

Equilíbrio corporal em crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro do Autismo: revisão sistemática

Postural balance in children and adolescents with Autism Spectrum Disorder: a systematic review

Rebeca Cardona Santa Helena¹ , Vivianne Magalhães Silva Borges² , Pricila Sleifer³ 

RESUMO

Objetivo: Revisar a literatura acerca dos achados dos potenciais evocados miogênicos vestibulares oculares e cervicais (oVEMP e cVEMP), Teste de Impulso Cefálico por Vídeo (vHIT) e posturografia dinâmica em crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) em comparação com indivíduos típicos, para analisar o equilíbrio postural desta população. **Estratégia de pesquisa:** Revisão registrada no PROSPERO sob número CRD42024460328. Estudos originais publicados em periódicos revisados por pares; que envolvessem apenas seres humanos; com o objetivo de avaliar o sistema vestibular na população de crianças e adolescentes com TEA em comparação com indivíduos neurotípicos, de zero a dezessete anos e onze meses foram considerados elegíveis. **Crítérios de seleção:** Foram pesquisadas as bases de dados PubMed, Lilacs, Web of Science, Embase, Scopus, CINAHL, PEDro e OTseeker. A qualidade metodológica foi avaliada com o checklist da Joanna Briggs Institute e os estudos foram analisados e selecionados com os softwares Endnote e Rayyan. **Resultados:** Foram incluídos 27 estudos na presente revisão, sendo que todos utilizaram posturografia. Não foram encontrados estudos que utilizassem cVEMP, oVEMP e vHIT elegíveis. Crianças e adolescentes com TEA apresentaram maior instabilidade postural, principalmente com olhos fechados, em comparação a indivíduos neurotípicos, independente da faixa etária. Os dados sugerem alteração na integração da informação sensorial nestes indivíduos, contudo, a revisão não encontrou estudos que avaliassem especificamente o sistema vestibular para descartar disfunções neste sistema. **Conclusão:** A posturografia demonstrou que indivíduos com TEA têm mais instabilidade postural. Porém, a avaliação do equilíbrio postural nesta população deve ser conduzida utilizando uma bateria de testes mais ampla.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro do Autismo; Equilíbrio postural; Testes de função vestibular; Criança; Adolescente; Revisão sistemática.

ABSTRACT

Purpose: A literature review on the findings of ocular and cervical vestibular evoked myogenic potentials (oVEMP and cVEMP), Video Head Impulse Test (vHIT) and dynamic posturography in children and adolescents with Autism Spectrum Disorder (ASD) compared to typical individuals was carried out in order to analyze the postural balance of this population. **Research strategy:** Review registered in PROSPERO under number CRD42024460328. Original studies published in peer-reviewed journals; involving only human beings; with the aim of assessing the vestibular system in children and adolescents with ASD compared to neurotypical individuals, from zero to seventeen years and eleven months were considered eligible. **Selection criteria:** PubMed, Lilacs, Web of Science, Embase, Scopus, CINAHL, PEDro and OTseeker databases were consulted. Methodological quality was assessed using the Joanna Briggs Institute checklist and studies were analyzed and selected using Endnote and Rayyan software. **Results:** Twenty-seven studies were included in this review, all of which used posturography. No studies with cVEMP, oVEMP or vHIT that matched eligibility were identified. Children and adolescents with ASD had greater postural instability, particularly with eyes closed, compared to neurotypical individuals, regardless of age group. Data suggest impaired sensory information integration in these individuals, but the review did not find any studies that specifically assessed the vestibular system in order to rule out any dysfunction in this system. **Conclusion:** Posturography showed that individuals with ASD have more postural instability. However, the assessment of postural balance in this population should be conducted using a broader battery of tests.

Keywords: Autism Spectrum Disorder; Postural balance; Vestibular function; Child; Adolescent; Systematic review.

Trabalho realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

¹Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente (Mestrado), Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

³Departamento de Saúde e Comunicação Humana, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: RCSH foi responsável pela concepção, escrita, análise dos estudos e revisão da versão final; VMSB participou da análise dos estudos, escrita do manuscrito e revisão da versão final; PS foi responsável pela concepção, análise dos estudos, supervisão e revisão da versão final.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Rebeca Cardona Santa Helena. E-mail: rebecacardonash@gmail.com

Recebido: Maio 22, 2024; **Aceito:** Janeiro 31, 2025

INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é um transtorno do neurodesenvolvimento, caracterizado por padrões de comportamentos repetitivos e déficits na comunicação e interação⁽¹⁾. Em relação à prevalência, a Organização Mundial da Saúde⁽²⁾ afirma que uma em cada 100 crianças no mundo são autistas. Além disso, estudo conduzido pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças aponta que 1 em cada 36 crianças de 8 anos nos Estados Unidos têm o transtorno⁽³⁾.

Em relação às comorbidades, há evidências de o TEA estar relacionado a distúrbios do sono, dores de cabeça/enxaqueca, alterações gastrointestinais, marcha atípica, transtorno do desenvolvimento da coordenação, estabilidade postural reduzida, disfunções oculomotoras e déficits de equilíbrio^(1,4-6). Porém, pouco se sabe sobre a interferência de possíveis alterações vestibulares em tais comorbidades, visto que pesquisas sobre a função vestibular em crianças com transtornos do neurodesenvolvimento são escassas, carecem de qualidade metodológica ou não utilizam uma extensa bateria de testes, incluindo técnicas de avaliação recentes⁽⁷⁾.

À vista disso, sabe-se que o sistema vestibular interage com os sistemas visual e somatossensorial, resultando assim no equilíbrio postural⁽⁸⁾. Dentre os procedimentos que podem ser utilizados para avaliação deste, destacam-se a posturografia dinâmica, o Video Head Impulse Test (vHIT) e os potenciais evocados miogênicos vestibulares ocular e cervical (oVEMP e cVEMP), apropriados para utilização com esta população por não dependerem da resposta direta do paciente para serem executados, o que aumenta a confiabilidade nos resultados obtidos.

A Posturografia Dinâmica Computadorizada tem como objetivo a avaliação da regulação ativa e passiva do equilíbrio em diferentes condições, de forma qualitativa e quantitativa. Utiliza-se uma plataforma de força que realiza a mensuração da oscilação postural sob o centro de pressão (CoP), de forma estática e de forma dinâmica. São registrados os dados fornecidos pela plataforma sobre o CoP, o establograma médio-lateral e ântero-posterior, e o estatocinesiógrama⁽⁹⁾.

O vHIT é um teste rápido, prático, não invasivo e que fornece dados objetivos que podem ser usados para avaliar o nervo vestibular superior e inferior e os canais semicirculares (anterior, posterior e lateral), por meio do reflexo vestibulo-ocular (RVO). Sendo assim, é útil para detectar possíveis disfunções nesta região^(8,10-12), apresentando vantagens em relação à cadeira rotativa e às provas calóricas na avaliação de crianças, pois não requer escuridão que induza medo ou provocação de tontura⁽¹³⁾.

Tanto o oVEMP quanto o cVEMP são avaliações eletrofisiológicas compostas por um potencial evocado miogênico de média latência gerado a partir de músculos extraoculares ou cervicais, em resposta a sons de elevada intensidade. O exame tem por objetivo avaliar a resposta do nervo vestibular, o sáculo e o utrículo, sendo utilizado também para avaliar a integridade destas estruturas do sistema vestibular^(14,15). Avaliações eletrofisiológicas têm sido historicamente utilizadas para o diagnóstico de epilepsia comórbida em pessoas com autismo, embora também possam ser utilizadas para estudar os mecanismos do transtorno^(16,17). À vista disso, avaliações com VEMP são relevantes por serem procedimentos não-invasivos de fácil realização, o que é especialmente importante na população pediátrica com TEA, ao mesmo tempo que concedem acesso à dinâmica cerebral em escalas de tempo de milissegundos.

Dessa forma, levando em conta os avanços recentes das neurociências acerca dos métodos diagnósticos e de intervenção no TEA⁽¹⁷⁾, reforça-se que, para que esses indivíduos atinjam suas potencialidades, é necessária uma maior sensibilização para este tópico para promover uma melhor gestão clínica deste grupo de indivíduos e melhorar a sua qualidade de vida, tendo em vista que o sistema vestibular parece possuir uma influência significativa nas funções cognitivas, especialmente habilidades visuoespaciais (memória visuoespacial, navegação, rotação mental e representação mental do espaço tridimensional), atenção e funções executivas^(5,18,19).

