

Análise Biomecânica da Marcha de Crianças com Transtorno do Espectro Autista

Biomechanical Analysis of Gait in Children with Autism Spectrum Disorder

Análise da Marcha Autista

Camila Rizzon Rossi¹, Millena Dossin Broilo², Raquel Saccani³

O estudo faz parte integrante do Trabalho de Conclusão de Curso de Camila Rizzon Rossi e Millena Dossin Broilo, desenvolvido na Universidade de Caxias do Sul – Caxias do Sul (RS).

¹Acadêmica do Curso de Fisioterapia. Universidade de Caxias do Sul. Departamento de Fisioterapia. Caxias do Sul (RS), Brasil. E-mail: crrossi1@ucs.br. ORCID: 0009-0005-2680-2583

²Acadêmica do Curso de Fisioterapia. Universidade de Caxias do Sul. Departamento de Fisioterapia. Caxias do Sul (RS), Brasil. E-mail: mdbroilo1@ucs.br. ORCID: 0009-0000-0785-4330.

³Docente do Curso de Fisioterapia. Universidade de Caxias do Sul. Departamento de Fisioterapia. Caxias do Sul (RS), Brasil. E-mail: rsaccani@ucs.br. ORCID: 0000-0002-6475-3883.

Endereço para correspondência: Camila Rizzon Rossi – Rua João Reny Leite da Silva, 1078 – Diamantino – Caxias do Sul (RS), Brasil – CEP: 95055-038 – E-mail: crrossi1@ucs.br. Fonte de financiamento: nada a declarar – Conflito de interesses: nada a declarar – Apresentação: 04 dez. 2024 – Aprovado pelo Comitê de Ética: Parecer nº 5.604.589.

RESUMO

Introdução: O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio caracterizado por mudanças no desenvolvimento neurológico, manifestadas por padrões repetitivos de comportamento e desafios na expressão. Entre as alterações, a marcha tem sido destacada como uma habilidade que quando alterada, impacta na independência da criança. Diante disso, é essencial realizar uma avaliação da marcha para identificação das disfunções existentes e para o processo de reabilitação, direcionando a elaboração de um plano de tratamento individualizado. **Objetivo:** Analisar a biomecânica da marcha em crianças de 3 a 6 anos com Transtorno do Espectro Autista. **Método:** Trata-se de uma pesquisa observacional, analítica, com abordagem transversal. A amostra foi composta por quatorze crianças com idades de 3 a 6 anos com diagnóstico confirmado de Transtorno do Espectro Autista. Para coleta de dados foi utilizado um questionário de caracterização amostral e um Equipamento Medidor Inercial com Acelerômetro e Giroscópio BAIOBIT (Marca Ravelo by BTS Bioengineering, Milão, Itália). As variáveis da marcha coletadas foram: simetria, velocidade, cadência, comprimento da passada, duração do passo, tempo de apoio e tempo de balanço. Os dados foram analisados através de estatística descritiva. **Resultados:** As crianças com TEA apresentaram uma diminuição da velocidade, comprimento da passada, tempo de balanço e simetria quando comparado as crianças típicas da mesma faixa etária. Já a cadência, tempo de apoio e duração do passo foram maiores em crianças com TEA. **Conclusões:** Há alterações na biomecânica da marcha de crianças com Transtorno do Espectro Autista quando comparadas a crianças normotípicas das faixas etárias correspondentes.

Palavras-chave: Marcha. Autismo. Biomecânica. Crianças.

ABSTRACT

Introduction: Autism Spectrum Disorder (ASD) is a condition characterized by changes in neurological development, manifested by repetitive behavior patterns and challenges in expression. Among the alterations, gait has been highlighted as a skill that, when impaired, impacts the child's independence. Therefore, it is essential to perform a gait assessment to identify existing dysfunctions and support the rehabilitation process, guiding the development of an individualized treatment plan. **Objective:** Analyze the gait biomechanics in children aged 3 to 6 years with Autism Spectrum Disorder. **Method:** This is an observational, analytical study with a cross-sectional approach. The sample consisted of fourteen children aged 3 to 6 years with a confirmed diagnosis of Autism Spectrum Disorder. Data collection involved a sample characterization questionnaire and an Inertial Measurement Unit with an Accelerometer and Gyroscope, the BAIOBIT device (Ravelo by BTS Bioengineering, Milan, Italy). The gait variables collected included symmetry, velocity, cadence, stride length, step duration, stance time, and swing time. The data were analyzed using descriptive statistics. **Results:** Children with Autism Spectrum Disorder showed reduced velocity, stride length, swing time, and symmetry compared to typically developing children of the same age group. On the other hand, cadence, stance time, and step duration were higher in children with Autism Spectrum Disorder. **Conclusions:** There are alterations in the gait biomechanics of children with Autism Spectrum Disorder compared to typically developing children of corresponding age groups.

