



Utilização da informação visual no controle postural de crianças com paralisia cerebral

Use of visual information on the postural control of children with cerebral palsy

Karyna Giselle Rodrigues Trindade^[a], Melissa Leandro Celestino^[b], Ana Maria Forti Barela^[c]

- ^[a] Fisioterapeuta, pós-graduada em Fisiologia do Exercício, Biomecânica do Exercício e do Esporte, mestra em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: karyna.trindade@gmail.com
- ^[b] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, membro do Laboratório de Análise do Movimento, Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte pela Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: melissalcelestino@gmail.com
- ^[c] Professora titular, docente da Graduação em Educação Física e da Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: ana.barela@cruzeirodosul.edu.br

Resumo

Introdução: As limitações impostas pela paralisia cerebral (PC) levam à persistência de distúrbios dos movimentos e da postura. Sendo assim, o controle postural tem um papel importante, pois a capacidade de manter a orientação postural é fundamental para realização das atividades de vida diária. **Objetivos:** Investigar a utilização da informação visual no controle postural de crianças com PC e de crianças neurologicamente normais (NN). **Materiais e métodos:** Foram avaliadas nove crianças com PC diplégica e nove crianças NN de ambos os sexos, entre 6 e 12 anos de idade. Todas as crianças permaneceram em pé e paradas dentro de uma sala móvel nas seguintes condições experimentais: sem movimento da sala com olhos abertos e com olhos fechados e com movimento da sala nas frequências de 0,2 e 0,5 Hz. O registro dos movimentos da sala e das crianças foi realizado por marcadores ativos afixados entre as escápulas das crianças e na parede da sala, respectivamente, e do sistema OPTOTRAK. **Resultados:** As crianças com PC oscilaram mais em relação às crianças NN, e o movimento da sala influenciou a oscilação corporal de todas as crianças de maneira similar, sendo que todas elas foram influenciadas pela frequência em que a sala foi movimentada. **Conclusão:**

Crianças com PC e NN são influenciadas pela manipulação da informação visual durante a manutenção da postura ereta e quieta e pela frequência em que o estímulo visual é apresentado.

Palavras-chave: Oscilação corporal. Sala móvel. Informação sensorial.

Abstract

Introduction: *The limitations imposed by cerebral palsy lead to persistence of disorders of movement and posture, therefore postural control plays an important role, since the ability to maintain postural orientation is fundamental to perform activities of daily living. Objectives: To investigate the use of visual information in postural control of children with cerebral palsy (CP) and neurologically normal children (NN). Materials and methods: We evaluated eight children with diplegic CP and eight NN children of both genders, aged 6 to 12 years old, as they remained standing still inside of a moving room in the following experimental conditions: no movement of the room with eyes open and eyes closed during movement of the 30s and 60s in the room for frequencies 0.2 and 0.5 Hz. Registration of movements of the room and children was performed by active markers fixed on the front wall of the room, and on the trunk between the scapulae of children, through the OPTOTRAK system. Results: Children with CP swayed more than NN children in the two movement conditions of the room, and all children swayed more with no vision than with vision on the condition that the room was moved. Moreover, the movement of the moving room influenced children with PC and NN and similarly all children were influenced by the frequency at which the room has been moved. Conclusion: Children with CP and NN are influenced by the manipulation of visual information during maintenance of upright stance and by the frequency at which the visual stimulus is presented.*

Keywords: *Body sway. Moving room. Sensory information.*

Introdução

Paralisia cerebral (PC) compreende um grupo de distúrbios permanentes de desenvolvimento dos movimentos e da postura no encéfalo em desenvolvimento fetal ou infantil, que causam limitações das atividades de vida diária (1). As variações clínicas em crianças com PC estão relacionadas à severidade funcional que impõem padrões de movimentos rudimentares, alterações no tônus muscular e controle inadequado de postura, devido à persistência dos reflexos primitivos, estiramento muscular e reações posturais (2). As consequências dessas alterações dependem da localização e da extensão do acometimento encefálico (3), que provocam dificuldades para a realização de ações motoras voluntárias (4).

