboutorabi A, Golchin N. Gait and energy consumption in adolescent idiopathic scoliosis: a literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017; 60(2): 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.10.008>.
7. Wong L, Hunt A, Burns J, Crosbie J. Effect of foot morphology on center-of-pressure excursion during barefoot walking. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008; 98(2): 112–117. Epub 2008/03/19. <https://doi.org/10.7547/0980112>.
8. Cavanagh PR, Morag E, Boulton AJ, Young MJ, Deffner KT, Pammer SE. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J Biomech.* 1997; 30(3): 243–250. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(96\)00136-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(96)00136-4).
9. Chern JS, Kao CC, Lai PL, Lung CW, Chen WJ. Severity of spine malalignment on center of pressure progression during level walking in subjects with adolescent idiopathic scoliosis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2014; 2014: 5888–5891. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944968>.

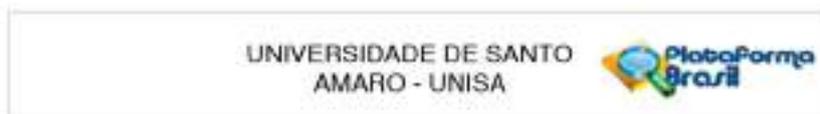
10. Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, Levinger P, Menz HB, Landorf KB. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: a systematic review. *Gait Posture*. 2013; 38(3): 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.010>.
11. Hebert-Losier K, Murray L. Reliability of centre of pressure, plantar pressure, and plantar-flexion isometric strength measures: a systematic review. *Gait Posture*. 2020; 75: 46–62. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.09.027>.
12. Rai D, Aggarwal L. The study of plantar pressure distribution in normal and pathological foot. *Pol J Med Phys Eng*. 2006; 12: 25–34.
13. Catan L, Cerbu S, Amaricai E, Suciu O, Horhat DI, Popoiu CM, et al. Assessment of static plantar pressure, stabilometry, vitamin D and bone mineral density in female adolescents with moderate idiopathic scoliosis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(6): 2167. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062167>.
14. Zhu F, Hong Q, Guo X, Wang D, Chen J, Zhu Q, Zhang C, Chen W, Zhang M. A comparison of foot posture and walking performance in patients with mild, moderate, and severe adolescent idiopathic scoliosis. *PLoS One*. 2021 May 17;16(5):e0251592. doi: 10.1371/journal.pone.0251592.
15. Baker R, Esquenazi A, Benedetti MG, Desloovere K. Gait analysis: clinical facts. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2016; 52(4): 560–574.
16. Chern JS, Kao CC, Lai PL, Lung CW, Chen WJ. Severity of spine malalignment on center of pressure progression during level walking in subjects with adolescent idiopathic scoliosis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2014; 2014: 5888–5891. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944968>.
17. Kim K, Mullineaux DR, Jeon K. A comparative study of spinal deformity and plantar pressure according to the static standing posture of female adolescents with or without idiopathic scoliosis. *Iran J Public Health*. 2019; 48(2): 345–346.
18. Lee Jeong-Uk. Comparison of dynamic plantar foot pressure in normal subjects and patients with adolescent idiopathic scoliosis for health science research. *Toxicol Environ Health Sci*. 2017; 9: 269–278.
19. Lee J, Kim M, Kim J. Comparison of static plantar foot pressure between healthy subjects and patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Toxicol Environ Health Sci*. 2014; 6: 127–132.

