

COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE CEREBRAL E MOTORA ENTRE CRIANÇAS NORMAIS E CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

I. M. Miziara* e E. L. M. Naves*

*Laboratório de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

e-mail: isabelammiziara@gmail.com

Resumo: Os pacientes com paralisia cerebral (PC) são caracterizados por apresentarem desordens de movimento e postura, resultantes de uma anormalidade estática no cérebro, adquirida nos primeiros anos de vida. Diante desse cenário, visando a maior integração desses pacientes à sociedade, vê-se a necessidade de melhor compreender os mais variados tipos de comportamentos desses pacientes. Esta proposta de estudo tem como objetivo comparar a atividade cerebral e atividade motora entre crianças normais e crianças com PC. E, por meio dessa comparação, conhecer melhor as características da paralisia cerebral e tentar desenvolver novas técnicas de reabilitação a partir dos parâmetros analisados. Para isso será realizado um estudo biomecânico e eletroencefalográfico durante a execução de atividades específicas que estimulem a coordenação motora, a memória e a atenção. Espera-se que a detecção dos diferentes padrões cerebrais, em resposta a atividade motora, entre indivíduos normais e indivíduos com paralisia cerebral, possa contribuir para o desenvolvimento de novos tratamentos de reabilitação para estes pacientes e fornecer parâmetros para diversos outros estudos.

Palavras-chave: biomecânica, eletroencefalografia, paralisia cerebral, reabilitação.

Abstract: *Patients with cerebral palsy (CP) is characterized by exhibiting disorders of movement and posture because of a static abnormality in the brain, with the first years of life. In this scenario, aiming the integration of these patients to society, there is need to better understand the various types of behavior of these patients. This proposed study aims to compare the brain activity and motor activity between normal children and children with CP. And, through this comparison, understand the nature of cerebral palsy and try to develop new rehabilitation techniques from the parameters analyzed. For this a biomechanical and electroencephalographic study will be conducted during the implementation of specific activities that encourage motor skills, memory and attention. It is expected that the detection of the different brain patterns in response to motor activity between normal individuals and individuals with cerebral palsy, may contribute to the development of new treatments for rehabilitation and provide parameters for several other studies.*

Keywords: *biomechanics, electroencephalography, cerebral palsy, rehabilitation.*

Introdução

A definição mais usada atualmente afirma que a paralisia cerebral (PC) é uma doença crônica, não progressiva, com distúrbios de movimento, postura e função motora decorrentes de lesões ou anomalias no cérebro imaturo.

A alteração dos movimentos controlados ou posturais costumam aparecer cedo, sendo secundária a uma lesão, danificação ou disfunção do sistema nervoso central, não progressiva ou degenerativa [1]. Essas desordens acompanhadas de comprometimento cognitivo, epilepsia, comprometimento sensorial, distúrbios em músculos, tendões e articulações, podem prejudicar, ainda mais, as aquisições funcionais [2].

Suas causas são definidas como qualquer condição que leve a uma anormalidade do cérebro, sendo as mais comuns: desenvolvimento congênito anormal do cérebro, particularmente do cerebelo; anóxia cerebral perinatal, especialmente quando associada com prematuridade; lesão traumática do cérebro no nascimento, geralmente decorrente do trabalho de parto prolongado, ou uso de fórceps; eritroblastose por incompatibilidade Rh; ou infecções cerebrais (encefalite) na fase inicial do período pós-natal [3].

Entretanto, como essa paralisia é diagnosticada vários meses após o nascimento, a causa precisa da lesão cerebral numa criança é frequentemente especulativa. A criança recebe o diagnóstico de PC quando é perceptível o retardo ou atraso no desenvolvimento motor, persistência de reflexo primitivos, presença de reflexos anormais, e o fracasso no desenvolvimento de reflexos protetores [1].

Embora o desenvolvimento da criança normal seja a base sobre a qual o desenvolvimento anormal é avaliado, a criança com paralisia cerebral não deve ser tratada de acordo com os estágios de desenvolvimento normal. O processo evolutivo de indivíduos com PC deve receber atenção especial, pois este apresenta características peculiares em virtude das dificuldades neurológicas e mecânicas vivenciadas por estes pacientes [1]. Além disso, é importante trabalhar com as individualidades de cada indivíduo, pois mesmo crianças normais mostram muitas variações quando comparadas com os parâmetros estabelecidos pela a média.

A paralisia cerebral é apresentada sob diversas formas, e a mais frequente é a espática ou piramidal. Dependendo da localização e da extensão do comprometimento, essa

forma de paralisia pode manifesta-se por monoplegia, hemiplegia, diplegia, triplegia ou tetraplegia, podendo também apresentar como características: hipertonia muscular extensora e adutora dos membros inferiores, hiper-reflexia profunda e déficit de força localizado ou generalizado. Sob a forma diplégica, a espasticidade dos membros inferiores é muito intensa, resultando na posição em tesoura ao se tentar colocar o paciente em pé, enquanto nos membros superiores a espasticidade é leve e, muitas vezes, só identificada em situação de estresse ou esforço físico maior [4].

Contudo, sabe-se que o controle que o sistema nervoso central exerce sobre o sistema biomecânico é crucial para a manutenção de níveis de estabilidade motora dentro dos limites desejados e com a fiabilidade para respeitar o objetivo da tarefa. A constante relação estabelecida entre a frequência de excitação neuromotora e o objetivo da tarefa definido pelo executante é um caso típico de retroatividade negativa de um sistema que se autorregula de acordo com os níveis de controle [5].

