

CONTROLE POSTURAL E USO DE INFORMAÇÃO VISUAL EM CRIANÇAS PRATICANTES E NÃO PRATICANTES DE GINÁSTICA ARTÍSTICA¹

GRAD. ANDRÉ ROCHA VIANA

Licenciado em Educação Física pela Universidade Cruzeiro do Sul
Mestrando em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Cruzeiro do Sul
Laboratório de Análise do Movimento (LAM/Cruzeiro do Sul)
(São Paulo – São Paulo – Brasil)
e-mail: msdandre@gmail.com

DR. JOSÉ ANGELO BARELA

Livre docente em Crescimento e Desenvolvimento pelo Instituto de
Biotecnologia da Universidade Estadual Paulista (IB/UNESP)
Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Ciências do
Movimento Humano da Universidade Cruzeiro do Sul
Laboratório de Análise do Movimento (LAM/Cruzeiro do Sul)
Professor Adjunto do Departamento de Educação Física, Instituto de Biotecnologia,
Universidade Estadual Paulista (IB/UNESP) (Rio Claro – São Paulo – Brasil)
e-mail: jose.barela@cruzeirodosul.edu.br

MS. CLAUDIA GARCIA

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Cruzeiro do Sul
Professora de Educação Física do Colégio Arbos de Educação Infantil e Fundamental
(São Caetano do Sul – São Paulo – Brasil)
e-mail: clau.acrob@gmail.com

DRA. ANA MARIA FORTI BARELA

Doutora em Educação Física pela Universidade de São Paulo
Professora Adjunta do Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento
Humano da Universidade Cruzeiro do Sul
Laboratório de Análise do Movimento (LAM/Cruzeiro do Sul)
(São Paulo – São Paulo – Brasil)
e-mail: ana.barela@cruzeirodosul.edu.br

1. O presente trabalho contou com financiamento da FAPESP #2010/03676-7 (modalidade bolsa de mestrado) e com financiamento do CNPq #309756/2007-3 (modalidade bolsa de produtividade).

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar o desempenho e a contribuição da informação visual no controle postural de crianças praticantes e não praticantes de ginástica artística (GA). Quarenta e três meninas, 23 praticantes de GA e 20 não praticantes de GA, idade 5 a 7 e 9 a 11 anos, permaneceram em pé sobre uma plataforma de força em três bases de apoio: bipodal, semi-tandem stance e base reduzida, com olhos abertos e com olhos fechados. A área de deslocamento do centro de pressão e o índice de contribuição visual foram calculados. Os resultados indicaram que a prática de GA melhora o controle postural de crianças nos anos iniciais de desenvolvimento. Ainda, crianças praticantes de GA utilizam melhor informação visual que crianças não praticantes de GA para manter a postura ereta mais estável.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento humano; postura; treinamento; informação sensorial.

INTRODUÇÃO

Durante as atividades funcionais, uma infinidade de posturas é assumida pelo ser humano. A capacidade de controlar a posição do corpo no espaço é fruto da complexa interação entre informação sensorial e ação motora (HORAK; MACPHERSON, 1996), que passa por alterações ao longo do processo de desenvolvimento. Entretanto, pouco ainda é conhecido sobre como este relacionamento é refinado ao longo dos primeiros anos de vida.

As principais fontes de informação sensorial utilizadas para o controle da postura são provenientes dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial (NASHNER, 1981). Os estímulos provenientes desses canais sensoriais propiciam condições para identificar a orientação do corpo no ambiente e as forças que estão atuando neste corpo. Em determinadas situações, os estímulos provenientes dos canais sensoriais são congruentes e, em outras situações, os estímulos podem ser conflitantes e o sistema de controle postural necessita optar em utilizar estímulos provenientes de um canal sensorial em detrimento de outros (BARELA *et al.*, 2009). Portanto, para a eficiência e adaptabilidade do sistema de controle postural nas mais variadas situações ambientais, é crucial que estímulos, provenientes de diversos canais sensoriais, sejam integrados e que informação sobre orientação e equilíbrio posturais seja obtida de forma acurada, a fim de que a orientação postural desejada seja mantida frente às diversas exigências e demandas ambientais.

