

AVALIAÇÃO DO CONTROLE POSTURAL E DO EQUILÍBRIO EM CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA

POSTURAL CONTROL AND BALANCE EVALUATION IN CHILDREN WITH HEARING DEFICIENCY

Aneliza Maria Monteiro de Sousa*
Jônatas de França Barros**
Brígido Martins de Sousa Neto***
José Irineu Gorla****

RESUMO

Este estudo objetivou: 1) descrever o comportamento do deslocamento do centro de pressão (COP) quanto ao equilíbrio postural em crianças com perda auditiva neurosensorial e comparar os valores médios encontrados com os dos ouvintes; 2) comparar o equilíbrio corporal em relação ao gênero e à idade nos grupos; e 3) investigar o comportamento da visão e da base de suporte na postura ereta. Trata-se de um estudo transversal, no qual foram avaliadas quarenta crianças, distribuídas igualmente em dois grupos, denominados, respectivamente, grupo de estudo (GE) com idade média de $8,8 \pm 1,2$ anos e grupo controle (GC) com idade média de $9,3 \pm 1,0$ anos. Para tratamento dos dados foram utilizados a estatística de inferência ANOVA e o teste Kruskal-Wallis. Os resultados mostraram que o grupo de crianças com surdez apresentou maior instabilidade na posição ortostática, quando comparado ao GC. Conclui-se que as crianças com perda auditiva neurosensorial apresentaram um déficit de organização sensorial que justifica intervenções futuras.

Palavras-chave: Equilíbrio. Perda auditiva. Surdez.

INTRODUÇÃO

A postura ereta não é um evento estático, mas caracteriza-se por oscilações, que mantêm o corpo em contínuo movimento. Estas oscilações são involuntárias e dependem de mecanismos neuromusculares, cuja função é preservar o equilíbrio postural (WINTER, 1990).

Para a regulação do equilíbrio o sistema de controle postural necessita de informações quanto às posições relativas dos segmentos do corpo e à magnitude das forças que atuam sobre ele. Para tanto, três classes de sensores podem ser utilizadas pelo corpo: o sensor somatossensorial, o visual e o vestibular. Estes receptores atuam de forma complexa, integrada, redundante e de maneiras diferenciadas para cada perturbação que sofra o corpo humano (DUARTE, 2000; GUYTON; HALL, 1997;

SHUMWAY-COOK; ANSON; HALLER, 1988).

O equilíbrio é o processo de manutenção do centro de pressão (COP) e de projeção do centro de gravidade no solo dentro da base de suporte do corpo. Tal processo requer ajustes constantes da atividade muscular e do posicionamento articular (DUARTE, 2000). O COP é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuando na superfície de suporte, e representa um resultado coletivo do sistema de controle postural e da força de gravidade (DUARTE, 2000; DUARTE; ZATSIORSKY, 2000; OLIVEIRA, 1996).

Como a relação entre a informação sensorial, o controle postural e a ação motora é considerada complexa e dinâmica, vários autores recomendam verificar este relacionamento por meio da manipulação da informação sensorial, e

* Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde – FS, Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil.

** Professor Doutor da Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília-Brasil.

*** Acadêmico da Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília-UnB, Brasília-Brasil.

**** Professor Doutor da Faculdade de Educação Física, Universidade de Campinas-Unicamp.

posteriormente analisar os efeitos no funcionamento do sistema de controle postural. (BARELA, 1997; SCHÖNER et al., 1998).

A capacidade de manter o equilíbrio postural é um pré-requisito para execução de muitas atividades da vida diária. O equilíbrio corporal é fundamental no relacionamento espacial do homem com o ambiente. É uma complexa interação entre o sensorial e o motor que nos previne de quedas. Quando ocorre uma alteração visual, proprioceptiva ou vestibular surgem alterações que caracterizam o desequilíbrio.

Sabe-se que muitas crianças com deficiência auditiva têm problemas vestibulares concomitantes à perda auditiva. Embora a incidência de perda auditiva neurossensorial profunda seja estimada em um a cada mil nascimentos, a incidência de distúrbios vestibulares não é amplamente conhecida. Estudos anteriores demonstraram que distúrbios vestibulares são encontradas em aproximadamente 20 a 70% das crianças que têm perdas auditivas resultantes de diferentes causas (POTTER et al., 1984; ANGELI, 2003).

Um eventual retardo no desenvolvimento motor de crianças com deficiência auditiva neurossensorial pode ser causado pelo déficit na quantidade e/ou qualidade das informações provenientes do aparelho vestibular, incluindo a sensação de equilíbrio e tônus labiríntico, o que dificultaria o estabelecimento das relações com o ambiente (ARAÚJO et al., 2001; EFFGEN 1981).

O desenvolvimento do controle do equilíbrio em humanos durante a vida tem produzido interesse significativo, mais especificamente no período de 6 a 10 anos de idade, o qual propiciou várias observações (RINE et al., 2004; RIVAL et al., 2005). Crianças de até 10 anos de idade são menos eficientes do que os adultos no controle do equilíbrio estático ou dinâmico, porém a melhora do controle postural durante a infância é caracterizada por um decréscimo na magnitude (GOLDIE; EVANS; BACH, 1992; RIVAL et al., 2005) e na frequência (FIGURA; CAMA; CAPRANICA, 1991) do balanço postural. Além disso, vários estudos informaram uma taxa não linear da melhora do controle do equilíbrio estático, caracterizada por mudanças nas

estratégias do controle postural que aconteceriam por volta dos 7 a 8 anos de idade (WINTER, 1990).

