



Brazilian Journal of  
**OTORHINOLARYNGOLOGY**

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

**Postural control in underachieving students**☆

Andreza Tomaz<sup>a,\*</sup>, Maurício Malavasi Ganança<sup>b</sup>, Adriana Pontin Garcia<sup>a</sup>, Natalia Kessler<sup>a</sup>,  
Heloisa Helena Caovilla<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Otorrinolaringologia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>c</sup> Disciplina de Otologia e Otoneurologia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 29 de julho de 2013; aceito em 17 de novembro de 2013

**KEYWORDS**

Postural balance;  
Underachievement;  
Vestibular function  
tests

**Abstract**

Postural balance is a sensory-motor function resulting from a learning process.

*Objective:* To evaluate the postural control of underachieving students through static posturography together with virtual reality stimulation.

*Methods:* This was a controlled cross-sectional study of a group of 51 underachieving students and a control group of 60 students with good school performance, with no history of vestibular disorders or neurotological complaints, volunteers from the community, age- and gender-matched. The students were submitted to Balance Rehabilitation Unit (BRU™) posturography.

*Results:* A total of 111 students aged 7 to 12 years old were evaluated. At posturography evaluation, there was no significant difference between the limit of stability area (cm<sup>2</sup>) of the control group and the experimental group. The comparison between groups demonstrated a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the values of sway velocity (cm/s) and center of pressure area (cm<sup>2</sup>) in the ten sensory conditions evaluated.

*Conclusion:* Posturography with virtual reality stimulation, allows for the identification of incapacity to maintain postural control, with or without visual deprivation, and the assessment of visual, somatosensory, and vestibular-visual interaction conflict in underachieving students.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

**PALAVRAS-CHAVE**

Equilíbrio postural;  
Baixo rendimento  
escolar;  
Testes de função  
vestibular

**Controle postural de escolares com baixo rendimento escolar**

**Resumo**

O equilíbrio corporal é uma função sensório-motora, resultado de um processo de aprendizado.

*Objetivo:* avaliar o controle postural de alunos com baixo rendimento escolar por meio de posturografia estática integrada à realidade virtual.

*Método:* estudo transversal controlado em um grupo de 51 alunos com baixo rendimento escolar; e, um grupo controle, constituído por 60 alunos com bom rendimento escolar e sem histórico de afecções vestibulares ou queixas otoneurológicas, voluntários da comunidade, pareados por idade e gênero. Os alunos foram submetidos à posturografia do *Balance Rehabilitation Unit* (BRU™).

*Resultados:* foram avaliados 111 alunos de 7 a 12 anos de idade. À avaliação posturográfica, não houve diferença significante entre os valores da área do limite de estabilidade (cm<sup>2</sup>) do grupo controle e

DOI se refere ao artigo: 10.5935/1808-8694.20140024

\*Como citar este artigo: Tomaz A, Ganança MM, Garcia AP, Kessler N, Caovilla HH. Postural control in underachieving students. Braz J Otorhinolaryngol. 2014;80:105-10.

\* Autor para correspondência.

E-mail: andreza.tomaz@h2oviva.com.br (A. Tomaz).

os valores do grupo experimental. A comparação entre os grupos mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos valores da velocidade de oscilação (cm/s) e nos valores da área de deslocamento do centro de pressão (cm<sup>2</sup>) nas dez condições sensoriais avaliadas.

**Conclusão:** A posturografia integrada à realidade virtual possibilita a identificação de achados de incapacidade para manter o controle postural, com e sem privação da visão, sob conflito visual, somatossensorial e de interação vestibulo-visual, em alunos com baixo rendimento escolar.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Introdução

O equilíbrio corporal é uma função sensorio-motora que depende de informações dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial. O sistema nervoso central integra estes sinais gerando movimentos dos olhos coordenados com os movimentos da cabeça para manter a imagem nítida; ajustes sobre a posição e os movimentos da cabeça e do corpo em relação à gravidade, à superfície de suporte e ao meio ambiente para manter a postura ereta; e auxilia na orientação espacial estática e dinâmica, aprimora o desempenho motor e a locomoção.<sup>1</sup>

Na criança, por volta dos sete anos de idade, o sistema de controle postural deixa de ser estritamente dependente da visão e passa a integrar as informações provenientes do sistema vestibular e somatossensorial, assumindo uma estratégia semelhante à que ocorre em adultos.<sup>2</sup>

