

## CONTROLE POSTURAL EM CRIANÇAS: OSCILAÇÃO CORPORAL E FREQUÊNCIA DE OSCILAÇÃO

José Angelo BARELA\*  
Paula Fávaro POLASTRI\*  
Daniela GODOI\*

---

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi examinar a oscilação corporal durante a manutenção da posição estática em pé em crianças com idade entre 2 e 6 anos e o papel da informação visual na manutenção desta posição. Trinta e três crianças, divididas em cinco grupos etários (2, 3, 4, 5 e 6 anos) participaram deste estudo. Estas crianças mantiveram a posição estática em pé durante 20 segundos em duas condições experimentais: com e sem visão. Um emissor infra-vermelho (OPTOTRAK 3020) foi afixado nas costas de cada participante, na posição estimada do centro de massa. A partir deste emissor, a amplitude média de oscilação e a frequência predominante de oscilação do centro de massa foram calculadas para as direções médio-lateral e ântero-posterior. Análises de multivariância não revelaram qualquer efeito para os fatores idade e condição experimental (com e sem visão) tanto para a amplitude média de oscilação quanto para a frequência predominante de oscilação nas direções médio-lateral e ântero-posterior, embora uma tendência de diferenciação na magnitude da oscilação corporal entre as crianças de 2, 3 e 4 anos e as crianças de 5 e 6 anos de idade foi observada. Apesar desta tendência, os resultados sugerem que nenhuma mudança desenvolvimental dramática ocorre ao longo dos 2 aos 6 anos de idade no controle postural necessário para a manutenção da posição em pé. Mais ainda, o uso da informação visual parece não melhorar significativamente a manutenção desta posição, sugerindo que o controle postural em crianças, nesta faixa etária, não depende prioritariamente da visão.

UNITERMOS: Crianças; Controle postural; Visão; Desenvolvimento motor.

---

### INTRODUÇÃO

Por volta do primeiro ano de vida, crianças descobrem como ficar em pé independentemente. Inicialmente, a manutenção desta posição representa um grande desafio para elas. Na verdade, as primeiras tentativas nada lembram a desenvoltura com que esta tarefa será realizada algum tempo mais tarde. Enquanto adultos conseguem manter a posição bípede com desenvoltura e naturalidade, crianças necessitam de considerável esforço para solucionar a complexa tarefa de manter o corpo na posição vertical. Estas diferenças indicam que mudanças desenvolvimentais ocorrem no controle postural nos primeiros anos de vida e propiciam a

realização da tarefa com mais desenvoltura. Embora estas mudanças desenvolvimentais no controle postural têm sido objetivo de vários estudos, muitas dúvidas ainda necessitam ser esclarecidas. Por exemplo, quando mudanças desenvolvimentais no controle postural ocorrem? Quais são os principais fatores que propiciam que estas mudanças ocorram? Procurando responder algumas destas questões, este estudo procurou examinar se mudanças desenvolvimentais ocorrem nos primeiros anos de vida na manutenção da posição estática em pé e o papel da informação visual na manutenção desta posição.

---

Instituto de Biociências da Universidade Estadual de São Paulo – Rio Claro.

A manutenção da posição em pé envolve ajustes corporais constantes e coerentes com o objetivo de manter os segmentos corporais alinhados e orientados apropriadamente (Horak & Macpherson, 1996). Esta tarefa requer um intrincado relacionamento entre informação sensorial e ação motora (Barela, 1997; Barela, Jeka & Clark, 1999) e, conseqüentemente, medidas que possibilitam a quantificação da manutenção da posição ereta têm sido utilizadas para inferir vários aspectos do sistema de controle e coordenação dos movimentos.

Várias medidas quantificando a manutenção da postura ereta têm indicado mudanças desenvolvimentais no controle postural nos primeiros anos de vida. Embora crianças sejam capazes de manter a posição ereta por volta do primeiro ano de vida, a manutenção desta posição parece ser continuamente refinada ao longo da primeira década de vida (p.ex., FIGURA, Cama, Capranica, Guidetti & Pulejo, 1991; Riach & Hayes, 1987; Riach & Starkes, 1994; Usui, Maekawa & Hirasawa, 1995; Zernicke, Gregor & Cratty, 1982). Estes estudos verificaram que a variabilidade da oscilação do centro de pressão ou do centro de massa diminui com o aumento da idade, indicando correspondente diminuição da oscilação do centro de pressão ou do centro de massa. Esta diminuição da oscilação corporal foi interpretada como um indicador de desenvolvimento do controle postural, refletindo numa melhora na manutenção da posição ereta.

Além da variabilidade da oscilação do centro de pressão ou do centro de massa, a freqüência com que esta oscilação ocorre tem também sido utilizada para examinar o funcionamento do sistema de controle postural. A oscilação corporal em adultos é caracterizada por freqüências predominantemente entre 0,25 e 0,45 Hz, para ambas direções ântero-posterior e médio-lateral (Soames & Atha, 1982). A ocorrência de freqüências predominantes similares foi observada em crianças que tinham recentemente adquirido a manutenção da posição em pé independente (Ashmead & McCarty, 1991). Entretanto, resultados diferentes foram observados para a oscilação corporal de crianças com idade entre 2 e 14 anos (Riach & Hayes, 1987). Riach & Hayes (1987) verificaram que crianças mais jovens oscilavam com freqüências entre 0,8 e 1,0 Hz e crianças mais velhas oscilavam com freqüências entre 0,1 e 0,8 Hz. Com base nestes resultados, parece que a freqüência de oscilação muda desenvolvimentalmente, entretanto, estes poucos

estudos não propiciam uma indicação clara destas mudanças ao longo dos primeiros anos de vida.

