

## Relato de caso

# Efeitos da estimulação cortical por sintetização auditiva conjugada na marcha de uma criança com diplegia espástica

## *Effects of auditory stimulation coupled with a program targeting mental gait in children with spastic diplegia*

Jeniffer Santos\*, Ana del Duca Frazão\*, Sonia Maria Almeida\*\*, Elaine Guiomar Baeta\*\*, Vernon Furtado da Silva, D.Sc.\*\*\*

.....  
\*Laboratório de Aprendizagem Neural e Performance Motora (LANPEM/CNPQ), \*\*Mestranda em Ciência da Motricidade Humana – UCB/RJ, \*\*\*Laboratório de Aprendizagem Neural e Performance Motora (LANPEM/CNPQ) – UCB/RJ

### Resumo

O termo paralisia cerebral é usado para um grupo de condições caracterizadas essencialmente por disfunção motora. Com base nesta assertiva, o presente estudo teve por objetivo investigar os efeitos da estimulação auditiva conjugada a um programa de direcionamento mental na marcha de uma criança com diplegia espástica (DE). Este programa foi, em parte, baseado na abordagem dos neurônios-espelho e nele a criança sendo estudada tinha que observar, mentalizar e executar o ato de levantar e andar que era demonstrado por outra criança. A metodologia é de um estudo de caso (N = 1) de um indivíduo com cinco anos de idade, gênero masculino, diagnosticado com DE, com rigidez muscular de membros inferiores, não deambulando com independência. *Procedimentos:* Foram aplicadas 48 sessões de 30 minutos de estimulação cerebral de ondas alfa, precedidos de exercícios do programa de educação motora. As mensurações foram feitas através do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa para Paralisia Cerebral, da Bateria Psicomotora e da Sequência de Desenvolvimento de Habilidades Locomotoras. O resultado do item tonicidade, da bateria psicomotora, em medidas pré e pós-intervenção revelou-se significativo, com qui quadrado = 8,428, gl 1 e 18,  $p < 0,05$ . Este resultado coincidiu tanto com melhoras inequívocas observadas nos testes do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa para Paralisia Cerebral, quanto para os da Sequência de Desenvolvimento de Habilidades Locomotoras. A intervenção proposta no estudo pode gerar efeitos muito positivos na marcha de uma criança com DE, como a sua total independência na marcha, além da independência nas suas AVDs.

**Palavras-chave:** diplegia espástica, estimulação auditiva, deambulação.

### Abstract

The term cerebral palsy (CP) is used for a group of conditions primarily characterized by motor dysfunction. The aim of this study was to investigate the effects of auditory cortical stimulation coupled with a program partially based upon the mirror neurons approach and in which a child with spastic diplegia (SD) had to mentally learn and practice the gait pattern observed from another child. This was a case study (N = 1) and the individual was 5 years old, male, with stiffness of limbs, not ambulating independently. The combined program included 48 sections of 30 minutes of alpha waves brain stimulation, preceding with exercises within the motor education program. Measurements were taken by the use of The Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy (GMFCS), a psychomotor battery, and a validated instrument for evaluating the Sequence of Locomotor Skills Development of children (SLSD). The result related to muscles tone parameter, measured by the psychomotor battery, compared between the pre and post-intervention data was significant, being the index  $\chi^2 = 8.428$ , df 1 and 18,  $p < 0.05$ . The beneficial results seen on muscles tone coincided with a clear improvement in most of the items of the GMFCS for Cerebral Palsy, as well as for the SLSD items. It was discussed the proposed intervention in this study can be indicated as capable for promoting very positive effects on gait, as a basis for total gait independence, and for independence in ADLs of children with SD, due to a CP accident.

**Key-words:** spastic diplegia, cortical auditory stimulation, walking.

Recebido em 14 de outubro de 2009; aceito 26 de outubro de 2009.

Endereço para correspondência: Vernon Furtado da Silva, Rua Rosa Antunes, 400 bloco 5 casa 105, Vargem Pequena, 22783-225 Rio de Janeiro RJ, E-mail: vernonfurtado2005@yahoo.com.br

## Introdução

A etiologia exata das disfunções motoras causadas pela paralisia cerebral é muitas vezes desconhecida, mas é possível afirmar que os casos pré-natais associam-se principalmente às condições anóxicas, às infecções materna e fetal, ao uso de narcóticos e ao etilismo materno. Os casos peri-natais relacionam-se, sobretudo, à asfixia, a traumas diversos e ao uso inadequado de “fórceps” durante o parto. Já nos pós-natais, é comum observar a associação de paralisia cerebral a casos de infecção, problemas vasculares, traumatismos crânio-encefálicos, dentre outros [1].