Diversos estudos têm demonstrado que crianças apresentam mudanças desenvolvimentais no desempenho do sistema de controle postural (BARELA, 1997; FIGURA *et al.*, 1991; RIACH; HAYES, 1987; USUI; MAEKAWA; HIRASAWA, 1995), tornando-se mais evidentes em situações que exigem um controle postural mais acurado (AMIRIDIS; HATZITAKI; ARABATZI, 2003; FIGURA *et al.*, 1991; STREEPEY;

ANGULO-KINZLER, 2002; WOOLLACOTT; DEBÛ; MOWATT, 1987). De forma geral, essas evidências indicam que o sistema de controle postural de crianças não é tão refinado quanto o de adultos, nos primeiros anos, e que alterações desenvolvimentais ocorrem ao longo da primeira década de vida. Apesar da diferença no desempenho do sistema de controle postural de crianças e adultos, entendimento sobre os mecanismos envolvidos nessas mudanças desenvolvimentais ainda necessita ser alcançado. Recentemente, foi sugerido que mudanças desenvolvimentais estão relacionadas ao uso de estímulos sensoriais para obter informação acurada sobre a orientação e o equilíbrio postural e fornecer condições para que atividade muscular coerente seja desencadeada. (BARELA; JEKA; CLARK, 2003; GODOI; BARELA, 2008). Neste caso, crianças mais jovens não conseguiriam identificar os estímulos sensoriais mais importantes, dentre os muitos disponíveis e, conseqüentemente, o desempenho do sistema de controle postural seria prejudicado.

A capacidade de selecionar e utilizar informações sensoriais com intuito de garantir o controle postural apropriado e coerente com as demandas ambientais é alterada com a idade (GODOI; BARELA, 2008; RINALDI; POLASTRI; BARELA, 2009). Com isso, a pergunta que surge é se a capacidade de identificar estímulos sensoriais relevantes no ambiente seria influenciada pelas experiências sensório-motoras vivenciadas pela criança ao longo do processo de desenvolvimento na primeira década de vida. Infelizmente, muito pouco é conhecido sobre os possíveis efeitos de uma prática regular e sistematizada de exercício físico no desempenho do sistema de controle postural de crianças, e se crianças que praticam esses exercícios utilizam estratégias diferentes de crianças que não os praticam para obter informações sensoriais a fim de manter a postura desejada.

Dentre os diversos tipos de exercícios realizados ao longo dos primeiros anos de vida, a ginástica artística (GA) é um exercício físico bastante praticado por crianças. Além disso, a GA envolve um grande acervo motor tanto em situações estáticas quanto em situações dinâmicas, que são específicas desse tipo de prática (BROCHADO; BROCHADO, 2005), e enfatiza a orientação e o equilíbrio posturais.

Apesar de toda essa especificidade motora propiciada pela prática de GA, apenas alguns poucos estudos têm sido realizados com o objetivo de verificar o controle postural de adultos jovens praticantes de GA e de diferentes exercícios físicos (ASSEMAN; CARON; CREMIEUX, 2008; BRESSEL *et al.*, 2007; GAUTIER; THOUVARECQ; VUILLERME, 2008; VUILLERME; TEASDALE; NOUGIER, 2001). De forma geral, atletas de elite praticantes de GA apresentam melhor desempenho para manter a postura ereta e quieta do que não praticantes de GA (ASSEMAN; CARON; CREMIEUX, 2008; GAUTIER; THOUVARECQ; VUILLERME, 2008). Entretanto, o melhor desempenho está associado às orientações posturais similares

àquelas que são praticadas pelos atletas de GA (ASSEMAN; CARON; CREMIEUX, 2008), sendo que quando essa especificidade não ocorre na tarefa postural, os atletas de GA não apresentam desempenho superior aos atletas de outras modalidades esportivas (VUILLERME; TEASDALE; NOUGIER, 2001). Alguns poucos estudos têm mostrado, também, que atletas de GA adultos são mais afetados quando informação visual não está disponível (ASSEMAN; CARON; CREMIEUX, 2008), embora, novamente, esse maior uso de informação visual parece estar relacionado à manutenção da postura em situações próximas às especificidades da prática de GA (HUGEL *et al.*, 1999; VUILLERME; TEASDALE; NOUGIER, 2001). Desempenhos superiores na manutenção de uma determinada orientação postural de adultos praticantes de GA têm sido atribuídos às adaptações sensório-motoras decorrentes da especificidade do treinamento, tanto em ginastas (ASSEMAN; CARON; CREMIEUX, 2008; BRESSEL *et al.*, 2007; GAUTIER; THOUVARECQ; VUILLERME, 2008) quanto em atletas de outras modalidades esportivas (PERRIN *et al.*, 2002).