OBJETIVO

Revisar sistematicamente quais são os achados do oVEMP, cVEMP, vHIT e posturografia dinâmica em crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro do Autismo em comparação com indivíduos típicos da mesma faixa etária, visando analisar o equilíbrio postural desta população.

As perguntas de pesquisa foram: (1) Quais são os valores de latência, amplitude e índice de assimetria do Potencial Evocado Miogênico Vestibular Ocular e Cervical em crianças e adolescentes com TEA comparando com indivíduos típicos da mesma faixa etária?; (2) Quais são os parâmetros de ganho e sacada do Video Head Impulse Test (vHIT) em crianças e adolescentes com TEA comparando com indivíduos típicos da mesma faixa etária?; (3) Quais são os resultados das provas realizadas com a Posturografia dinâmica em crianças e adolescentes com TEA comparando com indivíduos típicos da mesma faixa etária?

ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Trata-se de uma revisão sistemática orientada metodologicamente de acordo com as Diretrizes Metodológicas para o Desenvolvimento de Revisões Sistemáticas publicadas pelo Ministério da Saúde do Brasil⁽²⁰⁾, com registro na plataforma PROSPERO sob número CRD42024460328⁽²¹⁾. As buscas foram realizadas de modo sistemático nas bases de dados eletrônicas: PubMed, Lilacs, Web of Science, Embase, Scopus, CINAHL, PEDro e OTseeker, no dia 28 de setembro de 2023.

Primeiro, foi formulada uma pergunta de pesquisa com base nos itens População (P), Exposição (E), Comparação (C) e Outcome (O) (PECO). Sendo assim, descritores para: crianças e adolescentes (P); transtornos do espectro do autismo (E); e sistema vestibular, posturografia, VEMP e vHIT (O) foram considerados para as buscas.

Com base nos critérios estabelecidos para cada item PECO, os descritores foram pesquisados em inglês no sistema de metadados Medical Subject Headings (MeSH). Além dos termos do MeSH, foram utilizadas palavras de texto sinônimas e outros termos sugeridos pelo MeSH para obter resultados de pesquisa amplos. Os descritores selecionados e as estratégias de busca completas realizadas em cada base de dados podem ser consultadas no material suplementar.

Critérios de seleção

Os critérios de elegibilidade foram estabelecidos com base nos itens do acrônimo PECO mencionados acima, com o

acréscimo do item Tipo de estudo (T). Portanto, como critério de inclusão, consideramos estudos originais (estudos transversais, estudos de caso-controle, estudos de coorte e ensaios clínicos, sendo analisada apenas sua avaliação inicial, não levando em conta dados pós-intervenção ou correlações com qualquer resultado) (T) publicados em periódicos revisados por pares; que envolveram apenas seres humanos; com o objetivo de avaliar o sistema vestibular (O) na população de crianças e adolescentes (P) com TEA (E) em comparação com indivíduos neurotípicos, de zero a 17 anos e 11 meses, sem restrição de idioma e sem limite mínimo de tempo de publicação.

Foram excluídos estudos que não realizaram avaliação do sistema vestibular em crianças e/ou adolescentes com TEA, estudos de revisão bibliográfica, cartas ao editor, estudo de casos, estudos que não se vinculavam diretamente ao tema ou que não compararam os achados com indivíduos típicos da mesma faixa etária.

O fluxo do processo de análise de elegibilidade, conforme indicado na Figura 1, seguiu as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses Statement - PRISMA*⁽²²⁾. Dos 6545 estudos, 1864 foram encontrados na Scopus, 1223 na Embase, 2028 na PubMed, 1000 na Web of Science, 23 na Lilacs e 407 na CINAHL, 0 na PEDro, e 0 artigos na OTseeker.

Para alinhamento do processo de seleção dos estudos elegíveis, uma análise piloto foi realizada com os primeiros 1000 artigos, onde 939 foram excluídos e 17 foram incluídos na revisão cega por pares. Os 44 estudos restantes foram encaminhados para análise por um terceiro avaliador, devido a divergências entre os dois avaliadores quanto à sua inclusão, visto que alguns resumos e títulos não estavam claros quanto ao objetivo do estudo. Após análise do terceiro avaliador, dos 44 estudos em conflito, 9 foram incluídos e 35 excluídos. Sendo assim, a análise piloto resultou em 26 artigos incluídos e 974 artigos excluídos.

Na sequência, os dois avaliadores analisaram os estudos restantes e a análise total por pares com cegamento resultou em 46 estudos incluídos, 4288 excluídos e 84 estudos encaminhados ao terceiro avaliador. Para verificar o grau de concordância entre os avaliadores, uma análise de concordância de Cohen Kappa foi realizada e interpretada da seguinte forma: ≤ 0 indica ausência de concordância; 0,01-0,20 indica concordância nenhuma a leve, 0,21-0,40 indica concordância justa; 0,41-0,60 indica concordância moderada; 0,61-0,80 indica concordância substancial e 0,81-1,00 indica concordância quase perfeita⁽²³⁾. O resultado da concordância foi de 0,51 (IC 95% 0,42 a 0,60), indicando concordância moderada. Após avaliação do terceiro revisor,

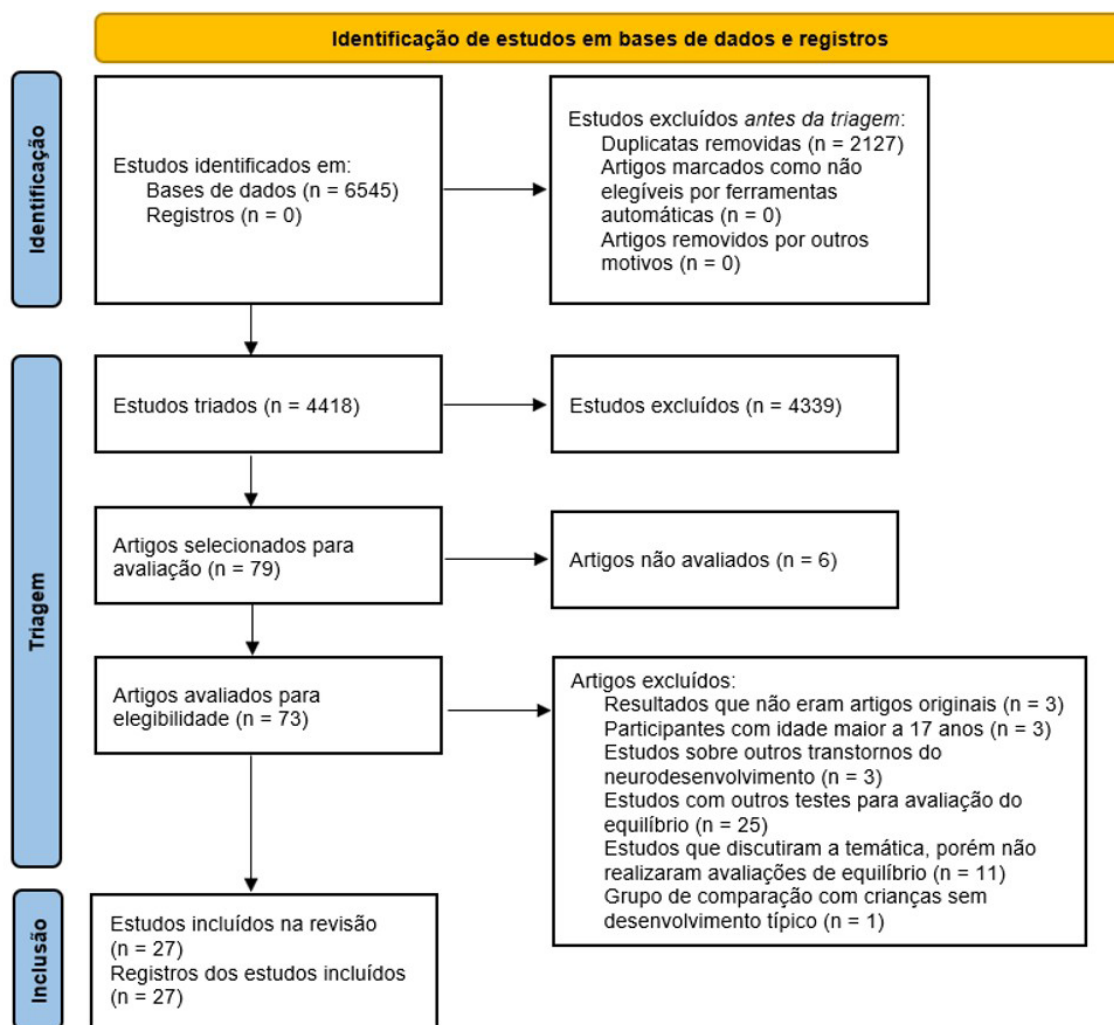


Figura 1. Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos estudos incluídos

33 estudos foram incluídos e 51 foram excluídos. Ao final, 79 pesquisas foram incluídas para análise *full text* e 4339 excluídas.