As crianças que sofrem simultaneamente perda auditiva e disfunções vestibulares apresentam déficits na organização sensorial, que podem ser mensurados por meio da posturografia para condições de testes sensoriais (HORAK; SHUMWAY-COOK; CROWE; BLACK, 1988). Estes estudos relataram que o período crítico do desenvolvimento do controle postural é o que vai dos 4 aos 6 anos de idade. A organização sensorial consiste na capacidade do SNC de selecionar, suprir e combinar os estímulos vestibulares, visuais e proprioceptivos (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003), por isso foi sugerido que as intervenções para registrar e acompanhar os déficits motores nesta população devem ser feitas antes desta idade (RINE et al., 2004; WINTER, 1990; WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 1990).

Em vista da possibilidade de alterações do equilíbrio de crianças com perda auditiva neurossensorial e da importância da função vestibular para o equilíbrio, a qual pode estar afetada nestes indivíduos, torna-se fundamental a realização deste estudo, uma vez que o equilíbrio influencia diretamente o desenvolvimento motor e, conseqüentemente, a adaptação destes indivíduos às situações da vida diária, repercutindo sobre sua qualidade de vida.

Assim, os objetivos desta investigação foram: 1) descrever o comportamento do deslocamento do centro de pressão (COP) quanto ao equilíbrio postural em crianças com perda auditiva neurossensorial e comparar os valores médios encontrados com os das crianças ouvintes; 2) comparar o equilíbrio postural em relação ao gênero e à idade (os grupos foram estratificados de acordo com as faixas etárias) nos grupos estudados; e 3) investigar o comportamento da visão e da base de suporte durante a postura ereta nos diferentes protocolos testados.

MATERIAL E MÉTODOS

Participantes

Participaram deste estudo 20 crianças com perda auditiva neurossensorial profunda bilateral

congênita ($8 \pm 1,22$ anos de idade), formando o grupo de estudo (GE), e 20 crianças ouvintes ($9 \pm 1,00$ anos de idade), formando o grupo controle (GC). As crianças com perda auditiva neurossensorial pertenciam ao Centro Educacional da Audição e da Linguagem Ludovico Pavoni (CEAL-LP), de Brasília, DF, e as ouvintes participavam das Oficinas Infantis de Atividades Esportivas da Faculdade de Educação Física (FEF) da Universidade de Brasília (UnB).

O GE foi formado por surdos de ambos os sexos, sendo oito do sexo masculino e doze do feminino; o outro grupo foi formado por ouvintes de ambos os sexos, sendo dez do masculino e dez do feminino, com idades entre sete e dez anos.

A presente pesquisa é prospectiva e de corte transversal. O protocolo de pesquisa foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (FS) da UnB, cumprindo, desta forma, todos os requisitos necessários à realização de estudo em seres humanos (processo n. 072/2004). Todas as crianças foram autorizadas pelos pais ou responsáveis a participar da pesquisa, por meio da assinatura de um termo de livre consentimento.

Os critérios de inclusão no grupo das crianças com perda auditiva foram presença de perda auditiva neurossensorial profunda bilateral e faixa etária entre sete e 10 anos. Todos estes dados foram obtidos na própria escola, nos prontuários das crianças, que continham avaliação audiológica e avaliações complementares (otorrinolaringológica, psicológica, neurológica).

Como critérios de exclusão para este grupo foram consideradas a presença de qualquer outra deficiência associada, perda auditiva neurossensorial de leve a severa e faixa etária acima ou abaixo da estipulada. Novamente, os dados foram obtidos por meio dos prontuários do CEAL – LP e posteriormente avaliados pela pesquisadora do estudo. Além disso, como a escola não atende surdos com outras deficiências associadas, este critério de exclusão estava garantido desde o início da seleção dos sujeitos.

No grupo controle o principal critério de inclusão foi a faixa etária entre sete e dez anos. Os critérios de exclusão foram presença de qualquer deficiência (neurológica, visual, mental, etc.) e faixa etária acima ou abaixo da estipulada. Estes dados foram obtidos por meio

dos prontuários da instituição e analisados pela pesquisadora deste estudo.

Procedimentos

As crianças compareceram ao Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física (FEF) da Universidade de Brasília (UnB) em pequenos grupos (quatro ou seis crianças por vez). Primeiramente, foi explicado e demonstrado para todas as crianças do grupo controle como seriam realizados os testes. Após a explicação, as crianças foram chamadas uma a uma para realizarem os testes em sequência estabelecida pelo pesquisador. Posteriormente, foram realizados os testes do grupo das crianças com perda auditiva. Os testes foram explicados oralmente pelo próprio pesquisador e em Libras (Língua Brasileira de Sinais) por uma intérprete. Os testes foram demonstrados para as crianças, que os realizaram uma por vez, de forma sequencial, como se procedeu no grupo dos ouvintes.

Após um período de adaptação ao laboratório, as crianças foram informadas de que deveriam permanecer descalças, na posição em pé o mais estavelmente possível, sobre um local determinado para colocação dos pés, com braços posicionados ao lado do corpo, e de que durante a tentativa deveriam fixar o olhar num ponto colocado na parede à frente (2m) e na altura dos olhos da criança.

Os testes estabilométricos foram realizados com o uso de uma plataforma de força vertical, composta de transdutores piezoelétricos (*Kistler*, Modelo 9281 B11) de 40 x 60cm, instalada ao nível do piso, e de um amplificador e um conversor analógico-digital (A/D) Modelo 5606A da *Kistler*, pertencente ao sistema *BioWare 3.0 Export*. Os dados relativos à força de reação do solo foram utilizados para posterior cálculo dos movimentos exercidos sobre a plataforma e, finalmente, a partir dos dados das forças de reação do solo e dos momentos foi calculada a posição do centro de pressão (COP). A frequência de amostragem foi de 100 Hz.

