

Gabriela de Souza Fonseca

**AJUSTES POSTURAI E DE MEMBROS INFERIORES DURANTE A MARCHA
DE ADOLESCENTES COM ESCOLIOSE IDIOPÁTICA: revisão de literatura**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

UFMG

2022

Gabriela de Souza Fonseca

**AJUSTES POSTURAI E DE MEMBROS INFERIORES DURANTE A MARCHA
DE ADOLESCENTES COM ESCOLIOSE IDIOPÁTICA: revisão de literatura**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Pós - Graduação em fisioterapia ortopédica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em fisioterapia ortopédica.

Orientador: Prof. Dra. Bruna Silva Avelar

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

UFMG

2022

F676a Fonseca, Gabriela de Souza
2022 Ajustes posturais e de membros inferiores durante a marcha de adolescentes com escoliose idiopática: revisão de literatura. [manuscrito] / Gabriela de Souza Fonseca – 2022.
21 f.: il.

Orientadora: Bruna Silva Avelar

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 19-21

1. Escoliose. 2. Marcha. 3. Adolescentes. 4. Fisioterapia. I. Avelar, Bruna Silva. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ajustes posturais e de membros inferiores durante a marcha de adolescentes com escoliose idiopática: revisão de literatura

Gabriela de Souza Fonseca

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pela Coordenação do curso de ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA, do Departamento de Fisioterapia, área de concentração FISIOTERAPIA EM ORTOPEDIA.

Aprovada em 03 de dezembro de 2022, pela banca constituída pelos membros: Bruna Silva Avelar, Daysiane Aparecida Malta Fernandes e Gabriel Mendes de Oliveira.

Renan Alves Resende

Prof. Dr. Renan Alves Resende
Coordenador do curso de Especialização em Fisioterapia

Belo Horizonte, 03 de Janeiro de 2023

RESUMO

A escoliose é uma alteração que afeta a curvatura da coluna nos três planos, podendo ocasionar um enrijecimento da coluna, aumento da rigidez nos membros inferiores (MMII), diferenças nas ativações musculares, rigidez intervertebral, dentre outros elementos. A escoliose idiopática na adolescência (EIA) afeta de 2% a 4% dos jovens entre 10 e 16 anos sendo classificada de acordo com a gravidade, localização, podendo progredir e interferir na qualidade de vida e atividades cotidianas. A marcha humana é um processo de locomoção caracterizado por uma sequência de múltiplos eventos rápidos e complexos e uma atividade básica da vida. O padrão de locomoção se altera de acordo com idade, funções, calçados e necessidades. É importante compreender a marcha para avaliar e identificar possíveis lesões, adaptações, restrições de movimentos, fraquezas musculares, ajustes posturais e alterações de movimento decorrentes de outras disfunções, como a EIA. O objetivo do presente estudo foi identificar os ajustes posturais do tronco e dos MMII durante a marcha de adolescentes com EIA, por meio de uma revisão crítica de literatura. Foram realizadas buscas, de março a abril de 2022, nas bases de dados indexadas no Portal de Periódicos CAPES, *National Library of Medicine (Medline)*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Cochrane* e *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, utilizando as palavras chaves “*adolescent idiopathic scoliosis*”, “*gait*”, “*kinematic*” e “*balance*”. Foram excluídos estudos em que os adolescentes com EIA foram submetidos a tratamento cirúrgico, estudos em que a análise da marcha ocorreu com uso de órtese (e.g. colete) e/ou com comparações frente a exames radiológicos, e estudos que desprezaram apenas função muscular. A busca bibliográfica resultou em 11 estudos analisados, os quais foram possíveis identificar a presença de adaptações/ajustes nos parâmetros espaços-temporais da marcha (menor comprimento de passo, menor velocidade de marcha, etc.) de indivíduos com EIA, bem como diferenças nos parâmetros cinemáticos nos três planos de movimentos e em todas as articulações de MMII quando comparados aos seus pares sem EIA. Em função da diversidade de alterações e da heterogeneidade da amostra do grupo EIA nos diferentes estudos em termos de localização e gravidade da escoliose, idade e fatores pessoais, não é possível generalizar um padrão de movimento específico de tronco e MMII que seja característico deste público. As adaptações de tronco e MMII em pacientes com EIA são variáveis e devem ser analisadas individualmente para contribuir em condutas terapêuticas assertivas.

Palavras-chave: Escoliose idiopática do adolescente. Marcha. Cinemática.

ABSTRACT

Scoliosis is an alteration that affects the curvature of the spine in the three planes, which can cause stiffening of the spine, increased stiffness in the lower limbs (LL), differences in muscle activations, intervertebral stiffness, among other elements. Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) affects 2% to 4% of young people between 10 and 16 years old and is classified according to severity, location, and might progress and interfere on life quality and daily activities. Human gait is a locomotion process characterized by a sequence of rapid and complex multiple events and a basic life activity. The locomotion pattern changes according to age, functions, footwear and needs. It is important to understand gait to assess and identify possible injuries, adaptations, movement restrictions, muscle weaknesses, postural adjustments and movement changes resulting from other dysfunctions, such as AIS. The objective of the present study was to identify the postural adjustments of the trunk and lower limbs during the gait of adolescents with AIS, through a critical review of literature. Searches were made, from March to April of 2022, at the databases indexed in the Portal de Periódicos CAPES, National Library of Medicine (Medline), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Cochrane and Physiotherapy Evidence Database (PEDro), using the key words “adolescent idiopathic scoliosis”, “gait”, “kinematic” and “balance”. Studies which adolescents with AIS underwent surgical treatment, studies which gait analysis occurred with the use of an orthosis (e.g. brace) and/or with comparisons with radiological examinations, and studies that only described muscle function were excluded. The bibliographic search resulted in 11 analyzed studies, which made it possible to identify the presence of adaptations/adjustments at the spatiotemporal gait parameters (shorter step length, lower gait speed, etc.) of individuals with AIS, as well as differences in kinematics parameters in the three motion planes and in all LL joints when compared to their peers without AIS. Due to the diversity of alterations and the heterogeneity of the AIS group sample in the different studies in terms of location and severity of scoliosis, age and personal factors, it is not possible to generalize a specific movement pattern of the trunk and LL that is characteristic of this public. Trunk and LL adaptations in patients with AIS are variable and must be analyzed individually to contribute to assertive therapeutic approaches.