A atividade motora é muito importante para o desenvolvimento global da criança, pois por meio da exploração do mundo ao seu redor é que ocorre a conscientização de si mesma, a percepção do corpo, espaço e tempo, componentes básicos para a aprendizagem e desenvolvimento das atividades de formação escolar.<sup>3</sup>

A vertigem, identificada em 15% das crianças em idade escolar,<sup>4</sup> e outros tipos de tonturas, desequilíbrio, quedas, manifestações neurovegetativas, distorção visual, cefaleia, cansaço excessivo, agitação, perturbação do sono, distúrbios do sono e cinetose, eventualmente associados com hipoacusia, zumbido, sensação de pressão no ouvido, podem acometer crianças e adolescentes<sup>5-6</sup> e interferir no comportamento psicológico e no rendimento escolar.<sup>7-9</sup>

Os distúrbios vestibulares podem comprometer o desenvolvimento motor, impedindo o contato adequado com o meio ambiente e a aquisição e desenvolvimento da linguagem, influenciando na aprendizagem, na habilidade de comunicação, causando dificuldades para falar, ler, escrever, soletrar e efetuar cálculos matemáticos da criança em idade escolar.<sup>9-12</sup>

As crianças com disfunção vestibular podem ter dificuldades para realizar exercícios físicos, têm sensações distorcidas do tamanho do próprio corpo e de objetos circundantes, não conseguem perceber a extensão de seus membros e são desatentas. O distúrbio na aprendizagem poderia ocorrer pela incapacidade para realizar movimentos coordenados e pela concepção imprecisa da posição espacial.<sup>13</sup>

A manutenção da estabilidade postural nas crianças com distúrbio vestibular pode ser mais difícil durante a leitura, tarefa complexa que requer vários processos, como percepção, movimentos oculares e capacidades linguística e semântica.<sup>14</sup>

O diagnóstico das vestibulopatias na infância é uma tarefa desafiadora, pois a criança não consegue descrever os seus sintomas com precisão.<sup>10,15-17</sup>

Na suspeita de acometimento vestibular, a criança deverá ser submetida à avaliação otoneurológica para confirmar alterações e determinar o lado lesado e a intensidade do problema, dados que podem auxiliar na orientação terapêutica.<sup>18</sup>

A eletroneistagmografia (ENG), a vectoeletronistagmografia (VENG) ou a videonistagmografia (VNG) analisam o sistema vestibular e as estruturas neurais envolvidas na manutenção do equilíbrio corporal, por meio de diversas provas vestibulares e oculomotoras.<sup>18-19</sup> Alterações vestibulares relevantes foram observadas em crianças com queixas de dificuldades escolares.<sup>6,20-22</sup>

A posturografia computadorizada complementa a avaliação diagnóstica otoneurológica, possibilitando a identificação de sinais anormais em pacientes com queixas de alterações do equilíbrio corporal. Pode ser realizada em plataformas de força estáticas (estabilometria ou estato-cinesimetria) e dinâmicas (posturografia dinâmica); o seu valor no estudo do reflexo vestibuloespinal (RVE) é semelhante ao da eletroneistagmografia no estudo do reflexo vestibulo-ocular (RVO).<sup>23,24</sup>

A posturografia computadorizada reúne informações vestibulares, visuais e somatossensoriais para detectar alterações no equilíbrio postural em indivíduos de todas as idades,<sup>17</sup> melhorar o índice diagnóstico de pacientes com distúrbios de equilíbrio complexos, localizar precocemente o(s) sistema(s) envolvido(s), com maior sensibilidade e especificidade e documentar e monitorar o tratamento dos distúrbios do equilíbrio corporal.<sup>25</sup>

A posturografia pode agregar dados quantitativos importantes sobre a posição do centro de pressão em relação à base de suporte em diferentes condições sensoriais, para a avaliação vestibular de crianças e adolescentes com tonturas.<sup>17,26</sup>