Análise de dados

Ao fazer a busca inicial, os estudos foram adicionados no *software* EndNote (versão 19) para eliminação das duplicatas e, posteriormente, adicionadas ao *software* Rayyan para leitura e análise dos títulos e resumos, que foram realizadas de forma individual por dois pesquisadores, de forma independente, sendo os estudos selecionados a partir dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Quando algum resumo não estava disponível, ou as informações necessárias não estavam evidentes, foi feita a leitura completa do artigo. Nos estudos que houveram divergência na avaliação inicial, um terceiro pesquisador avaliou e realizou uma reunião para discutir as informações divergentes e definir um consenso. Após a leitura dos resumos ou textos completos, foi feita a leitura na íntegra de todos os artigos selecionados e, aqueles que contemplaram os critérios de seleção, foram incluídos nas etapas de análise dos estudos.

A análise de dados ocorreu de forma qualitativa, a fim de verificar se os estudos respondiam à questão de pesquisa proposta. Com o objetivo de sistematizar os dados pertinentes aos desfechos sob investigação, foram extraídas as seguintes informações: autores, ano de publicação, idioma, país de origem, amostra, idade ou média de idade, delineamento de estudo, procedimento de avaliação vestibular utilizado e resultados dos exames. Após análise e síntese dos dados coletados, os resultados foram apresentados na forma descritiva.

Dois revisores, de forma independente, avaliaram a qualidade metodológica dos estudos incluídos, considerando itens estabelecidos como seleção, aferição e confundimento. Nos casos de discordância, um terceiro pesquisador serviu de juiz para resolvê-las. A análise metodológica, com relação à avaliação do risco de viés, foi feita a partir da utilização da escala *Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies*⁽²⁴⁾. Apesar de 7 estudos serem de caso-controle⁽²⁵⁻³¹⁾ e 1 de ensaio clínico não randomizado⁽³²⁾, optamos por avaliar todos os estudos como sendo transversais, visto que nosso objetivo foi analisar somente dados basais de crianças e adolescentes com TEA, não levando em conta efeitos de intervenção ou associação a algum desfecho.

Com o intuito de identificar estudos que poderiam estar fora das bases consultadas e examinar publicações recentes para verificar a necessidade de uma atualização da revisão, foi realizada uma busca em literatura cinzenta em 29 de outubro de 2024. Um total de 1.172 estudos foram identificados e analisados por dois revisores às cegas, usando o *software* EndNote. No entanto, não foram encontrados novos estudos que atendessem aos critérios de elegibilidade. Todos os estudos identificados que atendiam aos critérios de elegibilidade já estavam incluídos na revisão.

RESULTADOS

Foram incluídos 27 estudos na presente revisão, onde todos avaliaram os indivíduos com posturografia. Estudos envolvendo os procedimentos cVEMP, oVEMP e vHIT, que preenchessem os critérios de elegibilidade, não foram encontrados. A caracterização da amostra e os principais achados do exame podem ser vistos na Tabela 1.

No tocante ao tamanho da amostra, os estudos variaram entre 5^(32,39) e 91⁽⁴³⁾ sujeitos nos grupos com diagnóstico de TEA. A idade dos participantes dos grupos com TEA variou entre 4⁽³⁹⁾ e de 20 anos⁽⁴³⁾. Reforça-se que estudos com pacientes com idade superior a 17 anos foram incluídos apenas quando os autores realizaram as análises subdividindo os grupos por faixa etária, e foram considerados apenas os dados das idades de 0 a 17 anos e 11 meses. Observou-se também que, à exceção de três^(32,39,43), os demais estudos descreveram o sexo dos participantes, entretanto, cabe ressaltar que todos os estudos mencionaram maior percentual de meninos nas amostras.

Os resultados da avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos estão apresentados na Figura 2, desenvolvida com o *software* Microsoft Word 2019 e editada com o *software* digital Canva. Com relação à confiabilidade dos testes de avaliação de desfecho (neste caso, testes para avaliar o equilíbrio postural em pacientes com TEA), averiguou-se que, apesar de todos utilizarem testes padronizados, nenhum dos estudos especificou se os pesquisadores que realizaram os testes e avaliaram seus resultados receberam treinamento prévio ou eram experientes com os procedimentos.

Outro ponto a ser destacado diz respeito à avaliação de vieses pelos autores das pesquisas, sendo que 22 dos 27 selecionados na presente revisão não especificaram se foram identificados vieses de confusão nas amostras e as estratégias utilizadas para solucioná-los caso identificados. Destes, 10 consideraram como critério de exclusão alguns fatores de confusão, porém não consideraram outros igualmente importantes, tais como uso de medicações ou presença de comorbidades que possam afetar o equilíbrio postural^(25,27,29,31,37-39,41,44,45). Dos doze restantes, sete não mencionam esta observação em nenhuma etapa^(26,30,32,36,40,48,50), três avaliaram uma faixa etária mais ampla e não corrigiram as análises estatísticas para reduzir o viés da idade^(35,43,51), e dois explicitaram os vieses identificados, porém estes não foram corrigidos, sendo que os autores optaram por manter os participantes na amostra final^(28,34).

Observou-se, ainda, que 15 artigos não forneceram dados relevantes sobre a população, ou os critérios de inclusão e exclusão não estavam definidos claramente. Destes, 14 não detalharam os critérios de inclusão e exclusão, sendo que oito também não caracterizaram a amostra^(25,29,34-36,39,43,44), ao passo que seis informaram os dados demográficos dos participantes, de interesse da pesquisa^(28,37,40,41,48,50). O artigo restante estipulou critérios de inclusão e exclusão, porém não forneceu informações suficientes sobre a amostra⁽⁴⁵⁾.

Um tópico evidenciado com a análise de qualidade metodológica foi a questão do diagnóstico de TEA dos participantes. Quatro artigos não mencionam qual método de diagnóstico foi utilizado para os pacientes^(32,45,46,48), um artigo menciona apenas que utilizou uma escala para verificar o diagnóstico após a inclusão⁽²⁸⁾, e dois citam escalas amplamente utilizadas^(25,31), contudo, cabe ressaltar que a edição mais atual da Classificação Internacional de Doenças (CID-11), baseia-se nos critérios do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-V-TR)⁽¹⁾ para classificar o TEA, portanto, considera-se que estes materiais são o padrão ouro para diagnóstico⁽⁵²⁾.

Por fim, a maioria utilizou análise estatística adequada, no entanto dois estudos não citaram o *software* nem as análises realizadas^(29,40) e outros três não mencionaram ajustes para idade, com uma amostra muito heterogênea em relação a essa variável^(35,43,51).