Além do estudo das características da oscilação corporal em crianças, o entendimento do desenvolvimento do controle postural envolve também o estudo dos fatores que propiciam estas mudanças. De acordo com Woollacott e colegas (p.ex., Shumway-Cook & Woollacott, 1985; Woollacott, Debû & Mowatt, 1987), mudanças desenvolvimentais no controle postural estão relacionadas à melhora no processo de integração das informações provenientes dos sistemas sensoriais. Nesta proposta, o controle postural em crianças é alcançado prioritariamente com base nas informações visuais. Somente por volta dos sete anos de idade é que ocorre um período de transição, no qual o sistema de controle postural deixa de ser estritamente dependente da visão e passa a integrar as informações provenientes dos demais sistemas sensoriais para o controle da postura, assumindo, então, uma estratégia semelhante à verificada no funcionamento do sistema de controle postural em adultos (Shumway-Cook & Woollacott, 1985; Woollacott, Debû & Mowatt, 1987).

Embora esta visão tenha sido recentemente questionada (Barela, 1997), vários estudos foram realizados procurando examinar a predominância das informações visuais no controle postural em crianças (p. ex., Ashmead & McCarty, 1991; Riach & Hayes, 1987; Riach & Starkes, 1989; Portfors-Yeomans & Riach, 1995; Zernicke, Gregor & Cratty, 1982). De forma geral, estes estudos revelaram que o uso da informação visual durante a manutenção da posição em pé é alterado desenvolvimentalmente. Por exemplo, informação visual não afeta o controle da postura em pé em crianças que adquiriram esta habilidade recentemente (Ashmead & McCarty, 1991). Crianças com idade entre 12 e 14 meses de idade foram capazes de manter a posição em pé no escuro e a oscilação corporal nesta situação foi semelhante à verificada na situação com visão. Por outro lado, Riach e Hayes (1987) observaram que informação visual é fundamental para crianças entre 2 e 3 anos, pois sem a mesma, segundo estes autores, estas crianças não conseguiram manter a postura ereta. Em crianças mais velhas, idade variando entre 4 e 6 anos, a disponibilidade de informação visual parece produzir pouca melhora na manutenção da posição em pé (Portfors-Yeomans & Riach, 1995; Riach & Starkes, 1989). Nestes estudos, a magnitude da oscilação corporal em crianças com e sem visão foi praticamente a

mesma. Finalmente, por volta do sétimo ano de vida, a informação visual parece produzir efeito significativo na redução das oscilações corporais durante a manutenção da posição em pé (Zernicke, Gregor & Cratty, 1982).

De forma geral, tanto a quantificação da oscilação corporal quanto o uso da informação visual no controle postural nos primeiros anos de vida necessitam ser melhor examinados. Embora os estudos realizados tanto caracterizando a oscilação corporal quanto o uso da informação visual no controle postural indiquem mudanças desenvolvimentais, estes resultados devem ser interpretados com precaução. Primeiro, a composição dos grupos etários, na maioria dos casos, não abrangeu de forma mais sistematizada os primeiros anos de vida, especialmente crianças com 2 e 3 anos de idade, sendo que as poucas informações disponíveis possibilitam afirmações pouco conclusivas. Segundo, a própria composição dos grupos abrangia uma faixa etária ampla, onde crianças de diferentes faixas etárias eram agrupadas no mesmo grupo. Finalmente, a interpretação de alguns dos resultados disponíveis na literatura pode levar à interpretações contraditórias ou incompletas sobre o desenvolvimento do controle postural nos primeiros anos de vida. Sendo assim, um entendimento mais preciso das mudanças desenvolvimentais nos primeiros anos de vida requer, necessariamente, de uma melhor definição e maior abrangência das faixas etárias dos grupos estudados, principalmente nos primeiros anos de vida. Desta forma, este estudo procurou examinar possíveis mudanças desenvolvimentais no controle postural em crianças com e sem o uso da visão. Especificamente, este estudo examinou a oscilação corporal durante a manutenção da posição estática em pé em crianças com idade entre 2 e 6 anos e o papel da informação visual na manutenção desta posição ao longo deste período.

## MÉTODO

### Participantes

Participaram deste estudo 33 crianças com idade entre 2 e 6 anos. Estas crianças pertenciam às escolas públicas e particulares e creches da comunidade de Rio Claro. Através de contatos com os responsáveis pelas escolas ou creches, os principais objetivos e procedimentos foram explicados e a participação das crianças foi solicitada. Estas informações foram, então,

transmitidas aos pais ou responsáveis que autorizaram ou não a participação das crianças.

Cinco grupos correspondentes às faixas etárias de 2, 3, 4, 5 e 6 anos foram formados. A composição de cada grupo etário foi determinada por uma variação de 3 meses para mais e para menos da idade determinada ( $\pm 3$  meses). Por exemplo, a idade das crianças do grupo de 2 anos variou entre 1 ano e nove meses e dois anos e 3 meses. O objetivo inicial foi conseguir 7 crianças para cada faixa etária. Entretanto, o grupo de 2 anos foi composto somente de 5 crianças, uma vez que duas crianças foram eliminadas, devido ao fato delas não cooperarem ou não seguirem as informações para realização da tarefa determinada. Os demais grupos foram compostos por 7 crianças.

### Procedimentos

Este trabalho foi realizado no Laboratório para Estudos do Movimento (LEM), do Departamento de Educação Física, IB, UNESP – Rio Claro. As crianças foram trazidas ao laboratório acompanhadas pelo responsável da escola ou creche ou pelos próprios pais. Assim que a criança e o responsável chegavam ao laboratório, os objetivos e procedimentos eram explicados e, após esclarecer todas as dúvidas quanto a participação da criança, o responsável assinava um termo de concordância para a participação da criança no estudo. Após o consentimento do responsável, foi propiciado um período de adaptação para que a criança se aclimatasse com o laboratório e os experimentadores.