Keywords: Adolescent idiopathic scoliosis. Gait. Kinematic.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Método	9
2.1. Critérios de elegibilidade do estudo	9
2.2. Fontes de informação.....	9
2.3. Extração e síntese de dados	9
3. Resultados	10
3.1. Parâmetros espaço-temporais avaliados nos artigos selecionados	10
3.2. Ajustes cinemáticos no tronco e membros inferiores dos artigos selecionados .	11
4. Discussão	15
5. Conclusão	18
6. Referências	20

1 INTRODUÇÃO

O termo escoliose vem da palavra grega, cujo significado é “curvo” ou “torto”. É uma alteração que afeta a curvatura da coluna nos três planos, principalmente, no plano horizontal e frontal, os quais são utilizados para mensurar o ângulo de Cobb. Este ângulo é a técnica considerada padrão-ouro para avaliação das deformidades da coluna, sendo um dos critérios para o diagnóstico da escoliose, a presença de ângulo de Cobb superior a 10 graus e presença de rotação axial (TROBISCH; SUESS; SCHWAB, 2010).

Há basicamente dois tipos de escoliose: a funcional e a estrutural. A escoliose funcional pode ser corrigida por uma mudança postural ativa e suas causas podem ser advindas, por exemplo, de estratégia compensatória devido a diferença de comprimento de membros inferiores (MMII) e/ou a presença de contraturas (MAGEE, 2010). Por sua vez, a escoliose do tipo estrutural é mais grave e há a presença de deformidades ósseas, portanto não é corrigida por movimento ativo (NEUMANN, 2020). Escolioses estruturais podem ser divididas em congênitas, neuromusculares, secundárias e idiopática.

A escoliose idiopática (EI) representa 75% a 85% das escolioses estruturais. Os outros 15% a 25 % são divididos entre a congênita, neuromuscular e secundárias (MAGEE, 2010). A EI pode se desenvolver durante a primeira infância (menores de 3 anos), juvenil (3 a 9 anos) e adolescência (10 a 18 anos), sendo esta última conhecida como escoliose idiopática do adolescente (EIA) (TROBISCH P., SUESS O., SCHWAB., 2010). Na EIA, a curvatura se desenvolve principalmente durante a puberdade (NEGRINI, DONZELLI, AULISA, *et al.*, 2016).

A EIA tem suas causas ainda desconhecidas. Há diversas hipóteses para o surgimento da EIA, dentre elas, fatores genéticos, produção de melatonina, baixa densidade óssea (osteopenia), baixa vitamina D em função da relação com a produção óssea, crescimento ósseo anormal, alterações biomecânicas e, até mesmo, níveis de estrogênio (ADDAI; ZARKOS; BOWEY, 2020). O diagnóstico de EIA é dado quando já foram excluídos outros possíveis tipos de escoliose ou patologias.

A EIA afeta jovens de ambos os sexos, mas sabe-se que 70% dos acometidos são sexo feminino (Comité Nacional de Adolescência SAP 2016). Kamtsiuris (2007) encontrou uma relação de 1,5:1, para o acometimento do sexo feminino, enquanto

Celli (2009) e Nery (2010) encontraram uma relação de que a cada 3 pessoas acometidas, 2 são do sexo feminino. Escoliose mais grave também é mais prevalente no sexo feminino. A EIA afeta 2% a 4% dos jovens entre 10 e 16 anos (ADDAI; ZARKOS; BOWEY, 2020), sendo classificada de acordo com a gravidade, localização, podendo progredir e interferir na qualidade de vida e atividades cotidianas básicas.

A marcha humana é um processo de locomoção caracterizado por uma sequência de múltiplos eventos rápidos e complexos. O caminhar é uma tarefa básica para o dia a dia do ser humano, caracterizado por mover o corpo no espaço. O padrão de locomoção se altera de acordo com idades, funções, calçados e necessidades. A marcha típica é estável e flexível, permitindo mudanças de velocidade e manobras em diferentes terrenos, mantendo a eficiência energética (MIRELMAN *et al.*, 2018)

A marcha é tradicionalmente dividida em dois ciclos, sendo a fase de apoio o momento que o pé entra em contato com o solo e sustenta o peso, que corresponde em torno de 60% do ciclo. A fase de balanço é quando o pé não está sustentando o peso e move-se para frente, o que representa aproximadamente 40% de um ciclo (MAGEE, 2010). A importância de compreender a marcha e seus ciclos é avaliar e identificar possíveis lesões, adaptações, restrições de movimentos, fraquezas musculares, ajustes posturais e alterações de movimento decorrentes de outras disfunções, como a EIA.

Sabe-se que a EIA pode ocasionar um enrijecimento da coluna nos três planos de movimento (POUSSA; MELLIN, 1992), aumento da rigidez nos MMII (MAHAUDENS; DETREMBLEUR, 2015), diferenças nas ativações musculares, rigidez intervertebral, dentre outros elementos. Entretanto, pouco ainda é explorado sobre como essas alterações podem ser visualizadas e analisadas pela avaliação da marcha, e, ainda, como a identificação destas alterações podem contribuir para a conduta terapêutica no processo de reabilitação de pacientes com EIA.

Frente a este contexto, o objetivo do presente projeto é identificar, por meio de uma revisão crítica de literatura, os ajustes posturais do tronco e dos MMII durante a marcha de pacientes adolescentes com EIA. Espera-se que a análise destas alterações possa contribuir na construção do raciocínio clínico de terapeutas, e consequentemente, na construção de condutas de reabilitação mais assertivas e eficazes para pacientes com EIA.

