



Efeito da cirurgia de correção da coluna vertebral na força dos membros inferiores na escoliose idiopática do adolescente

Effect of Spinal Correction Surgery on Lower Limb Strength in Idiopathic Adolescent Scoliosis

Conrado Torres Laett^{1,2,3} Rogério dos Reis Visconti¹ Ricardo de Souza Portes Meirelles⁵
Lenifran de Matos Santos⁴ Victor Rodrigues Amaral Cossich⁶ Sidnei Cavalcante da Silva^{1,2,3}

¹Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Divisão de Ensino e Pesquisa (DIENP), Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Laboratório de Pesquisa em Fisiologia do Exercício, Divisão de Pesquisa, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Laboratório de Pesquisa Neuromuscular, Divisão de Pesquisa, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência Sidnei Cavalcante da Silva, Ph.D., Laboratório de Pesquisa em Fisiologia do Exercício, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO). Av. Brasil, 500, Caju, 20940-070, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (e-mail: sydney@uol.com.br).

⁵Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO), Centro de Cirurgia da Coluna, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁶Sport Technology Research Lab, Faculty of Kinesiology, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.

Rev Bras Ortop 2023;58(6):e912–e916.

Resumo

Objetivos Analisar a força dos membros inferiores em pacientes com escoliose idiopática do adolescente (EIA) submetidos ou não ao tratamento cirúrgico e examinar sua correlação com a distância percorrida em um teste de caminhada de seis minutos (TC6).

Métodos Um total de 88 participantes (n = 30 pacientes com EIA pré-operatório, n = 30 pacientes com EIA pós-operatório e n = 28 controles) foram submetidos ao 6MWT e à avaliação da força muscular. A força dos membros inferiores foi medida na articulação do joelho usando os valores de pico de torque (PT) de extensão do joelho (EJ) e flexão do joelho (FJ).

Resultados O grupo controle percorreu uma distância maior no TC6 em comparação aos grupos pré-operatório (534 ± 67 m) e pós-operatório (541 ± 69 m), com distância de 612 ± 70 m (p < 0,001). Não foram observadas diferenças em PT EJ (pré: 2,1 ± 0,63, pós: 2,1 ± 0,7, controle: 2,2 ± 0,7 Nm.kg⁻¹, p = 0,67) ou PT FJ (pré: 1,0 ± 0,3, pós: 1,1 ± 0,3, controle: 1,1 ± 0,5 Nm.kg⁻¹, p = 0,46). Houve uma correlação positiva moderada entre PT EJ e a distância do TC6 (r = 0,53, p < 0,001), assim como uma correlação positiva baixa entre PT FJ (r = 0,37, p = 0,003) e a distância do TC6.

Palavras-chave

- ▶ adolescente
- ▶ escoliose
- ▶ força muscular
- ▶ teste de esforço

Estudo desenvolvido no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

recebido
23 de Fevereiro de 2023
aceito
27 de Março de 2023
article Publicado on-line
Setembro 26, 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770980>.
ISSN 0102-3616.

© 2023. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Conclusão Este estudo destaca a importância da força máxima dos membros inferiores na funcionalidade de pacientes com EIA. Nossos achados sugerem que programas de exercícios destinados a aumentar a força dos membros inferiores, especialmente de EJ, podem melhorar a capacidade de caminhada de pacientes com EIA. Esses resultados fornecem informações úteis para o projeto de programas de exercícios intencionais para pacientes com EIA e déficits de marcha.

Abstract

Objectives To analyze the lower limb strength in both untreated and surgically treated adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients and examine its correlation with the distance covered in a six-minute walking test (6MWT).

Methods A total of 88 participants (n = 30 pre-surgery AIS patients, n = 30 post-surgical AIS patients, and n = 28 control) underwent a 6MWT and a muscle strength assessment. The lower limb strength was measured at the knee joint using the knee extension (KE) and knee flexion (KF) peak torque (PT) measurements.