Keywords: Gait. Autism. Biomechanics. Children.

INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é assim considerado, por ser um distúrbio caracterizado por mudanças no desenvolvimento neurológico, manifestadas por padrões repetitivos de comportamento e desafios na expressão, seja verbal ou não verbal¹. Dificuldades no comportamento comunicativo, na reciprocidade socioemocional, e em desenvolver relacionamentos são características que auxiliam no diagnóstico e na identificação da gravidade². Portanto, é reconhecido como um espectro, já que as características e intensidades delas variam clinicamente de acordo com cada indivíduo³. Segundo a American Psychiatric Association⁴, o paciente pode ser classificado em níveis de gravidade do TEA, sendo estes: nível I (exigindo apoio), nível II (exigindo apoio substancial) e nível III (exigindo apoio muito substancial).

Estima-se que, de acordo com a American Psychiatric Association⁴, no Brasil há aproximadamente 2 milhões de pessoas com TEA. Ouzzani et al.⁵ afirmam que existem 52 milhões de casos em todo o mundo, considerando que uma em cada 160 crianças apresentam o Transtorno do Espectro Autista⁶.

Entre as alterações comportamentais e funcionais no paciente com TEA, a marcha tem sido destacada como uma habilidade que, quando alterada, impacta significativamente na independência da criança⁷. O paciente com TEA, frequentemente apresenta uma marcha irregular e na ponta dos pés, que ocorre devido a uma importante diminuição do equilíbrio, força muscular, hipotonia e déficit da coordenação motora, além de dificuldade na iniciação dos movimentos^{2,8-11}. Essas características podem ser desenvolvidas por alterações no cerebelo, que é um dos centros responsáveis por modular as informações recebidas pelo sistema sensorial¹², ou ainda, por deficiências nos gânglios da base que também ocasionam uma baixa estabilidade postural em crianças autistas¹³.

Embora sejam escassos os estudos quantitativos da marcha, pesquisas indicam que crianças com TEA tendem a ter velocidades mais lentas e com tempo de duplo apoio aumentado em comparação aos neurotípicos da mesma idade¹⁴⁻¹⁶. O aumento do tempo de apoio pode se dar devido às oscilações durante a marcha e diminuição do equilíbrio postural dinâmico^{12,17-19}. Além disso, estudos ressaltam também uma redução do comprimento da passada^{20,21}. Por isso, entende-se que essas alterações acabam interferindo nas atividades de vida diária dessas crianças, impactando na sua qualidade de vida²².

Portanto, embora a avaliação quantitativa da marcha seja importante na identificação das disfunções existentes e para o processo de reabilitação, direcionando a elaboração de um plano de tratamento individualizado, ainda são restritas as pesquisas na área, principalmente considerando diferentes faixas etárias da infância. Por isso, o objetivo desta pesquisa foi analisar a biomecânica da marcha em crianças de 3 a 6 anos, com Transtorno do Espectro Autista.

MÉTODOS

Delineamento do Estudo

Pesquisa observacional, analítica, com abordagem transversal, aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul (nº 5.930.324).

Amostra

Fizeram parte deste estudo, 14 crianças, com idade de três a seis anos, com diagnóstico confirmado de Transtorno do Espectro Autista, cadastradas em um Centro Clínico especializado na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. Os participantes foram divididos

em 4 grupos, de acordo com sua faixa etária: G1 – 3 anos; G2 – 4 anos; G3 – 5 anos; e G4 – 6 anos. A amostra foi selecionada de forma intencional e não probabilística.

Foram considerados critérios de inclusão: a) Idade de 3 a 6 anos; b) Deambulação independente; c) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos responsáveis; d) Capacidade mínima de compreensão para realização do teste; e) Completar o percurso em linha reta e sem interrupção. Foram considerados critérios de exclusão: a) Não completar o percurso de 7 metros; b) Patologias neurológicas e traumato-ortopédicas associadas; c) Dificuldades sensoriais extremas que impossibilitem completar o percurso; d) Dificuldades comportamentais que interferissem no percurso; e) Medicamentos com efeitos sedativos no dia da avaliação; f) Crianças com instabilidade clínica; g) Presença de choro.

Instrumentos

Para caracterização da criança foi elaborado um questionário, contendo informações gerais da criança e do seu diagnóstico, o qual foi respondido com o auxílio de um responsável. Além disso, para coletar e confirmar todas as informações necessárias, foi utilizado o prontuário da criança.