A posturografia com realidade virtual é um método novo, que fornece estímulos visuais que desencadeiam respostas oculomotoras de perseguição, sacádica, optocinética e de interação vestibulovisual.<sup>27-31</sup> A realidade virtual possibilita a imersão em um mundo ilusório, onde a percepção do ambiente é modificada por um estímulo sensorial artificial que pode provocar um conflito vestibulo-ocular e modificar o ganho do RVO.<sup>32</sup> A posturografia integrada à realidade virtual pode ser útil no diagnóstico diferencial e nas intervenções terapêuticas em indivíduos com queixa principal de vertigem.<sup>33</sup> O módulo de posturografia do *Balance Rehabilitation Unit* (BRU<sup>™</sup>) projeta estímulos em óculos de realidade virtual e fornece informações sobre a posição do centro de pressão do paciente em dez condições sensoriais, por meio de indicadores quantitativos, área do limite de estabilidade, área de deslocamento do centro de pressão e velocidade de oscilação corporal.<sup>34</sup>

O nosso interesse em avaliar os parâmetros da posturografia estática com estímulos de realidade virtual em alunos com baixo rendimento escolar surgiu por não termos encontrado na literatura pertinente pesquisas direcionadas para este tema, e pela possibilidade de que eventuais achados anormais neste procedimento possam ter implicações diagnósticas e terapêuticas.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o controle postural de alunos com baixo rendimento escolar por meio de posturografia estática integrada à realidade virtual.

## Métodos

Este estudo de coorte contemporânea com corte transversal foi realizado após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, protocolo número 1635/09. Todos os alunos e responsáveis receberam as informações sobre o teor da pesquisa, por meio de uma carta explicativa, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início da investigação.

O grupo experimental foi constituído por alunos com baixo rendimento escolar do gênero masculino ou feminino, entre sete e 12 anos de idade, provenientes do ambulatório de linguagem do departamento de distúrbios da comunicação humana e de escolas públicas e privadas do ensino fundamental I; e o grupo controle foi composto por alunos voluntários da comunidade, oriundos de escolas públicas e privadas do ensino fundamental I, com bom rendimento escolar e sem histórico de afecções vestibulares ou queixas otoneurológicas, pareados por idade e gênero.

O critério de inclusão dos alunos no grupo experimental foi terem baixo rendimento escolar, sem anormalidades à audiometria tonal e vocal. Foi considerado baixo rendimento escolar quando o aluno apresentava conceitos insuficientes em diversas matérias do currículo escolar, abaixo do esperado para a idade, habilidades cognitivas e escolaridade, de acordo com o relato dos pais, professores ou coordenadores das escolas. O critério de inclusão dos alunos no grupo controle foi terem bom rendimento escolar, ausência de sintomas relacionados com o equilíbrio corporal e/ou audição e sem anormalidades à audiometria tonal e vocal. Foi considerado bom rendimento escolar quando o aluno apresentava bons conceitos nas matérias do currículo escolar, com aproveitamento dentro do esperado para a idade, habilidades cognitivas e escolaridade, de acordo com o relato dos pais, professores ou coordenadores das escolas.

Nos dois grupos, foram excluídos os alunos: com incapacidade para compreender e atender comando verbal simples; impossibilitados de permanecer de forma independente na posição ortostática; com comprometimento visual grave ou não compensado com uso de lentes corretivas; com distúrbios ortopédicos que resultam em limitação de movimento ou utilização de próteses em membros inferiores; com distúrbios psiquiátricos; em uso de medicamentos com ação sobre o sistema vestibular ou sistema nervoso central; e que tivessem realizado reabilitação do equilíbrio postural nos últimos seis meses e com queixa de cefaleia.

Os alunos foram submetidos a uma avaliação otoneurológica composta por anamnese, durante a qual foi investigada a ocorrência de tontura e outros sintomas otoneurológicos, inspeção visual do meato acústico externo, audiometria tonal e vocal (audiômetro MAICO, modelo MA41), exame fun-

cional do sistema vestibular e posturografia do BRU™.

Para a realização do exame funcional do sistema vestibular, todos os alunos foram instruídos a não ingerir café, chá e chocolate; a evitar o uso de qualquer tipo de medicamento não essencial que pudesse interferir nos resultados, 72 horas (três dias) antes da realização do exame; e a não comer ou beber 3 horas antes do teste. Os equipamentos utilizados foram o VECWIN para a VENG e o otocalorímetro a ar (24° e 50°C) *Neurograff Eletromedicina* Ind. e Com. Ltda. - EPT - Brasil. A VENG incluiu calibração dos movimentos oculares, pesquisa de nistagmo espontâneo, semiespontâneo, posicional e de posicionamento, movimentos sacádicos, rastreamento pendular, nistagmo optocinético, prova rotatória pendular decrescente e prova calórica.<sup>18,19,35,36</sup>