Tabela 1. Caracterização dos estudos analisados

Autores, ano (País)	Amostra	Exame(s) utilizado(s)	Principais resultados do(s) exame(s)
Abdel Ghafar et al. ⁽³³⁾ , 2022 (Arábia Saudita)	TEA: 38 indivíduos, média de 9.57 (± 2.08) anos (25 SM e 13 SF) DT: 36 indivíduos, média de 10.84 (± 2.91) anos (21 SM e 15 SF)	Posturografia com plataforma estável e instável, com OA e OF	Grupo TEA apresentou aumento significativo na oscilação postural em todas as condições testadas, especialmente nas condições em que as entradas visuais e somatossensoriais foram comprometidas.
Bojanek et al. ⁽³⁴⁾ , 2020 (EUA)	TEA: 17 indivíduos, média de 13.67 (± 3.00) anos (15 SM e 2 SF) DT: 20 indivíduos, média de 12.48 (± 4.17) anos (16 SM e 2 SF)	Posturografia com plataforma estável. Tarefas de postura estática, postura dinâmica e tarefa de passos.	Grupo TEA apresentou um pior desempenho no deslocamento médio lateral. Não houve diferença estatisticamente significativa nas demais tarefas com posturografia.
Bucci et al. ⁽³⁵⁾ , 2013 (França)	TEA: 7 indivíduos, média de 6 (± 0.8) anos (5 SM e 2 SF) DT: 7 indivíduos, média de 6 (± 1.7) anos (5 SM e 2 SF)	Posturografia com plataforma estável. Testes: tarefas visuais de fixação, sacadas e movimentos oculares de perseguição.	Grupo TEA teve maior instabilidade em todas as condições testadas. A estabilidade não melhorou durante movimentos sacádicos ou movimentos oculares de perseguição.
Bucci et al. ⁽³⁶⁾ , 2017 (França)	TEA: 23 indivíduos, média de 10,3 ($\pm 0,4$) anos DT: 23 indivíduos, média de 10,2 ($\pm 0,3$) anos Percentual de cada gênero não especificado	Posturografia com plataforma estável e instável, com OA e OF.	Grupo TEA apresentou controle postural inferior ao grupo DT, que piora em um ambiente dinâmico e quando a informação visual está ausente.
Bucci et al. ⁽³⁷⁾ , 2018 (França)	TEA: 26 indivíduos, média de 9.4 (± 0.1) anos DT: 26 indivíduos, média de 9.5 (± 0.4) anos Percentual de cada gênero não especificado	Posturografia com plataforma estável, em pé e sentados. Tarefas visuais: Sacadas guiadas visualmente, sacadas guiadas pela memória e fixação.	Para a tarefa de fixação, o grupo TEA apresentou pior desempenho dos movimentos oculares na condição em pé em comparação com a condição sentada, enquanto essa diferença não foi encontrada no grupo DT.
Chen e Tsai ⁽³⁸⁾ , 2015 (China)	TEA: 16 indivíduos, média de 11,04($\pm 1,275$) anos (11 SM e 5 SF) DT: 16 indivíduos, média de 10,96($\pm 1,166$) anos (11 SM e 5 SF)	Posturografia com plataforma estável e apoio manual, com OA e OF.	Efeito da ausência de visão foi mais proeminente em crianças com TEA. Oscilação média maior no eixo ML. Além disso, os resultados mostraram melhora significativa na oscilação postural com o auxílio do toque no apoio.
Gepner et al. ⁽³⁹⁾ , 1995 (França)	TEA: 5 indivíduos, média de 6 (± 1.2) anos (3 SM e 2 SF) DT: 12 indivíduos, média de 5,6 (± 0.8) anos (8 SM e 4 SF)	Posturografia com plataforma estável, com OA e OF	A instabilidade postural foi maior no grupo TEA tanto com os OF quanto com os OA. Além disso, o estímulo visual móvel não provocou diferenças posturais no grupo TEA, diferente do que ocorreu no grupo DT.
Gepner e Mestre ⁽⁴⁰⁾ , 2002 (França)	TEA: 3 indivíduos, média de 9,5 (± 1.1) anos (1 SM e 2 SF) SA: 3 indivíduos, média de 7,5 (± 2.1) anos (todos SM) DT: 9 indivíduos, média de 8,2 (± 2.9) anos (5 SM e 4 SF)	Posturografia com plataforma estável. Teste com OF e com OA com estimulação visual estática e estímulos dinâmicos.	A instabilidade postural geral foi significativamente reduzida no grupo TEA em comparação ao grupo DT.
Goulème et al. ⁽⁴¹⁾ , 2017 (França)	TEA: 30 indivíduos, média de 12.1 (± 2.9) anos (26 SM e 4 SF) DT: 30 indivíduos, média de 11.08 (± 0.5) anos (26 SM e 4 SF)	Posturografia com plataforma estável e instável, em três condições de visualização (OA, OF e visão perturbada). Além disso, foi analisada a integração sensorial.	Instabilidade significativamente maior em todas as condições testadas no grupo TEA.
Graham et al. ⁽⁴²⁾ , 2014 (EUA)	TEA: 26 indivíduos, média de 13.0 (± 3.2) anos (22 SM e 4 SF) DT: 18 indivíduos, média de 13.4 (± 1.9) anos (16 SM e 2 SF)	Posturografia com plataforma estável. Testes: (1) OA, e apoio bipodal; (2) OF e apoio bipodal; (3) OA, e apoio unipodal; e (4) OF e apoio unipodal.	Crianças com TEA apresentaram maior instabilidade postural em todas as condições, com pior desempenho na condição OF e apoio unipodal.
Kohen-Raz et al. ⁽⁴³⁾ 1992 (Israel, EUA e França)	TEA: 91 indivíduos, idades entre 6 e 20 anos (65 SM e 26 SF) DT: 166 indivíduos, idades entre 4 e 11 anos (percentual de gêneros não especificado)	Posturografia com plataforma estável e OA	Limite de estabilidade menor que grupo DT, pior desempenho nas provas na faixa etária de 10 a 13 anos no grupo TEA.
Li et al. ⁽⁴⁴⁾ , 2019 (EUA)	TEA: 11 indivíduos, média de 8,8 (± 2.3) anos (10 SM e 1 SF) DT: 11 indivíduos, média de 8,7 (± 2.3) anos (9 SM e 2 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável, com OA e OF.	Maior deslocamento em superfície instável, com OF no grupo TEA.
Li et al. ⁽⁴⁵⁾ , 2020 (EUA)	TEA: 25 indivíduos, média de 6.9 (± 1.8) anos (11 SM e 14 SF) DT: 25, média de 7.2 (± 2.0) anos (15 SM e 10 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável, com OA e OF.	Deslocamento significativamente maior nos eixos AP e ML, além de maior área total de deslocamento no grupo TEA, em todas as provas.
Lidstone et al. ⁽⁴⁶⁾ , 2020 (EUA)	TEA: 23 indivíduos, média de 12.4 (± 2.8) anos (19 SM e 4 SF) DT: 22 com DT, média de 11.7 (± 2.7) anos (14 SM e 8 SF)	Posturografia com plataforma estável, com OA, sem estímulo visual dinâmico.	Deslocamento significativamente maior nos eixos AP e ML, além de maior área total de deslocamento no grupo TEA, em todas as provas.

Legenda: TEA = Transtorno do Espectro do Autismo; DT = Desenvolvimento típico; SA = Síndrome de Asperger; CoP = Centro de Pressão; EUA = Estados Unidos da América; OA = olhos abertos; OF = olhos fechados; SM = sexo masculino; SF = sexo feminino; ML = mediodistal; AP = anteroposterior

Tabela 1. Continuação...