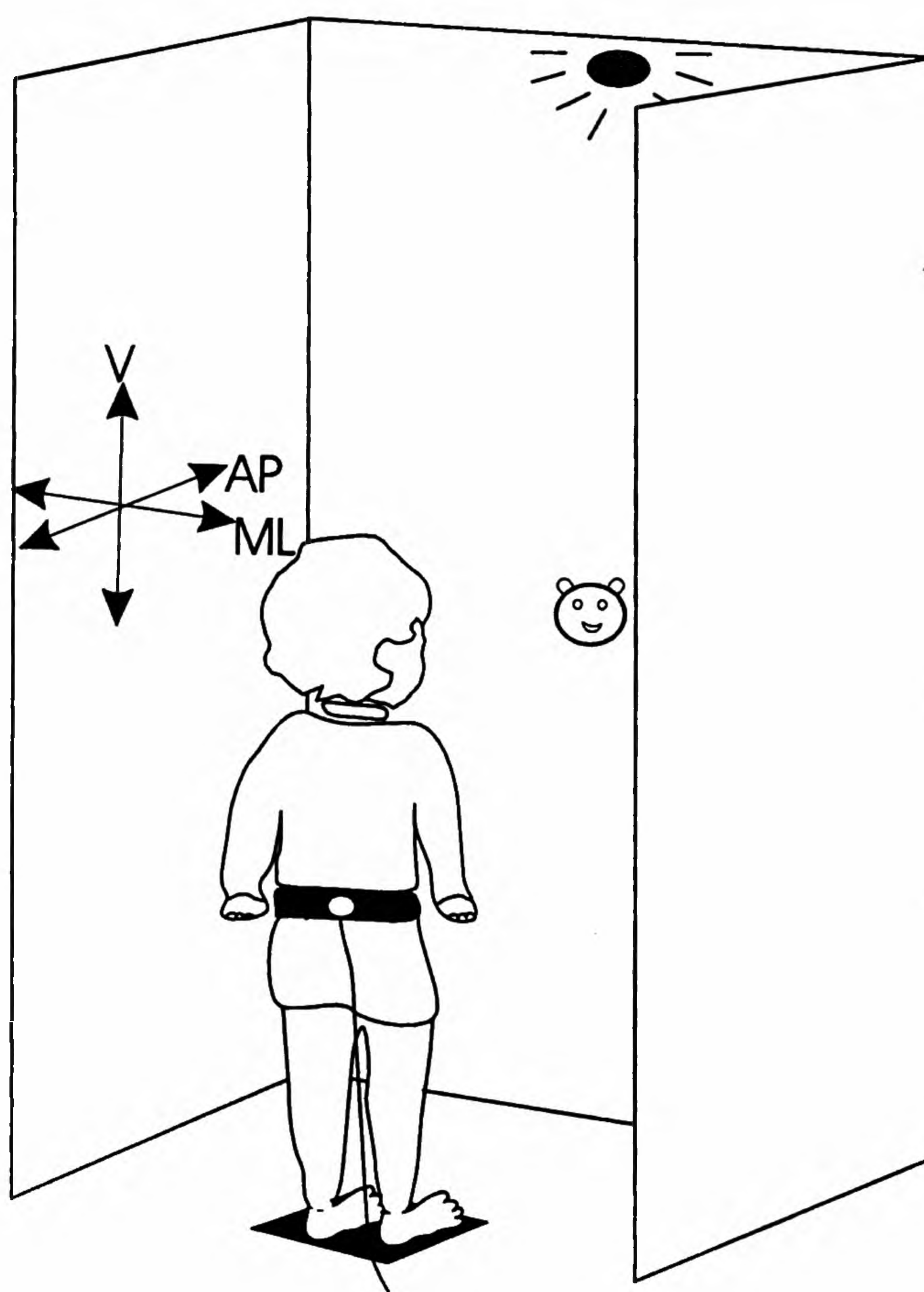
Uma vez que a criança estava adaptada ao laboratório, ela foi colocada em uma sala, formada por 3 divisórias, medindo 1,2 m de profundidade e largura e 2,6 m de altura (FIGURA 1). Na parte superior da “parede” do fundo, uma lâmpada foi posicionada para proporcionar uma iluminação semelhante em todas as tentativas. A aproximadamente 1 m de distância da parede do fundo da sala, foi desenhado a forma de dois pés para padronização da posição que as crianças deveriam posicionar os pés durante a coleta de dados.

A tarefa que as crianças deveriam realizar consistiu em ficar em pé em uma posição estática. Para que tal tarefa fosse realizada, duas estratégias foram utilizadas. Para as crianças mais velhas, foi utilizada a brincadeira “estátua”, onde as crianças tinham que ficar no lugar sem se mexer por um determinado período de tempo correspondente a duração da tentativa. Para as

crianças de 2 anos, que não compreendiam a brincadeira estátua, foi realizada uma outra, denominada “sessão de fotos”. Neste caso, elas tinham que ficar paradas olhando para a máquina até que a foto fosse tirada. O uso de instruções diferentes aos participantes, apesar de ser questionável metodologicamente, foi necessário para que a tarefa fosse realizada de forma satisfatória pelas crianças com diferentes idades e que apresentam diferentes graus de motivação e compreensão da tarefa.