O registro do deslocamento do COP para o estudo do equilíbrio estático foi realizado com apoio dos dois pés sobre a plataforma de forças, onde para cada criança foram registrados quatro estabilogramas, um para cada um dos seguintes protocolos experimentais: pés naturalmente posicionados e olhos abertos (NA), pés naturalmente posicionados e olhos fechados

(NF), pés juntos com os olhos abertos (JA), pés juntos com os olhos fechados (JF), realizados nesta sequência, seguindo uma ordem crescente de dificuldade (Figura 1).

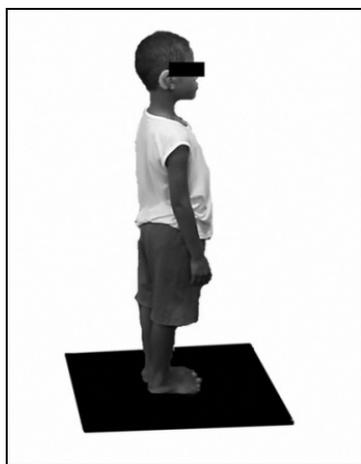


Figura 1 - Criança com perda auditiva posicionada para a realização do teste de equilíbrio postural sobre a plataforma de força usando o protocolo experimental pés juntos e olhos abertos (JA).

Fonte: Laboratório de Biomecânica FEF/Universidade de Brasília.

Para cada protocolo experimental foram coletadas três tentativas durante 25s. Após a realização do teste em cada condição a criança descansava sentada, por dois minutos. Calculou-se a média das três tentativas de cada condição experimental e, posteriormente, foi efetuado o corte dos 5 segundos iniciais e dos 5 segundos finais da planilha resultante de cada condição para o cálculo das variáveis, descartando-se qualquer efeito não desejável na filtragem. Os dados foram citados como uma série temporal de 15s.

As análises dos dados foram feitas pelo mesmo programa *BioWare 3.0 Export*. Após os cálculos, os dados referentes ao COP foram filtrados por meio de um filtro passa baixa, *Butterworth* de segunda ordem e com frequência de corte de 5Hz. Para o cálculo das variáveis, os dados referentes ao deslocamento do COP tiveram a dispersão (desvio padrão) calculada em janelas de 1 segundo. Após ter calculado a dispersão para cada janela foi calculado o valor médio das dispersões das 15 “janelas”, procedimento que foi realizado em virtude de os deslocamentos do COP possuírem propriedades não estacionárias. A utilização de janelas temporais também minimizou qualquer efeito de variação abrupta ou de mudança

de posição corporal não relacionado ao controle postural, propiciando uma análise mais fidedigna da oscilação.

Em relação às medidas de balanço para descrever o comportamento postural dos participantes, sabe-se que a variação do COP (magnitude) é uma medida global que permite calcular o desempenho da postura global, isto é, a estabilidade. A velocidade do COP foi sugerida para representar a quantidade de atividades exigida para manter a estabilidade, fornecendo uma aproximação mais funcional da postura (RIVAL et al., 2005).

Um dos objetivos deste estudo foi fornecer uma caracterização detalhada dos deslocamentos do centro de pressão (COP). Neste sentido, foram selecionados os seguintes parâmetros utilizados em estabilografia: a raiz quadrada das médias quadráticas (RMS); a velocidade média do deslocamento do COP (MV); a área de balanço do estabilograma (SA); e a frequência média do deslocamento do COP (MF). A velocidade do deslocamento do COP foi determinada dividindo-se a excursão total do COP pelo período total dos dados. A área do estabilograma foi calculada usando-se o método de área da elipse, e os eixos principais da elipse foram determinados pela análise dos componentes principais (OLIVEIRA, 1993). Neste estudo, a frequência média do COP foi calculada a partir da densidade de potência espectral do deslocamento do COP.

Para os cálculos estatísticos complementares, todos os dados foram analisados por meio do *software Microsoft Excel*, de acordo com as comparações desejadas. Também foi realizada a comparação do equilíbrio corporal em relação ao gênero e à idade (os grupos foram estratificados de acordo com as faixas etárias) nos grupos estudados.

Para a análise dos resultados foi realizada estatística descritiva. Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste *Shapiro-Wilk*, o qual mostrou que os dados podem ser considerados como tendo distribuição normal. Foram utilizados o teste de inferência ANOVA (análise de variância) e o teste não paramétrico *Kruskal-Wallis* aplicado em situações nas quais não se aplicam as suposições de normalidade da ANOVA.

O nível de significância adotado para todos os testes foi 0,05.

RESULTADOS

Os resultados encontrados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas nas comparações realizadas entre os gêneros quando os grupos foram analisados separadamente. Desta forma, gêneros diferentes foram agrupados no grupo controle (GC) e no grupo de estudo (GE).

Os resultados das comparações dos parâmetros estabilométricos demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre as faixas etárias no GC nas idades iniciais analisadas neste

estudo, estando o nível de significância com valor de 0,0024 para a SA de deslocamento do COP. As crianças ouvintes pertencentes à faixa etária de 7 anos apresentaram maior oscilação corporal em relação as demais crianças de outras idades. Entretanto, no GE não houve diferenças estatisticamente significativas entre as faixas etárias. ($p=0,8090$) para a SA.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os resultados do equilíbrio postural, descritos pelos valores médios dos parâmetros RMS, SA e MF do deslocamento do COP nas comparações entre os grupos desta investigação.