Apesar dos resultados da maioria desses poucos estudos apresentarem indicativos de que prática estruturada de uma modalidade esportiva ou de exercício físico influencia o desempenho do sistema de controle postural, nenhum estudo verificou as implicações de prática sistematizada no desempenho do sistema de controle postural a partir de uma abordagem desenvolvimental. Se prática de um determinado exercício físico propicia melhora no funcionamento do sistema de controle postural, esse efeito poderia até ser maximizado quando o controle postural ainda estiver passando por alterações desenvolvimentais. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar o desempenho e a contribuição da informação visual no controle postural de crianças, de diferentes idades, praticantes e não praticantes de GA durante a manutenção da postura em pé e quieta em diferentes bases de apoio. Neste caso, a hipótese do presente estudo é que crianças praticantes de GA apresentam melhor desempenho do controle postural independentemente da idade, quando comparadas com seus pares, pois fariam melhor uso da informação sensorial disponível (visão).

MATERIAIS E MÉTODOS

PARTICIPANTES

Quarenta e três meninas, praticantes e não praticantes de ginástica artística (GA), com idade entre cinco e sete anos e entre nove e 11 anos, participaram deste estudo (Tabela 1). As meninas praticantes de GA pertenciam à equipe de Ginástica Artística de Guarulhos, equipe de destaque do cenário nacional, que treinavam no “Ginásio de Ginástica Olímpica Bonifácio Cardoso”, situado na cidade de Guarulhos, pelo menos dois dias por semana ($3,91 \pm 1,38$ dias/semana), de duas a quatro horas

e meia por dia ($3,39 \pm 0,88$ horas/dia). As meninas não praticantes de GA foram recrutadas de uma comunidade da periferia da cidade de São Bernardo do Campo e apresentavam, de forma geral, as mesmas condições socioeconômicas das meninas praticantes de GA. Os critérios de inclusão para as meninas praticantes de GA foram: (1) estar inseridas em um programa regular de treinamento de GA há pelo menos nove meses; (2) treinar pelo menos dois dias por semana e duas horas por dia; (3) estar, preferencialmente, na mesma categoria de treinamento determinada cronologicamente; (4) ter participado de duas ou mais competições. Por outro lado, as meninas não praticantes de GA não poderiam estar inseridas em nenhum programa regular de treinamento de GA. Qualquer menina com comprometimento musculoesquelético e/ou neurológico que pudesse interferir na manutenção do equilíbrio não participou deste estudo. Todas as participantes tiveram autorização de seus pais ou responsáveis para participar do estudo, com a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado, que foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Cruzeiro do Sul (Protocolo n. 099/2007).

Tabela 1. Médias (\pm DP) da idade, massa corporal, estatura, tempo de prática e comprimento do calçado das crianças praticantes e não praticantes de ginástica artística (GA).

	Praticantes de GA		Não praticantes de GA	
	5-7 anos (n=10)	9-11 anos (n=13)	5-7 anos (n=9)	9-11 anos (n=11)
Idade (anos)	6,63 \pm 0,46	9,87 \pm 0,57	6,08 \pm 0,59	10,05 \pm 0,68
Massa (kg)	21,05 \pm 2,30	27,05 \pm 3,31	20,93 \pm 1,94	31,69 \pm 6,96
Estatura (cm)	116,20 \pm 5,27	130,31 \pm 7,17	115,78 \pm 5,11	136,27 \pm 7,04
Calçado (cm)	20,65 \pm 0,58	23,04 \pm 1,16	20,68 \pm 1,21	24,00 \pm 1,55
Prática (anos)	1,65 \pm 0,77	3,95 \pm 1,43	—	—

PROCEDIMENTOS

A aquisição de dados das participantes praticantes de GA foi realizada no próprio ginásio em que treinavam, em uma sala reservada, e a das participantes não praticantes de GA foi realizada no Laboratório de Análise do Movimento, Universidade Cruzeiro do Sul, *campus* Liberdade, São Paulo. O mesmo arranjo experimental foi empregado nos dois locais de aquisição dos dados. Um espaço foi demarcado por cortinas pretas, sustentadas por apoios de alumínio, com aproximadamente 1,5 m de largura e 1,8 m de profundidade e altura, onde foram realizadas as tarefas posturais. O uso desse espaço reservado teve como objetivo prevenir a interferência de estímulos visuais, assim como minimizar interferências ambientais durante a realização dos procedimentos experimentais.