A diminuição na coordenação, no controle dos movimentos voluntários e na postura de portadores de paralisia cerebral - fatores essenciais ao bom desenvolvimento do sistema neuromotor [2,3] – acarretam, muitas vezes, o aparecimento tardio ou mesmo a ausência de alguns padrões motores maduros. Dessa forma, os problemas de lesão cerebral em crianças têm despertado, além de um grande interesse de pesquisa, uma grande via de inserção em programas de atividades motoras [4-7].

Por sofrerem alterações na estrutura e na função do sistema neuro-músculo-esquelético, crianças acometidas por paralisia cerebral tendem, na maioria dos casos, a desenvolver fraqueza muscular, dificuldades no controle entre as musculaturas agonista e antagonista, restrição da amplitude de movimento, além de alterações de tônus e de sensibilidade somatognósicas [8]. Essas alterações podem estar presentes desde a tenra infância, havendo relação direta entre a gravidade da seqüela neurológica e a dimensão dos déficits neuromotores e sensoriais [9].

Contudo é necessária muita cautela para não se classificar um portador de paralisia cerebral exclusivamente como um portador de deficiência mental. Coletta *et al.* [10] enfatizam que, em muitos casos, a inteligência do portador de paralisia cerebral é normal, a não ser que a lesão tenha afetado áreas responsáveis pela cognição ou pela memória. Em muitos casos a cognição não sofre alteração, havendo apenas um comprometimento motor que varia em relação ao nível da desordem. Assim, define-se paralisia cerebral como uma encefalopatia crônica, não progressiva da infância, que desordena o movimento e a postura, podendo haver um desequilíbrio de tônus muscular que vai prejudicar o desenvolvimento motor, podendo ou não apresentar déficits cognitivos [11].

O termo encefalopatia, desde o Simpósio de Oxford (1959), foi definido como mais adequado à nomenclatura dessa síndrome, visto não ser uma parada total das atividades físicas e mentais. Por isso a justificativa da utilização do termo Encefalopatia Crônica não Progressiva da Infância, para deixar claro seu caráter persistente, mas não evolutivo, apesar das manifestações clínicas poderem mudar com o desenvolvimento, e até com a sua plasticidade cerebral [12].

Segundo Mancini *et al.* [13], a paralisia cerebral, quanto ao envolvimento de partes do corpo, é classificada como

quadriplegia, hemiplegia e diplegia. Outras denominações são quanto ao tônus muscular e ao tipo de desordem do movimento, podendo ser classificadas como espasticidade, atáxia, hipotonia, atetóide, e misto. O termo diplegia espástica é baseado na topografia corporal e no envolvimento motor. Caracteriza-se por afetar principalmente os membros inferiores, sendo comumente relacionadas à prematuridade, havendo aumento da resistência ao movimento passivo, sendo que após a resistência inicial pode haver o relaxamento – a espasticidade [12].

Na ocorrência de lesões neurológicas, os mecanismos cerebrais de reparação e reorganização do sistema nervoso central surgem imediatamente. O conhecimento desses mecanismos da plasticidade neural levou ao desenvolvimento de novos conhecimentos terapêuticos para pacientes com distúrbios neurológicos, tornando o estudo dessa capacidade tão importante, pois representa um avanço real no processo de reabilitação [14]. Para Teixeira *apud* Pascual-Leone *et al.* [15], a plasticidade é uma propriedade intrínseca do sistema nervoso central durante todo o curso da vida. O sistema nervoso modifica-se continuamente, sendo a plasticidade uma consequência obrigatória de cada *input* sensorial e de cada atividade motora.

Sabendo-se que o córtex, durante sua atividade diária, forma as diferentes ondas cerebrais, e que essas são responsáveis pelos diversos estados cognitivos e comportamentais que, por sua vez, estão relacionados aos mais variados processos da vida humana, entre eles a aprendizagem [16], foi criada a técnica de estimulação audiovisual objetivando atuar nesse mecanismo para melhorar um determinado desempenho [17].