A lesão no encéfalo interfere diretamente no equilíbrio e na realização de uma postura em virtude da presença das deficiências motoras e, dessa forma, o controle postural tem um papel importante nas crianças com a PC (5), pois a capacidade de manter a orientação postural estável é fundamental para a realização das atividades da vida diária. O controle postural é resultante da interação entre informação

sensorial e ação motora (6), sendo que os sistemas visual, vestibular e somatossensorial são considerados os principais sistemas que fornecem informação sensorial (7). Até o momento, não há muita informação disponível sobre como indivíduos com PC utilizam e integram informação sensorial e ação motora para manter ou alcançar uma orientação postural desejada (8).

Alguns pesquisadores (9) sugeriram que a relação entre informação sensorial e ação motora pode ser investigada a partir da manipulação de dicas sensoriais e observação das respostas motoras a essa manipulação. Dentro desse contexto, Lee e colaboradores (10-12) foram os precursores para utilizar a estratégia da manipulação do cenário visual por meio do "paradigma da sala móvel". De modo geral, a sala móvel é constituída de três paredes e um teto que se movimentam para frente e para trás, independentemente do chão, enquanto alguém permanece em pé e parado dentro dela e fixando o olhar para um alvo fixo na parede central. À medida que a sala é movimentada para frente e para trás, há mudança do cenário visual (a projeção do alvo pode aumentar ou diminuir na retina). Com isso, a pessoa que está fixando o olhar para um alvo tem a sensação de que

é ela quem está se movimentando e, conseqüentemente, faz ajustes posturais oscilando para frente e para trás. Essa mudança do cenário visual produz o mesmo efeito de quando alguém se movimenta em uma sala estacionária (12).

Recentemente, muitos estudos têm utilizado o paradigma da sala móvel para entender o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal em crianças NN (13-15) e com comprometimentos neurológicos (8, 16-18). De modo geral, tem-se constatado que a sala móvel induz oscilação corporal de diferentes populações e faixas etárias (19-22), e que as características do estímulo e a intenção interferem no uso dessa fonte de informação para controlar a oscilação corporal (23-25).

Tendo em vista que um dos comprometimentos da PC está relacionado ao uso de informação sensorial e que não há pouca informação acerca de como indivíduos com PC integram informação sensorial e ação motora, submetê-los à condição experimental que utilize o paradigma da sala móvel poderia esclarecer melhor como esses indivíduos utilizam informação visual para controlar a oscilação corporal. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi investigar a utilização da informação visual no controle postural de crianças com PC e de crianças NN. Mais especificamente, a magnitude da oscilação corporal com ou sem informação visual e de acordo com a frequência em que o estímulo visual foi apresentado, e o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal de acordo com a frequência desse estímulo. As hipóteses levantadas foram de que crianças com PC apresentariam menor oscilação corporal em relação às crianças NN, e que crianças com PC e NN seriam influenciadas pela movimentação da sala, mas crianças com PC apresentariam um acoplamento mais fraco entre informação visual e ação motora, em comparação às crianças NN, em virtude de suas limitações sensoriais e motoras.

Materiais e métodos

Participantes

Nove crianças com PC e nove crianças NN com idade entre 6 e 12 anos (PC: $n = 9$; $9,8 \pm 2,4$ anos; NN: $9,9 \pm 2,5$ anos) participaram deste estudo. As crianças com PC deveriam ser diagnosticadas com PC diplégica espástica e o critério para classificar o grau de acometimento das crianças com paralisia

cerebral foi baseado no sistema de classificação da função motora grossa (GMFCS), entre os níveis I e III. Crianças com histórico de retardo mental, epilepsia e/ou que foram submetidas a procedimentos cirúrgicos em menos de seis meses foram excluídas.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul, e todos os pais ou responsáveis pelas crianças assinaram o termo de consentimento após esclarecimentos e concordância em participar do estudo, conforme a Resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Procedimentos

As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Análise do Movimento (LAM), Instituto de Ciências de Atividade Física e Esporte (ICAFE), Universidade Cruzeiro do Sul.