A posturografia do BRU™ incluiu computador com programa de avaliação, estrutura metálica de segurança, suporte de proteção com alças e cinto de segurança, plataforma de força, óculos de realidade virtual com anteparo para a luz, acelerômetro e almofada de espuma. A plataforma de equilíbrio converteu a pressão aplicada sobre uma superfície em sinais elétricos para determinar a posição do centro de pressão, por meio de indicadores quantitativos: área do limite de estabilidade e área de deslocamento do centro de pressão e velocidade de oscilação corporal em dez condições sensoriais. A área do centro de pressão de confiança 95% foi definida como a de distribuição de 95% das amostras do centro de pressão. A velocidade de oscilação média foi determinada pela distância total dividida pelo tempo de 60 segundos da prova.

Para determinar o limite de estabilidade, o aluno foi instruído a realizar deslocamentos corporais máximos nas direções anteroposteriores e laterolateral por meio da estratégia de tornozelo, sem movimentar os pés e sem utilizar estratégias de tronco e/ou quadril. A instrução foi dada para o aluno mover-se lentamente, o máximo que pudesse, sem perder o equilíbrio, na seguinte sequência: a) para a frente; b) retornar à posição inicial; c) para a direita; d) retornar à posição inicial; e) para a esquerda; f) retornar à posição inicial; g) para trás; e h) retornar à posição inicial. Foi solicitado ao aluno que realizasse duas vezes esta sequência de movimentos, sem necessariamente completar os 60 segundos reservados para este procedimento. O procedimento foi repetido quando o pé foi deslocado ou foram utilizados movimentos de tronco e/ou quadril.<sup>27,31,34</sup>

Para determinar a área de deslocamento do centro de pressão e velocidade de oscilação corporal, o aluno foi instruído a permanecer em posição ortostática, sem movimentar membros superiores, calcanhars e/ou pés, com os braços estendidos ao longo do corpo, por 60 segundos, em cada uma das dez condições sensoriais: 1) sobre piso firme, olhos abertos; 2) sobre piso firme, olhos fechados; 3) em superfície de espuma, olhos fechados; 4) sobre piso firme, estimulação sacádica; 5) sobre piso firme, estimulação optocinética, direção horizontal (da esquerda para a direita); 6) sobre piso firme, estimulação optocinética, direção horizontal (da direita para a esquerda); 7) sobre piso firme, estimulação optocinética, direção vertical (de cima para baixo); 8) sobre piso firme, estimulação optocinética, direção vertical (de baixo para cima); 9) sobre piso firme, estimulação optocinética de direção horizontal associada a movimentos de rotação da cabeça lentos e uniformes; 10) sobre piso firme, estimulação optocinética, direção vertical associada a movimentos de flexoextensão de cabeça, lentos

e uniformes.<sup>29</sup> Foram fornecidos intervalos para descanso, de acordo com a necessidade. A segurança do aluno, quanto ao risco de uma eventual queda, foi garantida pela presença do examinador próximo a ele durante a avaliação.

Foi realizada uma análise estatística descritiva para caracterização da amostra. O teste de Qui-quadrado foi empregado para analisar a homogeneidade entre as proporções do gênero nos grupos controle e experimental. O teste de Levene foi usado para a análise da igualdade das variâncias com relação à idade. O teste t de Student foi empregado para a comparação dos grupos controle e experimental quanto à idade. O teste de Mann-Whitney foi usado para comparar os grupos controle e experimental quanto ao limite de estabilidade, a velocidade de oscilação e a área de deslocamento do centro de pressão nas dez condições da posturografia estática do BRU™, pois a suposição de distribuição normal foi rejeitada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram apresentados como média ± desvio-padrão, mediana e valores mínimo e máximo. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . O programa *Predictive Analytics Software* (PASW, versão 18.0) foi empregado para os cálculos.

## Resultados

Foram avaliados 111 alunos. O grupo controle foi constituído por 36 alunos do gênero masculino e 24 do feminino; a média etária foi de  $9,6 \pm 1,6$  anos. O grupo experimental foi constituído por 36 alunos do gênero masculino e 15 do feminino; a média etária foi de  $9,3 \pm 1,5$ . Não foi verificada diferença significativa entre os grupos quanto ao gênero ( $p = 0,335$ ) e à idade ( $p = 0,056$ ).