20. Kramers-de Quervain IA, Muller R, Stacoff A, Grob D, Stussi E. Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2004; 13(5): 449–456. <https://doi.org/10.1007/s00586-003-0588-x>.
21. Mahaudens P, Banse X, Mousny M, Detrembleur C. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. *Eur Spine J.* 2009; 18(4): 512–521. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-0899-7>.
22. Wiernicka M, Kotwicki T, Kaminska E, Lochynski D, Kozinoga M, Lewandowski J, et al. Postural stability in adolescent girls with progressive idiopathic scoliosis. *Biomed Res Int.* 2019; 2019: 7103546. <https://doi.org/10.1155/2019/7103546>.
23. Yang JH, Suh SW, Sung PS, Park WH. Asymmetrical gait in adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2013; 22(11): 2407–2413. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2845-y>.
24. Persson-Bunke M, Czuba T, Hagglund G, Rodby-Bousquet E. Psychometric evaluation of spinal assessment methods to screen for scoliosis in children and adolescents with cerebral palsy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015; 16: 351. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0801-1>.
25. Barsotti CEG, Junior CABB, Andrade RM, Torini AP, Ribeiro AP. The effect of direct vertebral rotation on the spine parameters (coronal and sagittal) in adolescent idiopathic scoliosis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021;34(5):821-828. doi: 10.3233/BMR-200320.
26. da Silveira GE, Andrade RM, Guilhermino GG, Schmidt AV, Neves LM, Ribeiro AP. The Effects of Short- and Long-Term Spinal Brace Use with and without Exercise on Spine, Balance, and Gait in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Medicina (Kaunas).* 2022 Jul 29;58(8):1024. doi: 10.3390/medicina58081024.
27. Jandova S, Gajdos M, Urbanova K, Mikulakova W. Temporal and dynamic changes in plantar pressure distribution, as well as in posture during slow walking in flat and high-heel shoes. *Acta Bioeng Biomech.* 2019; 21(4): 131–138. PMID: 32022793.
28. Gimunova M, Zvonar M, Mikeska O. The effect of aging and gender on plantar pressure distribution during the gait in elderly. *Acta Bioeng Biomech.* 2018; 20(4): 139–144. PMID: 30520439.

29. Gao C, Chen BP, Sullivan MB, Hui J, Ouellet JA, Henderson JE, et al. Micro CT analysis of spine architecture in a mouse model of scoliosis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2015; 6: 38. <https://doi.org/10.3389/fendo.2015.00038>.
30. Man GC, Wang WW, Yeung BH, Lee SK, Ng BK, Hung WY, et al. Abnormal proliferation and differentiation of osteoblasts from girls with adolescent idiopathic scoliosis to melatonin. *J Pineal Res*. 2010; 49(1): 69–77. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2010.00768.x>
31. Buldt AK, Allan JJ, Landorf KB, Menz HB. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: a systematic review. *Gait Posture*. 2018; 62: 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.02.026>.
32. Lucas R, Cornwall M. Influence of foot posture on the functioning of the windlass mechanism. *Foot*. 2017; 30: 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.01.005>.

ANEXOS

Aprovação do Comitê de Ética - CEP / UNISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A influência da Escoliose idiopática sobre a carga plantar estática e dinâmica dos pés de adolescentes

Pesquisador: Ana Paula Ribeiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 91687218.8.0000.0081

Instituição Proponente: OBRAS SOCIAIS E EDUCACIONAIS DE LUZ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.729.155

Apresentação do Projeto:

A Escoliose Idiopática vem sendo uma alteração da coluna vertebral prevalente no adolescente, sendo caracterizada por uma deformidade tridimensional da coluna, os quais podem resultar em mudanças no padrão postural e dos movimentos da cadeia cinética inferior. Geralmente, os profissionais de saúde envolvidos no seu tratamento se preocupam com a progressão da curvatura e seus sintomas algicos. Atualmente, pesquisas vêm ressaltando as mudanças adaptativas da coluna vertebral na presença da escoliose, que pode resultar em grande sobrecarga plantar, desconforto e mudanças biomecânicas dos pés e do equilíbrio corporal.

São poucos os relatos da literatura sobre estas mudanças mecânicas, posturais e do equilíbrio em adolescentes com EIA, o que dificulta o processo de tratamento conservador dos profissionais de saúde envolvidos, principalmente no que se refere sobre as mudanças da distribuição das forças plantares sobre o apoio dos pés e sua associação com o controle do equilíbrio postural.