A classificação do grau de autismo das crianças estava registrada em prontuário e foi estabelecida pelo DSM-5 (Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais), mediante avaliação do neurologista. O DSM-5⁴ estabelece critérios divididos entre A, B, C, D e E, contendo pontos específicos dentro de cada um: Déficits persistentes na comunicação e interação social em múltiplos contextos (A); Padrões repetitivos e restritos de comportamento, interesses ou atividades, conforme manifestado atualmente ou por história prévia (B); Os sintomas devem estar presentes precocemente no período do desenvolvimento (C); Os sintomas causam prejuízo clinicamente significativo no funcionamento social, profissional ou em outras áreas importantes da vida do indivíduo no presente (D); Esses distúrbios não são mais bem explicados por deficiência cognitiva ou atraso global do desenvolvimento (E). De acordo com esses critérios, a classificação é feita em graus, sendo: necessita de suporte (grau I); necessita de suporte substancial (grau II), necessita de suporte muito substancial (grau III).

Para realizar a avaliação biomecânica da marcha das crianças, foi utilizado um Equipamento Medidor Inercial com Acelerômetro e Giroscópio BAIOBIT (Marca Ravelo by BTS Bioengineering, Milão, Itália). As variáveis espaço-temporais consideradas na avaliação foram: simetria, velocidade, cadência, comprimento da passada esquerda e direita, duração do passo esquerdo e direito, fase de balanço esquerda e direita e fase de apoio esquerda e direita.

Procedimentos

Inicialmente, foi entrado em contato com uma clínica especializada em atendimento a crianças com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), onde foram conduzidas as análises biomecânicas da marcha. Após confirmação, foram avaliados os prontuários das crianças a fim de identificar os critérios de inclusão e de exclusão, para que assim fosse possível a seleção dos participantes. Foram convidadas as crianças que atenderam aos critérios de elegibilidade e no dia agendado para avaliação, inicialmente, os pais foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e posteriormente, responderam ao questionário.

Em seguida, para a avaliação da marcha, o Equipamento Medidor Inercial com Acelerômetro e Giroscópio BAIOBIT (Marca Ravelo by BTS Bioengineering, Milão, Itália) foi acoplado à região sacral dos participantes e conectado por bluetooth à um notebook (Imagem 1A e 1B). Foi solicitado que os participantes caminhassem em velocidade auto selecionada e sem interrupções, por um trajeto de duas linhas paralelas de sete metros, separadas por 60 centímetros de largura uma da outra, funcionando como uma pista (Imagem 1C). Em seguida, os participantes tiveram que repetir o percurso até que três coletas fossem registradas

corretamente. Das três avaliações realizadas, foi selecionada a avaliação com menor variabilidade na coleta. Para minimizar variações no padrão de marcha, e devido à hipersensibilidade plantar, todos os participantes realizaram o percurso utilizando calçados.



Figura 1 – Avaliação e protocolo de coleta com o Baiobit em Caxias do Sul (RS), no Brasil, 2024 (A: Baiobit; B: Baiobit acoplado; C: Trajeto de 7 metros)

Os dados coletados foram analisados através do programa estatístico SPSS 21.0 (Statistical Package to Social Sciences for Windows). Para descrição das variáveis foi utilizada estatística descritiva com distribuição de frequência simples e relativa, bem como as medidas de tendência central (média/mediana) e de variabilidade (desvio padrão/percentis)²³.

RESULTADOS

Na Tabela 1, estão apresentadas as características gerais das 14 crianças com diagnóstico de TEA que participaram da coleta. Entre os participantes, 9 eram meninos e 5 eram meninas e todos recebiam atendimento de fisioterapia e psicoterapia, sendo que a maioria realizava acompanhamento com fonoaudiólogo, com exceção de uma criança de três anos. Além disso, 11 crianças também estavam em tratamento com terapia ocupacional. Quanto à faixa etária, 4 crianças tinham três anos (28,57%), 3 tinham quatro anos (21,43%), 3 tinham cinco anos (21,43%) e 4 tinham seis anos (28,57%). Em relação ao grau de classificação do autismo, 6 crianças apresentaram grau I (42,86%), 6 apresentaram grau II (42,86%) e 2 apresentaram grau III (14,29%). No que diz respeito ao uso de medicamentos, observou-se predominância da utilização em todas as faixas etárias.