Todas as participantes foram solicitadas a permanecer em pé, o mais estável possível, sobre uma plataforma de força (Kistler, modelo 9286A). As participantes usaram calçados próprios do tipo tênis, que usavam no dia a dia, e foram solicitadas a permanecer na postura ereta e quieta com os braços soltos ao longo do corpo em três bases de apoio: pés paralelos e alinhados aproximadamente à largura dos ombros (bipodal); pés posicionados um à frente do outro, com o hálux do pé posicionado atrás tocando a borda mediana do calcâneo do pé posicionado à frente (semi-tandem stance), sendo que o pé que ficou à frente foi definido por cada participante, após posicionar-se com um pé e depois o outro à frente; bipodal sobre uma base de madeira (reduzida) com 40 cm de comprimento, 3,5 cm de altura e largura aproximada de 1/3 do comprimento do calçado de cada criança, 7 cm ou 9 cm dependendo do tamanho do calçado.

Cada uma dessas bases de apoio foi realizada com visão e sem visão. Na condição com visão, as participantes fixaram o olhar em um alvo constituído de um círculo de papel branco, com 3 cm de diâmetro, posicionado a aproximadamente 1 m de distância e altura dos olhos de cada participante. Na condição sem visão, as participantes usaram uma venda para garantir a ausência da informação visual. Três blocos de seis tentativas foram definidos aleatoriamente, sendo que cada bloco continha uma tentativa em cada condição experimental, o que totalizou 18 tentativas por participante. Cada tentativa teve duração de 30 segundos e houve um intervalo de aproximadamente um minuto entre os blocos de tentativas. Entre as tentativas praticamente não ocorreu intervalo, sendo que as participantes tiveram que descer da plataforma e, então, assumir a posição da próxima tentativa.

Os dados da plataforma de força foram adquiridos por uma placa de aquisição (NI BNC-2090, *National Instruments, Inc.*) e por um software desenvolvido para este fim (*LabView National Instruments, Inc.*), com frequência de aquisição de 60 Hz.

TRATAMENTO DOS DADOS

A partir das forças de reação do solo, obtidas via plataforma de força, o centro de pressão (CP) foi calculado para as direções ântero-posterior (CP_{AP}) e médio-lateral (CP_{ML}). Os valores do CP_{AP} e CP_{ML} foram filtrados, utilizando o filtro digital *Butterworth*, passa baixa de quarta ordem, e frequência de corte de 3 Hz.

O desempenho do sistema de controle postural foi inferido por meio da variável área de deslocamento do CP. A área de deslocamento do CP possibilita estimar a dispersão do CP ao longo da manutenção da posição ereta, porém engloba as direções ântero-posterior e médio-lateral, simultaneamente, no cálculo. Essa variável foi calculada por procedimentos estatísticos, análise dos componentes principais, sendo que inicialmente foi demarcada uma figura englobando 85% dos valores do CP, com os valores do CP_{AP} e CP_{ML} dispostos em eixos ortogonais. Após

a demarcação dessa figura, a área da mesma foi calculada, sendo que o valor corresponde à dispersão dos valores do CP, considerando as direções ântero-posterior e médio-lateral simultaneamente.

Finalmente, para examinar a contribuição da informação visual na manutenção da postura ereta, o índice de contribuição visual foi calculado, dividindo o valor da área na condição sem visão pelo valor da área na condição com visão, nas respectivas bases de apoio para cada participante. Dessa forma, foi possível obter a razão do deslocamento do CP nas condições de manipulação da informação visual nas diferentes bases de apoio, inerentes para cada participante. Portanto, o índice de contribuição visual permite inferir o quanto a informação visual influencia o controle postural, considerando a performance específica de cada participante.

Os procedimentos de tratamento dos dados e cálculo das variáveis do CP foram realizados utilizando rotinas específicas desenvolvidas no ambiente Matlab (Math Works, Inc., versão 6.5). O cálculo do índice de contribuição visual foi realizado em planilha Excel (Microsoft Office 2003). Tanto para a variável área de deslocamento do CP quanto para o índice de contribuição visual, a média das três tentativas, em cada condição, foi obtida e utilizada para as análises estatísticas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Uma análise de multivariância (MANOVA) foi realizada para verificar o desempenho do controle postural, tendo como fatores grupo (crianças praticantes de GA e crianças não praticantes de GA), idade (cinco a sete anos e nove a 11 anos) e visão (com visão e sem visão), sendo esse último tratado como medidas repetidas, e como variáveis dependentes os valores da área de deslocamento nas três bases de apoio (bipodal, semi-*tandem stance* e reduzida). Uma análise de variância (ANOVA) foi realizada para verificar a contribuição da informação visual, tendo como fatores grupo, idade e base de apoio, sendo esse último tratado como medidas repetidas, e como variável dependente o índice de contribuição visual.