Results The control group covered a greater distance in the 6MWT compared to both the pre-surgical (534 ± 67 m) and post-surgical (541 ± 69 m) groups, with a distance of 612 ± 70 m ($p < 0.001$). No differences were observed in KE PT (pre: 2.1 ± 0.63 , post: 2.1 ± 0.7 , control: 2.2 ± 0.7 Nm.kg^{-1} , $p = 0.67$) or KF PT (pre: 1.0 ± 0.3 , post: 1.1 ± 0.3 , control: 1.1 ± 0.5 Nm.kg^{-1} , $p = 0.46$). A moderate positive correlation was observed between KE PT and 6MWT distance ($r = 0.53$, $p < 0.001$), as well as a low positive correlation for KF PT ($r = 0.37$, $p = 0.003$) with 6MWT distance.

Conclusion This study highlights the importance of lower limb maximal strength in the functionality of AIS patients. Our findings suggest that exercise programs aimed at enhancing lower limb strength, especially the KE, could improve the walking capacity of AIS patients. These results provide useful information for designing purposeful exercise programs for AIS patients with walking deficits.

Keywords

- ▶ adolescent
- ▶ scoliosis
- ▶ muscle strength
- ▶ exercise test

Introdução

A escoliose é uma deformidade patológica da coluna caracterizada por curvatura coronal marcante e rotação vertebral.¹ Pode ser causada por fatores congênitos, ser secundária a uma doença neuromuscular ou não ter etiologia óbvia.² A escoliose idiopática do adolescente (EIA) é o tipo mais prevalente de escoliose,² acometendo 0,6 a 2,0% e 2,2 a 4,6% dos meninos e meninas entre 12 e 14 anos de idade,^{3,4} respectivamente. No Brasil, a prevalência estimada é de 1,8 a 4,8% na faixa etária entre 10 e 16 anos.^{5,6} A alta incidência da EIA faz com que seja importante entender melhor os efeitos prejudiciais dessa doença.

A EIA pode ter impacto significativo em vários aspectos da vida de um paciente, inclusive em sua função pulmonar e habilidades físicas. Existem inúmeros relatos que documentam a diminuição da capacidade vital forçada e da pressão inspiratória em pacientes com EIA.⁷⁻¹⁰ Além disso, sua capacidade de deambulação também é afetada,^{7,9} e os pacientes tipicamente apresentam menor comprimento da passada,¹¹ diminuição do movimento pélvico e aumento da ativação dos músculos eretor da coluna e glúteo médio.¹² Além dessas limitações físicas, os pacientes com EIA também tendem a ter um estilo de vida mais sedentário, praticando atividade física regular por apenas metade do tempo em comparação a seus colegas saudáveis.⁷

O movimento humano depende do tecido muscular e de sua capacidade de produzir força muscular. Apesar das limitações de movimento enfrentadas por indivíduos com EIA, pouco se sabe sobre esta última. Pesquisas mostraram que os músculos paravertebrais desses pacientes são menores¹³ e têm maior teor de tecido adiposo e fibroso,¹⁴ o que pode contribuir para os déficits de força de rotação do tronco⁵ e força respiratória que foram observados.^{8,10} O único estudo a analisar a força muscular dos membros relatou reduções na preensão manual e na extensão do joelho em comparação a um grupo controle da mesma idade.¹⁶ Curiosamente, as duas medidas de força foram correlacionadas à força respiratória no grupo de pacientes com EIA. Apesar do possível valor da força dos membros no fornecimento de informações sobre a condição do paciente e percepção de seus problemas de movimentação, o tópico recebeu pouca atenção nos últimos anos.

Para neutralizar os efeitos limitantes da EIA na função física, os pacientes são geralmente submetidos à cirurgia de correção da coluna vertebral por meio de artrodese vertebral.¹⁷ Esta intervenção cirúrgica restringe a mobilidade da coluna, mas demonstrou melhorar a mecânica da marcha,^{18,19} a função pulmonar²⁰ e outros aspectos das características físicas do paciente. Apesar dessas melhoras, os efeitos da cirurgia em outros elementos da função física do paciente,

como capacidade de deambulação e força muscular dos membros, ainda são obscuros. Para esclarecer esse tópico e entender melhor a relação entre esses fatores, objetivamos avaliar a força máxima de membros inferiores em pacientes com EIA submetidos ou não à cirurgia e examinar sua correlação com a distância percorrida em um teste de caminhada de seis minutos (6MWT).