Tabela 1 – Caracterização da amostra nas faixas etárias. Caxias do Sul (RS), Brasil, 2024

Características	Faixas Etárias			
	G1: 3 anos	G2: 4 anos	G3: 5 anos	G4: 6 anos
	N= 4	N= 3	N= 3	N= 4
	Média (DP) Mediana (25-75)			
Peso (kg)	17,0 (4,0) 15,0 (15,0-21,0)	23,33 (9,45) 20,0 (16,0-34,0)	24,0 (1,0) 24,0 (23,0-25,0)	20,50 (3,69) 20,0 (17,25-24,25)
Altura (cm)	97,50 (6,80) 96,0 (92,0-104,50)	106,67 (3,05) 106,0 (104,0-110,0)	126,0 (3,46) 124,0 (124,0-130,0)	118,75 (8,77) 117,50 (111,0-127,75)
IMC (kg/m²)	17,67 (1,85) 17,35 (16,07-19,60)	20,66 (8,75) 18,50 (13,20-30,30)	15,13 (0,41) 15,0 (14,8-15,6)	14,45 (0,90) 14,85 (13,52-14,97)
	FR (%)			
Sexo				
Feminino	2 (50,0)	2 (66,70)	0 (0)	1 (25,0)
Masculino	2 (50,0)	1 (33,30)	3 (100,0)	3 (75,0)
Classificação				
Grau I (leve)	2 (50,0)	0 (0)	2 (66,7)	2 (50,0)
Grau II (moderado)	1 (25,0)	3 (100,0)	1 (33,3)	1 (25,0)
Grau III (grave)	1 (25,0)	0 (0)	0 (0)	1 (25,0)
Medicamentos				
Sim	3 (75,0)	1 (33,3)	2 (66,7)	2 (50,0)
Não	1 (25,0)	2 (66,7)	1 (33,3)	2 (50,0)
Fisioterapia				
Sim	4 (100,0)	3 (100,0)	3 (100,0)	4 (100,0)
Não	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Fonoaudiologia				
Sim	3 (75,0)	3 (100,0)	3 (100,0)	4 (100,0)
Não	1 (25,0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
T.O.				
Sim	3 (75,0)	2 (66,7)	3 (100,0)	3 (75,0)
Não	1 (25,0)	1 (33,3)	0 (0)	1 (25,0)
Psicoterapia				
Sim	4 (100,0)	3 (100,0)	3 (100,0)	4 (100,0)
Não	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Legenda: Kg = quilograma; Cm = centímetro; Kg/m² = quilograma por metro quadrado; T.O = terapeuta ocupacional

Na Tabela 2, os resultados da análise da marcha foram organizados em função das variáveis espaço-temporais, que incluem simetria, velocidade, cadência, comprimento da passada, duração do passo, fase de balanço e fase de apoio, considerando separadamente os lados esquerdo e direito. Observou-se uma semelhança entre as idades para a maioria das variáveis; no entanto, aos três anos, constatou-se uma assimetria mais acentuada. Ainda, verificou-se que as crianças de cinco anos demonstraram menor velocidade e menor do comprimento da passada. Além disso, a fase de apoio nas crianças de seis anos apresentou maior duração em comparação com a fase de balanço.

Tabela 2 – Variáveis da marcha de acordo com a faixa etária das crianças. Caxias do Sul (RS), Brasil, 2024