Autores, ano (País)	Amostra	Exame(s) utilizado(s)	Principais resultados do(s) exame(s)
Mache e Todd ⁽⁴⁷⁾ , 2016 (EUA)	TEA: 11 indivíduos, média de 113.5 (± 30.0) meses (10 SM e 1 SF) DT: 11 indivíduos, média de 112.2 (± 28.9) meses (9 SM e 2 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável, com OA e olhar fixo em estímulo visual.	Houve maior deslocamento no grupo TEA em ambas as plataformas, com resultados piores na plataforma instável.
Memari et al. ⁽²⁶⁾ , 2013 (Irã)	TEA: 21 indivíduos, média de 11.5 (± 1.6) anos, todos SM DT: 30 indivíduos, média de 11.6 (± 1.9) anos, todos SM	Posturografia com plataforma de força estável e OA.	Grupo TEA apresentou piores resultados para todas as análises, com maior instabilidade na direção AP.
Memari et al. ⁽²⁷⁾ , 2014 (Irã)	TEA: 19 indivíduos, média de 11.9 (± 1.6) anos, todos SM DT: 28 indivíduos, média de 11.8 (± 1.7) anos, todos SM	Posturografia com plataforma estável e OA, com estímulo visual, realizando tarefa cognitiva associada à visão e audição	Grupo TEA apresentou maior instabilidade em todas as condições testadas, com maior oscilação postural na tarefa de perseguição ao estímulo visual móvel.
Miller et al. ⁽²⁹⁾ , 2019 (EUA)	TEA: 10 indivíduos, média de 13 (± 2.54) anos (9 SM, 1 SF) DT: 8 indivíduos, média de 10,2 (± 3.41) anos (4 SM 1 SF)	Posturografia com plataforma estável utilizando um cinto, com imagens móveis.	Grupo TEA apresentou maiores valores de velocidade e menor aceleração na direção ML, o que indica movimentos mais lentos e menos precisos para ajustar o CoP.
Molloy et al. ⁽²⁵⁾ , 2003 (EUA)	TEA: 8 indivíduos, média de 124.8 (± 26.3) meses, todos SM DT: 8 indivíduos, média de 126.5 (± 25.7) meses, todos SM	Posturografia com plataformas estável e instável com OA e OF.	Observou-se pior desempenho com OF em ambas plataformas no grupo TEA.
Reinert et al. ⁽³²⁾ , 2015 (EUA)	TEA: 5 indivíduos, média de 9,2 (± 0.45) anos DT: 5 indivíduos, média de 7,4 (± 2.06) anos O percentual de cada gênero não foi especificado.	Posturografia com plataformas estável e instável com OA e OF.	Grupo TEA com mais instabilidade, com destaque para maior dificuldade na plataforma instável e OF, e maior deslocamento no sentido AP em todos os testes.
Shabana et al. ⁽⁴⁸⁾ , 2012 (Egito)	TEA: 20 indivíduos, média de 8.95 (± 2.98) anos (13 SM e 7 SF) DT: 15 indivíduos, média de 9 (± 1.6) anos (9 SM e 6 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável, com OA e OF e estímulos visuais fixo e móvel.	Houve um comprometimento significativo no controle do equilíbrio postural no grupo TEA, mesmo nas condições com menos estímulos.
Somogyi et al. ⁽⁴⁹⁾ , 2016 (Hungria)	TEA: 18 indivíduos, média de 94 (± 18.5) meses (14 SM e 4 SF) DT: 12 indivíduos, média de 96 (± 9.6) meses (8 SM e 4 SF)	Posturografia com plataforma estável e OA, com e sem estímulo visual.	A estabilidade postural foi menor nas crianças com TEA, na plataforma estável com OA, sem estímulo visual. Com estímulo visual houve melhora no desempenho, porém este ainda foi inferior.
Stania et al. ⁽³¹⁾ , 2023 (Polônia)	TEA: 16 indivíduos, média de 8,13 (± 1.54) anos (11 SM e 5 SF) DT: 16 indivíduos, média de 7,93 (± 0.88) anos (9 SM e 7 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável com OA.	Houve maior deslocamento AP na plataforma estável e na instável no grupo TEA.
Stins et al. ⁽⁵⁰⁾ , 2015 (Holanda)	TEA: 9 indivíduos, média de 10,8 (± 1.2) anos (8 SM e 1 SF) DT: 9 indivíduos, média de 10,8 (± 1.2) anos (8 SM e 1 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável, OA e OF, com tarefa cognitiva associada.	Grupo TEA apresentou pior desempenho nas condições com OF e também nas condições em que precisavam realizar tarefa cognitiva, com OA e fechados.
Travers et al. ⁽²⁸⁾ , 2018 (EUA)	TEA: 21 indivíduos, média de 9,63 (± 2.09) anos (18 SM e 3 SF) DT: 16 indivíduos, média de 9,64 (± 2.78) anos (14 SM e 2 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável com OA	Houve maior deslocamento no grupo TEA em ambas as condições, com pior desempenho em superfície instável
Wang et al. ⁽⁵¹⁾ , 2016 (EUA)	TEA: 22 indivíduos, média de 12.72 (± 3.64) anos (19 SM e 3 SF) DT: 21 indivíduos, média de 11.67 (± 4.53) anos (18 SM e 3 SF)	Posturografia com plataformas estável e instável, com OA e OF.	Grupo TEA apresentou pior desempenho em todas as condições, em especial com plataforma instável
Zoccanté et al. ⁽³⁰⁾ , 2021 (Itália)	TEA: 20 indivíduos, média de 10,7 (± 2.0) anos (16 SM 4 SF) DT: 23 indivíduos, média de 12,3 anos (± 2.6) (10 SM 13 SF)	Posturografia. Os pacientes foram submetidos a 7 situações sensoriais diferentes para identificar a integração sensorial.	Pior desempenho em plataforma instável com OF e em plataforma instável, com estímulo visual móvel no grupo TEA.

Legenda: TEA = Transtorno do Espectro do Autismo; DT = Desenvolvimento típico; SA = Síndrome de Asperger; CoP = Centro de Pressão; EUA = Estados Unidos da América; OA = olhos abertos; OF = olhos fechados; SM = sexo masculino; SF = sexo feminino; ML = mediolateral; AP = anteroposterior

DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo revisar sistematicamente quais são os achados do oVEMP, cVEMP, vHIT e posturografia dinâmica em crianças e adolescentes com TEA em comparação com indivíduos típicos da mesma faixa etária, visando analisar o equilíbrio postural desta população. Estudos que utilizaram o oVEMP, cVEMP e vHIT e que preenchessem os critérios de elegibilidade não foram identificados. Contudo os achados da

posturografia demonstraram que indivíduos com TEA apresentaram uma maior instabilidade postural, tanto nas tarefas em plataforma estável como instável, independentemente de idade.

Em relação às características da amostra, os artigos analisados apresentaram um número maior de meninos com TEA. Este achado vai ao encontro dos dados de amostras epidemiológicas, que apontam que a prevalência do transtorno em homens e mulheres seja de 3:1⁽¹⁾. Ainda não está claro quais são os fatores que justificam esta predisposição, porém, há preocupações

Autor (ano)	Questões							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Abdel Ghafar et al (2022)	S	S	S	S	S	S	I	S
Bojanek et al (2020)	I	N	S	S	S	I	I	S
Bucci et al (2013)	N	N	S	S	I	N	I	S
Bucci et al (2017)	I	N	S	S	N	N	I	S
Bucci et al (2018)	I	S	S	S	I	I	I	S
Chen e Tsai (2015)	S	S	S	S	I	I	I	S
Gepner et al (1995)	I	N	S	S	I	I	I	S
Gepner e Mestre (2002)	I	S	S	S	N	N	I	I
Goulème et al (2017)	N	S	S	S	I	I	I	S
Graham et al (2014)	S	S	S	S	S	S	I	S
Kohen-Raz et al (1992)	I	N	S	S	I	N	I	S
Li et al (2019)	N	N	S	S	I	I	I	S
Li et al (2020)	S	N	I	S	I	I	I	S
Lidstone et al (2020)	S	S	I	S	S	S	I	S
Mache et al (2016)	S	S	S	S	S	S	I	S
Memari et al (2013)	S	S	S	S	N	N	I	S
Memari et al (2014)	S	S	S	S	I	I	I	S
Miller et al (2019)	N	N	S	S	I	I	I	I
Molloy et al (2003)	N	N	I	S	I	I	I	S
Reinert et al (2014)	S	S	I	S	N	N	I	S
Shabana et al (2012)	I	S	I	S	N	N	I	S
Somogyi et al (2016)	S	S	S	S	S	S	I	S
Stania et al (2023)	S	S	I	S	I	I	I	S
Stins et al (2015)	I	S	S	S	N	N	I	S
Travers et al (2018)	N	S	N	S	S	N	I	S
Wang et al (2016)	S	S	S	S	I	N	I	S
Zocanté et al (2021)	S	S	S	S	N	N	I	S

Figura 2. Análise da qualidade metodológica dos estudos incluídos
Legenda: S = sim; N = não; I = indefinido; 1 = Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined?; 2 = Were the study subjects and the setting described in detail?; 3 = Was the exposure measured in a valid and reliable way?; 4 = Were objective, standard criteria used for measurement of the condition?; 5 = Were confounding factors identified?; 6 = Were strategies to deal with confounding factors stated?; 7 = Were the outcomes measured in a valid and reliable way?; 8 = Was appropriate statistical analysis used?

sobre o sub-reconhecimento do TEA em meninas⁽¹⁾ e, além disso, estudos recentes de neuroimagem mencionam diferenças hormonais e genéticas entre os sexos que parecem atuar como um fator protetor nas mulheres, porém, são necessários mais estudos para confirmação desta hipótese⁽⁵³⁾.

Outro dado acerca das amostras, mencionado com frequência, diz respeito à associação entre idade e instabilidade postural, sendo que esta correlação tende a ser negativa no desenvolvimento típico, ou seja, quanto menor a idade, maior a instabilidade. Tal fato pode ser atribuído à fisiologia do equilíbrio postural, que necessita da integração dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo para gerar uma resposta motora que exerça força suficiente contra a força gravitacional e permita a permanência do indivíduo em pé^(54,55). O que ocorre no desenvolvimento típico é uma diferença no tempo de maturação das vias responsáveis por cada um destes sistemas, estima-se que até os oito anos de idade, a criança seja dependente das informações visual e proprioceptiva para manter adequadamente o controle postural, pois o sistema vestibular e a capacidade de integração sensorial não estão completamente maduros, e este amadurecimento pode ser concluído somente aos 15 anos de idade⁽⁵⁶⁾.

No entanto, os estudos incluídos na presente revisão demonstram que as crianças e adolescentes com TEA apresentam maior instabilidade postural independente da idade. Quatro estudos^(26,33,48,51) realizaram avaliações estatísticas com as variáveis idade e dados da posturografia e concluíram que a instabilidade postural não apresentou diferença quando comparados os resultados de cada faixa etária, ou seja, os pacientes com TEA apresentaram instabilidade postural significativamente maior em comparação aos controles, independente da idade avaliada, o que evidencia uma possível associação entre o diagnóstico e uma disfunção no equilíbrio postural. Além disso, outros dois estudos^(42,43) identificaram que o grupo com TEA de mais idade apresentou maior instabilidade do que o grupo de menor idade, contrariando o que é observado nos grupos de desenvolvimento típico, concluindo que a idade não parece contribuir para o equilíbrio tanto quanto para os pares dos grupos controles. Os mesmos autores ainda mencionam que, apesar da heterogeneidade da amostra do grupo estudo, inerente à característica de espectro do transtorno, todos os seus participantes apresentaram piores resultados na avaliação postural.