2 MÉTODO

2.1 Critérios de elegibilidade do estudo

A revisão incluiu estudos que avaliaram ajustes cinemáticos de tronco e de MMII na marcha de adolescentes com EIA em todos os planos de movimento. Foram excluídos estudos que analisaram adolescentes submetidos a tratamento cirúrgico, que fizeram análise da marcha apenas com colete, que fizeram comparação da marcha com análises radiológicas e estudos que descreveram apenas função muscular. Também foram excluídos estudos em que os participantes tinham outras deficiências ou outro tipo de escoliose, como congênita, neuromuscular e escoliose secundária.

2.2 Fontes de informação

Foi realizada uma busca de março a abril de 2022, nas bases de dados indexadas no Portal de Periódicos CAPES, *National Library of Medicine* (Medline), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Cochrane* e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro). Foram selecionados apenas artigos publicados em língua inglesa. Destaca-se que as listas de referências dos artigos selecionados foram avaliadas para obtenção de novos artigos que pudessem contribuir para o presente projeto. As palavras chaves utilizadas foram “*adolescent idiopathic scoliosis*”, “*gait*”, “*kinematic*” e “*balance*”.

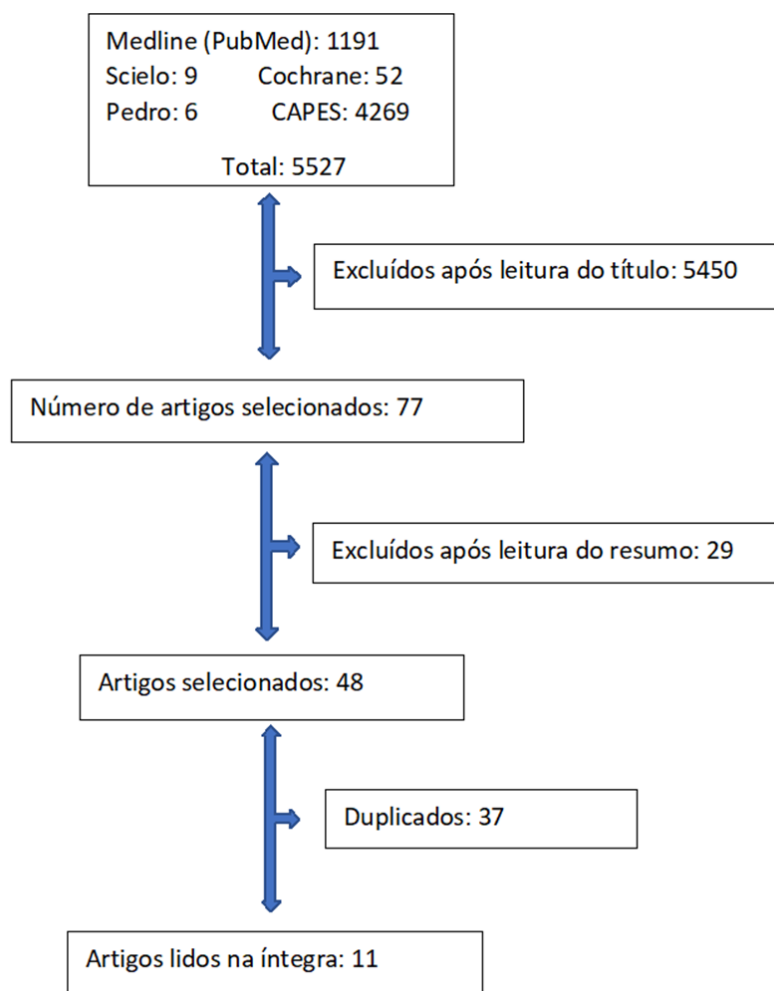
2.3 Extração e síntese de dados

Inicialmente, os artigos foram selecionados pela leitura do título, e, em seguida, pela leitura do resumo. Apenas aqueles artigos que se enquadravam no escopo do projeto, seguindo todos os critérios de inclusão estabelecidos, foram lidos na íntegra. Informações gerais, como nomes dos autores, ano de publicação, amostra, análise da marcha e os desfechos da análise da marcha, foram extraídos de cada artigo citado no presente trabalho.

3 RESULTADOS

A busca resultou em um total de 5527 artigos publicados, dos quais 5450 foram excluídos após a leitura do título, 29 pela leitura do resumo e 37 por serem artigos duplicados. Os onze artigos restantes foram lidos na íntegra para realizar a presente revisão, como representado na Figura 1. Os estudos abordados estão representados na Tabela 1.

Figura 1: Fluxograma de seleção dos estudos



3.1 Parâmetros espaço-temporais avaliados nos artigos selecionados

A Tabela 1 fornece informações sobre os parâmetros espaço-temporais da marcha, como cadência, velocidade e tamanho do passo extraídos dos artigos selecionados. Wu *et al.* (2020), Wu *et al.* (2019), Yang *et al.* (2013), Schmid *et al.* (2015) não encontraram adaptações significativa nas variáveis espaços-temporais de

pacientes com EIA quando comparados com o grupo controle. Já os estudos Mahaudens *et al.* (2009), Park *et al.* (2015), encontraram uma redução do comprimento do passo no grupo EIA. Além disso, Mahaudens *et al.* (2009) observaram uma redução da fase de apoio no grupo escoliose e Park *et al.* (2015) encontraram a velocidade da caminhada menor no grupo EIA em comparação ao grupo controle.

Syczewska *et al.* (2012) evidenciaram que as alterações no comprimento do passo e na velocidade de pacientes com EIA variaram de acordo com a gravidade da escoliose, sendo que quanto mais grave, menor é o comprimento de passo, assim como mais devagar é o padrão de marcha.

Por fim, Nishida *et al.* (2017) e Pesesnti *et al.* (2019) não avaliaram os espaços-temporais da marcha.