Os participantes permaneceram calçados e, no caso das crianças com PC, quando necessário, com órteses no interior de uma "sala móvel" durante a realização do experimento. A sala móvel é constituída por um teto branco e três paredes brancas, sendo duas laterais e uma frontal, contendo faixas verticais pretas que formam um padrão listrado. As rodas dispostas sob as duas paredes laterais deslizam sobre dois trilhos laterais, permitindo que toda a estrutura (paredes e teto) seja movimentada continuamente para frente e para trás, independentemente do chão. A oscilação corporal dos participantes e a movimentação da sala foram registradas por meio de um sistema de análise tridimensional do movimento OPTOTRAK, em que emissores infravermelhos (marcadores ativos) foram fixados entre as escápulas e na parede frontal da sala. Esses dados foram obtidos em uma frequência de 100 Hz.

As crianças foram orientadas a permanecer em pé, o mais parada possível, com os braços posicionados ao lado do corpo e com os pés paralelos sobre uma demarcação no chão. Cada uma realizou 12 tentativas, divididas nas seguintes condições: sem movimento da sala com visão (CV) e sem visão (SV), e com movimento da sala nas frequências de oscilação da sala de 0,2 Hz (SM2) e 0,5 Hz (SM5), com os olhos abertos. Nas condições em que a criança utilizava informação visual, elas fixavam o olhar para um alvo (figura infantil) colocado na altura dos olhos a aproximadamente 1 m de distância. Já na condição em que a criança não utilizava informação visual,

elas usaram uma máscara para garantir a ausência desse estímulo. Todos os participantes realizaram três tentativas em cada condição experimental, divididas em três blocos de quatro tentativas, sendo que cada bloco era constituído por cada uma das condições experimentais (CV, SV, SM2, SM5). A ordem das tentativas de cada bloco foi sorteada previamente pela pesquisadora. Houve intervalo para descanso entre os blocos de tentativas e sempre que necessário durante as tentativas em cada bloco. O tempo médio de permanência da criança no laboratório foi em torno de 60 minutos.

Análise de dados

A partir dos dados dos marcadores ativos, as seguintes variáveis foram analisadas: amplitude média de oscilação (AMO), que indica a magnitude total de oscilação corporal; ganho, que indica o quanto a movimentação da sala móvel influencia a oscilação corporal; coerência, que indica o quão acoplada está a oscilação corporal à movimentação da sala móvel (de 0 a 1); fase, que indica a relação temporal entre a oscilação corporal e movimentação da sala móvel e seus valores variam de -180° a $+180^\circ$; e amplitude de oscilação na frequência de

estímulo (AOFE), que indica a magnitude espectral da oscilação corporal de acordo com a frequência de estímulo visual (0,2 e 0,5 Hz).

Resultados

O Gráfico 1 ilustra média (\pm DP) da amplitude média de oscilação (AMO) nas condições em que a sala móvel não foi movimentada e nas condições em que a sala móvel foi movimentada (Gráfico 1B). Quando a sala não foi movimentada, ANOVA revelou diferença para grupo, $F_{1,16} = 8,283$, $p < 0,05$, e para visão, $F_{1,16} = 8,407$. Quando a sala foi movimentada, ANOVA revelou diferença somente para grupo, $F_{1,16} = 4,666$, $p < 0,05$. As crianças com PC oscilaram mais que as crianças NN, independentemente da movimentação da sala (Gráfico 1A, B), e todas as crianças oscilaram mais sem visão do que com visão (Gráfico 1A).