Métodos

Participantes

Sessenta pacientes com EIA previamente incluídos em nosso grupo de estudo¹⁰ participaram desta pesquisa. Esses pacientes estão na lista de espera para a cirurgia (n=30) ou foram submetidos à artrodese vertebral posterior com acompanhamento pós-operatório mínimo de 1 ano (n=30). Os dados demográficos dos pacientes pré e pós-operatórios foram relatados em uma publicação anterior.¹⁰ Resumidamente, os pacientes pré-operatórios apresentavam idade de $18,5 \pm 2,4$ anos, massa total de $54,1 \pm 11,0$ kg e altura de $162,3 \pm 7,6$ cm, enquanto os pacientes pós-operatórios apresentavam idade de $24,5 \pm 4,5$ anos, massa total de $59,4 \pm 14,8$ kg e altura de $165,0 \pm 7,9$ cm. Um grupo controle (n=28, idade: $22,4 \pm 4,9$ anos, massa total: $61,9 \pm 12,4$ kg, altura: $164,0 \pm 8,3$ cm) foi convenientemente selecionado entre a equipe do hospital e seus parentes próximos. Os critérios de inclusão do grupo controle foram idade entre 15 e 25 anos e resultado negativo no teste de Adam para detecção de deformidade da coluna vertebral. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 98957118.8.0000.5273).

Procedimentos

Todos os procedimentos foram realizados em sessão única, com duração aproximada de 40 minutos. Os participantes foram submetidos primeiramente ao TC6 e, em seguida, à avaliação da força muscular de extensores e flexores de joelho.

Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6)

O participante foi encorajado a caminhar o mais rápido possível por 6 minutos ao longo de um corredor reto e nivelado de 30 metros com superfície dura, marcado em intervalos de 3 metros.¹⁰

Avaliação da Força Muscular

O pico de torque (PT) da extensão do joelho (EJ) e flexão do joelho (FJ) foi medido durante um teste isocinético a $60^\circ/\text{s}$ (HUMAC NORM II, CSMI, Estados Unidos). Os participantes

sentaram-se eretos com os quadris em um ângulo de 85° e a articulação do joelho alinhada com o eixo do dinamômetro. Cintas inelásticas foram usadas para proteção do tórax. Uma série de familiarização e aquecimento de cinco repetições progressivas (com variação de 50% ao esforço máximo percebido) foi realizada, seguida de um intervalo de descanso de 30 segundos. Os participantes, então, realizaram cinco repetições máximas. O PT foi definido como o maior torque registrado durante EJ e FJ e normalizado pelo peso corporal do participante. Os membros foram avaliados em ordem aleatória.

Análise Estatística

Todas as variáveis apresentaram distribuição normal ao teste de Shapiro-Wilk. As diferenças entre grupo das variáveis TC6 e força máxima foram analisadas usando ANOVA unicaudal. Quando necessário, testes *post-hoc* de Bonferroni foram realizados. A correlação foi analisada nos grupos combinados de pacientes com EIA (antes e após a cirurgia) usando o coeficiente de correlação de Pearson entre a força máxima e a distância do TC6. O nível de significância de 0,05 foi adotado em todos os testes. A análise foi realizada usando rotinas customizadas em Python 3.0.

Resultados

O grupo controle percorreu uma distância maior no TC6 em comparação aos grupos pré-operatório (534 ± 67 m) e pós-operatório (541 ± 69 m),¹⁰ com distância de 612 ± 70 m ($p < 0,001$).

No entanto, não foram observadas diferenças em PT EJ ($p = 0,67$) e PT FJ ($p = 0,46$) (► **Tabela 1**). Observamos uma correlação positiva moderada entre PT EJ e a distância do 6MWT ($r = 0,53$, $p < 0,001$), bem como uma correlação positiva baixa entre PT FJ ($r = 0,37$, $p = 0,003$) e a distância do 6MWT (► **Tabela 1**).

Discussão

Este estudo teve como objetivo examinar o efeito do tratamento cirúrgico na força máxima de membros inferiores em pacientes com EIA. Além disso, também investigamos a correlação entre a força máxima de membros inferiores e a capacidade de deambulação. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na força máxima de EJ e FJ entre os pacientes com EIA submetidos ou não ao tratamento e o grupo controle. Além disso, houve correlação positiva entre a força de EJ e FJ e a distância de TC6 em pacientes com EIA.