Para a realização da tarefa, as crianças posicionaram os pés descalços sobre o desenho dos pés, com uma distância entre os pés de aproximadamente 2 cm, e mantiveram os braços soltos ao lado do corpo. A manutenção desta posição estática foi realizada em duas condições experimentais: com visão (CV) e sem visão (SV). Na condição CV, a criança fixou o olhar em um desenho, posicionado na parede do fundo da sala,

localizado a uma distância de 1 m a sua frente e na altura de seus olhos. No caso da maioria das crianças de 2 anos, quando a brincadeira “sessão de fotos” foi utilizada, elas fixaram o olhar em uma câmera fotográfica tipo “Polaroid” posicionada a frente do desenho. Durante a realização destas tentativas, um experimentador ficou posicionado ao lado e atrás da criança. Na condição SV, as crianças se posicionavam da mesma maneira descrita para a condição CV, entretanto foram privadas da utilização da informação visual pelo uso de uma máscara de dormir. Para aquelas crianças (5 crianças no total: 3 crianças de 2 anos e 2 crianças de 3 anos) que não aceitaram utilizar a máscara, foi solicitado que elas mantivessem os olhos fechados. No caso da condição SV, um experimentador ficou à frente e à direita da criança para fornecer auxílio, caso fosse necessário, e verificar se os olhos eram mantidos fechados durante toda a tentativa.



**FIGURA 1** - Descrição esquemática da situação experimental, tendo como exemplo uma criança mantendo a posição em pé.

Para cada condição experimental foram coletadas 3 tentativas de 20 segundos, totalizando 6 por cada participante. A tentativa era iniciada quando o experimentador dava o comando

“estátua” ou, no caso da “sessão de fotos” o experimentador esperava que a criança adotasse a posição estática e, então, determinava o início da tentativa. Quando a tentativa terminava, a criança

era informada de seu término. A sequência de coleta das tentativas foi determinada aleatoriamente, com a criança escolhendo, através de 6 cartas encobertas, com 3 desenhos da máscara (condição SV) e 3 desenhos dos olhos (condição CV), a tentativa que ela iria realizar. Se a criança realizasse qualquer movimento durante a coleta da tentativa, o momento de ocorrência deste movimento era anotado para exclusão da tentativa ou de parte da tentativa, durante a análise dos dados.

Quando a criança estava posicionada para o início da tentativa, um emissor infravermelho (OPTOTRAK 3020 - 3D Motion Measurement System, NDI) foi afixado nas costas, na posição estimada do centro de massa. Os dados deste emissor foram capturados pelo OPTOTRAK<sup>1</sup> com uma frequência de coleta de 200 Hz, e forneceu informação sobre a posição estimada do centro de massa nas direções vertical, médio-lateral e ântero-posterior.

### Tratamento dos dados

Após a coleta dos dados, os arquivos contendo as informações das coordenadas do emissor fixado nas costas do participante, criados pelo OPTOTRAK, foram convertidos para o formato ASCII. Este arquivo foi, então, utilizado para a análise dos dados através de um programa escrito especificamente para este fim, na linguagem MATLAB (Versão 4.2c MathWorks, Inc.). Nesta análise, apenas os dados do centro de massa correspondentes às direções médio-lateral ( $CM_{ML}$ ) e ântero-posterior ( $CM_{AP}$ ) foram considerados. Estes dados foram filtrados utilizando o filtro Butterworth, segunda ordem, e frequência de corte de 5 Hz. Além disso, um polinômio de primeira ordem (reta) foi ajustado aos sinais de cada tentativa e direção ( $CM_{ML}$  e  $CM_{AP}$ ) e, então, este ajuste foi subtraído dos sinais. A subtração deste polinômio teve como função eliminar qualquer mudança do centro de massa ao longo da tentativa, caracterizado por uma frequência muito baixa, que não pode ser considerado como componente da oscilação corporal.

Após a filtragem e subtração do polinômio de primeira ordem, um gráfico contendo a oscilação do centro de massa, para ambas direções, ao longo da tentativa foi obtido. Utilizando as anotações realizadas durante a coleta dos dados e o gráfico da oscilação corporal, as tentativas foram verificadas e analisadas, checando

se a criança permaneceu na posição estática ao longo da mesma. Uma tentativa foi considerada válida para análise quando a criança permaneceu sem movimentos bruscos ou mudança de posição por no mínimo 10 segundos de coleta contínua. Caso alguma mudança brusca na oscilação do centro de massa foi verificada, a tentativa toda ou o intervalo em que ocorreu o movimento foi excluído. Baseando-se neste critério, 186 tentativas foram utilizadas para análise (aproximadamente 94% das 198 tentativas possíveis). Destas, 153 tentativas foram completas, ou seja, com 20 segundos de duração; 12 tentativas tiveram 17 ou 18 segundos de duração; 13 tentativas tiveram entre 14 e 16 segundos de duração; 7 tentativas tiveram 12 ou 13 segundos de duração e 1 tentativa teve 10 segundos de duração.

Após a definição da duração das tentativas, a amplitude média de oscilação para cada tentativa foi calculada tanto para  $CM_{ML}$  quanto para  $CM_{AP}$ . A amplitude média de oscilação foi calculada subtraindo a posição média computada, utilizando todos os valores da oscilação corporal dentro de uma tentativa, de cada valor da tentativa. Após subtrair a média de todos os valores, o desvio padrão foi calculado, obtendo um valor que corresponde à dispersão dos valores referentes à oscilação corporal. Desta forma, a amplitude média de oscilação é uma variável que é sensível às oscilações do centro de massa e que, portanto, pode ser utilizada para quantificar o quão estável o centro de massa foi mantido pelo sistema de controle postural durante a manutenção da posição estática.

Análises de densidade espectral (Método Welch, segmento de 1024 pontos e sobreposição de 50%) foram também realizadas para determinar as frequências que compunham a oscilação do centro de massa nas direções médio-lateral e ântero-posterior, com uma resolução de 0,09 Hz. Examinando os gráficos da análise espectral pôde-se constatar a ocorrência de um pico definido na composição do espectro. Desta forma, definiu-se por utilizar a frequência predominante da oscilação corporal. A frequência predominante foi aquela frequência que apresentou o maior valor (pico) dentre os valores que compuseram o espectro. Os valores da frequência predominante foram obtidos tanto para a direção médio-lateral ( $FP_{ML}$ ) quanto para a ântero-posterior ( $FP_{AP}$ ).