Acerca das diferenças entre os grupos nos resultados da posturografia, 15 dos 27 artigos incluídos mencionaram o aumento da instabilidade postural nas condições com olhos fechados, independente da plataforma ser estável ou instável^(25,27,30,32,33,35,36,38,39,41,42,44,45,48,50) e um mencionou maior estabilidade com feedback visual⁽⁴⁹⁾. Conforme mencionado anteriormente, a dependência visual é característica das crianças com idade igual ou inferior a oito anos, devido à imaturidade do sistema vestibular e dos mecanismos de integração sensorial. Contudo, a maioria dos artigos que analisaram esta diferença entre os grupos continham indivíduos com idades acima de oito anos em suas amostras. Além disso, cinco destes estudos^(27,33,36,38,41) realizaram avaliações estatísticas para verificar a diferença entre o desempenho dos grupos na posturografia com olhos abertos e fechados e identificaram que os grupos com TEA têm maior instabilidade com olhos fechados, independente das demais variáveis demográficas. Ainda, observou-se no estudo de Abdel Ghafar et al.⁽³³⁾ que não houve diferença estatística entre os grupos de seis a nove anos e de 10 a 14 anos nos testes com olhos fechados, que continuaram demonstrando maior instabilidade, contrariando o que ocorreu no grupo com desenvolvimento

típico, cuja estabilidade aumentou significativamente no grupo de 10 a 14 anos. O achado corrobora uma pesquisa⁽⁵⁷⁾ que incluiu adultos com TEA na análise e verificou que estes dependem da fixação ocular para manter a postura, oposto do que ocorreu com os adultos sem TEA. Esses dados nos permitem inferir que nesta população a dependência visual parece não estar associada à idade, mas sim ao transtorno.

Os resultados compilados indicam que crianças e adolescentes com TEA podem ter alterações no equilíbrio postural características do transtorno, visto que a variável idade, indispensável nas análises, não está correlacionada ao desempenho inferior nas avaliações com a posturografia. Reforça-se que uma das principais vantagens do exame é a possibilidade de avaliar a integração sensorial entre os três sistemas responsáveis pelo equilíbrio (visual, vestibular e somatossensorial), ao submeter o paciente a diferentes condições de teste, verificando quais destas resultam em maior instabilidade^(9,58). Por isso, a observação de alterações em um exame que avalia esta questão, associada à falta de correlações com outras variáveis que interferem no equilíbrio de indivíduos com desenvolvimento típico, leva à principal hipótese discutida nos estudos que diz respeito a existência de um déficit no processamento das informações sensoriais provenientes de cada uma das vias aferentes, bem como na integração entre elas.

Atualmente, o DSM-V-TR⁽¹⁾ estabelece que respostas atípicas aos estímulos sensoriais são um critério para o diagnóstico do TEA. A hiperresponsividade, a hiporresponsividade ou um interesse incomum às demandas sensoriais ambientais estão dentro deste critério⁽¹⁾. Em relação ao equilíbrio postural, existe uma adequação às diferentes condições sensoriais disponíveis para que a postura seja mantida. Por exemplo, em ambientes com menor iluminação a informação visual é menos confiável, portanto, é necessário que os sistemas vestibular e proprioceptivo atuem para manter a estabilidade.

Nesse contexto, o estudo de Gepner et al.⁽³⁹⁾ cita em seus resultados a ausência de resposta ao estímulo visual optocinético em crianças com TEA, sendo que este comportamento é oposto ao de crianças com desenvolvimento típico. Ao mesmo tempo que este dado demonstra uma hiporresponsividade, outras pesquisas que realizaram avaliação com estímulos diferentes associados apontam para uma hiperresponsividade, resultando em maiores ajustes posturais em tarefas mais desafiadoras do ponto de vista sensorial. Destacam-se os dados de Goulème et al.⁽⁴¹⁾ e Shabana et al.⁽⁴⁸⁾ que verificaram instabilidade estatisticamente significativa conforme a demanda sensorial aumentava, ou seja, quando a plataforma era instável e o participante deveria fechar os olhos⁽⁴⁵⁾.

Estes achados corroboram resultados descritos por Dumas et al.⁽⁵⁹⁾, cujo objetivo principal foi verificar o papel da integração sensorial no equilíbrio de jovens adultos com TEA, e evidenciam que a dificuldade parece ocorrer quando os três sistemas são acionados na mesma proporção, sugerindo um déficit na integração das informações, e não um déficit em um dos sistemas isoladamente. Em conjunto, os achados supracitados são indícios de que indivíduos com TEA podem ter impacto direto no equilíbrio postural devido às respostas sensoriais atípicas.

Além dos critérios abordados no DSM-V-TR⁽¹⁾, Schaaf et al.⁽⁶⁰⁾ salientam que uma avaliação abrangente, baseada em instrumentos padronizados e de caráter quantitativo, das funções sensoriais deve ser realizada para proporcionar maiores informações acerca das características sensoriais do TEA e,

consequentemente, aprimorar as intervenções disponíveis. No estudo referido, os autores identificaram dificuldades sensoriais que não são mencionadas ou mensuradas nos manuais e testes diagnósticos, que repercutem em outras funções e prejudicam a qualidade de vida. Travers et al.⁽⁶¹⁾ também alertam para este fato, em sua pesquisa para verificar a relação entre os escores em funções sensoriais e motoras, e o desempenho nas habilidades de vida diária, cujos resultados demonstram que atividades de vida diária, tais como vestir-se, cuidados de higiene pessoal e limpeza, bem como o preparo de refeições podem ser desafiadoras em crianças com dificuldades motoras e sensoriais, o que limita o desenvolvimento devido à falta de experiências sociais. Os resultados foram semelhantes aos de Mache e Todd⁽⁴⁷⁾, que identificaram pior desempenho em habilidades motoras em indivíduos com TEA, associado a uma maior instabilidade postural.

Complementar à avaliação de posturografia com o Teste de Integração Sensorial, estudos com exames de neuroimagem averiguaram quais regiões corticais podem explicar os déficits no processamento sensorial em indivíduos com TEA. Kilroy et al.⁽⁶²⁾ conduziram uma revisão de literatura acerca da evidência disponível sobre o tema, sendo que as pesquisas demonstraram alterações morfológicas e funcionais no córtex motor e nas vias de conexão entre o cerebelo e diversas regiões envolvidas com mecanismos sensoriais e motores, dentre eles o equilíbrio postural.

Em relação às limitações dos achados da presente revisão, percebe-se que houve heterogeneidade entre os estudos, tanto nos aspectos clínicos quanto metodológicos. Isto incluiu delineamento de estudo, tamanho da amostra, critérios ou ferramentas utilizadas para diagnóstico do TEA, ano de publicação e características das crianças e adolescentes (como por exemplo o sexo e a idade). Os critérios de inclusão foram cuidadosamente selecionados para minimizar os efeitos da heterogeneidade nos resultados finais. No entanto, apesar dos rigorosos critérios de inclusão e exclusão, percebe-se que a heterogeneidade foi elevada, o que impactou, juntamente com a baixa qualidade metodológica dos estudos encontrados, a qualidade da evidência disponível, resultando na necessidade de interpretar os resultados da presente revisão com cautela.

Todavia, os dados do presente estudo trazem importantes implicações para a pesquisa, ressaltando a importância de serem realizados estudos analisando o equilíbrio postural de crianças e adolescentes com TEA a partir dos seguintes critérios: maior número de participantes com realização de cálculo amostral, confirmação do diagnóstico de TEA por especialista utilizando os critérios do DSM-V-TR⁽¹⁾, bem como avaliação do nível do suporte, fornecimento de detalhes sobre a aptidão e experiência prévia dos examinadores dos exames da posturografia, adoção de estratégias para lidar com fatores de confusão (estratificação da amostra ou análise de regressão multivariada, por exemplo), clareza em relação aos critérios de inclusão e exclusão do grupo de estudo e grupo controle, bem como fornecimentos de detalhes sobre dados demográficos de ambos os grupos e período em que a coleta de dados foi realizada. Além disso, ressalta-se a importância de pesquisas avaliando a função vestibular dessa população por meio do VEMP e do vHIT, comparando os achados com indivíduos neurotípicos, visto que são exames importantes para o fornecimento de dados objetivos acerca do nervo vestibular, sáculo, utrículo e canais semicirculares, algo que não é possível com a posturografia^(8,10-12,15). Sendo assim, recomenda-se que novos estudos sejam realizados com

enfoque nestas estruturas vestibulares, para verificar possíveis alterações nesta população.