Tabela 1 Força máxima dos extensores e flexores do joelho

	Pré-operatório	Pós-operatório	Controle
PT EJ (Nm.kg ⁻¹)	$2,09 \pm 0,63$	$2,09 \pm 0,68$	$2,23 \pm 0,70$
PT FJ (Nm.kg ⁻¹)	$0,97 \pm 0,34$	$1,10 \pm 0,34$	$1,05 \pm 0,45$

Abreviaturas: EJ, Extensão do joelho; FJ, flexão do joelho; PT, pico de torque.

Nota: Diferenças significativas não foram observadas.

Até o momento, poucos estudos compararam a força muscular de pacientes com EIA e indivíduos não escolióticos.^{15,16} Esses estudos anteriores relataram déficits na rotação do tronco,¹⁵ prensão manual e força isométrica de extensão do joelho.¹⁶ Embora nossos achados sugiram que a EIA não reduz a força máxima de EJ e FJ, deve-se destacar que Martinez-Llorens et al.¹⁶ mediram a força de forma isométrica e a relataram em termos absolutos (kgf), o que poderia levar a conclusões diferentes da presente pesquisa. Apesar de a correção cirúrgica da coluna ter melhorado a cinemática da marcha^{18,19} e o equilíbrio em pé,²¹ nossos resultados sugerem que a cirurgia, sozinha, não tem impacto significativo na força máxima de membros inferiores, como demonstrado pela ausência de diferenças entre os grupos pré-operatório e controle.

É interessante notar que nossos resultados sugerem que a força máxima de EJ e FJ estão positivamente associadas à capacidade de deambulação de pacientes com EIA. EJ mostrou uma relação mais forte com a distância percorrida no TC6 do que FJ, provavelmente devido à importância da extensão do joelho em vencer a gravidade e impulsionar o corpo para frente durante a caminhada. Isso destaca o papel crucial da força muscular nas habilidades funcionais desses pacientes. Esses achados são especialmente relevantes à luz de pesquisas anteriores que observaram apenas uma relação entre a força respiratória e a capacidade de caminhada em pacientes com EIA.⁷ Com estas informações, programas de exercícios direcionados podem ser projetados para aumentar a força respiratória e dos membros inferiores, particularmente EJ, em pacientes com EIA e déficits de marcha.

Apesar dos achados valiosos deste estudo, é importante reconhecer suas limitações. Uma limitação significativa é a diferença de idade entre os grupos pré e pós-operatórios, que apresentaram alta variabilidade. Essa diferença é representativa de uma população do mundo real, onde os pacientes pós-operatórios muitas vezes passam por uma lista de espera e exames antes de serem operados, levando-os a apresentarem média de idade maior. Além disso, o estudo avaliou apenas a força de membros inferiores na articulação do joelho; é possível que outros grupos musculares, como tornozelo e quadril, tenham comportamento diferente. Outra limitação é o delineamento transversal do estudo, o que prejudica a capacidade de estabelecimento de causalidade. Futuros estudos com abordagem longitudinal podem ajudar a confirmar e aprimorar as observações obtidas aqui. Essas limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados e os próximos estudos devem ter como objetivo abordá-las para obter uma compreensão mais abrangente da relação entre a força dos membros inferiores e a capacidade de deambulação em pacientes com EIA.

Conclusão

Os resultados mostraram que o grupo controle percorreu uma distância significativamente maior no TC6 em comparação aos grupos pré-operatório e pós-operatório. No entanto, não foram observadas diferenças em PT EJ e PT FJ

entre os grupos. Nossos achados revelaram uma correlação positiva moderada entre PT EJ e a distância do TC6, bem como uma correlação positiva baixa entre PT FJ e a distância do TC6. Esses resultados destacam a importância da força de membros inferiores na funcionalidade de pacientes com EIA e sugerem que programas de exercícios destinados a aumentar a força de membros inferiores podem melhorar a capacidade de caminhada desses indivíduos.

Suporte Financeiro

Não houve suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Nossa gratidão a todos os participantes que generosamente doaram seu tempo e esforço para participar do estudo. Agradecimento especial às residentes Ana Paula Oliveira de Souza e Larissa Oliveira Soares pelo auxílio na coleta de dados. Também gostaríamos de estender nosso agradecimento a Juan Daniel Aquino por seu apoio no agendamento dos participantes.