Tontura ou outros sintomas otoneurológicos não foram relatados pelos alunos dos dois grupos.

À avaliação posturográfica, não houve diferença significativa ( $p = 0,894$ ) entre os valores da área do limite de estabilidade ( $\text{cm}^2$ ) do grupo controle (média±desvio-padrão =  $195, \pm 66,9$ ; mediana =  $182,5$ ; valor mínimo - máximo =  $72,0 - 399,0$ ) e os valores do grupo experimental (média±desvio-padrão =  $194,5 \pm 75,2$ ; mediana =  $196,0$ ; valor mínimo - máximo =  $65,0 - 389,0$ ).

A tabela 1 apresenta os valores da média, desvio-padrão e p-valor da velocidade de oscilação ( $\text{cm/s}$ ) e da área de

**Tabela 1** Valores da média, desvio-padrão e p-valor da velocidade de oscilação ( $\text{cm/s}$ ) e da área de deslocamento do centro de pressão ( $\text{cm}^2$ ) do grupo experimental de alunos com baixo rendimento escolar e do grupo controle de alunos com bom rendimento escolar nas dez condições da posturografia estática do Balance Rehabilitation Unit (BRU™)

Condições sensoriais na BRU™	Grupos	Velocidade de oscilação $\text{cm/s}$			Área de deslocamento do centro de pressão $\text{cm}^2$		
		Média	Desvio-padrão	p-valor	Média	Desvio-padrão	p-valor
1. SF/ OA/ sem estímulo	Experimental	1,8	0,6	< 0,001 <sup>a</sup>	9,9	7,2	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,3	0,4		4,2	2,2	
2. SF/ OF	Experimental	2,0	0,5	< 0,001 <sup>a</sup>	11,0	7,9	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,6	0,5		5,1	4,0	
3. Espuma / OF	Experimental	4,0	1,3	< 0,001 <sup>a</sup>	23,6	11,0	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	3,2	1,1		15,6	8,0	
4. SF / Sacádico	Experimental	2,0	0,5	0,024 <sup>a</sup>	6,1	4,5	0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,8	0,6		3,6	2,0	
5. SF / Barras / Optocinético para direita	Experimental	2,1	0,6	< 0,001 <sup>a</sup>	7,9	6,5	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,6	0,6		4,4	2,7	
6. SF/ Barras/ Optocinético p/ esquerda	Experimental	2,3	0,7	< 0,001 <sup>a</sup>	10,4	6,7	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,8	0,6		4,9	2,9	
7. SF / Barras/ Optocinético para baixo	Experimental	2,5	0,9	< 0,001 <sup>a</sup>	12,0	11,7	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,9	0,6		5,2	2,9	
8. SF / Barras/ Optocinético para cima	Experimental	2,7	0,9	< 0,001 <sup>a</sup>	14,2	10,6	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	1,9	0,6		6,9	5,1	
9. SF/ Interação Visuo-Vestibular / horizontal	Experimental	3,1	0,8	< 0,001 <sup>a</sup>	16,7	12,5	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	2,3	0,7		8,5	4,6	
10. SF/ Interação Visuo-Vestibular / Vertical	Experimental	3,8	1,3	< 0,001 <sup>a</sup>	17,9	11,9	< 0,001 <sup>a</sup>
	Controle	2,8	1,0		10,0	5,2	

BRU, *Balance Rehabilitation Unit*; SF, superfície firme; AO, olhos abertos; OF, olhos fechados.

Teste de Mann-Whitney  $p < 0,05$ .

<sup>a</sup>Valores significativos.

deslocamento do centro de pressão ( $\text{cm}^2$ ) nas dez condições da posturografia estática do BRU™, de acordo com o grupo.

Os valores médios da velocidade de oscilação e da área de deslocamento do centro de pressão no grupo experimental foram significativamente maiores que os do grupo controle, nas dez condições sensoriais avaliadas.

## Discussão

A posturografia estática integrada à realidade virtual do BRU™ foi utilizada nesta pesquisa para avaliar o controle postural de um grupo de alunos com baixo rendimento escolar, em comparação com um grupo de alunos com bom rendimento escolar e sem queixas otoneurológicas. Os grupos eram homogêneos em relação ao gênero e à idade. Os alunos de ambos os grupos não relataram tontura ou outros sintomas otoneurológicos. Todos realizaram o procedimento de forma adequada e sem dificuldades.