Para efeito de análises posteriores, a média dos valores obtidos para as três tentativas de cada participante em cada condição experimental foi calculada. Desta forma, apenas um valor

correspondente a cada participante e condição foram considerados para a oscilação corporal e a frequência predominante nas duas direções ( $CM_{ML}$ ;  $CM_{AP}$ ;  $FP_{ML}$  e  $FP_{AP}$ , respectivamente)

### Análise estatística

Duas análises de multivariância (MANOVA) foram utilizadas para a análise estatística neste estudo. Em ambas MANOVAs, as 5 faixas etárias (2, 3, 4, 5 e 6 anos de idade) e as 2 condições experimentais (CV e SV) foram consideradas como fatores, sendo que o fator condição experimental foi tratado como medida repetida. A primeira MANOVA teve como variáveis dependentes a amplitude média de oscilação em ambas direções ( $CM_{ML}$  e  $CM_{AP}$ ). A segunda MANOVA teve como variáveis dependentes a frequência predominante de oscilação em ambas direções ( $FP_{ML}$  e  $FP_{AP}$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SPSS (SPSS for Windows, versão 6.1). Em ambas MANOVAs o nível de significância foi mantido em 0,05.

## RESULTADOS

### Oscilação corporal

Nenhuma diferença na manutenção da posição estática em pé, tanto para a direção médio-lateral quanto para a direção ântero-posterior, foi verificada entre as faixas etárias e nas duas condições em que a informação visual foi manipulada. A FIGURA 2 apresenta as médias e desvios padrão da amplitude média de oscilação para cada faixa etária e condição experimental para ambas as direções. Análise de multivariância não detectou diferença alguma na amplitude média de oscilação entre as faixas etárias, Wilks' Lambda = 0,84,  $F(8,54) = 0,59$ ,  $p > 0,05$ , entre as duas condições experimentais (sem visão e com visão), Wilks' Lambda = 0,82,  $F(2,27) = 2,81$ ,  $p > 0,05$ , e na interação das faixas etárias com as duas condições experimentais, Wilks' Lambda = 0,84,  $F(8,54) = 0,58$ ,  $p > 0,05$ .

### Frequência de oscilação corporal

Análise espectral revelou que a frequência predominante da oscilação corporal dos participantes ficou ao redor de 0,3 Hz. Da mesma forma que a oscilação corporal, nenhuma diferença

na frequência de oscilação corporal durante a manutenção da posição estática em pé foi verificada entre as faixas etárias e condições experimentais. A FIGURA 3 apresenta as médias e desvios padrão da frequência predominante de oscilação para cada faixa etária e condição experimental para ambas as direções. Análise de multivariância não detectou diferença alguma na frequência predominante de oscilação entre as faixas etárias, Wilks' Lambda = 0,78,  $F(8,54) = 0,86$ ,  $p > 0,05$ , entre as duas condições experimentais (sem visão e com visão), Wilks' Lambda = 0,86,  $F(2,27) = 2,14$ ,  $p > 0,05$ , e na interação das faixas etárias com as duas condições experimentais, Wilks' Lambda = 0,68,  $F(8,54) = 1,39$ ,  $p > 0,05$ .

## DISCUSSÃO

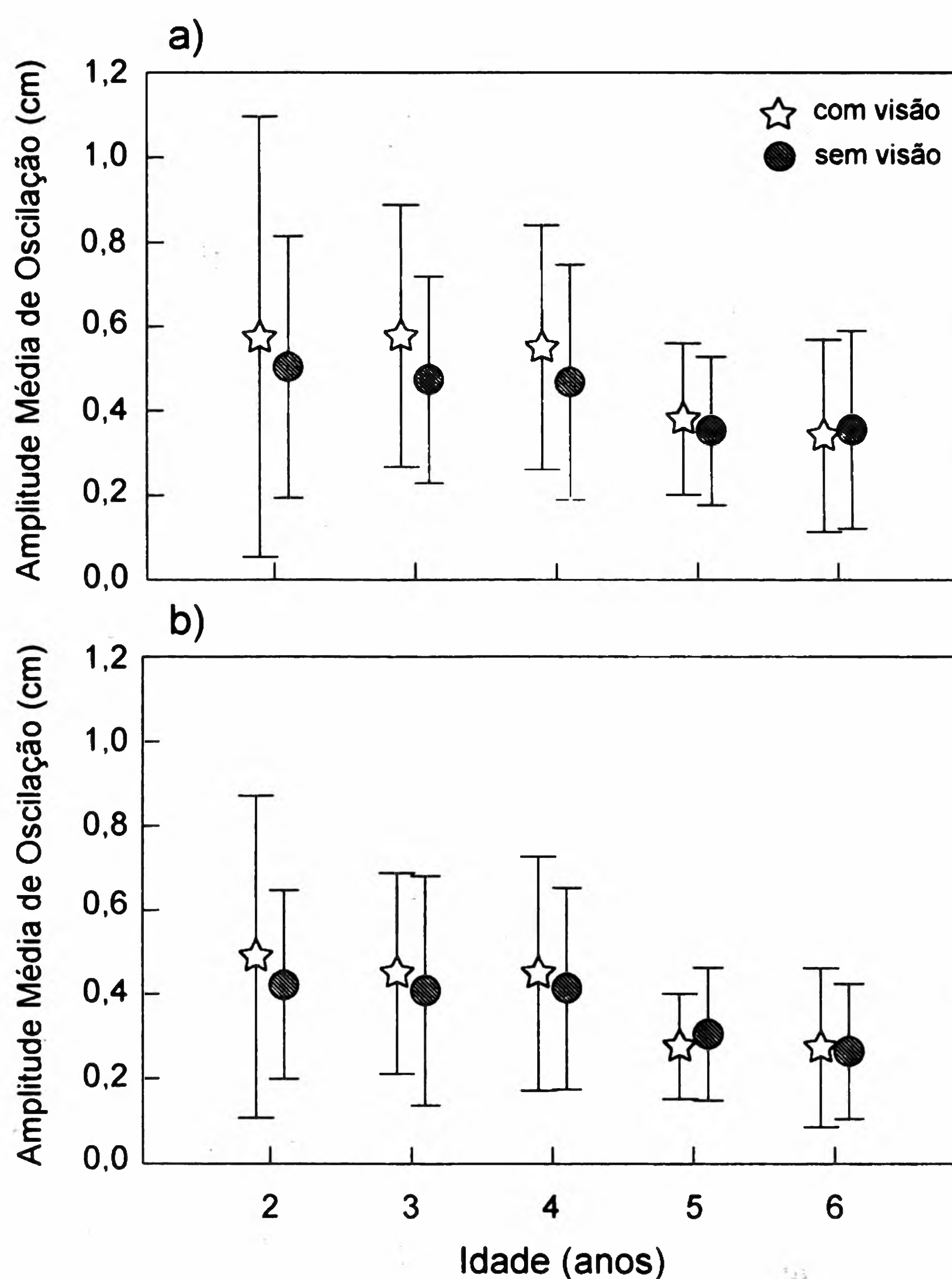
O objetivo deste estudo foi examinar o desenvolvimento do controle postural em crianças com idade entre 2 e 6 anos, quantificando a oscilação corporal e verificando os efeitos da informação visual nesta oscilação. Um dos aspectos principais deste estudo é que as faixas etárias abrangeram crianças que não haviam sido investigadas de forma sistematizada em estudos anteriores (p.ex., FIGURA, Cama, Capranica, Guidetti & Pulejo, 1991; Riach & Hayes, 1987; Riach & Starkes, 1994; Usui, Maekawa & Hirasawa, 1995). Então, este estudo cobriu esta lacuna existente na literatura sobre o desenvolvimento do controle postural.