Esse condicionamento cortical provocado pelos estímulos fóticos e/ou auditivos tem como objetivo impor uma mudança dos padrões corticais (ritmos do encéfalo), visando melhorar seu rendimento em uma determinada atividade motora-cognitiva, sendo possível selecionar uma determinada faixa de frequência para treinar um indivíduo. Os benefícios dessa estimulação são vários, incluindo o aumento do fluxo sanguíneo cerebral, o aumento da produção de determinados neurotransmissores, o estímulo à plasticidade neural e o equilíbrio da atividade cortical entre os hemisférios cerebrais. Estes efeitos podem potencializar o cérebro de forma a abrir as *suas portas* para novas informações, aprendizagens e memória, através da facilitação e aceleração do processamento mental [18].

A justificativa científica para o uso da estimulação do cérebro via sintetizações fótica e/ou auditiva, baseia-se em evidências oriundas de uma literatura específica a qual mostra que os feixes de estímulos (da sintetização) são remetidos ao núcleo olivar e, em seguida ao tálamo, o qual, em atendimento ao sistema reticular ativado, envia as frequências ao córtex. Pelos efeitos dos ritmos binaurais no sistema auditivo, em poucos minutos, ou possivelmente segundos, o cérebro passa a acompanhar a frequência que lhe está sendo imposta. Esse mecanismo reforça as sinapses em todo o córtex, tendo a lei

de Hebb como referência teórica e que aplicada no caso da sintetização, ora em apreciação, significa que um mecanismo de detecção de coincidências temporais nas descargas neuronais, por ela promovidas atua sobre múltiplos pares de neurônios em sinapses. Esta simultaneidade de ativação faz reforçar cada um dos pares das múltiplas sinapses em desenvolvimento promovendo a ordenação dos ritmos neurais do indivíduo sendo estimulado [16].

Um fato que alicerça a efetividade funcional da estimulação auditiva é o fato da mesma poder ser caracterizada como uma estimulação de alcance profundo (deep-stimulation), pois o estímulo em questão alcança primeiramente as estruturas do tronco encefálico. Estas podem ser inferidas a partir das modificações, em padrões corticais, vistas no EEG imediatamente após um evento de estimulação. Assim, na estimulação audiovisual há um ajuste funcional, podendo não ter uma função de modificação estrutural [19].

Estudos [20-26] comprovam que indivíduos submetidos a treinamentos específicos para determinadas desordens orgânicas, ou problemas tais como o distúrbio do sono, o déficit de atenção, a ansiedade, a depressão, a dor e patologias neurológicas apresentam altos índices de melhora quando o treinamento se efetiva em função centrada para o equilíbrio das suas ondas cerebrais, por meio de estímulos áudios-visuais.

## Material e métodos

A pesquisa é um estudo de caso (N = 1) exploratório quanti-qualitativo de natureza pré-experimental. Indivíduo do gênero masculino, cinco anos de idade, que apresentava diplegia espástica, diagnosticada no Hospital onde é tratado, com rigidez muscular de membros inferiores que impedia a sua deambulação com independência, sendo que quando deambulando precisava estar firmemente amparado, mas ainda assim apresentando rigidez muscular. Essas condições o faziam arrastar os membros inferiores quando em deslocamento, apresentando respostas muito lentas com a fisioterapia convencional. O mesmo, não apresentava déficits cognitivos, revelando ter as funções perceptivas visuais e auditivas normais.

A intervenção efetivada se alicerçou na teoria dos neurônios-espelho [27,28]. Assim sendo, o procedimento consistiu em, sempre que cessada uma sessão de estimulação auditiva, o sujeito da pesquisa assistia a vídeos de outras crianças executando o ato de levantar, recebendo em seguida, através do pesquisador, as instruções necessárias para a execução do mesmo ato, além de se olhar em um espelho enquanto planejava e executava o ato em si. Juntando-se a teorização dos neurônios-espelho à da neurofisiologia da estimulação cortical, estipulou-se a possibilidade que provavelmente a estimulação programada poderia proporcionar aos neurônios corticais (espelhos), envolvidos no planejamento do ato de levantar, um “plus” em termos de facilitação funcional. Esse

“plus” oriundo da formação reticulada, uma sessão encefálica integradora de impulsos emergentes dos mecanismos sensoriais, órgãos receptores da estimulação auditiva. Daí, como bem explicado por Brady [29], a formação reticulada pode, através do tálamo, influenciar o padrão de ondas corticais, equilibrando as funções interhemisféricas, beneficiando a condição da criança estudada para aprender o ato motor sob prática [18].

Tomando por base a descrição acima, cada sessão teve a duração de 30 minutos, três vezes por semana, durante quatro meses. A pesquisa foi realizada a partir de observação individual feita por um só pesquisador, com filmagem do sujeito antes e após cada mês de treinamento. Além da filmagem, neste momento também eram realizados os testes programados.