Referências

- 1 Choudhry MN, Ahmad Z, Verma R. Adolescent idiopathic scoliosis. *Open Orthop J* 2016;10(16):143–154
- 2 Weinstein SL. The natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2019;39(6, Supplement 1 Suppl 1):S44–S46
- 3 Suh SW, Modi HN, Yang JH, Hong JY. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children. *Eur Spine J* 2011;20(07):1087–1094
- 4 Nery LS, Halpern R, Nery PC, Nehme KP, Stein AT. Prevalence of scoliosis among school students in a town in southern Brazil. *Sao Paulo Med J* 2010;128(02):69–73
- 5 de Souza FI, Di Ferreira RB, Labres D, Elias R, de Sousa AP, Pereira RE. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis in students of the public schools in Goiânia-GO. *Acta Ortop Bras* 2013;21(04):223–225
- 6 Dantas MGB, Aquino AN, Correia HJ, et al. Prevalence of Back Pain and Idiopathic Scoliosis in Adolescents From the Semiarid Region of Brazil: A Cross-sectional Study. *J Chiropr Med* 2021;20(03):97–107
- 7 Amăricăi E, Suciu O, Onofrei RR, et al. Respiratory function, functional capacity, and physical activity behaviours in children and adolescents with scoliosis. *J Int Med Res* 2020;48(04):300060519895093
- 8 Yalfani A, Bazipoor P. The Effects of Adolescent Idiopathic Scoliosis on the Factors Affecting the Respiratory System and Its Function: A Systematic Review. *JRSR* 2020;7(01):1–7
- 9 Abdelaal AAM, Abd El Kafy EMAES, Elayat MSEM, Sabbahi M, Badghish MSS. Changes in pulmonary function and functional capacity in adolescents with mild idiopathic scoliosis: observational cohort study. *J Int Med Res* 2018;46(01):381–391
- 10 Visconti RDR, Cossich VRA, Aquino JD, et al. Cardiorespiratory function of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Coluna/Columna* 2021;20(02):89–95
- 11 Haber CK, Sacco M. Scoliosis: lower limb asymmetries during the gait cycle. *Arch Physiother* 2015;5(01):4
- 12 Kim DS, Park SH, Goh TS, Son SM, Lee JS. A meta-analysis of gait in adolescent idiopathic scoliosis. *J Clin Neurosci* 2020;81:196–200

- 13 Qin X, He Z, Yin R, Qiu Y, Zhu Z. Abnormal paravertebral muscles development is associated with abnormal expression of PAX3 in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2020;29(04):737–743
- 14 Shahidi B, Yoo A, Farnsworth C, Newton PO, Ward SR. Paraspinal muscle morphology and composition in adolescent idiopathic scoliosis: A histological analysis. *JOR Spine* 2021;4(03):e1169
- 15 McIntire KL, Asher MA, Burton DC, Liu W. Trunk rotational strength asymmetry in adolescents with idiopathic scoliosis: an observational study. *Scoliosis* 2007;2(01):9
- 16 Martínez-Llorens J, Ramírez M, Colomina MJ, et al. Muscle dysfunction and exercise limitation in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Respir J* 2010;36(02):393–400
- 17 Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord* 2018;13:3
- 18 Wong-Chung DACF, Schimmel JJP, de Kleuver M, Keijsers NLW. Asymmetrical trunk movement during walking improved to normal range at 3 months after corrective posterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2018;27(02):388–396
- 19 Nishida M, Nagura T, Fujita N, Nakamura M, Matsumoto M, Watanabe K. Spinal correction surgery improves asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis with thoracic major curve. *Eur Spine J* 2019;28(03):619–626
- 20 Gitelman Y, Lenke LG, Bridwell KH, Auerbach JD, Sides BA. Pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis relative to the surgical procedure: a 10-year follow-up analysis. *Spine* 2011;36(20):1665–1672
- 21 Yagi M, Ohne H, Kaneko S, Machida M, Yato Y, Asazuma T. Does corrective spine surgery improve the standing balance in patients with adult spinal deformity? *Spine J* 2018;18(01):36–43