A hipótese da pesquisadora é de que adolescentes com Escoliose Idiopática apresentam redução do equilíbrio corporal e maior sobrecarga nos pés.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar a influência da Escoliose idiopática sobre a carga plantar estática e dinâmica dos pés de

Endereço: Rua Prof. Celso do Siqueira Neto, 340
Bairro: Jardim das Indústrias **CEP:** 02450-000
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)2143-6667 **E-mail:** pesquisa@unisa.br

UNIVERSIDADE DE SANTO
AMARO - UNISA



Continuação do Parecer: 2.729.155

adolescentes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisadora apresenta o experimento com risco mínimo à saúde física e mental com pequeno desconforto nos seus pés pelo contato direto com o piso ao ficar descalço no momento da avaliação da postura dos pés. Poderá também apresentar uma sensação de cansaço físico ao realizar as três tentativas de andar e permanecer em pé por 20 segundos sobre a plataforma de pressão. Caso isso aconteça, a avaliação será interrompida, respeitando o cansaço físico do adolescente e se necessitar de atendimento clínico, o mesmo será encaminhado para atendimento.

O benefício será indireto adquirindo conceitos e orientações sobre seu equilíbrio e sobrecarga de força nos pés, para assim melhorar o tratamento direcionado para Escoliose Idiopática dos adolescentes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Será realizado um estudo do tipo transversal e descritivo com 100 adolescentes portadores de Escoliose Idiopática que serão recrutados do Instituto REAB – Instituto Científico Especializado em Reabilitação Campinas/SP.

Será aplicado um questionário previamente elaborado por meio de entrevista para caracterização da amostra e critérios de exclusão. Para avaliação da dor e desconforto será realizado a aplicação da Escala Visual Analógica – EVA para quantificação da intensidade da dor. Para avaliar o nível de atividade física será utilizado o International Physical Activity Questionnaire – IPAQ na versão curta. A postura dos pés será avaliada por meio do Foot Posture Index – FPI-6. A avaliação da distribuição da pressão plantar (carga plantar) será realizada por meio do sistema da Plataforma de Pressão.

Como critérios de exclusão serão, participantes portadores de doenças musculoesqueléticas sintomáticas em MMI, doenças sintomáticas do sistema nervoso central e periférico, diabetes Mellitus, cirurgia corretiva da curvatura da coluna vertebral, deformidades rígidas nos pés, infiltrações em pés e tornozelos nos últimos três meses, cirurgia prévia ou prevista da coluna vertebral nos próximos doze meses e deficiência mental, não poderão participar do estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Declaração de coparticipante – apresentada, devidamente assinada e carimbada pelo responsável pela Instituição coparticipante.

Endereço: Rua Profº Enéas de Souza Neto, 340
Bairro: Jardim dos Imbuês **CEP:** 02.453-000
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)2141-8867 **E-mail:** pesquisa@unisa.br

UNIVERSIDADE DE SANTO
AMARO - UNISA



Continuação do Parecer: 2.729.155

Folha de rosto – apresentada, devidamente assinada pelo pesquisador e representante da Instituição proponente.

Projeto – apresentado na Plataforma Brasil.

Cronograma – passível de execução caso o trabalho não apresente nenhuma pendência.

TCLE – Apresentado e de acordo com a resolução 466/12

Questionários que serão aplicados – apresentados na Plataforma Brasil e de acordo com aspectos éticos.

Cronograma – passível de execução.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1147955.pdf	15/06/2018 18:21:28		Aceito
Outros	DeclaracaoCoParticipanteJanainaigor.pdf	15/06/2018 18:20:48	Ana Paula Ribeiro	Aceito
Outros	FPI_questionariepdf.pdf	15/06/2018 18:19:42	Ana Paula Ribeiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_JanainaRodrigoigor.pdf	15/06/2018 18:18:20	Ana Paula Ribeiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoJanainaigor.pdf	15/06/2018 18:06:53	Ana Paula Ribeiro	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoJanainaigor.pdf	15/06/2018 18:04:29	Ana Paula Ribeiro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Prof. Enéas de Souza Neto, 340
Bairro: Jardim das Imbuês **CEP:** 02.452-000
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)2141-8867 **E-mail:** pesquisa@unisa.br

UNIVERSIDADE DE SANTO
AMARO - UNISA



Continuação do Parecer: 2.729.155

SÃO PAULO, 21 de Junho de 2018

Assinado por:
José Antonio Silveira Neves
(Coordenador)

Endereço: Rua Prof. Eras de Siqueira Neto, 340

Bairro: Jardim das Imbuês

CEP: 02.453-000

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)2141-8867

E-mail: pesquisa@unisa.br