Foi utilizado um aparelho eletrônico computadorizado denominado Orion, fabricado pela Mindplace, composto por óculos escuros com 4 leds na face interna de cada lente, um fone de ouvido estéreo e um microprocessador onde estão gravadas várias sessões de estimulação. Destas, a apropriada para a pesquisa e, portanto, selecionada foi a denominada *Effective Learning*, própria à estimulação das ondas Alpha em 8-10 Hz. Esta faixa de estimulação se adapta à sequência fisiológica descrita acima, com interatividade de vários mecanismos a partir da formação reticulada, via tálamo e córtex cerebral. O resultado do fluxo de impulsos, nesta ordem é uma “predisposição” neural para aprendizagem, percepção e memória.

O procedimento de estimulação, conjugado ao programa de educação motora (referência aos neurônios espelhos), foi feito utilizando-se apenas a ativação auditiva e bloqueando-se a parte fótica. Isso devido ao caráter de prevenção de risco. Ou seja, mesmo tendo-se um resultado aproximado de zero (0), definido por um procedimento semiológico neuropsiquiátrico [30], de que o indivíduo sob pesquisa pudesse desenvolver processos convulsivos, por uso da estimulação fótica, decidiu-se pelo uso da estimulação auditiva isoladamente. Esta forma de estimulação, se não tem se mostrado tão apropriada e efetiva quanto a forma conjugada, em muito se aproxima do procedimento dual [31].

Para a coleta de dados foram utilizados o Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (SCFMG) para paralisia cerebral, a Bateria Psicomotora de Vitor da Fonseca e a Sequência de Desenvolvimento de Habilidades Locomotoras.

O SCFMG foi desenvolvido para categorizar a mobilidade de crianças com paralisia cerebral. A classificação com o uso deste instrumento é feita de acordo com a idade da criança, e os estudos sustentam a idéia de que a mesma possui um bom grau de estabilidade quando aplicada ao longo dos anos. Ou seja, uma criança geralmente permanece no mesmo nível de classificação, somente mudando deste se alguma interferência terapêutica forte ocorrer [32]. Baseia-se no movimento iniciado voluntariamente, enfatizando particularmente o sentar (controle de tronco) e o andar.

Devido ao período da infância representar um tempo ideal para que a criança desenvolva e refine tarefas motoras, a Sequência de Desenvolvimento de Habilidades Locomotoras [33], analisa-a, desde os movimentos fundamentais até habilidades esportivas [12]. Em caso de verificação de efeito de treino, a mesma caracteriza-se como uma escala que atribui pontuação para as habilidades locomotoras conseguidas durante a fase do pré e do pós-treinamento, sendo acompanhada por vídeos que classificam a criança de acordo com a autonomia de sua marcha. O outro instrumento utilizado foi a Bateria Psicomotora de Vitor da Fonseca [34], que permite a análise qualitativa da integridade psicomotora de um indivíduo. A referida Bateria é dividida em trinta e duas tarefas. Cada tarefa realizada é medida em uma escala de pontuação entre 1 e 4. Dos itens totais da Bateria foram analisadas aqui as tarefas de extensibilidade do fator tonicidade (item 1); tarefa ocular (item 2); tarefa auditiva (item 3); tarefas manual e pedal, do fator lateralização (item 4); tarefa de reconhecimento de lateralidade, direita-esquerda (item 5); auto-imagem (item 6); e o item 7, sentido cinestésico, do fator noção do corpo [35].

Os dados coletados em versões pré e pós-programa de educação motora, com estimulação auditiva bi-neural, se classificaram como de natureza ordinal e intervalar. Os de natureza ordinal foram tratados através de estatística não-paramétrica, utilizando-se para tanto o teste de Kruskal Wallis com inferência qui quadrado baseando-se em três momentos do programa de educação motora, ou seja, no seu início e dois e quatro meses após o mesmo. Os dados intervalares associados às análises dos perfis alpha pré e pós-programa foram analisados com a utilização de uma ANOVA (oneway). Possíveis ganhos decorrentes do efeito do programa sobre as variáveis de interesse foram testados sob uma perspectiva de  $\alpha \leq 0,05$ . Além disto, também foram realizadas análises qualitativas sobre dados oriundos de observações sistematizadas do comportamento do indivíduo, tanto na fase inicial do programa quanto no momento da conclusão do mesmo.