Variáveis da Marcha	Faixas Etárias			
	G1: 3 anos	G2: 4 anos	G3: 5 anos	G4: 6 anos
	Média (DP) Mediana (25-75)			
Simetria (%)	58,60 (37,48) 63,55 (20,37-91,87)	86,83 (6,03) 83,60 (83,10-93,80)	85,96 (6,09) 82,70 (82,20-93,0)	80,17 (33,55) 95,80 (45,77-98,95)
Velocidade (m/s)	0,86 (0,31) 0,89 (0,55-1,14)	1,04 (0,10) 1,01 (0,95-1,16)	0,77 (0,34) 0,90 (0,38-1,03)	0,87 (0,67) 0,60 (0,44-1,57)
Cadência (step/min)	96,10 (10,65) 98,90 (85,17-104,22)	97,30 (23,04) 103,80 (71,70-116,40)	102,93 (38,99) 106,00 (62,50-140,30)	81,30 (22,87) 85,45 (57,95-100,50)
Comp. passada D (m)	1,31 (0,65) 1,33 (0,67-1,92)	1,51 (0,26) 1,36 (1,35-1,82)	0,97 (0,17) 0,98 (0,80-1,14)	1,13 (0,67) 0,99 (0,60-1,81)
Comp. passada E (m)	1,16 (0,50) 1,12 (0,70-1,67)	1,47 (0,41) 1,31 (1,16-1,94)	0,97 (0,16) 0,98 (0,80-1,13)	1,20 (0,88) 0,91 (0,58-2,11)
Duração passo E (s)	1,36 (0,24) 1,27 (1,19-1,61)	1,31 (0,40) 1,22 (0,96-1,76)	1,38 (0,59) 1,19 (0,90-2,05)	1,69 (0,72) 1,39 (1,24-2,43)
Duração passo D (s)	1,38 (0,30) 1,35 (1,11-1,68)	1,38 (0,35) 1,26 (1,11-1,78)	1,39 (0,60) 1,20 (0,90-2,07)	1,77 (0,75) 1,52 (1,24-2,56)
Fase de Balanço E (%)	36,05 (8,62) 34,67 (28,81-44,67)	40,99 (3,53) 39,36 (38,57-45,05)	38,89 (5,79) 37,81 (33,72-45,16)	30,56 (8,04) 27,71 (25,21-38,76)
Fase de Balanço D (%)	38,51 (9,14) 41,25 (29,06-45,20)	35,30 (12,11) 39,17 (21,72-45,01)	34,69 (3,53) 35,05 (30,99-38,04)	30,49 (8,66) 26,81 (25,09-39,56)
Fase de Apoio E (%)	63,94 (8,62) 65,33 (55,32-71,19)	59,00 (3,53) 60,64 (54,95-61,43)	61,10 (5,79) 62,19 (54,84-66,28)	69,43 (8,04) 72,29 (61,24-74,78)
Fase de Apoio D (%)	61,49 (9,14) 58,74 (54,79-70,93)	64,70 (12,11) 60,83 (54,99-78,28)	65,30 (3,53) 64,95 (61,96-69,01)	69,51 (8,66) 73,18 (60,43-74,90)

LEGENDA: Compr.= comprimento; % = porcentagem; m/s = metros por segundo; step/min = passos por minuto; m = metros; s = segundos.

DISCUSSÃO

A análise da marcha em crianças é essencial para monitorar o desenvolvimento motor e identificar possíveis desvios em relação ao padrão esperado para cada faixa etária²⁴. Em crianças com Transtorno do Espectro Autista, essas avaliações se tornam ainda mais importantes, uma vez que a marcha pode ser impactada pelos déficits na percepção sensorial e função motora, que afetam o equilíbrio, coordenação e o controle postural²⁵. De acordo com Lim et al.¹⁵, esse tipo de análise é fundamental para direcionar intervenções terapêuticas que possam melhorar o desempenho motor dessas crianças e, conseqüentemente, sua qualidade de vida. Nesta pesquisa, foi possível observar alterações relevantes no padrão de marcha das crianças com TEA, que variaram de acordo com a idade.

Em relação à simetria, todas as faixas etárias apresentam valores assimétricos, ou seja, abaixo de 90%, valor mínimo de normalidade sugerido pelo protocolo do equipamento Baiobit. De acordo com Cardinale et al.²⁶, a variabilidade em todas as idades pode ser explicada pela lateralização anormal nas redes cerebrais em indivíduos com TEA, que afeta o comportamento motor. Essa lateralização anormal, resultante de alterações na substância branca, reduz a sincronização dos movimentos e resulta em comportamentos motores assimétricos, como diferenças na marcha e na coordenação dos membros do lado esquerdo e direito do corpo²⁷. Ford, Ammar, Li e Shultz²⁷ afirmam que a substância branca desempenha um papel importante na comunicação entre diferentes regiões cerebrais, sendo responsável por garantir que as informações sejam transmitidas de forma coordenada entre os dois hemisférios. Corroborando, Souza et al.¹² defendem que a redução do equilíbrio, hipotonia, oscilações do tronco e baixo contato visual, podem influenciar na simetria da marcha e em outras variáveis avaliadas.

Considerando a diferença entre as idades para a simetria, crianças com 3 e 6 anos mostraram menor simetria em comparação às demais, o que pode ocorrer por fatores como a imaturidade motora aos 3 anos e a presença de crianças classificadas como grau III em G1 e G4. Estudo recente envolvendo crianças de 3 anos, relatou uma lateralização acentuada devido ao desenvolvimento ainda incompleto da substância branca, o que impacta no desenvolvimento motor e na assimetria dos movimentos em crianças mais jovens²⁷. Em concordância, Esposito e Venuti²⁸ afirmam que apenas crianças de 1 a 2 anos com diagnóstico de TEA apresentam uma marcha mais assimétrica, devido ao desenvolvimento motor e ao controle neuromuscular ainda estarem em fase inicial. Embora seja perceptível um aumento na porcentagem da simetria aos 4 anos – grupo com a melhor média, e idade em que, de acordo com Applequist et al.²⁹, a marcha atinge maior maturidade, refletindo maior segurança e menor variabilidade – esse aumento não se manteve constante nas demais idades.