Em nossa casuística, a posturografia estática mostrou que os valores da área do limite de estabilidade do grupo experimental foram similares aos do grupo controle. Portanto, o grupo de alunos com baixo rendimento escolar apresentou habilidade para controlar adequadamente a oscilação máxima do centro de pressão sobre a plataforma. Não encontramos citações da literatura sobre o limite de estabilidade em alunos com baixo rendimento escolar à posturografia estática do BRU™.

Os valores aumentados da área de deslocamento do centro de pressão e da velocidade de oscilação em alunos assintomáticos com baixo rendimento escolar sugerem inabilidade para manter o controle postural com e sem privação da visão e sob conflito visual, somatossensorial e de interação visuovestibular. Sinais de disfunção vestibular sem sintomas otoneurológicos também foram encontrados em algumas crianças com distúrbios de linguagem<sup>15,37</sup> ou com mau rendimento escolar.<sup>11</sup>

O mau rendimento escolar sugere comprometimento do sistema vestibular, que precisa ser obrigatoriamente excluído. Muitas crianças com disfunção vestibular não apresentam quaisquer sintomas relacionados com o equilíbrio corporal, o que poderia ser explicado por autocompensação concomitante em lesões lentamente progressivas e justificaria a ausência de sintomas vestibulares, que é frequentemente observada em vestibulopatias crônicas ou pela dificuldade para entender uma descrição, expressar ou lembrar o que sentem ou sentiram no passado.<sup>6-7,15,37</sup>

Os valores da velocidade de oscilação e da área de deslocamento do centro de pressão à posturografia estática do BRU™ no grupo com baixo rendimento escolar foram maiores que os do grupo controle em todas as dez condições sensoriais avaliadas. Portanto, a posturografia estática do BRU™ foi capaz de captar inabilidade para manter o controle postural em alunos sem sintomas de alteração do equilíbrio corporal. Não encontramos citações da literatura sobre alterações dos valores da área de deslocamento do centro de pressão e da velocidade de oscilação em alunos com baixo rendimento escolar à posturografia estática do BRU™.

Os nossos achados em alunos com baixo rendimento escolar à posturografia estática do BRU™ não permitem uma comparação quantitativa adequada com os resultados de outros tipos de posturografia, considerando que os métodos e os parâmetros avaliados são diferentes.

Em nossa pesquisa da literatura pertinente, constatamos que são escassas as informações sobre o uso de posturografia em crianças e não encontramos um estudo em alunos com baixo rendimento escolar.

Porém, alguns autores estudaram o equilíbrio postural de crianças normais utilizando outros tipos de posturografia com o acréscimo da realização de dupla tarefa,<sup>38,39</sup> vibração dos tornozelos, como estimulação somatossensorial adicional,<sup>40</sup> ou com uma plataforma de força fixada a um oscilador no solo.<sup>41</sup>

Estudos em crianças disléxicas comparadas com outras não disléxicas, a posturografia estática da Techno Concept® evidenciou maior instabilidade postural e aumento da área de deslocamento do centro de pressão, com ou sem atividades visuais, cognitivas ou proprioceptivas.<sup>14,42-45</sup>

Nossos achados evidenciam que a posturografia integrada à realidade virtual propicia dados relevantes sobre o controle postural em alunos com baixo rendimento escolar. A caracterização do distúrbio do equilíbrio corporal nestes alunos tem implicações diagnósticas, terapêuticas e até mesmo preventivas. Novas pesquisas devem ser realizadas nesta área, para conhecer melhor a relação entre controle postural e baixo rendimento escolar.

## Conclusão

A posturografia integrada à realidade virtual possibilita a identificação de sinais de inabilidade para manter o controle postural, com e sem privação da visão, sob conflito visual, somatossensorial e de interação vestibulovisual em alunos com baixo rendimento escolar.