## Resultados

Observa-se, na Tabela I, que foram estudados três blocos da bateria psicomotora, sendo o teste da hipótese principal feito em relação ao fator tonicidade, definido por meio de uma análise de variância não paramétrica. O resultado desta análise (Kruskal Wallis) sob o item tonicidade em medidas pré e pós-intervenção do Programa de Educação Motora com estimulação cerebral por sistematização auditiva, revelou-se significativa com  $\chi^2 = 8,428$ , gl 1 e 18,  $p < 0,05$ .

As médias pré e pós-intervenção para o fator tonicidade são mostradas na Tabela I, onde se vê, também, os resultados médios de lateralização e noção do corpo, fatores estudados concomitantemente com o fator tonicidade.

**Tabela I** - Média de performance psicomotora (Bateria psicomotora) antes e depois da intervenção com o programa de educação motora com estimulação cerebral via sintetização auditiva.

Bloco de testes	Antes	Depois	Número de itens
	Média DP	Média DP	
Tonicidade	2,20 0,83	3,40 0,52	9 (nove)
Noção do corpo	2,30 NO	4,00 NO	3 (três)
Lateralização	2,00 NO	3,00 NO	4 (quatro)

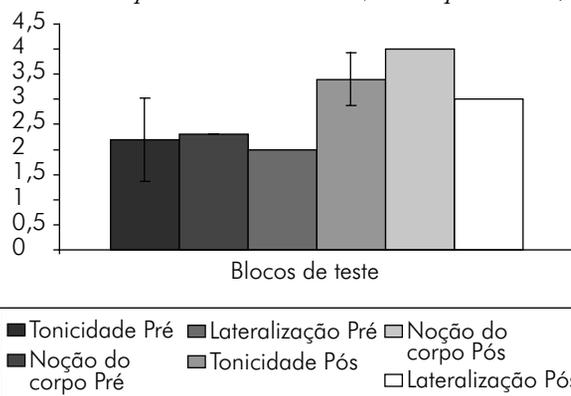
Os resultados acima coincidiram com as melhoras observadas nos testes efetivados por meio do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa para Paralisia Cerebral (SCFMG) e pelo teste de Sequência de Desenvolvimento de Habilidades Motoras. No SCFMG as médias dos índices de observação comportamental mudaram do nível 3 (nível médio de performance), evoluindo para o nível 1 (nível mais alto desta classificação). Este nível mais alto refere-se à capacidade do indivíduo de 1) sentar-se no chão com ambas as mãos livres para manipular objetos; 2) os movimentos de sentar e levantar são realizados sem qualquer assistência, de outra pessoa ou material; 3) anda em uma forma preferida de locomoção, sem a necessidade de qualquer aparelho auxiliar para isso; e 4) anda nos espaços internos e externos e sobe uma escada com certa facilidade, iniciando, dentro deste contexto, as habilidades de correr e pular.

No que tange a Sequência de Desenvolvimento das Habilidades Motoras, a criança evoluiu de 1 ponto – só deambular com apoio arrastando os membros inferiores – para 4 pontos – deambular por locais de superfície irregular, como areia, grama e rampa, com total independência.

Estas composições de habilidades se revelaram desde o terceiro mês de efetivo desenvolvimento do programa, fato que deve ser pensado em concomitância com os ganhos obtidos em termos de tonicidade muscular, item de grande importância para o desenvolvimento de habilidades locomotoras inerentes às funções de vida diária.

Na Figura 1 são apresentados os itens em crescência dos momentos pré e pós-programa de Educação Motora com estimulação cerebral por sintetização auditiva, avaliados por meio da bateria psicomotora utilizada.

**Figura 1** - Média antes e depois da intervenção com o programa de educação motora com estimulação cerebral via sintetização auditiva, em todos os itens psicomotores estudados (Bateria psicomotora).



Também se pode notar, na Figura 1, que os resultados do Programa de Educação Motora associado à Estimulação Cerebral, percebidos na variável tonicidade, também se aplicam aos resultados referentes ao teste de noção do corpo e lateralização, nos quais a criança desenvolveu habilidades para uma competência credibilizada para um bom desempenho nos itens dos testes destinados à avaliação da sua capacidade funcional.

## Discussão

A diplegia espástica pode comprometer severamente o desenvolvimento das AVDs, principalmente quando acomete crianças. Esse comprometimento funcional frequentemente acarreta transtornos não somente físicos, mas também psicossociais.