O Gráfico 2 apresenta média (\pm DP) de ganho e fase para as crianças com PC e NN, nas condições em que a sala foi movimentada com frequências de 0,2 e 0,5 Hz. MANOVA revelou diferença somente para frequência, Wilks' Lambda = 0,041, $F_{2,15} = 174,720$, $p < 0,001$. Testes univariados revelaram diferença para ganho, $F_{1,16} = 9,958$, $p < 0,01$, e para fase, $F_{1,16} = 251,766$, $p < 0,001$. As crianças dos dois grupos apresentaram maior ganho quando a sala foi

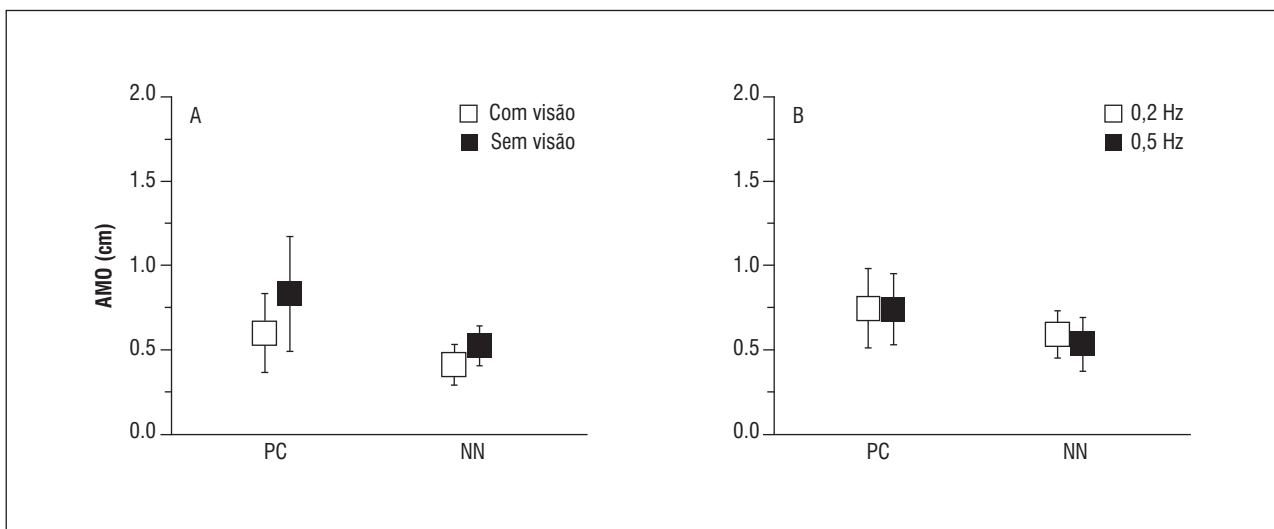


Gráfico 1 - Média (\pm DP) da amplitude média de oscilação (AMO) durante as tentativas em que a sala móvel não foi movimentada (A) e durante as tentativas em que a sala foi movimentada (B) para as crianças com paralisia cerebral (PC) e neurologicamente normais (NN)

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (A) símbolo sem preenchimento: condições com visão; símbolo preenchido: condição sem visão; (B) símbolo sem preenchimento: frequência de oscilação da sala de 0,2 Hz; símbolo preenchido: frequência de oscilação da sala de 0,5 Hz.

movimentada na frequência de 0,5 Hz do que na frequência de 0,2 Hz (Gráfico 2A). Enquanto a oscilação corporal dessas crianças não apresentou atraso temporal quando a sala foi movimentada na frequência de 0,2 Hz, constatou-se diferença temporal em relação à movimentação da sala em aproximadamente 100 graus na frequência de 0,5 Hz (Gráfico 2B).

O Gráfico 3 apresenta média (\pm DP) de coerência nas condições em que a sala foi movimentada com frequências de 0,2 e 0,5 Hz para as crianças com PC e NN. ANOVA revelou diferença somente para frequência, $F_{1,16} = 13,494$, $p < 0,01$ para as crianças com PC e NN. As crianças com PC e NN apresentaram maior coerência quando a sala foi movimentada na frequência de 0,5 Hz do que na frequência de 0,2 Hz.