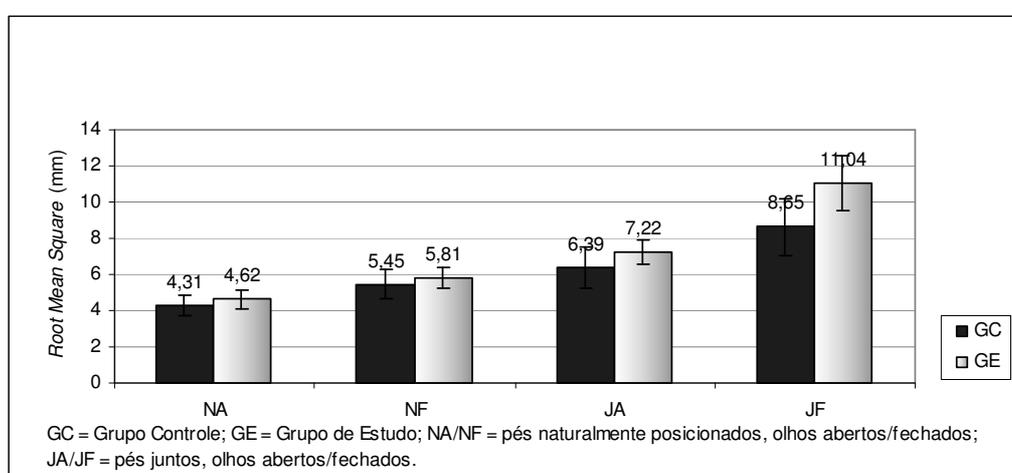


Figura 2 - Comparação dos valores médios do parâmetro RMS (mm) do deslocamento do centro de pressão entre crianças com perda auditiva e ouvintes na postura ereta ($p<0,05$). Brasília.

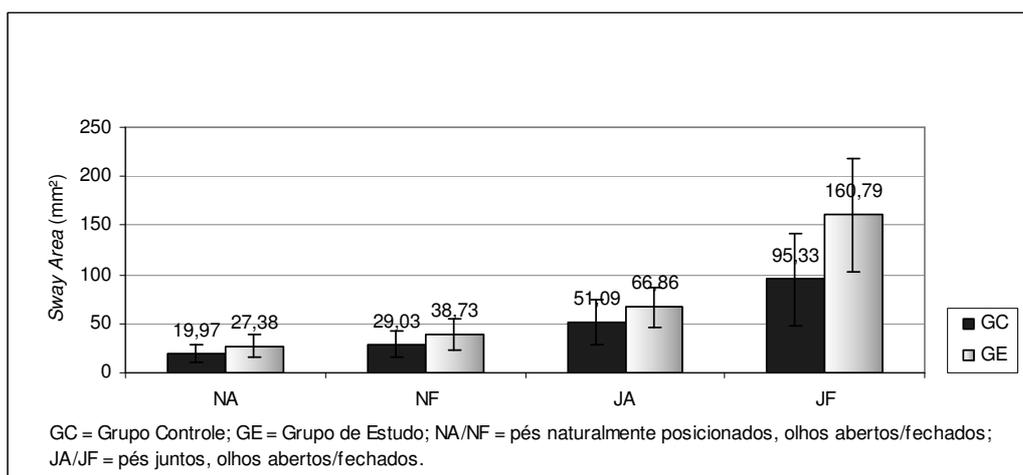


Figura 3 - Comparação dos valores médios do parâmetro SA (mm²) do deslocamento do centro de pressão entre crianças com perda auditiva e ouvintes na postura ereta ($p<0,05$). Brasília.

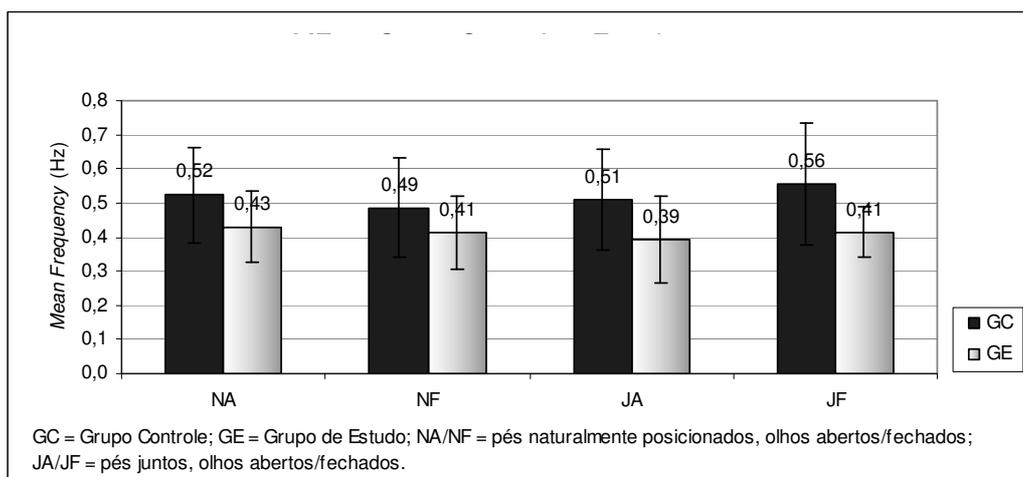


Figura 4 - Comparação dos valores médios do parâmetro MF (Hz) do deslocamento do centro de pressão entre crianças com perda auditiva e ouvintes na postura ereta ($p < 0,05$). Brasília.

Da mesma forma que nos estudos anteriores, os resultados evidenciaram uma melhor *performance* dos ouvintes em relação às crianças com perda auditiva neurossensorial. Estes achados indicaram diferenças estatisticamente significativas, estando o nível de significância com valores de 0,0235, 0,0434, 0,0275 e 0,0003 para os protocolos experimentais NA, NF, JA e JF respectivamente, para a área de balanço de deslocamento do COP, nas comparações dos grupos desta pesquisa.