Os resultados obtidos permitem concluir, de maneira geral, que não há diferença no controle postural, avaliado através da oscilação corporal, em crianças com idade entre 2 e 6 anos, na tarefa de ficar em pé na posição estática. Além disso, nenhuma diferença foi encontrada quando a informação visual estava ou não presente. Estes resultados permitem a discussão de alguns aspectos relacionados ao desenvolvimento do controle postural.

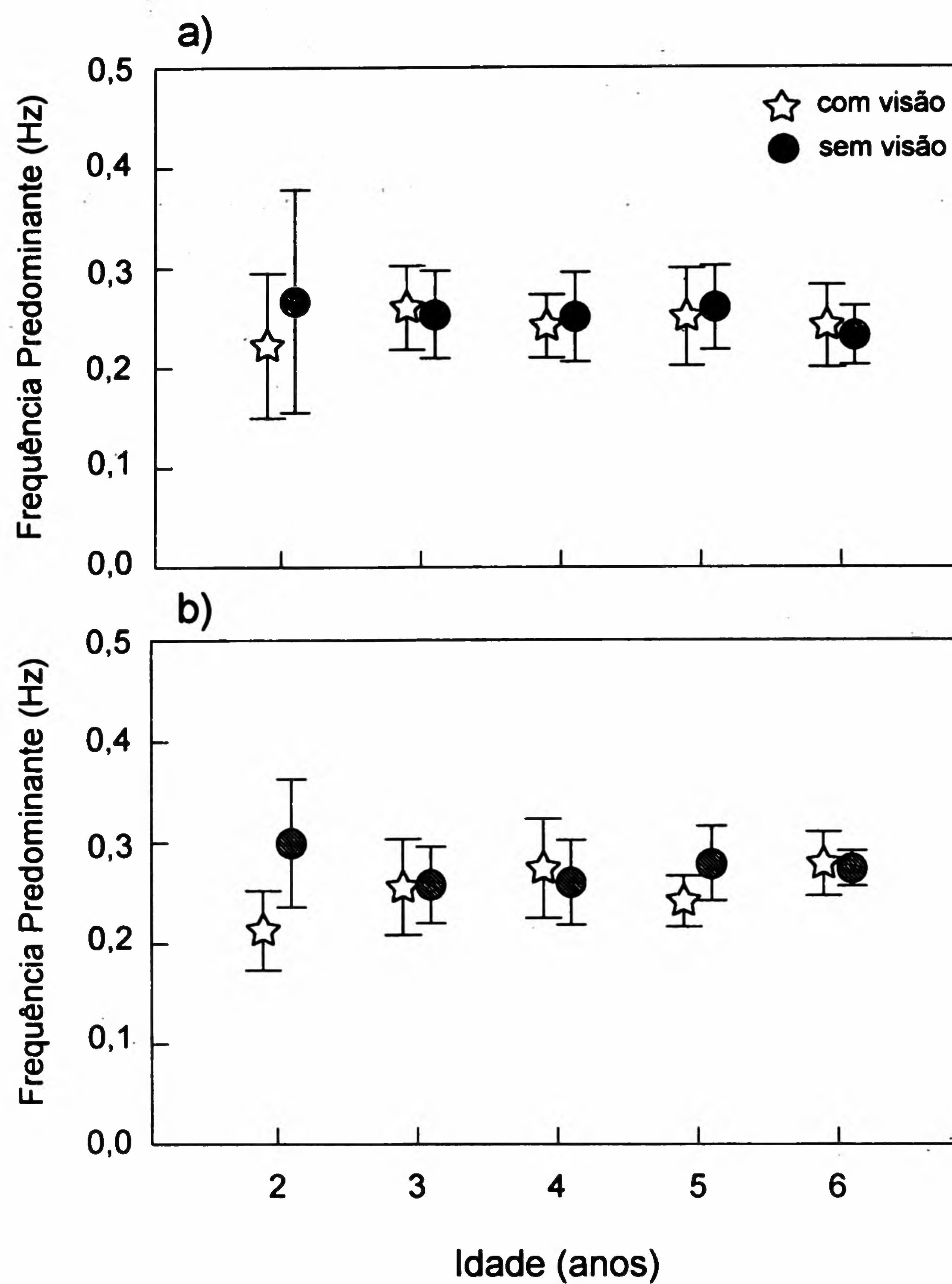
O primeiro aspecto que precisa ser discutido é a falta de diferença observada na oscilação corporal em crianças nos primeiros anos de vida, pelo menos na manutenção da posição em pé. Quantitativamente a oscilação corporal foi a mesma entre as crianças de idade variando de 2 a 6 anos, questionando a ocorrência da diminuição da oscilação corporal com o aumento da idade, verificada em vários estudos (p.ex., figura, Cama,