Quando necessário, análises univariadas e testes *post hoc* de Tukey foram realizados. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS (SPSS for Windows, versão 10.0) e o nível de significância em todas as análises foi mantido em 0,05.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os valores médios (\pm DP) da área de deslocamento do CP para os grupos de crianças nas diferentes condições experimentais. MANOVA

indicou diferença para idade, Wilks' Lambda=0,575, $F(3,37)=9,12$, $p<0,001$, visão, Wilks' Lambda=0,359, $F(3,37)=22,02$, $p<0,001$, e interação entre grupo, idade e visão, Wilks' Lambda=0,758, $F(3,37)=3,93$, $p<0,05$. Testes univariados para idade revelaram diferença apenas para a base de apoio bipodal, $F(1,39)=15,38$, $p<0,001$. Testes univariados para visão revelaram diferença para as bases de apoio *semi-tandem stance*, $F(1,39)=39,10$, $p<0,001$ e reduzida, $F(1,39)=28,38$, $p<0,001$. Testes univariados para interação entre grupo, idade e visão revelaram diferença apenas para a base de apoio bipodal, $F(1,39)=4,84$, $p<0,05$. Nas bases de apoio *semi-tandem stance* e reduzida todas as crianças apresentaram maior área de deslocamento do CP sem visão do que com visão. Testes *post hoc* de Tukey para a base de apoio bipodal indicaram que crianças mais novas apresentaram maior área de deslocamento do CP do que crianças mais velhas. Ainda na base de apoio bipodal, todas as crianças não praticantes de GA e crianças mais velhas praticantes de GA não apresentaram diferenças entre as condições com e sem visão, enquanto que as crianças mais novas praticantes de GA apresentaram menor área de deslocamento do CP com visão do que sem visão.

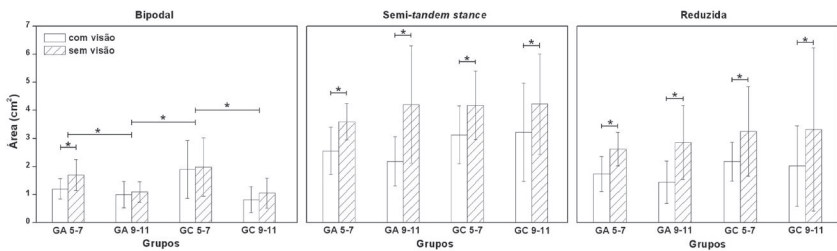


Figura 1 - Média (\pm DP) da área do deslocamento do centro de pressão nas condições com e sem visão, nas bases de apoio bipodal, *semi-tandem stance* e reduzida, para as crianças praticantes (GA) e não praticantes (GC) de ginástica artística, com idades entre 5 e 7 e 9 e 11 anos.
Nota: * indica diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$).

A Figura 2 apresenta os valores médios (\pm DP) do índice de contribuição visual para os grupos de crianças, nas três bases de apoio. ANOVA indicou diferença para grupo, $F(3,37)=6,46$, $p<0,05$, base de apoio, $F(2,37)=6,55$, $p<0,005$, e interação entre grupo, idade e base de apoio, $F(2,37)=6,04$, $p<0,01$. O grupo de crianças praticantes de GA apresentou índice de contribuição visual maior que o grupo de crianças não praticantes de GA. Testes *post hoc* indicaram que o índice de contribuição visual foi menor na base de apoio bipodal do que nas bases de apoio *semi-tandem stance* e reduzida, sendo que esse índice não foi diferente entre as últimas condições. Finalmente, o índice de contribuição visual foi maior para crianças mais novas praticantes GA do que para crianças não praticantes GA, nas bases de apoio bipodal e reduzida, e

foi maior para crianças mais velhas praticantes GA do que para crianças não praticantes GA, nas bases de apoio *semi-tandem stance* e reduzida.