O Gráfico 4 apresenta média (\pm DP) da amplitude de oscilação na frequência do estímulo (AOFE) durante as tentativas em que a sala foi movimentada a 0,2 Hz e 0,5 Hz para as crianças com PC e NN. ANOVA não revelou diferença somente para frequência, $F_{1,16} = 123,078$, $p < 0,001$. Todas as crianças apresentaram maior AOFE quando a sala foi movimentada na frequência de 0,2 Hz do que na frequência de 0,5 Hz.

Discussão

Este estudo investigou a utilização da informação visual no controle postural de crianças com PC e de crianças NN por meio do paradigma da sala móvel.

De modo geral, as crianças com PC oscilaram mais do que as crianças NN, nas duas condições de movimento da sala, e todas as crianças oscilaram mais sem visão do que com visão na condição em que a sala não foi movimentada. O movimento da sala influenciou a oscilação corporal das crianças com PC e NN de maneira similar, uma vez que as diferenças entre grupos não foram encontradas para as variáveis: ganho, fase, coerência e amplitude de oscilação na frequência de estímulo. Por fim, todas as crianças foram mais influenciadas pela movimentação da sala na frequência de 0,5 Hz.

Os resultados encontrados corroboram estudo anterior (18), que investigou o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal em crianças e adolescentes com PC, em comparação com a mesma população NN. Nele, os autores constataram que crianças e adolescentes com PC oscilaram mais que seus pares independentemente da movimentação da sala ou não, e ainda assim, uma menor capacidade de adaptação sensorio-motora fez-se presente.

Uma possível explicação referente aos distúrbios presentes em crianças com PC seria o atraso para adquirir os marcos motores em consequência de comprometimentos posturais, contrações de envio retardado na musculatura de tornozelo, cocontração de musculatura agonista e antagonista em torno das articulações e sequência alterada de ativação da musculatura postural; consequentemente, há

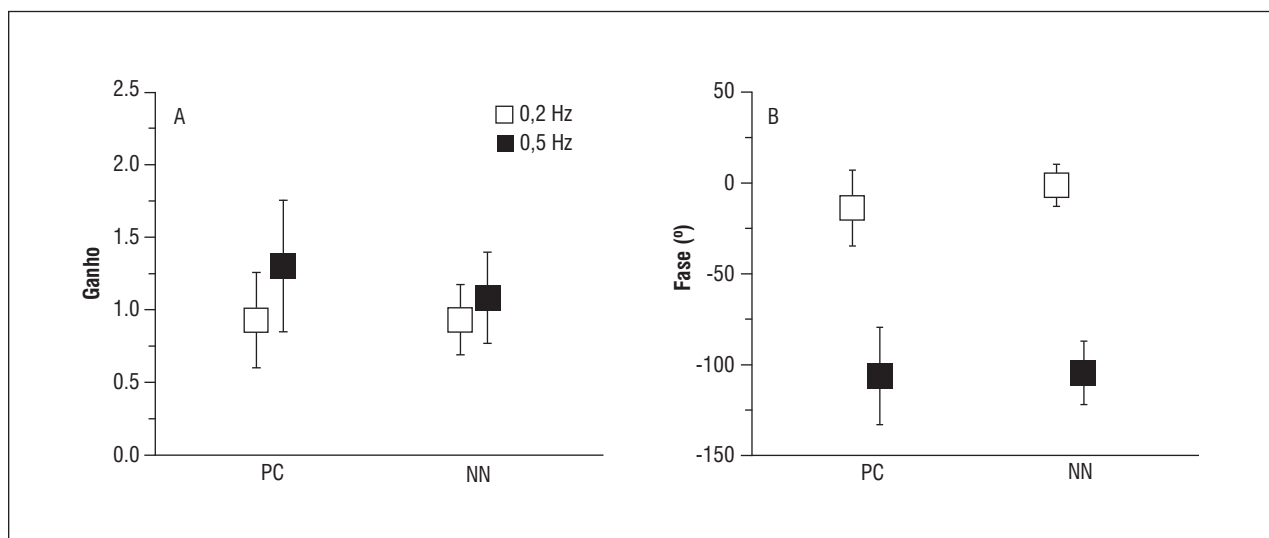


Gráfico 2 - Média (\pm DP) do ganho (A) e fase (B) para as crianças com paralisia cerebral (PC) e neurologicamente normais (NN)