Os resultados das comparações entre posições com olhos abertos e com olhos fechados indicaram diferenças estatisticamente significativas, estando o nível de significância com valor de 0,0240 para a frequência média (MF) no protocolo NA, o que não se constatou no protocolo NF.

De acordo com os resultados encontrados nas comparações realizadas entre os dois grupos pode-se observar que houve diferenças estatisticamente significativas em relação aos valores dos parâmetros RMS, SA e MF de deslocamento do COP nos protocolos experimentais JA e JF.

DISCUSSÃO

A literatura apresenta pesquisas cujos resultados são divergentes sobre as diferenças do equilíbrio estático em relação às variáveis como gênero e faixa etária (SAKAGUCHI et al., 1994). Estudos têm mostrado que não há

diferenças em relação ao gênero (BAKER; et al., 1998; HAGEMAN et al., 1995) enquanto, outros têm afirmado o contrário. (FIGURA et al., 1991; RIACH; HAYES, 1987). Os resultados deste estudo mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas nas comparações realizadas entre os gêneros quando os grupos foram analisados separadamente, logo, concordam com os estudos anteriores. (GAYLE et al., 1990).

Outros autores (HADDERS-ALGRA et al., 1996; VAN DER FITZ et al., 1999; HEDBERG et al., 2005) ressaltaram que para a manutenção do equilíbrio corporal as crianças podem adotar uma preferência de recrutamento de um determinado sistema que dependerá da idade da criança e da natureza do desafio postural. Neste estudo pôde-se inferir que as crianças avaliadas encontram-se na fase de desenvolvimento dos sistemas responsáveis pela estabilidade corporal.

Nas comparações entre as faixas etárias do grupo controle, os resultados demonstraram diferenças significativas para os parâmetros RMS e SA de deslocamento do COP no protocolo NA para a faixa de 7 anos de idade. Outro fator que pode estar associado a este resultado é o esquema corporal. Sabe-se que crianças de nove e 10 anos de idade ainda não apresentam seu esquema corporal totalmente elaborado (RODRIGUES, 1997), mas seria interessante investigar a possibilidade de uma criança de 10 anos de idade possuir um esquema corporal mais maduro, portanto diferenciado de uma criança de 7 anos. Nas crianças do grupo de

estudo não houve diferenças significativas entre as faixas etárias comparadas. Estudos anteriores sugeriram que os processos relacionados à manutenção de uma ótima estabilidade postural estariam maduros por volta dos 6 anos de idade (RINE et al., 2004).

Investigações relacionadas ao desenvolvimento ontogênico do equilíbrio estático demonstraram diminuição na variação da magnitude e na velocidade dos deslocamentos do COP, o que indica melhora da estabilidade postural com a idade (WINTER, 1990). Estes resultados mostraram que as crianças mais jovens empregaram uma velocidade alta, que os levou a fazer correções grandes e rápidas principalmente dos deslocamentos do COP. No estudo de Rine et al., (2004), ao redor dos 8 anos de idade ocorreu um período crítico, no qual as crianças pareciam ter dificuldade para minimizar a magnitude e/ou por gastar muito tempo próximo à média do COP, considerando-se que a quantidade de atividade requerida diminuía pelo aumento da magnitude e pela diminuição da velocidade dos deslocamentos do COP. Também foi observado que as crianças mais velhas reduziram a magnitude e a velocidade dos deslocamentos do COP, diminuindo a magnitude das excursões máximas do COP e/ou aumentando o tempo gasto próximo à média do COP. Este padrão pode ser interpretado como uma mudança da velocidade para uma estratégia de precisão (RIVAL et al., 2005).

Durante a infância, o que ocorre é um aprimoramento dos padrões de controle postural para a realização das atividades da vida diária. A função do exercício físico desenvolvido nesta fase de desenvolvimento seria incorporar e automatizar algumas habilidades, devido à estimulação da estrutura neuromuscular, que é essencial no controle postural. Para Gallahue et al. (2005), a maturação dos sistemas controladores da postura atinge o estágio final por volta de 8 a 12 anos de idade. Mesmo assim, estudos futuros que busquem investigar intervenções de outras modalidades, comparações com grupo controle de mesma idade e também com indivíduos de diferentes faixas etárias devem ainda ser desenvolvidos para um melhor entendimento destes resultados.

Estudos têm demonstrado uma tendência de avaliação do equilíbrio corporal em indivíduos que apresentam, por exemplo, síndromes vestibulares, uma vez que estas interferem diretamente na manutenção da estabilidade (CAOVILLA et al., 1997; CAMPOS, 2003), e em indivíduos idosos (D'OTTAVIANO, 2001), tanto pelo aumento de indivíduos desta faixa etária quanto pelo fato de ser estreita a relação do equilíbrio corporal.

Para identificar qual dos grupos apresentou melhor desempenho em relação ao equilíbrio estático foram analisados os valores das médias dos parâmetros (RMS, MV, SA e MF) dos testes comparativos. Nas comparações destes parâmetros estabilométricos constataram-se diferenças altamente significativas entre o GC e GE em relação aos parâmetros RMS e MF nos protocolos JA e JF (Figuras 2 e 4). No presente estudo os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas em relação ao parâmetro área de balanço (SA) de deslocamento do COP em todos os protocolos avaliados (Figura 2). Após análise destes dados, pôde-se concluir que o parâmetro SA foi o mais sensível para detectar diferenças entre crianças com perda auditiva neurossensorial e crianças ouvintes. Portanto, este parâmetro ressaltou, simultaneamente, diferenças em todas as comparações realizadas.