A intervenção experimental proposta no presente trabalho não encontrou precedentes nas metodologias dos trabalhos que serviram de referencial teórico para este estudo. Os resultados registrados nas mensurações pré e pós-intervenção mostram uma clara ascendência funcional do sujeito do estudo, não só devido à relevância estatística da avaliação dos dados “tonicidade”, “noção do corpo” e “lateralidade” mensurados pré e pós-intervenção, mas, também, devido à incontestável evolução da capacidade funcional observada, e comprovada tanto pelo instrumento Sistema de Classificação da Função Motora Grossa para Paralisia Cerebral (SCFMG), quanto pelo instrumento de verificação da Sequência de Desenvolvimento de Habilidades Motoras (SDHM).

A dimensão dos ganhos obtidos com a citada intervenção pode ser quantificada através da comparação com ganhos percentuais observados em outros trabalhos que tinham como objetivo primordial proporcionar melhorias na capacidade funcional de suas amostras. Porém, segundo Guerzoni *et al.* [8], em se tratando de terapias ocupacionais a análise da qualidade metodológica dos estudos selecionados revelaram pontuações de magnitudes baixa a moderada na escala OTSeeker, devido a grandes diferenças quanto ao tipo de intervenção.

Então, com as reservas que se deve guardar devido às diferenças nas intervenções feitas por cada estudo, pode-se estabelecer um paralelo entre os percentuais de ganhos verificados em outras pesquisas nesta linha, com o presente estudo. Por exemplo, Ferrarezi e Guedes [35] buscaram melhorias na flexibilidade e no equilíbrio de três adolescentes com paralisia cerebral. Através das técnicas empregadas, em média esses autores mostraram ganhos na ordem de 37 e 253% respectivamente, após 16 semanas de intervenção. Já Staub [36] se valeu da estimulação elétrica neuromuscular como ferramenta de intervenção em crianças com diplegia espástica, tendo mostrado um ganho em marcha de 4,7% entre pré e o pós-teste, depois de 12 semanas de intervenção. Estes ganhos, todavia, relacionaram-se apenas a crianças antes conceituadas como dependentes de auxílio na marcha.

Um outro estudo que se valeu do SCFMG como ferramenta de avaliação, porém utilizando o tratamento fisioterápico

fundamentado no Conceito Neuroevolutivo de Bobath foi o de Palácio, Ferdinande e Gnoatto [37], por meio do qual os autores observaram ganhos médios de 19% em todas as dimensões do teste, tendo estes ganhos, como explicaram os autores, contribuído para o aprimoramento da funcionabilidade motora e para a prevenção da instalação de padrões anormais e deformidades corporais do paciente tratado. Barato *et al.* [38], em um estudo de revisão de literatura, relataram um trabalho que talvez mais se assemelhe ao presente estudo por utilizar como ferramenta de intervenção a terapia de observação da ação, que por sua vez também se fundamenta na teoria dos neurônios-espelho. Nesse estudo, após 18 sessões de terapia de observação, pacientes com acidente vascular encefálico crônico obtiveram ganhos significativos em relação ao grupo controle, sendo estes verificados por ressonância magnética funcional. Em explicação da relação dos neurônios espelhos na intervenção, os autores concluíram que o “ver” de uma ação tem um impacto adicional positivo na recuperação das funções motoras (no caso deles pós-AVE), possivelmente pela reativação das áreas motoras que contêm o sistema combinado de execução e observação da ação. Este é um princípio básico na estruturação dos pressupostos teóricos inerentes à teorização sobre os neurônios espelhos.

Diante dos resultados acima mostrados, pode-se sugerir aqui que a intervenção com o uso de estimulação cerebral por sintetização auditiva, combinada ao programa de educação motora com base na teoria de visualização de movimentos espelhados, mostrou-se bastante efetiva, com ganhos médios de um pouco mais do que 59%, considerando-se todos os itens psicomotores estudados.

Comparando-se aos ganhos vistos em outros estudos, pode-se dizer ser uma intervenção potencial, para o tratamento de diplegia espástica, pelo menos em se tratando de um indivíduo criança. A grande diferença a ser considerada e beneficiando à intervenção realizada no presente estudo, refere-se ao fator tempo. Ou seja, o passar de uma condição de não ambulação para deambulação em menos de dois meses de intervenção, mostra-se ser um resultado formidável.

De fato, os vários estudos apresentados mais acima e utilizando a estimulação cerebral por sintetização fônica/auditiva têm revelado resultados significativos em períodos muito curtos de terapia ou treinamento. Em muitos casos, efeitos que podem ser considerados como sendo agudos. Em outras palavras, a eficácia da estimulação pode ser também dimensionada em função do curto tempo necessário para uma resposta benéfica, creditando ao seu uso, mais este fator de suma importância.