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (A) símbolo sem preenchimento: frequência de oscilação da sala de 0,2 Hz; (B) símbolo preenchido: frequência de oscilação da sala de 0,5 Hz.

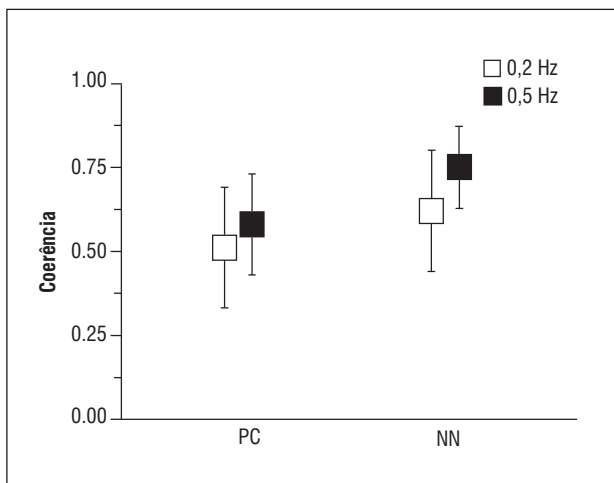


Gráfico 3 - Média (\pm DP) da coerência para as crianças com paralisia cerebral (PC) e neurologicamente normais (NN)

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (A) símbolo sem preenchimento: frequência de oscilação da sala de 0,2 Hz; (B) símbolo preenchido: frequência de oscilação da sala de 0,5 Hz.

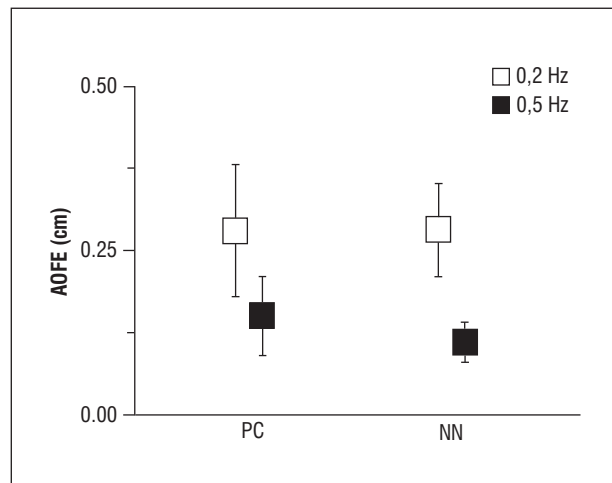


Gráfico 4 - Média (\pm DP) da amplitude de oscilação na frequência do estímulo (AOFE) para as crianças com paralisia cerebral (PC) e neurologicamente normais (NN)

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (A) símbolo sem preenchimento: frequência de oscilação da sala de 0,2 Hz; (B) símbolo preenchido: frequência de oscilação da sala de 0,5 Hz.

maiores dificuldades em manter o equilíbrio após perturbações, em relação às crianças NN (26). Além disso, as crianças com PC e comprometimento leve a moderado foram escolhidas para estudos do controle postural na postura em pé, por demonstrarem independência para manter essa postura e, assim, completar a tarefa necessária.