3.2 Ajustes cinemáticos no tronco e membros inferiores dos artigos selecionados

Os estudos abordados apresentaram alterações de MMII e de tronco avaliados durante a marcha dos EIA. Pode-se observar a presença de diversas adaptações, como diminuição de movimento dos MMII, deslocamento corporal do tronco e pelve, dentre outros elementos. Os desfechos variaram de acordo com plano e articulações.

Adaptações no tronco foram observadas nos três planos de movimento. No plano frontal foi observado uma inclinação para o lado da convexidade da curva (Nishida *et al.*, 2017 e Wu *et al.*, 2019) e uma redução do ângulo de inclinação (Wu *et al.*, 2020). Por outro lado, Pesesnti *et al.* (2019) evidenciaram que a inclinação do tronco depende da localização da curva, sendo que a curva torácica única (Lenke 1) tende a inclinar para a direita enquanto curva lombar única (Lenke 5) inclina para a esquerda. Já no plano sagital, Nishida *et al.* (2017) encontraram uma adaptação no tronco, evidenciado por uma inclinação anterior, enquanto Wu *et al.* (2020) mostraram uma maior variação do ângulo de inclinação posterior. No plano transversal, Kramers-de Quervain *et al.* (2004) encontraram aumento da rotação anterior do tronco, Yang *et al.* (2013) encontraram um aumento da rotação do tronco sobre a pelve e Nishida *et al.* (2017) observaram uma rotação do tronco para o lado côncavo durante a fase de apoio. Os demais estudos não encontraram adaptações do tronco durante a marcha.

A pelve foi outro segmento que sofreu adaptações. No plano frontal, Mahaudens *et al.* (2009) encontraram menor amplitude de movimento de adução/abdução da pelve, Park *et al.* (2015) encontraram alterações na coordenação tronco e pelve e Yang *et al.* (2013) encontraram uma maior rotação da pelve comparada ao quadril. No plano sagital, apenas Park *et al.* (2015) evidenciaram uma menor coordenação pélvica, sendo que os demais estudos não observaram nenhuma outra adaptação.

As adaptações encontradas no nível do quadril foram apenas nos planos frontal e transversal. Especificamente, no plano frontal Kramers-de Quervain *et al.* (2004) e Mahaudens *et al.* (2009) observaram menor movimento nesta articulação. Em contrapartida, Wu *et al.* (2019) observaram um aumento da abdução de quadril no grupo EIA em comparação ao grupo controle. Já no plano transversal, Wu *et al.* (2019) evidenciaram um aumento da rotação interna do quadril no grupo EIA.

O joelho não sofreu qualquer tipo de ajuste no plano transversal. No plano sagital, Mahaudens *et al.* (2009) observaram uma redução dos movimentos de flexão e extensão, enquanto Syczeweska *et al.* (2012) observaram que, semelhante a pelve, os movimentos do joelho estão relacionados a gravidade da escoliose. Wu *et al.* (2019) encontraram um aumento da flexão de joelho no momento do contato inicial com o membro inferior do lado da concavidade da escoliose.

Por fim, adaptações no plano frontal e transversal foram notadas no tornozelo. Kramers-de Quervain *et al.* (2004) encontraram uma diminuição de movimentos no plano frontal, enquanto Wu *et al.* (2019) observaram aumento da inversão do tornozelo no plano transversal. Esses resultados estão representados sinteticamente na Tabela 2.

Tabela 1: Características da amostra dos estudos selecionados e desfechos espaço-temporais da marcha

Autor / ano	Título	Objetivo	Amostra	Desfechos espaço-temporais da marcha
Kramers-de Quervain et al. (2004)	Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis.	Detectar assimetrias no padrão de marcha em adolescentes do sexo feminino com escoliose idiopática e correlacioná-las com a gravidade da curva escoliótica.	GE: 10 adolescentes do sexo feminino com escoliose com componente lombar E torácico D / MI = 14,4 anos	Não houve diferença significativa.
Mahaudens et al. (2009)	Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis.	Comparar a marcha de indivíduos fisicamente aptos e pacientes com EIA para avaliar os efeitos da gravidade das curvas de escoliose nas variáveis cinemáticas e eletromiográficas.	2 grupos: GE=41 adolescentes do sexo feminino com escoliose componente primárias toraco-lombar e lombar MI=14,5 anos / GC=13 MI=16,5 anos	Comprimento do passo e fase de apoio ligeiramente menor (P<0,001).
Nishida et al. (2017)	Position of the major curve influences asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis.	Determinar a influência do padrão da curva espinhal (curva torácica simples versus curva lombar única) na cinemática do tronco durante a marcha.	2 grupos= 22 adolescentes do sexo feminino lenke 1. MI= 15,5 anos / 17 adolescentes do sexo feminino lenke 5. MI = 16 anos	Não foram avaliados.
Park et al. (2015)	Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis.	Investigar as características da coordenação tórax-pelve em pacientes com escoliose idiopática para avaliar a estabilidade da marcha.	2 grupos GE= 39 adolescentes sexo feminino MI= 15,1 anos / GC=30 adolescentes sexo feminino MI=14,8 anos	Velocidade de caminhada e o comprimento da passada foram menores nos pacientes com escoliose (P<0,05).
Schmid et al. (2015)	Quantifying spinal gait kinematics using an enhanced optical motion capture approach in adolescent idiopathic scoliosis.	Comparar a cinemática da marcha de adolescentes escolióticos comparados a adolescentes normais.	2 grupos GE=14 sendo 2 adolescentes do sexo masculino e 12 do sexo feminino. MI=15,2 anos / GC= 15 sendo 7 sexo masculino e 8 sexo feminino. MI=14,1	Não houve diferença significativa.
Yang et al. (2013)	Asymmetrical gait in adolescents with idiopathic scoliosis.	Investigar a assimetria da marcha lateral em sujeitos com EIA.	2 grupos GE=20 sendo 2 adolescentes do sexo masculino 18 do sexo feminino. MI=14,9/ GC= 5 adolescentes do sexo masculino e 15 sexo feminino. MI=14,4	Velocidade da marcha, cadência e comprimento da passada sem diferença significativa.
Chen et al. (1998)	The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents.	Identificar a incapacidade funcional em pacientes com EI avaliando o equilíbrio postural estático e os padrões de marcha comparando com indivíduos saudáveis.	2 grupos GE=30 MI=16,6 / GC=15 MI= 16,8	A cadência é significativamente mais lenta nos pacientes com EIA (P=0,001).
Szczewska et al. (2012)	Influence of the structural deformity of the spine on the gait pathology in scoliotic patients.	Avaliar a relação da marcha com a gravidade da escoliose idiopática em indivíduos adolescentes.	GE: 63 adolescentes do sexo feminino MI= não citada	Velocidade da marcha (P=0,031) e comprimento do passo (P<0,001) dependem da gravidade da escoliose.
Wu et al. (2020)	Whole body balance control in Lenke 1 thoracic adolescent idiopathic scoliosis during level walking	Identificar os ajustes durante a caminhada de pacientes com EIA tipo lenke 1.	2 grupos GE=16 adolescentes do sexo feminino MI=14/ GC=16 adolescentes do sexo feminino MI=14,4	Não houve diferença significativa.
Wu et al. (2019)	Postural adjustments in adolescent idiopathic thoracic scoliosis during walking	Identificar ajustes posturais de todo o corpo durante a postura quieta e marcha em pacientes com EIA torácica grave.	2 grupos GE=16 adolescentes do sexo feminino com escoliose torácica MI=14,9/ GC=16 adolescentes do sexo feminino MI=14,8	Não houve diferença significativa.
Pesenti et al. (2019)	Curve location influences spinal balance in coronal and sagittal planes but not transversal trunk motion in adolescents with idiopathic scoliosis: a prospective observational study	Explorar as diferenças no equilíbrio dinâmico da coluna vertebral de acordo com a localização da curva (lenke 1 e lenke 5) em pacientes EIA usando análise da marcha.	GE= 22 adolescentes do sexo feminino MI=16,3	Não foram avaliados.