## Financiamento

Este estudo foi conduzido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Caovilla HH, Ganança MM. Princípios e indicações da reabilitação vestibular. In: Costa SS, Tsuji DH, Lessa MM, Cruz OLM. Pro-ORL/ABORL-CCF, módulo 4. Porto Alegre: Artmed/Panamericana; 2010. p. 23-61.
2. Woollacott M, Debu B, Mowatt M. Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? *J Mot Behav.* 1987;19:167-86.
3. Rosa Neto F. Manual de avaliação motora. Porto Alegre: Artmed; 2002. p.11-27.
4. Russel G, Abu-Arafeh I. Paroxysmal vertigo in children — an epidemiological study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1999;49:5105-7.
5. Deus LHR, Ganança CF, Ganança FF, Ganança MM, Caovilla HH. Sintomas otoneurológicos em crianças e adolescentes com distúrbios de linguagem. *Acta ORL.* 2008;26:118-23.

6. Ganança MM, Caovilla HH, Munhoz MSL, Ganança FF. Tonturas na criança e no adolescente. *Rev Bras Med Otorrinolaringol.* 1995;2:217-42.
7. Ganança MM, Caovilla HH. Correlação entre distúrbio de linguagem e disfunção labiríntica. *Pediatr Modern.* 1990;25:128-45.
8. Campos MI, Ganança FF, Caovilla HH, Ganança MM. Prevalência de sinais de disfunção vestibular em crianças com vertigem e/ou outros tipos de tontura. *Braz J Otorhinolaryngol.* 1996;3:165-71.
9. Formigoni LG, Medeiros IRT, Santoro PP, Bittar RSM, Bottino MA. Avaliação clínica das vestibulopatias na infância. *Braz J Otorhinolaryngol.* 1999;65:78-82.
10. Ganança MM, Caovilla HH, Munhoz MSL, Munhoz ML, Ganança FF. Tratamento da vertigem na criança. *Pediatr Modern.* 1997;33:7-22.
11. Ganança CF, Pupo AC, Caovilla HH, Ganança MM. Disfunção vestibular em crianças e adolescentes com mau rendimento escolar. *Fono Atual.* 2000a;11:21-7.
12. Franco ES, Panhoca I. Sintomas vestibulares em crianças com queixa de dificuldades escolares. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008;13:362-8.
13. McHugh HE. Auditory and vestibular disorders um children. *Laryngoscope.* 1962;72:555-65.
14. Legrand A, Bui-Quoc E, Doré-Mazars K, Lemoine C, Gérard CL, Bucci MP. Effect of a dual task on postural control in dyslexic children. *PLoS One.* 2012;7:e35301.
15. Ganança MM. Da vestibulometria em crianças com distúrbios de linguagem. Parte 1. *Pro Fono.* 1989;1:3-11.
16. Ramos MEVC, Azevedo APM, Lengruber A, Campos A, Chiari EP. Roteiro de avaliação otoneurológica infantil do recém-nato até a criança de 12 anos. *Braz J Otorhinolaryngol.* 1997;4:164-8.
17. Medeiros IRT, Bittar RSM, Pedalini MEB, Lorenzi MC, Kii MA, Formigoni LG. Avaliação do tratamento dos distúrbios vestibulares na criança através da posturografia dinâmica computadorizada: resultados preliminares. *J Pediatr.* 2003;79:337-42.
18. Ganança MM, Caovilla HH, Ganança FF. Electronystagmography versus videonystagmography. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76:399-403.
19. Caovilla HH, Ganança CF. Avaliação do Equilíbrio Corporal: Conceituação e aplicação clínica. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen AS, Pupo AC, Reis ACM, Frota S. *Tratado de audiologia.* São Paulo: Santos; 2011. p. 317-29.
20. Zeigelboim BS, Dalcumune I, Manzoni M, Jurklewicz AL, Martins-Bassetto J, Klagenberg KF. Avaliação vestibular em crianças com distúrbio de aprendizagem. *Pediatr Modern.* 2006;42:215-2.
21. Franco ES, Panhoca I. Avaliação otoneurológica em crianças com queixas de dificuldades escolares: pesquisa da função vestibular. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007;73:803-15.
22. Sousa EC, Siller AL, Tuma VC, Ganança CF, Ganança MM, Caovilla HH. Relação entre dificuldade de leitura e escrita e sintomas e sinais de vestibulopatia periférica em crianças em idade escolar. *ORL.* 2008;26:112-7.
23. Barona R, Garin L, Comeche C. Estudio del reflejo vestibuloespinal. Aplicaciones clinicas de la posturografia. *Acta Otorrinolaryngol Esp.* 1993;44:217-21.