Por outro lado, não seria possível empregar os mesmos procedimentos experimentais deste estudo em crianças com comprometimento motor severo, como visto em outros estudos, uma vez que a postura sentada seria mais relevante para os estudos do controle postural (27). No entanto, a permanência nessa postura pode implicar em menores níveis de funcionalidade e exploração do ambiente comparada na postura em pé. A situação de manter-se na posição em pé e a situação ilusória que a sala móvel reproduz fazem com que o sistema de controle postural receba as informações sensoriais e, com base nesta informação, escolha uma ação motora mais apropriada. Todavia, o controle postural nas crianças com PC apresenta atraso comportamental, porém, de alguma forma, elas conseguem resolver a situação de conflito sensorial e, portanto, produzem uma ação motora coerente baseada nas informações disponíveis, similarmente às crianças NN. Como sugerem os autores de um estudo anterior (28), o sistema de controle

postural é capaz de “re-ponderar” as informações sensoriais disponíveis no sentido de melhorar o controle da postura em ambientes onde há alteração de alguma informação sensorial.

A postura em pé requer a integração sensorial, mais especificamente dos três principais sistemas: somatossensorial, visual e vestibular (7). A informação visual não é essencial para a manutenção do equilíbrio postural, mas, quando disponível, pode atenuar a oscilação corporal em aproximadamente 50% (29). Assim, tanto as crianças com PC quanto as crianças NN demonstraram aumento da oscilação corporal nas condições sem visão. Como visto em um estudo realizado anteriormente por Rose et al. (30), com a mesma amostra populacional, as crianças apresentaram maior oscilação corporal quando estavam com os olhos fechados, sugerindo que a maioria das crianças com PC tenha dependência normal da resposta visual para manter o equilíbrio.

Entretanto, a influência da informação visual sobre a oscilação corporal exposta à situação da sala móvel não é um resultado novo, e vem sendo estudado não somente nas crianças com necessidades especiais, mas também em diferentes populações – bebês (14, 31), crianças NN (10-12) e com comprometimentos neurológicos, tais como distúrbio desenvolvimental da coordenação (17), dislexia (18), e síndrome de

Down (32), adultos (10-12), adultos jovens, e idosos (19, 25, 33). De modo geral, tem-se observado que a sala móvel induz oscilação corporal de diferentes populações em diferentes faixas etárias.

Conclusão

Com base nesses resultados, podemos concluir que crianças com PC e NN são influenciadas pela manipulação da informação visual durante a manutenção da postura ereta e quieta, e que na frequência em que o estímulo visual é apresentado há influência do controle postural dessas crianças.