GE= grupo escoliose, GC= grupo controle, MI= idade média, EIA= escoliose idiopática do adolescente, EI= escoliose idiopática, Lenke 1= curva única torácica e Lenke 5= curva única lombar.

Tabela 2: Resultados dos ajustes em cada plano de movimento

Autor / ano	Título	Desfechos no plano frontal/ coronal	Desfechos no plano sagital	Desfechos no plano transversal/ horizontal
Kramers-de Quervain et al. (2004)	Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis.	quadril, joelho e tornozelo com movimentos de quadril menores	Não apresentou diferenças significantes.	Tronco = aumento da rotação anterior em relação à pelve. Com colete = menor movimento de rotação geral do tronco em relação à pélvis Com colete = menos movimento rotacional do tronco. / torção do tronco correlacionou com a gravidade da escoliose ($r^2=0,499$).
Mahaudens et al. (2009)	Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis.	Movimento reduzido = pelve (P=0,001) quadril e ombro (P<0,001).	Movimento reduzido = joelho (P=0,03).	Movimento de quadril reduzido. (0,001).
Nishida et al. (2017)	Position of the major curve influences asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis.	lenke 5 inclinação do tronco para lado convexo (P<0,05).	Inclinação do tronco para frente durante fase de apoio em ambos os grupos.	Rotação do tronco para o lado côncavo durante a fase de apoio (p<0,01) / lenke 1 tronco rotaciona para lado côncavo durante fase de apoio (P<0,01).
Park et al. (2015)	Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis.	ADM pélvica menor (P=0,00) menor coordenação pélvica (P<0,05).	Menor coordenação pélvica (P<0,05).	ADM pélvica menor (P=0,028), menor coordenação pélvica (P<0,05).
Schmid et al. (2015)	Quantifying spinal gait kinematics using an enhanced optical motion capture approach in adolescent idiopathic scoliosis.	Não apresentou diferenças significantes.	Não apresentou diferenças significantes.	Não apresentou diferenças significantes.
Yang et al. (2013)	Asymmetrical gait in adolescents with idiopathic scoliosis.	maior rotação pelve/ quadril	Não apresentou diferenças significantes.	maior rotação de tronco/ pelve
Chen et al. (1998)	The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents.	Não apresentou diferenças significantes.	Movimento do tornozelo, joelho e quadril durante a marcha foram semelhantes entre os grupos.	Não apresentou diferenças significantes.
Syczewska et al. (2012)	Influence of the structural deformity of the spine on the gait pathology in scoliotic patients.	Não apresentou diferenças significantes.	Amplitude de flexão de joelho depende da gravidade da escoliose (P=0,005)	Não apresentou diferenças significantes.
Wu et al. (2020)	Whole body balance control in Lenke 1 thoracic adolescent idiopathic scoliosis during level walking.	Menor ângulo de inclinação quando em apoio unipodal comparado ao grupo controle.	Variação do ângulo de inclinação posterior	Não apresentou diferenças significantes.
Wu et al. (2019)	Postural adjustments in adolescent idiopathic thoracic scoliosis during walking.	No toque de calcanhar e ponta dos pés com o membro do lado convexo houve uma maior inclinação contralateral do tronco, aumento da abdução do quadril em comparação ao grupo controle (P<0,01).	Aumento flexão de joelho quando acontece o choque de calcanhar do membro do lado côncavo.	Rotações pélvicas semelhantes, maior rotação contralateral ao choque de calcanhar. Aumento da rotação interna do quadril e tornozelo durante o choque de calcanhar do membro do lado côncavo (P<0,01).
Pesenti et al. (2019)	Curve location influences spinal balance in coronal and sagittal planes but not transversal trunk motion in adolescents with idiopathic scoliosis: a prospective observational study.	Lenken 1 desviou o tronco para direita e lenken 5 para esquerda (P = 0,001).	Não apresentou diferenças significantes.	O mesmo padrão de marcha com o tronco sendo geral virado para o lado esquerdo (P = 0,165).