Capranica, Guidetti & Pulejo, 1991; Riach & Hayes, 1987; Riach & Starkes, 1994; Usui, Maekawa & Hirasawa, 1995). Esta diferença nos resultados, entretanto, precisa ser analisada mais detalhadamente. Por exemplo, apesar da magnitude da oscilação corporal não ter sido estatisticamente diferente entre os grupos etários, uma tendência na diminuição da oscilação corporal, acompanhada de diminuição da dispersão foi observada, com o aumento da idade. Na verdade, analisando mais cuidadosamente os valores para a magnitude da

oscilação corporal, dois patamares tanto para os valores médios quanto para a dispersão ao redor dos valores médios podem ser verificados. Especificamente, a oscilação corporal para os grupos de crianças de 2, 3 e 4 anos é caracterizada por valores médios um pouco acima dos grupos de 5 e 6 anos. Padrão similar pode ser verificado para a medida de dispersão. Então, apesar da diferença nos resultados obtidos neste estudo com os apresentados na literatura, uma tendência similar foi verificada de diminuição de oscilação.



**FIGURA 2** Médias e desvios padrão da amplitude média de oscilação nas direções médio-lateral (a) e ântero-posterior (b) dos grupos etários nas condições com visão (☆) e sem visão (●)



**FIGURA 3** - Médias e desvios padrão da frequência predominante de oscilação nas direções médio-lateral (a) e ântero-posterior (b) dos grupos etários nas condições com visão (☆) e sem visão (●)

Qual uma possível explicação para a discrepância dos resultados obtidos no presente estudo e os da literatura? A composição dos grupos em estudos anteriores pode ser uma das causas destas diferenças. Normalmente, a composição dos grupos estudados não é caracterizada por uma sequência cronológica na idade das crianças, sendo muitas vezes crianças de faixas etárias diferentes agrupadas em um único grupo. No presente estudo, a composição dos grupos seguiu uma distribuição cronológica (2, 3, 4, 5 e 6 anos) com variação máxima de +/- 3 meses. Desta forma, o delineamento dos grupos etários neste estudo possibilitou uma melhor verificação do controle postural ao longo dos primeiros anos de vida. Por exemplo, os resultados deste estudo questionam a ocorrência de mudanças desenvolvimentais dramáticas na manutenção da posição ereta estática entre o segundo e o sexto ano de vida e a noção de que a manutenção desta posição melhora

linearmente com o aumento da idade. Entretanto, novos estudos verificando outros aspectos e com uma amostragem maior necessitam ser implementados para que uma melhor definição do curso desenvolvimental do controle postural venha a ser alcançada com maior precisão.

Um segundo aspecto que este estudo esclarece é que a frequência de oscilação corporal, enquanto mantendo a posição estática, é praticamente a mesma para crianças e adultos. Apenas alguns poucos estudos (p.ex., Ashmead & McCarty 1991) haviam verificado este aspecto em crianças e, apesar da necessidade de precaução na interpretação dos resultados, indicavam que crianças oscilavam com uma frequência maior que aquela verificada para adultos. Os resultados do presente estudo permitem concluir que a oscilação corporal nos primeiros anos de vida está por volta de 0,2 Hz sendo, portanto, semelhante à frequência verificada por Soames & Atha (1982) para adultos.



Mais ainda, a frequência de oscilação parece não sofrer qualquer alteração ao longo dos primeiros anos de vida.

Com relação ao segundo aspecto examinado neste estudo, pôde-se verificar a influência da informação visual na manutenção da oscilação corporal. Os resultados obtidos nos levam a concluir que informação visual não melhorou significativamente a manutenção da posição ereta entre crianças de 2 e 6 anos de idade. A oscilação corporal e a frequência desta oscilação não diferiram nas situações de ausência ou presença da informação visual. Resultados semelhantes com outros grupos etários têm sido observados (p.ex., Portfors-Yeomans & Riach, 1995; Riach & Starkes, 1989). Os resultados obtidos neste estudo e nos estudos anteriores questionam a dependência visual do sistema de controle postural em crianças abaixo dos sete anos de idade sugerida por Woollacott e colegas (Shumway-Cook & Woollacott, 1985; Woollacott, Debû & Mowatt, 1987). Se ocorresse tal dependência, seria de esperar que sem informação visual, a performance decaísse. Este não foi o caso verificado na oscilação corporal das crianças. É claro que informação visual é importante para a manutenção da posição ereta, por exemplo em adultos (Paulus, Straube & Brandt, 1984; Paulus, Strabe, Krafczyk & Brandt, 1989), entretanto parece não propiciar melhora na performance na manutenção da posição ereta em crianças entre 2 e 6 anos de idade.