Referências

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;49(s2):8-14.
2. Aircardi J, Bax M. Cerebral palsy. In: Aircardi J, editor. *Diseases of motor system in childhood.* 2nd ed. London: Mac Keith;1998. p. 210-39.
3. Mancini MC, Alves ACM, Schaper C, Figueiredo EM, Sampaio RF, Coelho ZAC, et al. Gravidade da paralisia cerebral e desempenho funcional. *Rev Bras Fisioter.* 2004;8(3):253-60.
4. Silva RK. A neuroplasticidade no desenvolvimento de crianças com paralisia cerebral. *Temas sobre o desenvolvimento.* 2000;9(53):62-9.
5. Carlberg EB, Hadders-Algra M. Postural dysfunction in children with cerebral palsy: some implications for therapeutic guidance. *Neural Plast.* 2005;12(2-3):221-8. doi:10.1155/NP.2005.221.
6. Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepard JT, editors. *Handbook of physiology.* New York: Oxford University Press; 1996. p. 255-92.
7. Nashner LM. Analysis of stance posture in humans. In: Towe AL, Luschei ES, editors. *Handbook of behavioral neurology.* New York: Plenum; 1981. p. 527-65.
8. Barela JA, Focks GM, Hilgeholt T, Barela AM, Carvalho RP, Savelsbergh GJ. Perception-action and adaptation in postural control of children and adolescents with cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2011;32(6):2075-83. doi:10.1016/j.ridd.2011.08.018.
9. Schöner G, Dijkstra TMH, Jeka JJ. Action-perception patterns emerge from coupling and adaptation. *Ecological Psychology.* 1998;10(3-4):323-46.
10. Lee D, Aronson E. Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Atten Percept Psycho.* 1974;15(3):529-32. doi:10.3758/BF03199297.
11. Lee DN, Lishman JR. Visual proprioceptive control of stance. *J Hum Mov Stud.* 1975;1:87-95.
12. Lishman JR, Lee DN. The autonomy of visual kinaesthesia. *Perception.* 1973;2:287-94. doi:10.1068/p020287.
13. Barela JA, Polastri PF, Freitas P Junior, Godoi D. Efeito da exposição visual no acoplamento entre informação visual e o controle postural em bebês. *Rev Paul Educ Fís.* 2003;17(1):16-31.
14. Barela JA, Polastri PF, Godoi D. Controle postural em crianças: oscilação corporal e frequência de oscilação. *Rev Paul Educ Fís.* 2000;14(1):68-77.
15. Godoi D, Barela JA. Body sway and sensory motor coupling adaptation in children: effects of distance manipulation. *Dev Psychobiol.* 2007;50(1):77-87. doi:10.1002/dev.20272.
16. Polastri PF. Acoplamento entre informação visual e oscilação corporal em crianças portadoras de síndrome de Down [dissertação de mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2002.
17. Wann JP, Mon-Williams M, Rushton K. Postural control and co-ordination disorders: the swinging room revisited. *J Hum Mov Stud.* 1998;17:491-513. doi:10.1016/S0167-9457(98)00011-6.
18. Barela JA, Dias JL, Godoi D, Viana AR, de Freitas PB. Postural control and automaticity in dyslexic children: the relationship between visual information and body sway. *Res Dev Disabil.* 2011;32:1814-21. doi:10.1016/j.ridd.2011.03.011.
19. Prioli AC. Resolução de conflito sensorial no controle postural de idosos [dissertação de Mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2006.
20. Gomes MM. Controle postural em adultos com síndrome de Down: acoplamento entre informação sensorial e oscilação corporal [dissertação de mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2007.

21. Freitas P Junior. Características comportamentais do controle postural de jovens, adultos e idosos [dissertação de mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2003.
22. Freitas P Junior, Barela JA. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. *Rev Port Cien Desp.* 2005;6(1):94-105.
23. Barela AMF, Barela JA, Rinaldi NM, Toledo DR. Influence of imposed optic flow characteristics and intention on postural responses. *Motor Control.* 2009;13:119-29.
24. Carver S, Kiemel T, Jeka JJ. Modeling the dynamics of sensory reweighting. *Biol Cybern.* 2006;95(2):123-34. doi:10.1007/s00422-006-0069-5.
25. Freitas PB Junior, Barela JA. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural em idosos. Uso da informação visual. *Rev Port Cien Desp.* 2004; 6(1):94-105.
26. Brogren E, Hadders-Algra M, Forssberg H. Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neuroscience and Biobehavioral Review.* 1998;22(4):591-6. doi:10.1016/S0149-7634(97)00049-3.
27. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor: teoria e aplicações práticas. São Paulo: Manole; 2003.
28. Oie KS, Kiemel T, Jeka JJ. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Brain Res Cogn.* 2002;14(1):164-76. doi:10.1016/S0926-6410(02)00071-X.
29. Paulus WM, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture. *Brain.* 1984;107:1143-63. doi:10.1093/brain/107.4.1143.
30. Rose J, Wolff DR, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44:58-63. doi:10.1017/S0012162201001669.
31. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fís.* 2000:79-88.
32. Polastri PF, Barela JA. Perception-action coupling in infants with Down syndrome: effects of experience and practice. *Adapt Phys Act Q.* 2005;22:39-58.
33. Prioli AC, Freitas PB Júnior, Barela JA. Physical activity and postural control in the elderly: coupling between visual information and body sway. *Gerontology.* 2005;51:145-8. doi:10.1159/000083984.

Recebido: 08/05/2012

Received: 05/08/2012

Aprovado: 28/11/2012

Approved: 11/28/2012