24. Harcourt JP. Posturography: applications and limitations in the management of the dizzy patient. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1995;20:299-302.
25. Bittar RSM. Como a posturografia dinâmica computadorizada pode nos ajudar nos casos de tontura? *Arq Int Otorrinolaryngol.* 2007;11:330-3.
26. Hubbell RN, Skoner JM. Vertigo in children. In: Fabian RL, Gluckman JL, Donald P, eds. *Current Opinion in Head and Neck Surgery.* Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 1999. p.328-34.
27. Gazzola JM, Dona F, Ganança MM, Suarez H, Ganança FF, Caovilla HH. Realidade virtual na avaliação e reabilitação dos distúrbios vestibulares. *Acta ORL.* 2009;27:22-7.
28. Cusin FS, Ganança MM, Ganança FF, Ganança CF, Caovilla HH. Balance Rehabilitation Unit (BRU™) posturography in Menière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76:611-7.
29. Kessler N, Ganança MM, Ganança CF, Ganança FF, Lopes SC, Serra AP, et al. Balance Rehabilitation Unit (BRU™) posturography in relapsing-remitting multiple sclerosis. *Arq Neuropsiquiatr.* 2011;69:485-90.
30. Monteiro SR, Ganança MM, Ganança FF, Ganança CF, Caovilla HH. Balance Rehabilitation Unit (BRU™) posturography in benign paroxysmal positional vertigo. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78:98-104.
31. Moreira DA, Ganança MM, Caovilla HH. Static posturography in addicted to illicit drugs and alcohol. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78:97-103.
32. Di Girolamo S, Picciotti P, Sergi B, Di Nardo W, Paludetti G, Ottaviani F. Vestibulo-ocular reflex modification after virtual environment exposure. *Acta Otolaryngol.* 2001;121:211-5.
33. Keshner EA, Streepey J, Dhaer Y, Hain T. Pairing virtual reality with dynamic posturography serves to differentiate between patients experiencing visual vertigo. *J Neuroeng Rehabil.* 2007;4:24.
34. BRU™. Unidade de Reabilitação do Equilíbrio. Manual do usuário. Versão 1.0.7. Versão do Software: 1.3.5.0. Uruguai: Medicaa; 2006. 132p.
35. Albertino S, Bittar RSM, Bottino MA, Ganança MM, Gonçalves DU, Greters ME, et al. Valores de referência da prova calórica a ar. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78:2.
36. Barros ACMP, Caovilla HH. From nystagmus to the air and water caloric tests. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78:120-5.
37. Ganança MM. Da vestibulometria em crianças com distúrbios de linguagem. Parte 2. *Pro Fono.* 1990;2:3-8.
38. Blanchard Y, Carey S, Coffey J, Cohen A, Harris T, Michlik S, et al. The influence of concurrent cognitive tasks on postural sway in children. *Pediatr Phys Ther.* 2005;17:189-93.
39. Schmid M, Conforto S, Lopez L, D'Alessio T. Cognitive load affects postural control in children. *Exp Brain Res.* 2007;179:375-85.
40. Cuisinier R, Olivier I, Vaugoyeau M, Nougier V, Assaiante C. Reweighting of sensory inputs to control quiet standing in children from 7 to 11 and in adults. *PLoS One.* 2011;6:e19697.
41. Fujiwara K, Kiyota T, Mammadova A, Yaguchi C. Age-related changes and sex differences in postural control adaptability in children during periodic floor oscillation with eyes closed. *J Physiol Anthropol.* 2011;30:187-94.
42. Pozzo T, Vernet P, Creuzot-Garcher C, Robichon F, Bron A, Quercia P. Static postural control in children with developmental dyslexia. *Neurosci Lett.* 2006;403:211-5.
43. Kapoula Z, Bucci MP. Postural control in dyslexic and non-dyslexic children. *J Neurol.* 2007;254:1174-83.
44. Vieira S, Quercia P, Michel C, Pozzo T, Bonnetblanc F. Cognitive demands impair postural control in developmental dyslexia: a negative effect that can be compensated. *Neurosci Lett.* 2009;462:125-9.
45. Quercia P, Demougeot L, Dos Santos M, Bonnetblanc F. Integration of proprioceptive signals and attentional capacity during postural control are impaired but subject to improvement in dyslexic children. *Exp Brain Res.* 2011;209:599-608.