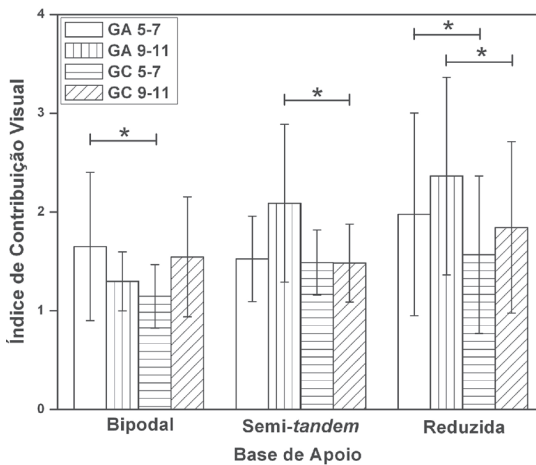


Figura 2 - Média (\pm DP) do índice de contribuição visual nas bases de apoio bipodal, *semi-tandem stance* e reduzida, para as crianças praticantes (GA) e não praticantes (GC) de ginástica artística, com idades entre 5 e 7 e 9 e 11 anos. Nota: *Indica diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi examinar o desempenho e a contribuição da informação visual no controle postural de crianças praticantes e não praticantes de GA. De forma geral, os resultados indicaram que a prática de GA melhora o desempenho do sistema de controle postural de crianças, entretanto, de crianças mais jovens e em base de apoio considerada mais fácil (bipodal). Por outro lado, idade e informação visual influenciam o desempenho do sistema de controle postural de crianças, praticantes e não praticantes de GA, nas condições de baixa e alta demanda da tarefa, respectivamente. Finalmente, crianças praticantes de GA utilizam melhor informação visual do que crianças não praticantes de GA para manter a postura ereta mais estável. Com base nesses resultados, pode ser sugerido que a prática de um exercício físico que enfatiza orientação e equilíbrio posturais, como ocorre com a GA, melhora o desempenho do sistema de controle postural nos anos iniciais de desenvolvimento deste sistema. Ainda, esse melhor desempenho do sistema de controle postural em crianças praticantes de GA decorre do melhor uso de informação visual comparado com crianças não praticantes de GA.

Os resultados do presente estudo claramente indicam que o desempenho do sistema de controle postural é dependente da demanda da tarefa, conforme

sugerido (HORAK; MACPHERSON, 1996) e observado para adultos (PRIOLI *et al.*, 2006) e, recentemente, para crianças (STREEPEY; ANGULO-KINZLER, 2002). Portanto, os resultados do presente estudo corroboram esses resultados, sendo que diferença desenvolvimental, comparando crianças de diferentes idades, foi apenas observada na condição de apoio bipodal, considerada a mais fácil das utilizadas no presente estudo. Nesse caso, crianças mais jovens oscilaram mais que crianças mais velhas, conforme observado em estudos prévios, que constataram que as influências de idade e visão no desempenho do sistema de controle postural dependem da tarefa realizada.

Nas bases de apoio semi-*tandem stance* e reduzida, condições com maior demanda da tarefa, nenhum efeito na magnitude de oscilação foi observado entre os grupos. Na realidade, não foi observado nenhum efeito de idade e grupo, nestas condições, somente efeito de visão. Esses resultados indicam que as demandas para manter a postura ereta e quieta nessas bases de apoio são muito elevadas e eliminaram qualquer efeito de prática e idade na oscilação corporal dessas crianças. Os efeitos da demanda da tarefa na oscilação corporal têm sido examinados apenas recentemente em crianças (STREEPEY; ANGULO-KINZLER, 2002) e, de acordo com os resultados do presente estudo, pode ser sugerido que os efeitos da demanda da tarefa influenciam diferentemente o desempenho do sistema de controle postural de crianças, dependendo do estágio de desenvolvimento que as mesmas apresentam. Nesse caso, em situações de demandas mais elevadas, o desempenho de crianças de diferentes idades são similares.

Os resultados indicaram que apenas para crianças mais jovens, de cinco a sete anos de idade, a prática de GA produz melhora no funcionamento do sistema de controle postural. Entretanto, essa constatação apenas foi observada na base de apoio bipodal, que é considerada uma condição de baixa demanda da tarefa. Esses resultados são diferentes de resultados de estudos anteriores (VUILLERME *et al.*, 2001; VUILLERME; TEASDALE; NOUGIER, 2001), os quais observaram que adultos praticantes de GA apresentaram melhor desempenho do sistema de controle postural do que adultos não praticantes de GA somente nas condições instáveis e sem visão. No presente estudo, crianças mais jovens não praticantes de GA não foram capazes de utilizar informação visual para melhorar o desempenho do sistema de controle postural, apresentando oscilação corporal com a mesma magnitude na base de apoio bipodal com e sem visão. Esses resultados indicam que prática regular de exercício físico, nesse caso GA, pode melhorar o desempenho do sistema de controle postural em crianças ao redor da metade da primeira década de vida. Considerando que mudanças desenvolvimentais são observadas ao redor dessa idade (FORSSBERG; NASHNER, 1982; RIACH; STARKERS, 1994;

RIVAL; CEYTE; OLIVIER, 2005), esses resultados são importantes, pois indicam que prática regular de exercício físico pode promover o desenvolvimento do sistema de controle postural e propiciar condições diferenciadas para a ocorrência de desenvolvimento em outras habilidades motoras e, até mesmo, outros domínios do desenvolvimento humano.