Em um estudo foi observado um desempenho abaixo do normal em relação ao equilíbrio estático de 49 crianças surdas de 7 a 11 anos de idade. Após 10 dias de treinamento de atividades para melhorar o equilíbrio estático, não houve uma melhora significativa do desempenho dos sujeitos quando comparados com um grupo controle, porém o tempo em que eles conseguiram permanecer num pé só aumentou significativamente. O autor do trabalho sugeriu que investigações adicionais devem ser feitas de forma a esclarecer o papel de programas de exercícios para a melhora do equilíbrio estático. (EFFGEN, 1981). Outros, porém (LEWIS et al., 1985), informaram que a participação de crianças em programa de equilíbrio e de consciência corporal resultou na melhora das habilidades de equilíbrio em crianças com perda auditiva de 6 a 8 anos de idade.

Gayle et al., (1990), em um estudo realizado com 40 crianças (idade média de 10 anos) encontraram diferenças significativas no equilíbrio dinâmico de crianças com surdez neurossensorial comparadas com crianças ouvintes, sendo que estas últimas apresentaram um equilíbrio melhor. Este resultado reflete, provavelmente, que estas crianças surdas não aprenderam ainda a antecipar o desequilíbrio, que pode ocorrer durante o teste de equilíbrio dinâmico. Os autores concluíram, ainda, que não existiram diferenças entre sexos no que se refere ao equilíbrio.

Outro estudo avaliou 30 crianças de ambos os sexos, na faixa etária de 10 a 14 anos, sendo um grupo formado por crianças ouvintes e o outro por crianças com perda auditiva neurossensorial. Foi constatado que as crianças com perda auditiva neurossensorial apresentaram déficits na capacidade motora de equilíbrio estático, em comparação com as crianças ouvintes (ARAÚJO et al., 2001).

Resultados de estudos anteriores sugeriram que as crianças com perda auditiva neurossensorial e disfunções vestibulares simultâneas, participantes de intervenções com exercícios, melhoraram a organização sensorial do controle postural e retiveram o atraso no desenvolvimento motor progressivo (RIACH; HAYES, 1987; RIVAL et al., 2005). A identificação do déficit na organização sensorial na pré-intervenção melhora ou aumenta os valores encontrados após as intervenções associadas ao sistema somatossensorial e a visão, sugerindo que esta melhora contribuiu para o aumento no nível do desenvolvimento motor (RINE et al., 2004; RIVAL et al., 2005).

Os resultados obtidos no presente estudo revelaram diferenças significantes entre o grupo das crianças com perda auditiva neurossensorial e o das ouvintes no que se refere ao equilíbrio estático, sendo que o grupo dos ouvintes apresentou um desempenho melhor que o grupo dos surdos, como ocorreu nos trabalhos feitos por vários autores citados anteriormente.

Potter et al., (1984) observaram uma pequena diferença entre os grupos, a favor dos ouvintes; os autores comentaram que, provavelmente, as crianças surdas aprenderam a compensar o déficit vestibular com os outros órgãos responsáveis pelo equilíbrio e este fato

explicaria esta pequena diferença encontrada entre os dois grupos.

Sabe-se que a frequência média assim como velocidade média de deslocamento do COP estão diretamente relacionadas com a quantidade de atividade regulatória do sistema de controle postural usadas para manter o equilíbrio estático. Já outros parâmetros, como excursão total, raio médio e medidas de áreas, registram a eficiência do sistema de controle, segundo uma correlação positiva (OLIVEIRA, 1996; PRIETO et al., 1996).

As crianças com perda auditiva neurossensorial apresentaram maiores valores médios nos parâmetros de deslocamento do COP relacionados à eficiência do sistema de controle postural (SA = área de balanço do COP); logo, as crianças surdas apresentaram aumento das oscilações corporais, isto é, menor equilíbrio estático, quando comparadas às ouvintes da mesma idade e gênero. Estes achados colaboram com outros estudos (RIACH; HAYES; 1987), nos quais as crianças com perda auditiva neurossensorial conseguiram valores abaixo dos normais para a efetividade sensorial: razão ($p \leq 0.05$). Assim os resultados deste estudo confirmaram a idéia de que crianças com perda auditiva neurossensorial e com simultânea disfunção vestibular apresentam déficit de organização sensorial, justificando a realização e o acompanhamento de intervenções futuras.

Outros fatores avaliados nas comparações desta pesquisa foram o efeito da privação visual e a modificação da base de suporte. Pesquisas têm demonstrado que indivíduos com disfunção vestibular apresentam maior dependência visual, por isso, ao fechar os olhos, demonstraram maiores oscilações corporais, ou seja, menor equilíbrio postural (RINE et al., 2004; RIVAL et al., 2005). Na análise estatística deste estudo, foram observadas diferenças estatisticamente significativas em relação à área de balanço de deslocamento do COP em todos os protocolos testados. Esta assertiva é visualmente percebida ao se examinar a Figura 2, o que corrobora as observações dos autores acima citados.

No estudo de Faquin et al. (2005) também ficou evidente a importância da dependência visual nas crianças estudadas, principalmente na posição unipodal, ou seja, em relação à manipulação da base de suporte. Neste estudo

foram observadas diferenças estatisticamente significativas com a utilização ou falta de informações visuais. Isto remete também à influência dos outros sistemas responsáveis pelo equilíbrio corporal, uma vez que, quando não há possibilidade de utilização da visão, os sistemas somatossensorial e vestibular são mais exigidos.