Embora exista uma tendência de diminuição da variabilidade com o aumento da idade³⁰, no presente estudo isso pode não ter ocorrido devido à inclusão de um paciente de 6 anos com grau III de TEA, diferentemente das amostras de 4 e 5 anos, nas quais a classificação limitou-se aos graus I e II. Conforme enfatizam Chester e Calhoun³¹, a assimetria é incomum em crianças entre 5 e 9 anos, manifestando-se apenas em idades menores, o que reforça a hipótese de que o grau de autismo pode influenciar na marcha de crianças com TEA. Essa hipótese é confirmada por Adrièn³², que afirma que essas crianças demonstram variações no desenvolvimento, de acordo com grau de severidade do TEA, levando a possíveis atrasos, estabilizações ou até regressões nas áreas motoras, cognitivas e sociais.

Ao analisar as variáveis espaço-temporais, considerando a velocidade, a cadência e o comprimento da passada, pode-se observar que houve uma variação importante entre as idades. Porém todos os indivíduos apresentaram-se menos velozes quando comparados aos dados de normalidade encontrados em pacientes com desenvolvimento típico^{33,34}. Manicolo et al.³⁵ afirmam que o aumento da velocidade na marcha indica uma melhora na capacidade de controlar o movimento, resultando em uma marcha mais dinâmica e com melhor desempenho funcional. No entanto, sugere-se que as crianças com diagnóstico de TEA vão apresentar uma marcha com menos controle de movimento e consequentemente, menos funcional. Esses pacientes, a fim de garantirem uma marcha mais segura e estável, geram adaptações que o auxiliam, mesmo que isso resulte em uma locomoção mais lenta²⁴.

Além disso, a velocidade reduzida nesses pacientes, pode ser associada a uma cadência elevada, indicando uma tentativa de manter o equilíbrio através de passos mais curtos e frequentes. Acredita-se que os pacientes usam combinações de cadência e comprimento da passada para modificar a velocidade, corroborando com Alderson et al.²⁴ ao relatarem que existe uma interação complexa entre esses três parâmetros. Essas estratégias, com a finalidade de tentar manter o equilíbrio, nos permitem uma comparação com normotípicos³⁶. Suetherland et al.³⁷, mostram que a cadência diminui gradativamente com o aumento da idade em dados normativos. Todavia, no presente estudo, os pacientes com TEA apresentaram valores de cadência superiores aos reportados na normalidade para crianças com a mesma faixa etária³⁸.

Referente ao comprimento da passada, pesquisas prévias destacam que crianças com TEA possuem o comprimento da passada reduzido quando comparado à normotípicos equivalentes^{15,34,39-42}, assim como mostram os dados do presente estudo. Segundo Weiss et al.⁴⁰, isso pode acontecer porque eles apresentam um tempo de apoio aumentado, com o propósito de aumentar a sua estabilidade ao caminhar²⁰.

Quanto as variáveis de duração do passo, fase de apoio e fase de balanço, todas apresentaram variações conforme a idade. Em crianças de 4 e 5 anos, os tempos de contato e balanço foram mais uniformes, refletindo um controle motor mais maduro. Já aos 3 e 6 anos, a duração do passo e a fase de apoio foram prolongadas, enquanto a fase de balanço foi reduzida, sugerindo uma adaptação para compensar a instabilidade e favorecer uma marcha mais estável.

Dini e David⁴³ afirmam que a redução da fase de balanço indica menor estabilidade na marcha e pode estar ligada a fraquezas musculares e controle motor insuficiente. Esse padrão pode estar associado à imaturidade da marcha aos 3 anos e ao grau de autismo, ao analisar as faixas etárias dos 3 e 6, únicas idades na amostra com crianças de grau III. Sob o mesmo aspecto, estudos já indicam que crianças com TEA tendem a apresentar maior tempo na fase de apoio, como uma adaptação para aumentar a estabilidade durante a marcha²⁰. Manicolo et al.³⁵ afirmam que o aumento do tempo de contato com o solo visa compensar a falta de equilíbrio e que a presença de estereotípias, frequentemente encontradas em pessoas com Transtorno do Espectro Autista classificados como grau III, afeta negativamente a estabilidade corporal, resultando em alterações importantes na marcha.