## Conclusão

O programa utilizado mostrou-se eficaz para o tipo de intervenção pretendida. Desta forma, o período de 4 meses para intervenção mostrou-se suficiente para que a criança sujeito deste presente estudo apresentasse respostas significativas.

Constatou-se, portanto, que o Programa de Educação Motora associado à estimulação cerebral por sintetização auditiva pode gerar efeitos muito positivos na marcha de uma criança com diplegia espástica, mais especificamente uma total independência para isto, além de independência em atividades de vida diária.

Embora o estudo de caso possibilite examinar cuidadosamente os efeitos da estimulação cerebral auditiva com considerável detalhamento, seu desenho limita a generalização dos resultados. Um estudo randomizado, envolvendo uma amostra maior se faz necessário, para se determinar o efeito deste dispositivo interventivo no desempenho funcional de uma determinada população. Recomenda-se, pois, a implementação de um programa de maior alcance, para que se possa definir, com mais confiança, as reais possibilidades de um tratamento como o ora em discussão, na recuperação do mal aqui estudado.

## Referências

- Christofolletti G, Hygashi F, Godoy ALR. Paralisia cerebral: uma análise do comprometimento motor sobre a qualidade de vida. *Fisioter Mov* 2007;20(1):37-44.
- Pirpiris M, Graham HK. Uptime in children with cerebral palsy. *J Pediatrics Orthop* 2004;24(5):521-8.
- Winnick JP. Educação física e esportes adaptados. 3a ed. Barueri: Manole; 2004.
- Auricchio MCMB, Pasetto SC. Atividades aquáticas para pessoas portadoras de necessidades especiais. In: IV Congresso Brasileiro de Atividade Motora Adaptada. 2001 Out 30- Nov 3; Curitiba. Anais. [citado 2008 Abr 20]. Disponível em URL: <http://www.sobama.org.br>
- Britzke AT et al. Natação para portadores de necessidades especiais. In: IV Congresso Brasileiro de Atividade Motora Adaptada. 2001 Out 30 – Nov 3; Curitiba. Anais. [citado 2008 Abr 20]. Disponível em URL: <http://www.sobama.org.br>
- Emmert T, et al. A busca da autonomia motora na paralisia cerebral através da hidroterapia. In: Krebs RJ, Ed. II Encontro Latino-americano para estudos da criança: desenvolvimento infantil. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2002.
- Gussoni EP, Junior MVP, Travassos JO. Análise do desempenho motor em atividades aquáticas da pessoa portadora de deficiência com diferentes períodos de prática. In: IV Congresso Brasileiro de Atividade Motora Adaptada. 2001 Out 30 – Nov 3; Curitiba. Anais. [citado 2008 Abr 20]. Disponível em: URL: <http://www.sobama.org.br>
- Guerzoni VPD, Barbosa AP, Borges ACC, Chagas PSC, Gontijo APB, Eterovick F, et al. Análise das intervenções de Terapia Ocupacional no desempenho das atividades de vida diárias em crianças com paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2008;8(1):17-25.
- Brasileiro IC, Moreira TMM. Prevalência de alterações funcionais corpóreas em crianças com paralisia cerebral. *Acta Fisiatr* 2006;15(1):37-41.
- Coletta DD, Carminato RA, Gorla JI, Calegari DR. Avaliação psicomotora em pessoas portadoras de paralisia Cerebral da APAE de Toledo/PR. *EFdeportes Revista Digital - Buenos Aires* 2005;10(85).
- Jerônimo BP, Silveira JA, Borges MBS, Dini PD, David AC. Variáveis espaço-temporais da marcha de crianças com paralisia cerebral submetidas a eletroestimulação no músculo tibial anterior. *Rev Bras Fisioter* 2007;11(4):261-6.
- Cândido AMDM. Paralisia cerebral: abordagem para o pediatra geral e manejo multidisciplinar [monografia]. Brasília: Residência Médica em Pediatria pelo Hospital Regional da Asa Sul; 2004.
- Mancini MC, Teixeira S, Araujo LG, Paixão ML, Magalhães LC, Coelho ZAC, et al. Estudo do desenvolvimento da função motora aos 8 e 12 meses de idade em crianças nascidas pré-termo e a termo. *Arq Neuropsiquiatr* 2002;60(4):974-80.
- Ribeiro N. O ambiente terapêutico como agente otimizador na neuroplasticidade em reabilitação de pacientes neurológicos. *Diálogos Possíveis* 2005;2(4):107-17.
- Teixeira INDO. O envelhecimento cortical e a reorganização neural após o acidente vascular encefálico (AVE); implicações para a reabilitação. *Ciênc Saúde Coletiva* 2008;13(supl. 2):2171-8.
- Hasse VG, Lacerda SS. Neuroplasticidade, variação interindividual e recuperação funcional em neuropsicologia. *Temas em Psicologia da SBP* 2004;12(1):28-42.
- Hutchison M. Megabrain: new tools and techniques for brain growth and mind expansion. New York: Ballantine Books; 1986.
- Marques LJ, Ribeiro LHB, Borges D, Guagliardi Junior MR. Método MR de potencialização cerebral e controle da mente © 2004 em atleta de triatlon. [Apresentado no Congresso FIEP; 2005; Cabo Frio, RJ].
- Silva VF, De Poly MWO, Ribeiro Júnior SMS, Calomeni MR, Pinto MVM, Silva ALS. Efeito agudo da estimulação cerebral, através de luz e som, no tempo de reação motora de jovens atletas. *EFdeportes Revista Digital - Buenos Aires* 2008;13(120).
- Anderson DJ. The treatment of migraine with variable frequency photostimulation. *Headache* 1989;29:154-5.
- Calomeni MR, Areas Neto NT, Silva VF. Potencialização cerebral: efeitos nas variáveis bio-operacionais; memória de trabalho, atenção concentrada e tempo de reação, em crianças com diagnóstico de hiperatividade. *The FIEP Bulletin* 2009;3:56-59.
- Carter JL, Russell HL. A pilot investigation of auditory and visual entrainment of brainwave activity in learning-disabled boys. *Texas Researcher: Journal of the Texas Center for Educational Research* 1993;4:65-73.
- Joyce M, Siever D. Audio-visual entrainment program as a treatment for behavior disorders in a school setting. *J Neurother* 2000;4(2):9-25.
- Siever D. The rediscover of audio-visual entrainment technology. Alberta: Comptronic Devices Limited; 1999.
- Siever D. New technology for attention and learning. Unpublished book. Alberta: Comptronic; 2002.
- Teplan M, Krakovská A, Stolc S. Short-term effects of audio-visual stimulation on EEG. *Measurement Science Review* 2006;6(4):67-70.
- Gawryszewski LG, Pereira JrA, Lameira AP. Neurônios espelho. Anais da 59ª Reunião Anual da SBPC; 2007 Julho; Belém PA.
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996;3(2):131-41.
- Brady DB. Binaural-beat induced theta EEG activity and hypnotic susceptibility. *Am J Clin Hypn* 2000;43(1):53-69.