Em relação ao desempenho inferior das crianças com perda auditiva neurosensorial, cabe ressaltar que a retirada da pista visual (olhos fechados) e a manipulação da base de suporte (pés juntos, afastados) comprometem ainda mais a manutenção do equilíbrio destes indivíduos, uma vez que, provavelmente, já possuem uma defasagem vestibular. A visão torna-se fator importante no controle de equilíbrio de crianças pequenas, mas na ausência da referência visual os demais sistemas responsáveis pelo equilíbrio (somatossensorial e vestibular) vão refinando sua capacidade de resposta, de modo a auxiliar no controle do equilíbrio.

Com base nos achados do presente trabalho, observam-se diferenças significativas em relação ao parâmetro MF de deslocamento do COP no protocolo NA nas comparações dos grupos estudados; entretanto não houve diferenças significativas no protocolo NF (retirada da pista visual) para este parâmetro, fato não esperado, uma vez que com os olhos fechados, estudos anteriores descreveram o aumento das oscilações corporais. Como os protocolos dos testes experimentais deste estudo foram sempre executados numa ordem fixa – NA, NF, JÁ e JF - verificou-se que, nesta sequência, o protocolo com os olhos fechados poderia ter sido favorecido por um tipo de “aprendizado” ou maior “intimidade” com o método. (GOLDIE; EVANS; BACH, 1992).

O déficit da organização sensorial encontrado em crianças surdas e com alterações vestibulares simultâneas evidencia uma relação entre os déficits motores e as disfunções vestibulares, sugerindo que as intervenções deveriam focalizar a melhora da efetividade da visão e do sistema somatossensorial.

Dos resultados do presente trabalho pode-se inferir que o grupo dos ouvintes apresentou desempenho do equilíbrio corporal melhor que o do grupo das crianças com perda auditiva neurosensorial. Este fato está relacionado,

possivelmente, com este tipo de surdez, uma vez que estas crianças podem apresentar, concomitantemente, alterações de equilíbrio causadas pelo déficit na quantidade e/ou qualidade das informações provenientes do aparelho vestibular (ANGELI, 2003; EFFGEN, 1981).

Sabe-se que o equilíbrio é uma habilidade passível de ser desenvolvida e aperfeiçoada por meio de experiências corporais e que um trabalho de desenvolvimento motor com crianças com perda auditiva neurosensorial não requer grandes adaptações. Como os surdos podem desenvolver estratégias posturais para superar ou compensar as dificuldades de equilíbrio, seria importante que avaliações e treinamentos específicos fossem incorporados no dia a dia de escolas e instituições que atendem esta população, procurando melhorar o desempenho do equilíbrio de crianças com perdas auditivas neurosensoriais, buscando adequar ou aprimorar seu desenvolvimento motor e sua qualidade de vida.

CONCLUSÃO

As crianças com perda auditiva neurosensorial apresentaram maiores valores médios nos parâmetros de deslocamento do COP relacionados à eficiência do sistema de controle postural (SA = área de balanço do COP), ou seja, as crianças surdas apresentaram aumento das oscilações corporais, e menor equilíbrio corporal, quando comparadas às ouvintes da mesma idade e gênero. No que se refere ao equilíbrio estático, os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas entre o grupo das crianças com perda auditiva neurosensorial e o das ouvintes, sendo que o grupo dos ouvintes apresentou um desempenho melhor que o grupo dos surdos.

Nas comparações desta pesquisa foram observadas diferenças estatisticamente significativas em relação à área de balanço de deslocamento do COP em todos os protocolos experimentais analisados entre os grupos na avaliação da privação visual e da modificação da base de suporte, logo o parâmetro área de balanço do deslocamento do COP foi o mais sensível para detectar diferenças entre surdos e ouvintes.

Em relação ao desempenho inferior das crianças com perda auditiva neurossensorial, cabe ressaltar que a retirada da pista visual (olhos fechados) e a manipulação da base de suporte (pés juntos, afastados) comprometem ainda mais a manutenção do equilíbrio destes indivíduos, uma vez que, provavelmente, já possuem uma defasagem vestibular.

Os resultados deste estudo confirmaram a idéia de que crianças com perda auditiva neurossensorial e com simultânea disfunção vestibular apresentam déficit de organização sensorial, justificando a realização de intervenções futuras e o seu acompanhamento.

POSTURAL CONTROL AND BALANCE EVALUATION IN CHILDREN WITH HEARING DEFICIENCY

ABSTRACT

This study aimed: 1) to describe the center of pressure displacement's behavior (COP) in relation to postural balance in children with sensorineural hearing loss and to compare the mean values found in relation to the listeners; 2) to compare the body balance in relation to gender and age groups; 3) and investigate the behavior of the vision and support base in the upright position. This is a cross-sectional study, evaluating forty children being equally divided into two groups, the study group (SG) with a mean age of 8.8 ± 1.2 years, and the control group (CG) with a mean age of 9.3 ± 1.0 years. For data analysis the statistical inference ANOVA and Kruskal-Wallis were used. Therefore, the results showed that the group of children with hearing loss had more instability in the standing position when compared to the GC. It is concluded that children with hearing loss showed a deficit of sensory organization, which justifies future intervention.

Keywords: Postural Balance. Hearing loss. Deafness.