Os resultados observados no presente estudo permitem melhor entender o papel da informação visual no desenvolvimento e desempenho do sistema de controle postural em crianças. Alguns estudos têm mostrado efeito da informação visual no desempenho do sistema de controle postural em crianças (RIACH; STARKERS, 1994; RIVAL; CEYTE; OLIVIER, 2005), enquanto outros não têm indicado qualquer efeito da informação visual. Os resultados controversos dos estudos anteriores sobre o uso de informação visual (BARELA *et al.*, 2000; RIACH; HAYES, 1987; TAGUCHI; TADA, 1988; ZERNICKE; GREGOR; CRATTY, 1982) no desempenho do sistema de controle postural poderiam ser decorrentes de diferentes experiências motoras, não controladas, que as crianças dos respectivos estudos vivenciaram e as diferentes condições experimentais em que foram testadas, tais como exigências da tarefa e manipulações realizadas. Embora o presente estudo não evidencie diretamente os resultados controversos, nossos resultados indicam efeitos da prática de exercício físico e da demanda da tarefa, que normalmente não são considerados e controlados nos estudos. Ainda, as crianças praticantes de GA utilizam melhor informação visual para controlar a postura ereta e quieta do que as crianças não praticantes de GA, de acordo com a exigência da tarefa.

Em suma, nossos resultados mostraram que prática de GA promove melhor desempenho do sistema de controle postural de crianças mais jovens e em tarefas de baixa demanda (base bipodal). Além disso, esse melhor desempenho está associado ao melhor uso de informação sensorial disponível, neste caso, informação visual. Portanto, melhora no desempenho do sistema de controle postural em praticantes de exercício físico seria decorrente de um melhor uso de informação sensorial disponível para possibilitar uma melhor manutenção da postura desejada.

Postural control and use of visual information in children practitioners and non-practitioners of gymnastics

ABSTRACT: The purpose of this study was to investigate postural control and the importance of visual information in gymnastics and non-gymnastics children. Forty-three female children, 23 gymnastics and 20 non-gymnastics, age 5 to 7 and 9 to 11 years, stood upright on a force platform in bipodal, semi-tandem, and reduced bases, with and without vision. The area of center of pressure oscillation and the visual contribution index were calculated. The results indicated that practice of gymnastic improves postural control in younger children. Finally,

gymnastic children use more properly visual information than non-gymnastic children in order to maintain the upright stance more steadily.

KEYWORDS: Human development; posture; training; sensory information.

Control postural y uso de la información visual en niños practicantes y no practicantes de gimnasia artística

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue investigar el desempeño y la contribución de la información visual en el control postural en niños practicantes e no practicantes de gimnasia artística (GA). Cuarenta y tres niñas, 23 practicantes de GA y 20 no practicantes de GA, de 5 a 7 y de 9 a 11 años de edad, permanecieron en pie sobre una plataforma de fuerza con tres bases de apoyo: bipodal, semi-tandem stance y base reducida, con los ojos abiertos y con los ojos cerrados. El área de desplazamiento del centro de presión y el índice de contribución visual fueron calculados. Los resultados indicaron que la práctica de GA mejora el control postural de los niños en los primeros años de desarrollo evolutivo. Los niños practicantes de GA utilizan mejor la información visual para mantener la postura erecta más estable que los niños no practicantes de GA.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo humano; postura; capacitación; información sensorial.

REFERÊNCIAS

AMIRIDIS, I. G.; HATZITAKI, V.; ARABATZI, F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neuroscience Letters*, Amsterdam, v. 350, n. 3, p. 137-40, oct. 2003.

ASSEMAN, F. B.; CARON, O.; CREMIEUX, J. Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? *Gait & Posture*, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 76-81, jan. 2008.

BARELA, J. A. Perspectiva dos sistemas dinâmicos: teoria e aplicação no estudo de desenvolvimento motor. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.). *Coletânea de estudos: comportamento motor*. São Paulo: Movimento, 1997. p. 11-28.

BARELA, J. A. et al. Visual information and body sway coupling in infants during sitting acquisition. *Infant Behavior & Development*, Norwood, v. 23, p. 285-297, mar. 2000.