ADM= amplitude de movimento, EIA= escoliose idiopática do adolescente, EI= escoliose idiopática, Lenke 1= curva única torácica e Lenke 5= curva única lombar.

4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi identificar, por meio de uma revisão crítica da literatura, as possíveis alterações e/ ou ajustes biomecânicos do tronco e MMII durante a marcha em adolescentes com EIA. Dos 11 estudos incluídos na presente revisão, foi observado que há diferenças espaço-temporais e cinemáticas da marcha em pacientes com EIA quando comparado aos seus pares sem EIA, tanto no tronco como nos MMII, porém sem um padrão pré-estabelecido. Tais resultados reforçam a importância de avaliar a individualidade do paciente, considerando os fatores biológicos, contextuais e suas inter-relações.

Os parâmetros espaços-temporais da marcha em pacientes com EIA foram observados por Mahaudens *et al.* (2009), Park *et al.* (2015) e Syczewska *et al.* (2012). Mahaudens *et al.* (2009), diferente de Park *et al.* (2015) e Syczewska *et al.* (2012), avaliaram a marcha com uso de esteira. Mahaudens *et al.* (2009) e Park *et al.* (2015) encontraram redução no comprimento do passo e Mahaudens *et al.* (2009) observaram também uma redução na fase de apoio do grupo com EIA, quando comparado ao grupo controle. Park *et al.* (2015) observaram uma diminuição da velocidade da caminhada e Syczewska *et al.* (2012) relatam que as alterações espaço-temporais dependem da gravidade da escoliose, ou seja, quanto maior a deformação da coluna mais alterações são encontradas. Uma redução do passo pode levar a uma diminuição da passada e, assim, resultar em uma redução da velocidade da marcha. A velocidade da marcha é um componente importante para a prática clínica. Além de ser uma ferramenta de avaliação barata e prática, a redução da velocidade de marcha pode contribuir para possíveis riscos de queda, para a identificação de fraquezas musculares de MMII, além também de estar relacionada a um desempenho inferior em atividades funcionais que envolvam mobilidade (e.g.: atravessar a rua, fazer caminhadas, subir e descer escadas, etc.).

As mudanças nos parâmetros cinemáticos de pacientes com EIA foram analisados no tronco e MMIII (quadril, pelve, joelho e tornozelo). Em relação ao tronco, os estudos evidenciaram alterações nos três planos de movimentos. No plano frontal, Pesesnti *et al.* (2019) e Nishida *et al.* (2017) compararam a

localização da curva da escoliose, em pacientes com EIA Lenke 1 e Lenke 5. Pacientes com Lenke 5 apresentaram uma maior inclinação para o lado da convexidade quando comparados com Lenke 1. Wu *et al.* (2020) compararam a inclinação do tronco por meio do centro de pressão e centro de massa, e observaram uma diminuição da inclinação durante apoio unipodal da marcha. Já Wu *et al.* (2019) avaliaram o comportamento do tronco, de acordo com a curvatura da escoliose e a movimentação de cada membro durante as fases da marcha. Quando há o contato inicial e retirada dos dedos do pé, pelo membro ipsilateral ao lado convexo da escoliose, houve maior flexão contralateral do tronco quando comparado ao lado côncavo e também ao grupo controle.

Rotineiramente, a inclinação lateral do tronco é mais visível na avaliação estática e em exames de imagem, os quais é observado uma inclinação das vértebras superior e inferior da curvatura principal (RIGO *et al.*, 2011). A presença da inclinação lateral do tronco acentuada em pacientes com EIA, especialmente na mesma direção da concavidade da escoliose, sugere a importância da avaliação deste deslocamento do tronco em avaliações dinâmicas, como na marcha. Pacientes com EIA tendem a ter preferência do movimento a favor da direção da curvatura, o que pode agravar ainda mais o ângulo da escoliose e, conseqüentemente, resultar em maiores alterações biomecânicas nos diversos segmentos corporais.

No plano sagital, Nishida *et al.* (2017) evidenciaram uma inclinação anterior do tronco nos pacientes com EIA, Wu *et al.* (2020) mostraram uma variação do ângulo de inclinação posterior. Pesenti *et al.* (2019) observaram uma alteração de equilíbrio no plano sagital, porém dependente da localização e gravidade da curva. Especificamente, a gravidade e localização da curva inevitavelmente altera a localização do centro de massa e, assim, pode-se inferir que a inclinação anterior do tronco encontrada nos pacientes com EIA (NISHIDA *et al.*, 2017) seja justamente uma das possíveis estratégias adotadas para manter o equilíbrio postural (centro de massa projetado na base de suporte).

No plano transversal, Yang *et al.* (2013) encontraram maior rotação do tronco em relação a pelve. Já Kramers-de Quervain *et al.* (2004) e Nishida *et al.* (2017) observaram uma rotação anterior do tronco a direita em pacientes com EIA. Apesar das diferenças metodológicas, foi possível observar que, em ambos os estudos, a rotação anterior ocorreu em pacientes com convexidade torácica

a direita. A semelhança dos resultados levanta a hipótese de que a localização da curva torácica apresenta forte relação com a rotação de tronco. Suporte a esta hipótese é verificado por Rigo (2010) ao esboçar que a rotação do tronco ocorre tipicamente para o mesmo lado da convexidade. Tais resultados reforçam a importância de avaliação da musculatura do tronco, com especial atenção para os desequilíbrios musculares e alterações na curva comprimento-tensão dos oblíquos internos e externos. Essa compreensão permite intervenções eficazes que possam contribuir na estabilização da progressão da escoliose ao longo do tempo.

As adaptações dos movimentos pélvicos foram encontradas no plano frontal, evidenciadas na menor amplitude de movimento de adução/abdução da pelve (MAHAUDENS *et al.*, 2009), maior rotação da pelve sobre os quadris (YANG *et al.*, 2013) e por alterações na coordenação tronco e pelve (PARK *et al.*, 2015). Mahaudens *et al.* (2009) também realizaram uma análise da atividade elétrica dos músculos quadrado lombar, eretores da espinha, glúteo máximo e semitendinoso. Foi observado que o tempo de contração foi aumentado bilateralmente no grupo de pacientes com EIA em comparação com grupo controle, o que pode contribuir na “dificuldade” de coordenação tronco-pelve em pacientes com EIA. Contrações prolongadas do glúteo podem retardar o movimento destes segmentos.