É reconhecido que o estudo possui algumas limitações, como o número amostral baixo por faixa etária e a representatividade dos graus diferente em cada grupo. Por isso, é sugerido que novos estudos sejam realizados com essa população, contemplando um número maior de participantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, o presente estudo demonstrou que crianças com diagnóstico de TEA possuem alterações na biomecânica da marcha, sugerindo que a idade e o grau de autismo podem influenciar nas variáveis analisadas. Uma vez descritas as alterações da marcha nos pacientes com TEA, os profissionais de fisioterapia terão maior clareza ao montar o planejamento do tratamento e realizar intervenções direcionadas, contribuindo para o aprimoramento da funcionalidade e da qualidade de vida desses pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Griesi-Oliveira K, Sertié AL. Autism spectrum disorders: an updated guide for genetic counseling. *Einstein*, 2017 Jun;15(2):233-238. FapUNIFESP (SciELO).
2. Hirota T, King BH. Autism Spectrum Disorder. *Jama*, 2023 Jan 10;329(2):157. American Medical Association (AMA).
3. Baio J, Wiggins L, Christensen DL, et al. Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years – Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2014. *Mmwr. Surveillance Summaries*, 2018 Apr. 27;67(6):1-23. Centers for Disease Control MMWR Office.
4. American Psychiatric Association. Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais: DSM-5. 5. ed. Porto Alegre: Artmed; 2014.
5. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 2016;5:210.
6. Organização Pan-americana de Saúde. Folha informativa – Transtorno do Espectro Autista. [Internet]. Brasília: OPAS/OMS; 2020 [citado em nov. 2024]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/transtorno-do-espectro-autista>.
7. Auld C, Foley K-R, Cashin A. Daily living skills of autistic adolescents and young adults: A scoping review. *Australian Occupational Therapy Journal*, 2022;69(4):456-474.
8. Daltro MCSL, Alves AMS, Sousa MNA, Bezerra ALD, Sousa MN, Pontes Filho RN, Franken RA. Avaliação da marcha em ponta de pé em crianças e adolescentes com transtorno do espectro autista. *Rev. Bras. Fisioter.*, 2023;12(4):1775-1785.

9. Cadore C, Malysz KA, Dutra ACL, Meireles L. Avaliação do déficit de equilíbrio em crianças com Transtorno do Espectro Autista. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 2022;26(3):631-642.
10. Alves MP, Alves VP, Oliveira NBF, Santana JVL, Oliveira LM, Cruz MAF. Tratamento da marcha na ponta dos pés em pacientes com transtorno do espectro autista: uma revisão integrativa da literatura. *Res. Soc. Dev.*, 2024;13(5):e2113545711.
11. Lopes A, Souza MB, Victor EG. Guia prático das principais alterações motoras no autismo. *Apae Ciênc.*, 2022;17(1):28-33.
12. Souza TM, Andrade ES, Costa MA, Abreu FA, Boffino CC. Características do equilíbrio e influência na marcha em pacientes com transtorno do espectro autista: uma revisão integrativa. *Rev. Epidemiol. Saúde Pública*, 2024;2.
13. Ruan H, Eungpinichpong W, Wu H, Aonsri C. Effects of Parent-Delivered Traditional Thai Massage on Gait and Heart Rate Variability in Children with Autism: a randomized controlled trial. *Journal Of Integrative and Complementary Medicine*, 2024 Mar 1;30(3):269-278. Mary Ann Liebert Inc.
14. Bennett CJ, Ringleb SI, Bobzien J, Haegele JA. Biomecânica da marcha de membros inferiores de adolescentes com transtorno do espectro do autismo. *J Biomecânica*, 2021;110:110332.
15. Lim BO, O'Sullivan D; Choi BG; Kim MY. Comparative gait analysis between children with autism and age-matched controls: analysis with temporal-spatial and foot pressure variables. *Journal of Physical Therapy Science*, v. 28, n. 1, p. 286-292, 2016.
16. Armitano CN et al. Assessment of the gait-related acceleration patterns in adults with autism spectrum disorder. *Gait Posture*, 2020 Jan;75:155-62.
17. Kaur M, Srinivasan SM, Bhat AN. Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). *Research in Developmental Disabilities*, 72: 79-95, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.025.2018>
18. Azevedo A, Gusmão M. A importância da fisioterapia motora no acompanhamento de crianças autistas. *Atualiza Saúde*, 2016 Jun;2(2):76-83
19. Fernandes CR. Influência da fisioterapia no acompanhamento de crianças portadoras do TEA (transtorno do espectro autista). [Trabalho de Conclusão de Curso]. Fortaleza (BA): Universidade de Fortaleza do Estado da Bahia; 2020. 17f.
20. Kindregan D, Gallagher L, Gormley J. Gait deviations in children with autism spectrum disorders: A review. *Res Autism Spectr Disord*. 2015;2015:741480.
21. Zwaigenbaum L et al. Identificação precoce do transtorno do espectro autista: recomendações para prática e pesquisa. *Pediatrics*, 2015;136(Suppl 1):S10-S40.
22. Fears NE, Palmer SA, Miller HL. Habilidades motoras predizem comportamento adaptativo em crianças e adolescentes autistas. *Autism Res.*, 2022 Jun 23;15(6):1083-1089.
23. Blair, RC, Taylor RA. *Bioestatística para ciências da saúde*. São Paulo: Pearson, 2013.
24. Alderson LM, Joksaitte SX, Kemp J, Main E, Watson T, Platt FM, Cortina-Borja M. Age-related gait standards for healthy children and young people: the GOS-ICH pediatric gait centiles. *Archives of Disease in Childhood*, 2018;104(8):1-8.
25. Al-Heizan MO, Alabdulwahab SS, Kachanathu SJ, Natho M. Sensory processing dysfunction among Saudi children with and without autism. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015;27:1313-1316.
26. Cardinale RC, Shih P, Fishman I, Ford LM, Muller RA. Mudanças de assimetria generalizada para a direita de redes funcionais no transtorno do espectro autista. *JAMA Psychiatry*, 2013;70:975-982.