30. Marques LJ. Padrão de atividade cortical ótima para aprendizagem hábil-motriz e cognitiva [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Castelo Branco; 2004.
  31. França RF. Indutor de ondas cerebrais por batimento binaural [monografia]. Curitiba: Universidade Positivo/NCET; 2008.
  32. Chagas PSC, Defilipo EC, Lemos RA, Mancini MC, Frônio JS, Carvalho RM. Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Fisioter* 2008;12(5):409-16.
  33. Gallahue DL, Ozmun JC. Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. 3ª ed. São Paulo: Phorte; 2005.
  34. Fonseca V. Manual de observação psicomotora: significação psiconeurológica dos fatores psicomotores. Porto Alegre: Artes Médicas; 1995.
  35. Ferrarezi KC, Guedes JERP. O uso de técnicas para auxiliar a flexibilidade e equilíbrio em adolescentes portadores de paralisia cerebral: o relato de três casos. *Acta Scientiarum* 2000;22(2):625-9.
  36. Staub ALP. Utilização da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) em crianças com paralisia cerebral do tipo diplegia espástica [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2005.
  37. Palácio SG, Ferdinande AKS, Gnoatto FC. Análise do desempenho motor de uma criança com hemiparesia espástica pré e pós-tratamento fisioterapêutico: estudo de caso. *Rev Cienc Cuid Saúde* 2008;7(Supl.1):127-31.
  38. Barato G, Fernandes T, Pacheco M, Bastos VH, Machado S, Mello MP et al. Plasticidade cortical e técnicas de fisioterapia neurológica na ótica da neuroimagem. *Revista Neurociências* 2009 (in press).
-