A coordenação tronco-pelve, durante a marcha, é importante por influenciar na trajetória do centro de massa sobre a base de suporte, na redução de gasto energético e na forma de lidar com as forças internas e externas sobre estes segmentos (SANTOS, 2011). Deficiências na coordenação dos movimentos destes segmentos podem resultar em dor lombar (AL-EISA, 2006.), maiores gastos energéticos, o que por sua vez, pode interferir na biomecânica dos MMII e transferências de forças. Portanto, estes são importantes componentes de serem avaliados para que sejam propostas intervenções que potencialize capacidade do indivíduo para suportar a demanda imposta pela atividade.

Em relação ao quadril e ao joelho, Kramers-de Quervain *et al.* (2004) e Mahaudens *et al.* (2009) observaram uma redução de movimentos laterais do quadril. Em contrapartida, Wu *et al.* (2019) observaram um aumento da abdução de quadril no grupo EIA em comparação ao grupo controle. De maneira similar,

Mahaudens *et al.* (2009) observaram uma redução dos movimentos de flexão e extensão do joelho em pacientes com EIA e Wu *et al.* (2019) observaram um aumento de flexão no contato inicial com o membro inferior ao lado da concavidade. Essa “divergência”, ou não homogeneidade de resultados entres os estudos, nos propõe que, para além de diferenças metodológicas, o corpo não age de maneira linear e similar. Indivíduos com uma mesma patologia podem e, de fato, se comportam de maneiras diferentes, o que reforça como a individualidade do movimento humano é crucial para uma boa avaliação e, conseqüentemente, para traçar condutas terapêuticas eficazes.

Diante ao exposto, o presente estudo demonstra a importância de avaliar pacientes com EIA durante a atividade da marcha, de forma que a avaliação dinâmica possa revelar as adaptações corporais (presentes em cada indivíduo) mediante a demanda imposta. Por se tratar de uma alteração da coluna vertebral e o tronco ser um segmento de grande importância para o centro de massa e centro de equilíbrio, a EIA provoca diversas alterações/adaptações biomecânicas que inviabiliza a generalização de um padrão de marcha para todos pacientes com EIA. Diversos são os fatores que também interferem nesta avaliação, sejam fatores biológicos como a localização e gravidade da escoliose, como também os fatores contextuais e pessoais do indivíduo.

Ressalta-se que as principais dificuldades encontradas para a realização desta revisão crítica de literatura foram as diferenças metodológicas na coleta de dados entre os artigos na avaliação da marcha (e.g.: marcha em solo x marcha em esteira, diferentes parâmetros biomecânicos, etc.) e a não descrição com detalhes das alterações articulares nos três planos de movimento. A escoliose por ter diversas classificações, gravidades e localizações, dificulta a homogeneidade dos grupos avaliados nos artigos da presente revisão.

5 CONCLUSÃO

Apesar de não ser possível generalizar um padrão de ajustes espaço-temporais e cinemáticos no tronco e MMII de pacientes com EIA durante a avaliação da marcha, a presente revisão contribui para reforçar a importância da avaliação da marcha em pacientes com EIA de forma individualizada,

considerando os movimentos de tronco e MMII realizados nos três planos de movimento. Acredita-se que a avaliação postural dinâmica (e não apenas estática) seja uma importante ferramenta para elaborar planos terapêuticos mais assertivos para pacientes com EIA.

REFERÊNCIAS

ADDAI, D.; ZARKOS, J.; BOWEY, A. J. (2020). **Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis**. *Child's nervous system: ChNS: official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, v.36, n.6, p.1111–1119, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04608-4>.

AL-EISA, Einas *et al.* Effects of pelvic skeletal asymmetry on trunk movement: threedimensional analysis in healthy individuals versus patients with mechanical low back pain. **Spine**. v.31, n.3, p.E71-E79. February, 2006.

CHEN, PQ.; WANG, JL.; TSUANG, YH.; LIAO, TL.; HUANG, PI.; HANG, YS. The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents. **Clin Biomech** (Bristol, Avon), v.13, 1, Suppl 1, p.S52-S58, 1998. doi: 10.1016/s0268-0033(97)00075-2. PMID: 11430791.

CILLI, K.; TEZEREN, G.; TAŞ, T. *et al.* School screening for scoliosis in Sivas, Turquia. **Acta Ortop. Traumatol. Turco**, v.43, p.426-430, 2009. doi: 10.3944/AOTT.2009.426.

COMITÉ NACIONAL DE ADOLESCENCIA SAP; Comité de Diagnóstico por Imágenes SAP; Sociedad Argentina de Ortopedia y Traumatología Infantil; Sociedad Argentina de Patología de la Columna Vertebral (SAPCV); Comité de Diagnóstico por Imágenes; Colaboradores. Consenso de escoliosis idiopática del adolescente [Adolescent idiopathic scoliosis]. **Arch Argent Pediatr.**, v.114, n.6, p.585-594, 2016. Spanish. doi: 10.5546/aap.2016.585. PMID: 27869435.

KAMTSIURIS, P.; ATZPODIEN, K.; ELLERT, U.; SCHLACK, R.; SCHLAUD, M. Prevalence of somatic diseases in German children and adolescents. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). **Gesundheitsschutz**, v.50, n.5–6, p.686–700, 2007. doi: 10.1007/s00103-007-0230-x.

KRAMERS-DE QUERVAIN, IA.; MÜLLER, R.; STACOFF, A.; GROB, D.; STÜSSI, E.; Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis. **Eur Spine J**. v.13, n.5, p.449-456, 2004. doi: 10.1007/s00586-003-0588-x.