27. Ford A, Ammar Z, Li L, Shultz S. Lateralization of major white matter tracts during infancy is time-varying and tract-specific. *Cerebral Cortex*, 2023;33(19):10221-10233.
28. Esposito G, Venuti P. Analysis of toddlers' gait after six months of independent walking to identify autism: a preliminary study. *Perceptual and Motor Skills*, 2008;106:259-269.
29. Applequist BC, Motze ZL, Kyvelidou A. Spatiotemporal Gait Variability in Children Aged 2 to 10 Decreases throughout Pre-Adolescence. *Biomechanics*, 2023;3(4):571-582.
30. Rygelová M, Uchytíl J, Torres IE, Janura M. Comparação de parâmetros espaço-temporais da marcha e sua variabilidade em crianças com desenvolvimento típico de 2, 3 e 6 anos. *PLoS ONE*, 2023;18(5):e0285558.
31. Chester VL, Calhoun M. Gait symmetry in children with autism. *Autism Research and Treatment*, 2012 May 20;576478.
32. Adrièn JL. La psychopathologie du développement de l'enfant permet-elle de mieux explorer et comprendre l'autisme? In: Adrièn JL, Gattegno MP, editors. *L'autisme de l'enfant: évaluations, interventions et suivis*. 1st ed. Bruxelles: Mardaga, 2011. p. 17-32.
33. Manfio EF, David A, Avila AOV. Análise da marcha em crianças de 5 a 10 anos de idade. *Revista da Educação Física*, 2011 Jul;22(2).
34. Dusing SC, Thorpe DE. A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the GAITRite® electronic walkway. *Gait Posture*. 2007;25(2):135-9.
35. Manicolo O et al. Gait in children with infantile/atypical autism: Age-dependent decrease in gait variability and associations with motor skills. *Eur. J. Paediatr. Neurol.*, 2019;23(1):117-125.
36. Gieysztor E, Kowal M, Paprocka-Borowicz M. Gait parameters in preschool and school-age healthy children assessed using a wireless inertial sensor. *Sensors (Basel)*. 2021;21(19):6423.
37. Sutherland DH, Olshen RA, Biden EN, Wyatt MP. *The development of mature walking*. Oxford: Mac Keith; 1988.
38. Calhoun M, Longworth M, Chester VL. Gait patterns in children with autism. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2011;26(2):200-6.
39. Ambrosini D, Courchesne E, Kaufman K. Análise de movimento de pacientes com autismo infantil. *Marcha e Postura*, 1998;7(2):188.
40. Weiss MJ, Moran MF, Parker ME, Foley JT. Análise da marcha de adolescente e jovens adultos diagnosticados com autismo e distúrbios graves na comunicação verbal. *Fronteiras na Neurociência Integrativa*, 2013;7(artigo 33).
41. Thorpe DE, Dusing SC, Moore CG. Repeatability of temporospatial gait measures in children using the GAITRite electronic walkway. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(12):2342-6.
42. Vilensky JA, Damásio AR, Maurer RG. Distúrbios de marcha em pacientes com comportamento autista: um estudo preliminar. *Arco Neurol.*, 1981;38:646-9.
43. Dini PD, David AC. Repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha: comparação entre crianças normais e com paralisia cerebral do tipo hemiplegia espástica. *Rev Bras Fisiote.*, 2009 Jun;13(3):215-222.