REFERÊNCIAS

- ANGELI, S. Value of vestibular testing in young children with sensorineural hearing loss. **Archives of otolaryngology-head & neck surgery**, Chicago, v. 129, no.4, p. 478-82, 2003.
- ARAÚJO, S. M. et al. Equilíbrio estático em crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial. **Cad UniABC de Educação Física**, v. 16, p. 56-70, 2001.
- BAKER, C. P. et al. A. Reability of static standing balance in nondisabled children: comparison of two methods of measurement. **Pediatric Rehabilitation**, London, v. 2, no. 1, p. 15-20, 1998.
- BARELA, J. A. **Development of postural control: the coupling between somatosensory information and body sway**. 1997. Dissertation (Doctor of Philosophy)-University of Maryland, Maryland, 1997.
- CAMPOS, C. Efeitos de um programa de treinamento com trampolim acrobático sobre o equilíbrio de crianças surdas. **Revista Sobama**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 21-26, 2003.
- CAOVILLA, H. H. et al. Rotação cefálica ativa em altas frequências: método simples e fisiológico para avaliação rápida e precisa da função vestibular. **Revista Brasileira de Medicina Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 25-32, 1997.
- D'OTTAVIANO, E. J. Sistema nervoso e a 3ª idade. **Revista das Faculdades de Educação Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta**, Jundiaí, n. 5, p. 29-46, 2001.
- DUARTE, M. **Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática**. 2000. Tese (Doutorado em Educação Física e Esporte)-Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- DUARTE, M., ZATSIORSKY, V. M. On the fractal properties of natural human standing. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 283, no. 13, p. 173-176, 2000.
- EFFGEN, S. K. Effect of an exercise program on the static balance of deaf children. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 61, no. 6, p. 873- 877, 1981.
- FAQUIN, A. et al. **Características e inter-relação da sensibilidade plantar e do equilíbrio de atletas e não-atletas**. 2005. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- FIGURA, F., CAMA, G., CAPRANICA, L. Assessment of static balance in children. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 31, no. 2, p. 235-242, 1991.
- GALLAHUE, D. L. et al. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. São Paulo: Editora Phorte, 2005.
- GAYLE, G. W. et al. Comparative study of the dynamic, static, and rotary balance of deaf and hearing children. **Perceptual and motor skills**, Louisville, v. 70, no. 3 (Pt1), p. 883-8, 1990.
- GOLDIE, P. A., EVANS, O. M., BACH, T. M. Steadiness in one-legged stance: development of a reliable force-platform testing procedure. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 73, no. 4, p. 348-354, 1992.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997.
- HADDERS-ALGRA, M. et al. Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation. **Journal of Physiology**, Oxford, no. 493, p. 273-288, 1996.

- HAGEMAN, P. A. et al.. Age and Gender Effects on Postural Control Measures. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 76, no. 10, p. 961-5, 1995.
- HEDBERG, A. et al. Development of postural adjustments in sitting position during the first half year of life. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v. 47, no. 5, p. 312-20, 2005.
- HORAK, F. B.; SHUMWAY-COOK, A.; CROWE, T. K.; BLACK, F. O. Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing or with learning disability and motor impairments. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v. 30, no. 1, p. 64-79, 1988.
- LEWIS, S. et al. Development of an exercise program to improve the static and dynamic balance of profoundly hearing impaired children. **American Annals of the Deaf**, Washington, v. 130, no. 4, p. 278-83, 1985.
- OLIVEIRA, L. F. **Análise quantitativa de sinais estabilométricos na avaliação do equilíbrio de gestantes**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica)-Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.
- OLIVEIRA, L. F. Estudo de revisão sobre a utilização da estabilometria como método de diagnóstico clínico. **RBE: revista brasileira de engenharia. Caderno de engenharia biomédica**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 37-55, 1993.
- POTTER C.N. et al. Characteristics of vestibular function and static balance skills in deaf children. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 64, no. 7, p. 1071-1075, 1984.
- PRIETO, T. E. et al. Measures of Postural Steadiness: Differences Between Healthy Young Elderly Adults. **IEEE Transactions on Bio-medical Engineering**, New York, v. 43, no. 9, p. 956-66, 1996.
- RIACH, C. L.; HAYES, K. C. Maturation of postural sway in young children. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v. 29, no. 5, p. 650-8, 1987.
- RINE, R. M. et al. Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural loss and vestibular impairment. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, Amsterdam, v. 68, no. 9, p. 1141-8, 2004.
- RIVAL, C. et al. Developmental Changes Of Static Standing Balance In Children. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v.376, no. 2, p. 133-6, 2005.
- RODRIGUES, D. A. **Estudo da relação entre a representação espacial do corpo e o controle da manipulação e da locomoção em crianças com paralisia cerebral**. Lisboa, 1987. Universidade Técnica de Lisboa. Apud: BARAÚNA, M. A. Avaliação da funcionalidade, do esquema corporal, da postura e da marcha em amputado. Lisboa, 1997. Tese (Doutorado em Motricidade Humana)-Departamento de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, 1997.
- SAKAGUCHI, M. et al. Changes with aging in head and center of foot pressure sway in children. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, Amsterdam, v. 29, no. 2, p. 101-9, 1994.
- SCHÖNER, G., et al. Action-perception patterns emerge from coupling and adaptation. **Ecological Psychology**, New York, v. 10, no. 3-4, p. 323-46, 1998.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLACOTT, M.H. **Controle Motor: teoria e aplicações práticas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- SHUMWAY-COOK, A.; ANSON, D.; HALLER, S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 69, no. 6, p. 395-400, 1988.
- VAN DER FITS, I. B. M. et al. The development of postural adjustments during reaching in 6- to-18 month old infants evidence for two transitions. **Experimental Brain Research**, Groningen, v. 126, no. 4, p. 517-28, 1999.
- WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 1990.
- WOOLACOTT, M. H.; SHUMWAY-COOK, A. Changes in posture control across the life span – A systems approach. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 70, no. 12, p. 799-807, 1990.

Recebido em 17/02/2009

Revisado em 21/10/2009

Aceito em 25/11/2009

Endereço para correspondência: Aneliza Maria Monteiro de Sousa. SHCES, Quadra 711, Bl. A, apto. 303, Cruzeiro Novo, CEP 70655-701, Brasília-DF, Brasil. E-mail: anelizamonteiro@gmail.com