Kuo, AD.; Donelan, JM.; Dynamic principles of gait and their clinical implications. **Phys Ther**. 2010. 90(2): p.157-174, 2010. doi: 10.2522/ptj.20090125.

MAGEE, David J.; **Avaliação musculoesquelética**. 5. ed. Barueri, SP: Manoele, 2010. ISBN 978-85-204-2807-8.

Mahaudens, P.; Detrembleur, Ch. **Increase of passive stiffness in adolescent idiopathic scoliosis**. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. v.18 Suppl 1: 1992-3. doi: 10.1080/10255842.2015.1069587. Epub 2015 Aug 28. PMID: 26317640.

Mahaudens, P.; Banse, X.; Mousny, M.; Detrembleur, C. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. **Eur Spine J.** v.18, n.4, p.512-521, 2009. doi:10.1007/s00586-009-0899-7.

Negrini, S.; Donzelli, S.; Aulisa, A.; G.; Czaprowski, D.; Schreiber, S.; de Mauroy, J.; C, Diers, H.; Grivas, T. B.; Knott, P.; Kotwicki, T.; Lebel, A.; Marti, C.; Maruyama, T.; O'Brien, J.; Price, N.; Parent, E.; Rigo, M.; Romano, M.; Stikeleather, L.; Wynne, J.; Zaina, F. (2018). 2016 **SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth**. *Scoliosis and spinal disorders*, 13, 3. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0145-8>.

Nery, L. S.; Halpern, R.; Nery, P.C.; Nehme, K. P.; Stein, A. T. Prevalence of scoliosis among school students in a town in southern Brazil. **Revista paulista de medicina**, v.128, n.2, p.69–73. 2010. <https://doi.org/10.1590/s1516-31802010000200005>.

NEUMANN, Donald A. Esqueleto Axial: Osteologia e Artrologia. In: NEUMANN, Donald A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamento para reabilitação**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,2020. Cap 9 315-384.

Nishida, M.; Nagura, T.; Fujita, N.; Hosogane, N.; Tsuji, T.; Nakamura, M.; Matsumoto, M.; Watanabe, K. Position of the major curve influences asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis. **Gait Posture**. v.51, p.142-148, 2017. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.10.004.

Park, Y.; Ko, J.Y.; Jang, JY.; Lee, S.; Beom, J.; Ryu, JS. Asymmetrical activation and asymmetrical weakness as two different mechanisms of adolescent idiopathic scoliosis. **Sci Rep**, v.11, 2021. doi:10.1038/s41598-021-96882-8.

Park, H.J.; Sim, T.; Suh, S.W.; Yang, J.H.; Koo, H.; Mun, J.H. Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis. **Eur Spine J.** v.25, n.2, p.385-393, 2016. doi: 10.1007/s00586-015-3931-0.

Pesenti, S.; Pomeroy, V.; Prost, S.; Severyns, M.; Authier, G.; Roscigni, L.; Viehweger, E.; Blondel, B.; Jouve, JL. Curve location influences spinal balance in coronal and sagittal planes but not transversal trunk motion in adolescents with idiopathic scoliosis: a prospective observational study. **Eur Spine J.** v.29, n.8, p.1972-1980, 2020. doi: 10.1007/s00586-020-06361-3.

Poussa, M.; Mellin, G. Mobilidade espinhal e postura na escoliose idiopática do adolescente em três estágios de magnitude da curva. **Spine**, v.17, n.7, p.757-760, 1992. doi:10.1097/00007632-199207000-00005.

Rigo, M. Avaliação do paciente em escoliose idiopática: avaliação radiográfica, deformidade do tronco e assimetria das costas. **Fisioterapia Teoria e Prática**, v.27, n.1, p.7–25, 2011 doi:10.3109/09593985.2010.503990.

SANTOS, Fernanda Gangella dos. **Avaliação da estabilidade lombo pélvica de pacientes lombálgicos**. TANAKA, Clarissa. 2011. 50 f. Movimento, Postura e Ação Humana. Tese (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina da USP, São Paulo, 2011.

Schmid, S.; Studer, D.; Hasler, CC.; Romkes, J.; Taylor, WR.; Lorenzetti, S.; Brunner, R. Quantifying spinal gait kinematics using an enhanced optical motion capture approach in adolescent idiopathic scoliosis. **Gait Posture**, v.44, p.231-237, 2016. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.12.036.

Sklensky, J.; Urbasek, K.; Svehlik, M.; Svozilova, V.; Kocanda, J.; Prymek, M.; Vyskocil, R.; Repko, M. The relationship of hip loading asymmetry and radiological parameters of the spine in Lenke type 1 idiopathic scoliosis. **Gait Posture**, v.94, p.160-165, 2022. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.03.005.

Syczewska, M.; Graff, K.; Kalinowska, M.; Szczerbik, E.; Domaniecki, J. Influence of the structural deformity of the spine on the gait pathology in scoliotic patients. **Gait Posture**, v.35, n.2, p. 209-213, 2012. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.09.008. Epub 2011 Oct 5. PMID: 21978792.

Wu, KW.; Lu, TW.; Lee, WC.; Ho, YT.; Wang, JH.; Kuo, KN.; Wang, TM. Whole body balance control in Lenke 1 thoracic adolescent idiopathic scoliosis during level walking. **PLoS One**, 2020 Mar 6;15(3):e0229775. doi: 10.1371/journal.pone.0229775.

Wu, K.W.; Wang, T.M.; H.u, C.C.; Hong, S.W.; Lee, P.A.; Lu, T.W. Postural adjustments in adolescent idiopathic thoracic scoliosis during walking. **Gait Posture**. V.68, p.423-429, 2018. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.12.024.

Yang, J.H.; Suh, S.W.; Sung, P.S.; Park, W.H. Asymmetrical gait in adolescents with idiopathic scoliosis. **Eur Spine J**, v.22, n.11 p.2407-2413, 2013. doi:10.1007/s00586-013-2845-y.