BARELA, J. A.; JEKA, J. J.; CLARK, J. E. Postural control in children: coupling to dynamic somatosensory information. *Experimental Brain Research*, New York, v. 150, n. 4, p. 434-42, jun. 2003.

BARELA, J. A. et al. Repesagem e adaptação sensorial no controle postural de adultos. *Neurociências*, São Paulo, v. 5, p. 141-49, jul./set. 2009.

BRESSEL, E. et al. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, Dallas, v. 42, n. 1, p. 42-6, jan./mar. 2007.

BROCHADO, F. A.; BROCHADO, M. M. V. *Educação Física no ensino superior: fundamentos de ginástica artística e de trampolins*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

FIGURA, F. et al. Assessment of static balance in children. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Turin, v. 31, n. 2, p. 235-242, jun. 1991.

FORSSBERG, H.; NASHNER, L. M. Ontogenetic development of postural control in man: adaptation to altered support and visual conditions during stance. *The Journal of Neuroscience*, Washington, DC, v. 2, n. 5, p. 545-552, may 1982.

GAUTIER, G.; THOUVARECQ, R.; VUILLERME, N. Postural control and perceptive configuration: influence of expertise in gymnastics. *Gait & Posture*, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 46-51, jul. 2008.

GODOI, D.; BARELA, J. A. Body sway and sensory motor coupling adaptation in children: effects of distance manipulation. *Developmental Psychobiology*, San Antonio, v. 50, n. 1, p. 77-87, jan. 2008.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L. B. et al (Org.). *Handbook of physiology*. New York: Oxford University Press, 1996. p. 255-292.

HUGEL, F. et al. Postural control of ballet dancers: a specific use of visual input for artistic purposes. *International Journal of Sports Medicine*, New York, v. 20, n. 2, p. 86-92, feb. 1999.

NASHNER, L. M. Analysis of stance posture in humans. In: TOWE, A. L. et al (Org.). *Motor coordination (Handbook of behavioral neurology, Vol.5)*. New York: Plenum Press, 1981. p. 527-565.

PERRIN, P. et al. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 187-94, apr. 2002.

PRIOLI, A. C. et al. Task demand effects on postural control in older adults. *Human Movement Science*, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 435-46, jun. 2006.

RIACH, C. L.; HAYES, K. C. Maturation of postural control in young children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, London, v. 29, n. 5, p. 650-658, oct. 1987.

RIACH, C. L.; STARKERS, J. L. Velocity of centre of pressure excursions as an indicator of postural control systems in children. *Gait & Posture*, Amsterdam, v. 2, p. 167-172, sep. 1994.

RINALDI, N. M.; POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*, Amsterdam, v. 467, n. 3, p. 225-9, dec. 2009.

RIVAL, C.; CEYTE, H.; OLIVIER, I. Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*, Amsterdam, v. 376, n. 2, p. 133-6, mar. 2005.

STREEPEY, J. W.; ANGULO-KINZLER, R. M. The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults. *Human Movement Science*, Amsterdam, v. 21, n. 4, p. 423-38, oct. 2002.

TAGUCHI, K.; TADA, C. Change of body sway with growth of children. In: AMBLARD, B. et al (org.). *Posture and gait: development, adaptation and modulation*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1988. p. 59-65.

USUI, N.; MAEKAWA, K.; HIRASAWA, Y. Development of the upright postural sway of children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, London, v. 37, p. 985-996, nov. 1995.

VUILLERME, N. et al. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*, Amsterdam, v. 303, n. 2, p. 83-6, may 2001.

VUILLERME, N.; TEASDALE, N.; NOUGIER, V. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters*, Amsterdam, v. 311, n. 2, p. 73-6, sep. 2001.

WOOLLACOTT, M.; DEBÛ, B.; MOWATT, M. Neuromuscular control of posture in the infant and child: Is vision dominant? *Journal of Motor Behavior*, Washington, v. 19, n. 2, p. 167-186, jun. 1987.

ZERNICKE, R. F.; GREGOR, R. J.; CRATTY, B. J. Balance and visual proprioception in children. *Journal of Human Movement Studies*, London, v. 8, p. 1-13. 1982.

Recebido: 20 ago. 2010

Aprovado: 22 fev. 2011

Endereço para correspondência:

José Angelo Barela

Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte – ICAFE

Universidade Cruzeiro do Sul

Rua Galvão Bueno, 868, 13º andar, Bloco B

Liberdade - São Paulo-SP - CEP: 01506-000