O segundo aspecto a ser discutido com relação a utilização da informação visual é que nenhuma diferença foi encontrada entre crianças de 2 e 6 anos de idade. Crianças de 2 anos de idade não apenas foram capazes de manter a posição em pé sem visão mas também apresentaram o mesmo nível de performance que as crianças mais velhas. Então, se alguma alteração na integração sensorial ocorre por volta do sétimo ano de idade, como sugerido por Woollacott e colegas (Shumway-Cook & Woollacott, 1985; Woollacott, Debû & Mowatt, 1987), nenhuma tendência desta mudança foi verificada em crianças com idade entre 2 e 6 anos.

## CONCLUSÃO

Nenhuma diferença foi verificada na amplitude e frequência de oscilação corporal em crianças entre 2 e 6 anos de idade, embora foi observada uma tendência de diminuição da oscilação corporal em crianças com 2, 3 e 4 anos quando comparadas com crianças de 5 e 6 anos de idade. A presença de informação visual não provocou qualquer diferença nestas características da oscilação corporal. Estes resultados indicam que não há mudança no controle postural relacionado à manutenção da posição ereta em crianças nesta faixa etária e que informação visual não pode ser considerada como fonte predominante de informação sensorial para o controle postural, como havia sido sugerido anteriormente.

---

## ABSTRACT

### POSTURAL CONTROL IN CHILDREN: BODY SWAY AND ITS FREQUENCY

The purpose of this study was to examine body oscillation in upright stance in children aging from two to six years and the role that visual information plays during the maintenance of upright stance. Thirty-three children divided into five groups (2, 3, 4, 5, and 6 years) participated in this study. These children stood upright, with parallel feet, during 20 seconds under two experimental conditions: with and without vision. An IRED (OPTOTRAK 3020) marker was placed on each participant's back, around the center of mass estimated position. From this marker, mean sway amplitude and predominant frequency of center of mass oscillation were calculated for the medial-lateral and anterior-posterior directions. Multivariate analyses revealed no significant effect for the age and experimental conditions (with and without vision) for both mean sway amplitude and predominant frequency in the medial-lateral and anterior-posterior directions, even though a tendency of less body sway was observed between the 2-, 3-, and 4-year-old children and the 5- and 6-year-old children. These results suggest that no developmental changes take place from two to six years of age in maintaining the upright stance. Moreover, the use of visual information seems to not improve the

maintenance of the upright position, suggesting that children's postural control, from two to six years, is not vision-dependent.

UNITERMS: Children; Postural control; Vision; Motor development.

## NOTAS

1. Optotrak é um sistema de análise de movimento que através de emissores infra-vermelhos e de um conjunto de câmeras é capaz de oferecer informações tri-dimensionais, em tempo real, sobre a posição espacial de cada emissor. Em uma área de aproximadamente 3 metros quadrados, o OPTOTRAK consegue detectar o posicionamento de emissores afixados em locais específicos de interesse com erro inferior a 1 mm, nas três direções de movimento (x, y e z).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHMEAD, D.H.; MCCARTY, M.E. Postural sway of human infants while standing in light and dark. *Child Development*, v.62, p.1276-87, 1991.
- BARELA, J.A. **Development of postural control: the coupling between somatosensory information and body sway.** 176p. College Park, MD, 1997. Dissertação (Doutorado) – University of Maryland.
- BARELA, J.A.; JEKA, J.J.; CLARK, J.E. The use of somatosensory information during the acquisition of independent upright stance. *Infant Behavior and Development*, v.22, n.1, p.87-102, 1999.
- FIGURA, F.; CAMA, G.; CAPRANICA, L.; GUIDETTI, L.; PULEJO, C. Assessment of static balance in children. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, v.31, n.2, p.235-42, 1991.
- HORAK, F.B.; MACPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L.B.; SHEPARD, J.T., orgs. **Handbook of physiology.** New York, Oxford University Press, 1996. p.255-92.
- PAULUS, W.; STRAUBE, A.; BRANDT, T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain*, v.107, 1143-63, 1984.
- PAULUS, W.; STRAUBE, A.; KRAFZCYK, S.; BRANDT, T. Differential effects of retinal target displacement, changing size and changing disparity in the control of anterior/posterior and lateral body sway. *Experimental Brain Research*, v.78, 243-52, 1989.
- PORTFORS-YEOMANS, C.; RIACH, C.L. Frequency characteristics of postural control of children with and without visual impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v. 37, p.456-63, 1995.
- RIACH, C.L.; HAYES, K.C. Maturation of postural control in young children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v.29, p.650-8, 1987.
- RIACH, C.L.; STARKES, J.L. Velocity of centre of pressure excursions as an indicator of postural control systems in children. *Gait & Posture*, v.2, p.167-72, 1994.
- \_\_\_\_\_. Visual fixation and postural sway in children. *Journal of Motor Behavior*, v.21, n.3, p.265-76, 1989.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. The growth of stability: postural control from a developmental perspective. *Journal of Motor Behavior*, v.17, n.2, p.131-47, 1985.
- SOAMES, R.W.; ATHA, J. The spectral characteristics of postural sway behavior. *European Journal of Applied Physiology*, v.49, p.169-77, 1982.
- USUI, N.; MAEKAWA, K.; HIRASAWA, Y. Development of the upright postural sway of children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, v.37, p.985-96, 1995.
- WOOLLACOTT, M.; DEBÛ, B.; MOWATT, M. Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? *Journal of Motor Behavior*, v.19, p.167-86, 1987.
- ZERNICKE, R.F.; GREGOR, R.J.; CRATTY, B.J. Balance and visual proprioception in children. *Journal of Human Movement Studies*, v.8, p.1-13, 1982.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração de Thaís Peixoto Gaiad nos preparativos iniciais deste estudo.

Recebido para publicação em: 18 fev. 2000

Revisado em: 03 out. 2000

Aceito em: 14 dez. 2001

ENDEREÇO: José Angelo Barela

Av. 24-A, 1515 - Bela Vista

13506-900 - Rio Claro - SP BRASIL

e-mail: jbarela@rc.unesp.br