No tocante às implicações para a prática clínica, os achados reforçam a importância dos profissionais que atuam clinicamente terem um olhar atento às possíveis alterações de equilíbrio postural, visto que há evidências de maior instabilidade postural nesta população, independente de faixa etária.

CONCLUSÃO

Por fim, os achados da presente revisão sistemática demonstram que, em geral, a posturografia é o exame utilizado com maior frequência na avaliação do equilíbrio corporal de crianças e adolescentes com TEA. Os resultados desta avaliação demonstram uma maior instabilidade postural nesta população quando comparada a indivíduos neurotípicos da mesma faixa etária, principalmente na condição de olhos fechados. No entanto, devido a baixa qualidade da evidência disponível, é necessário interpretar tais resultados com cautela. Sendo assim, estudos avaliando o equilíbrio postural e a função vestibular nessa população devem ser conduzidos com maior rigor metodológico e com a utilização de uma maior bateria de testes, como o cVEMP, o oVEMP e o vHIT.

REFERÊNCIAS

1. APA: American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5-TR. 5th ed. Washington, D.C.: APA; 2022.
2. WHO: World Health Organization. Autism [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [citado em 2023 Agosto 7]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
3. Maenner MJ, Warren Z, Williams AR, Amoakohene E, Bakian AV, Bilder DA, et al. Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years: autism and developmental disabilities monitoring network, 11 Sites, United States, 2020. *MMWR Surveill Summ.* 2023;72(2):1-14. <http://doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1>. PMID:36952288.
4. Minshew NJ, Sung K, Jones BL, Furman JM. Underdevelopment of the postural control system in autism. *Neurology.* 2004;63(11):2056-61. <http://doi.org/10.1212/01.WNL.0000145771.98657.62>. PMID:15596750.
5. Oster LM, Zhou G. Balance and vestibular deficits in pediatric patients with Autism Spectrum Disorder: an underappreciated clinical aspect. *Autism Res Treat.* 2022;2022:7568572. <http://doi.org/10.1155/2022/7568572>. PMID:36016580.
6. Hirota T, King BH. Autism spectrum disorder: a review. *JAMA.* 2023;329(2):157-68. <http://doi.org/10.1001/jama.2022.23661>. PMID:36625807.
7. van Hecke R, Danneels M, Dhooge I, van Waelvelde H, Wiersema JR, Deconinck FJA, et al. Vestibular function in children with neurodevelopmental disorders: a systematic review. *J Autism Dev Disord.* 2019;49(8):3328-50. <http://doi.org/10.1007/s10803-019-04059-0>. PMID:31102194.
8. van Hecke R, Deconinck FJA, Wiersema JR, Clauws C, Danneels M, Dhooge I, et al. Balanced Growth project: a protocol of a single-centre observational study on the involvement of the vestibular system in a child's motor and cognitive development. *BMJ Open.* 2021;11(6):e049165. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049165>. PMID:34117049.
9. Cusin FS, Tomaz A, Ganança CF, Monsanto RC. Posturografia em crianças. In: Cabral A, editor. *Tratado de otoneurologia infantil.* Ribeirão Preto: BookToy; 2023. p. 305-27.
10. Weber KP, MacDougall HG, Halmagyi GM, Curthoys IS. Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography. *Ann N Y Acad Sci.* 2009;1164(1):486-91. <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2008.03730.x>. PMID:19645955.
11. Macdougall HG, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS, Weber KP. The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction. *PLoS One.* 2013;8(4):e61488. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0061488>. PMID:23630593.
12. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The Video Head Impulse Test. *Front Neurol.* 2017;8:258. <http://doi.org/10.3389/fneur.2017.00258>. PMID:28649224.
13. Hamilton SS, Zhou G, Brodsky JR. Video head impulse testing (VHIT) in the pediatric population. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015;79(8):1283-7. <http://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.05.033>. PMID:26066850.
14. Cabral A, Carnaúba ATL, Amary M, Menezes PL. Testes para avaliação da função otolítica: VEMPS. In: Cabral A, editor. *Tratado de otoneurologia infantil.* Ribeirão Preto: BookToy; 2023. p. 279-304.
15. Souza MEDCA, Carnaúba ATL, Menezes PDL. Potencial Evocado Miogênico Vestibular pelo ramo inferior e seus pontos de captação. In: Menezes PDL, editor. *Tratado de eletrofisiologia para a audiolgia.* Ribeirão Preto: BookToy; 2018. p. 287-301.
16. Levisohn PM. The autism-epilepsy connection. *Epilepsia.* 2007;48(Suppl 9):33-5. <http://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2007.01399.x>. PMID:18047599.
17. Lord C, Brugha TS, Charman T, Cusack J, Dumas G, Frazier T, et al. Autism spectrum disorder. *Nat Rev Dis Primers.* 2020;6(1):5. <http://doi.org/10.1038/s41572-019-0138-4>. PMID:31949163.
18. Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *J Vestib Res.* 2015;25(2):73-89. <http://doi.org/10.3233/VES-150544>. PMID:26410672.
19. van Hecke R, Danneels M, Deconinck FJA, Dhooge I, Leyssens L, van Acker E, et al. A cross-sectional study on the neurocognitive outcomes in vestibular impaired school-aged children: are they at higher risk for cognitive deficits? *J Neurol.* 2023;270(9):4326-41. <http://doi.org/10.1007/s00415-023-11774-3>. PMID:37209128.
20. Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais comparativos sobre fatores de risco e prognóstico [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2014 [citado em 2023 Agosto 7]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_fatores_risco_prognostico.pdf
21. Helena RCS, Borges VMSB, Sleifer P. Assessment of vestibular system in children and adolescents with Autism Spectrum Disorder: a systematic review [Internet]. London: NIHR; 2024 [citado em 2023 Agosto 7]. Disponível em: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42024460328
22. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372(71):n71. <http://doi.org/10.1136/bmj.n71>. PMID:33782057.
23. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med.* 2012;22(3):276-82. <http://doi.org/10.11613/BM.2012.031>. PMID:23092060.

24. Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, et al. Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E, Munn Z, editores. JBI manual for evidence synthesis [Internet]. Adelaide: JBI; 2020. chap. 7 [citado em 2023 Agosto 7]. Disponível em: <https://synthesismanual.jbi.global>
25. Molloy CA, Dietrich KN, Bhattacharya A. Postural stability in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord.* 2003;33(6):643-52. <http://doi.org/10.1023/B:JADD.0000006001.00667.4c>. PMID:14714933.
26. Memari AH, Ghanouni P, Gharibzadeh S, Eghlidi J, Ziaee V, Moshayedi P. Postural sway patterns in children with autism spectrum disorder compared with typically developing children. *Res Autism Spectr Disord.* 2013;7(2):325-32. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.09.010>.
27. Memari AH, Ghanouni P, Shayestehfar M, Ziaee V, Moshayedi P. Effects of visual search vs. auditory tasks on postural control in children with autism spectrum disorder. *Gait Posture.* 2014;39(1):229-34. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.07.012>. PMID:23931847.
28. Travers BG, Mason A, Gruben KG, Dean DC 3rd, McLaughlin K. Standing balance on unsteady surfaces in children on the autism spectrum: the effects of IQ. *Res Autism Spectr Disord.* 2018;51:9-17. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.03.008>. PMID:30333859.
29. Miller HL, Caçola PM, Sherrod GM, Patterson RM, Bugnariu NL. Children with Autism Spectrum Disorder, Developmental Coordination Disorder, and typical development differ in characteristics of dynamic postural control: a preliminary study. *Gait Posture.* 2019;67:9-11. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.038>. PMID:30245240.
30. Zoccanté L, Ciceri ML, Chamitava L, Di Gennaro G, Cazzoletti L, Zanolin ME, et al. Postural control in childhood: investigating the neurodevelopmental gradient hypothesis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1693. <http://doi.org/10.3390/ijerph18041693>. PMID:33578752.
31. Stania M, Emich-Widera E, Kazek B, Kamieniarz A, Swatowska-Wenglarczyk M, Juras G. Modulation of center-of-pressure signal in children on the autism spectrum: a case-control study. *Gait Posture.* 2023;103:67-72. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.04.018>. PMID:37119687.
32. Reinert S, Jackson K, Bigelow K. Using posturography to examine the immediate effects of vestibular therapy for children with autism spectrum disorders: a feasibility study. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2015;35(4):365-80. <http://doi.org/10.3109/01942638.2014.975313>. PMID:25374155.
33. Abdel Ghafar MA, Abdelraouf OR, Abdelgalil AA, Seyam MK, Radwan RE, El-Bagalaty AE. Quantitative assessment of sensory integration and balance in children with autism spectrum disorders: cross-sectional study. *Children (Basel).* 2022;9(3):353. <http://doi.org/10.3390/children9030353>. PMID:35327725.
34. Bojanek EK, Wang Z, White SP, Mosconi MW. Postural control processes during standing and step initiation in autism spectrum disorder. *J Neurodev Disord.* 2020;12(1):1. <http://doi.org/10.1186/s11689-019-9305-x>. PMID:31906846.
35. Bucci MP, Doyen C, Contenjan Y, Kaye K. The effect of performing a dual task on postural control in children with autism. *ISRN Neurosci.* 2013;2013:796174. <http://doi.org/10.1155/2013/796174>. PMID:24959567.
36. Bucci MP, Goulème N, Stordeur C, Acquaviva E, Scheid I, Lefebvre A, et al. Discriminant validity of spatial and temporal postural index in children with neurodevelopmental disorders. *Int J Dev Neurosci.* 2017;61(1):51-7. <http://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2017.06.010>. PMID:28684307.
37. Bucci MP, Goulème N, Dehouck D, Stordeur C, Acquaviva E, Septier M, et al. Interactions between eye movements and posture in children with neurodevelopmental disorders. *Int J Dev Neurosci.* 2018;71(1):61-7. <http://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2018.07.010>. PMID:30056251.
38. Chen FC, Tsai CL. A light fingertip touch reduces postural sway in children with autism spectrum disorders. *Gait Posture.* 2016;43:137-40. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.09.012>. PMID:26422366.
39. Gepner B, Mestre D, Masson G, de Schonen S. Postural effects of motion vision in young autistic children. *Neuroreport.* 1995;6(8):1211-4. <http://doi.org/10.1097/00001756-199505300-00034>. PMID:7662910.
40. Gepner B, Mestre DR. Brief report: postural reactivity to fast visual motion differentiates autistic from children with Asperger syndrome. *J Autism Dev Disord.* 2002;32(3):231-8. <http://doi.org/10.1023/A:1015410015859>. PMID:12108625.
41. Goulème N, Scheid I, Peyre H, Maruani A, Clarke J, Delorme R, et al. Spatial and temporal analysis of postural control in children with high functioning autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord.* 2017;40:13-23. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2017.05.001>.
42. Graham SA, Abbott AE, Nair A, Lincoln AJ, Müller RA, Goble DJ. The influence of task difficulty and participant age on balance control in ASD. *J Autism Dev Disord.* 2015;45(5):1419-27. <http://doi.org/10.1007/s10803-014-2303-7>. PMID:25381191.
43. Kohen-Raz R, Volkman FR, Cohen DJ. Postural control in children with autism. *J Autism Dev Disord.* 1992;22(3):419-32. <http://doi.org/10.1007/BF01048244>. PMID:1383190.
44. Li Y, Mache MA, Todd TA. Complexity of center of pressure in postural control for children with autism spectrum disorders was partially compromised. *J Appl Biomech.* 2019;35(3):190-5. <http://doi.org/10.1123/jab.2018-0042>. PMID:30676165.
45. Li Y, Mache MA, Todd TA. Automated identification of postural control for children with autism spectrum disorder using a machine learning approach. *J Biomech.* 2020;113:110073. <http://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110073>. PMID:33142203.
46. Lidstone DE, Miah FZ, Poston B, Beasley JF, Dufek JS. Examining the specificity of postural control deficits in children with Autism Spectrum Disorder using a cross-syndrome approach. *Res Autism Spectr Disord.* 2020;72:101514. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2020.101514>.
47. Mache MA, Todd TA. Gross motor skills are related to postural stability and age in children with autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord.* 2016;23:179-87. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.01.001>.
48. Shabana MI, El Shennawy AM, El Dessouky TM, Sabry SA. Assessment of postural control system in autistic patients. *Egypt J Otolaryngol.* 2012;28(1):44-8. <http://doi.org/10.7123/01.EJO.0000411082.28842.4c>.
49. Somogyi E, Kapitány E, Kenyeres K, Donauer N, Fagard J, Kónya A. Visual feedback increases postural stability in children with autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord.* 2016;29-30:48-56. <http://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.06.001>.
50. Stins JF, Emck C, de Vries EM, Doop S, Beek PJ. Attentional and sensory contributions to postural sway in children with autism spectrum disorder. *Gait Posture.* 2015;42(2):199-203. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.010>. PMID:26028526.
51. Wang Z, Hallac RR, Conroy KC, White SP, Kane AA, Collinsworth AL, et al. Postural orientation and equilibrium processes associated with increased postural sway in autism spectrum disorder (ASD). *J Neurodev Disord.* 2016;8(1):43. <http://doi.org/10.1186/s11689-016-9178-1>. PMID:27933108.
52. Zanon RB, Backes B, Wagner F, Silva MA. Técnicas de avaliação em casos de suspeita de transtorno do neurodesenvolvimento. In: Oliveira SES, Trentini CM, editores. *Avanços em psicopatologia: avaliação e diagnóstico baseados na CID-11*. Porto Alegre: Artmed; 2023.

53. Walsh MJM, Wallace GL, Gallegos SM, Braden BB. Brain-based sex differences in autism spectrum disorder across the lifespan: a systematic review of structural MRI, fMRI, and DTI findings. *Neuroimage Clin.* 2021;31:102719. <http://doi.org/10.1016/j.nicl.2021.102719>. PMID:34153690.
54. Cioni G, Sgandurra G. Normal psychomotor development. *Handb Clin Neurol.* 2013;111:3-15. <http://doi.org/10.1016/B978-0-444-52891-9.00001-4>. PMID:23622146.
55. Oliveira PF, Hernandez CP, Guedes-Granzotti RB, Cabral A. Desenvolvimento auditivo, neuropsicomotor, da linguagem e da aprendizagem. In: Cabral A, editor. *Tratado de otoneurologia infantil*. Ribeirão Preto: BookToy; 2023. p. 55-73.
56. Andrade CLO, Souza MGC, Soares IA, Cabral A. Impacto da tontura no desenvolvimento infantil. In: Cabral A, editor. *Tratado de otoneurologia infantil*. Ribeirão Preto: BookToy; 2023. p. 105-22.
57. Lim YH, Lee HC, Falkmer T, Allison GT, Tan T, Lee WL, et al. Effect of optic flow on postural control in children and adults with autism spectrum disorder. *Neuroscience.* 2018;393:138-49. <http://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.09.047>. PMID:30312785.
58. Nishino LK, Rocha GD, Souza TSA, Ribeiro FAQ, Cóser PL. Protocol for static posturography with dynamic tests in individuals without vestibular complaints using the Horus system. *CoDAS.* 2021;33(3):e20190270. <http://doi.org/10.1590/2317-1782/20202019270>. PMID:34161438.
59. Doumas M, McKenna R, Murphy B. Postural control deficits in autism spectrum disorder: the role of sensory integration. *J Autism Dev Disord.* 2016;46(3):853-61. <http://doi.org/10.1007/s10803-015-2621-4>. PMID:26446773.
60. Schaaf RC, Mailloux Z, Ridgway E, Berruti AS, Dumont RL, Jones EA, et al. Sensory phenotypes in autism: making a case for the inclusion of sensory integration functions. *J Autism Dev Disord.* 2023;53(12):4759-71. <http://doi.org/10.1007/s10803-022-05763-0>. PMID:36167886.
61. Travers BG, Lee L, Klans N, Engeldinger A, Taylor D, Ausderau K, et al. Associations among daily living skills, motor, and sensory difficulties in autistic and nonautistic children. *Am J Occup Ther.* 2022;76(2):7602205020. <http://doi.org/10.5014/ajot.2022.045955>. PMID:35171982.
62. Kilroy E, Aziz-Zadeh L, Cermak S. Ayres theories of autism and sensory integration revisited: what contemporary neuroscience has to say. *Brain Sci.* 2019;9(3):68. <http://doi.org/10.3390/brainsci9030068>. PMID:30901886.

Material Suplementar

Este artigo acompanha material suplementar.

Search strategy for each database

Este material está disponível como parte da versão online do artigo na página: <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2024-2945pt>