Desta forma, o estudo cinemático do corpo e do desempenho motor é útil para entender de que forma e como uma tarefa planejada é realizada. Acredita-se que a análise da variabilidade do movimento durante repetições subsequentes da mesma tarefa motora pode fornecer indicações sobre a confiabilidade da execução, e as alterações funcionais relacionadas ao estado de saúde do sistema, às suas evoluções, à sua flexibilidade e adaptabilidade às condições externas variáveis [6].

Uma avaliação completa da adaptação motora poderia ser obtida por meio do estudo simultâneo das evidências biomecânicas e eletroencefalográficas [7]. Podendo esclarecer como a atividade motora em indivíduos com paralisia cerebral se difere dos padrões normais de movimento e de atividade cerebral durante a fase preparação, execução e pós- movimentação de uma determinada tarefa.

Embora não seja possível determinar como são controlados os movimentos por meio do estudo biomecânico, já que este fornece apenas o resultado do que foi controlado e as respectivas causas e consequências do movimento, os resultados obtidos por este estudo associados a análise do sinal eletroencefalográfico (EEG) poderão contribuir para o maior entendimento desse controle e para o desenvolvimento de novas terapias de reabilitação destinadas à esses pacientes.

Na prática clínica, o tratamento de indivíduos com PC é realizado por equipes multidisciplinares que buscam promover melhora funcional nas atividades diárias e na mobilidade, reduzindo necessidade de auxílio de terceiros [8].

Diante desse cenário, visando a maior integração desses pacientes à sociedade, vê-se a necessidade de melhor compreender os mais variados tipos de comportamentos de indivíduos diagnosticados com paralisia cerebral, para que posteriormente seja possível propor novas técnicas de reabilitação.

Embora o comprometimento motor seja a principal manifestação da paralisia cerebral com consequentes

alterações na biomecânica do corpo, pretende-se estudar crianças com PC respeitando possíveis distúrbios intelectuais, visuais e auditivos, que, associados às dificuldades motoras, podem restringir a execução de tarefas e sua interação com o ambiente [9-10].

Vários estudos envolvendo análise cinemática do movimento e eletroencefalografia vêm sendo desenvolvidos [11], no entanto nenhum deles foram realizados em indivíduos com paralisia cerebral. Acredita-se que a análise do controle que o sistema nervoso central exerce sobre o sistema biomecânico possa revelar muito a respeito dos níveis de estabilidade do produto motor e à fiabilidade em respeitar o objetivo das tarefas a serem executadas.

Objetivo

O objetivo do trabalho proposto é a realizar um estudo comparativo entre os movimentos e os sinais eletroencefalográficos de indivíduos com paralisia cerebral e indivíduos normais. E, desta forma desenvolver uma abordagem multidisciplinar para a investigação dos padrões de atividade cerebral de pacientes com paralisia cerebral associado aos padrões de movimento durante a execução de uma determinada tarefa.

Materiais e métodos

Serão analisados dois grupos, um grupo controle e um grupo experimental. O grupo controle será composto por pessoas normais, que não apresentem prejuízos sensíveis (visual ou muscular) ou qualquer doença neurológica. Enquanto que o grupo experimental será formado por pessoas que apresentam paralisia cerebral leve ou moderada e que apresentam o mesmo nível de espasticidade.

De acordo com o trabalho desenvolvido por Mancini et. al, os graus de paralisia cerebral podem ser determinados de acordo com a capacidade do paciente desenvolver atividades de autocuidado, como, por exemplo: pentear os cabelos e arramar os sapatos [8].

A análise do nível de espasticidade deverá ser realizada de acordo com o tônus muscular do paciente, para isso, o procedimento deverá ser realizado por um profissional qualificado, e deverá ser utilizada a escala modificada de Ashworth [12].

Após selecionados os sujeitos de pesquisa, estes, acompanhados de seus responsáveis, deverão ser informados a respeito dos objetivos e procedimentos de pesquisa. Aqueles que aceitarem participar desse estudo deverão assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

Sistema de Biofeedback

Por meio desta pesquisa, os voluntários dos dois grupos, controle e experimental, deverão executar algumas atividades compostas por exercícios que envolvem atenção, coordenação motora, memória e que estimulam os sentidos visuais e auditivos. Para isso, será

desenvolvido um sistema de *biofeedback* capaz de estimular o paciente de forma auditiva ou visual e simultaneamente, detectar as respostas do usuário.

O sistema de *biofeedback*, inicialmente, será composto por um projetor, utilizado para projetar as atividades sobre um plano onde o voluntário possa tocar, e por um sistema de reconhecimento de movimentos, em sincronismo com o projeto, utilizado para interpretar as respostas referentes ao toque do usuário. Para o reconhecimento dos movimentos executados durante as atividades, será utilizado como sensor o *Kinect*, desenvolvido pela *Microsoft*. A escolha deve-se ao fator de que essa ferramenta possibilita o desenvolvimento de aplicações interativas baseadas em gestos e sons.

O voluntário, ao iniciar as coletas, será convidado a se sentar de frente a uma mesa de altura ajustável, respeitando a estaturas, as limitações e as características de cada indivíduo. A partir desse momento, ele será submetido à uma série de atividades, e se executadas de forma adequada, dará início a uma nova atividade.

As tarefas a serem executadas serão compostas por diversos níveis, e à medida que o voluntário for evoluindo, os níveis apresentarão maiores graus de complexidade. O primeiro nível do conjunto de tarefas será composto por atividades simples como: escolher entre três círculos de cores diferentes, aquele que apresenta a cor pedida; ou tocar em uma determinada imagem ao ouvir um ruído sonoro.

Coleta de dados

Durante a execução dessas atividades, será observada a atividade cerebral obtida por meio da eletroencefalografia (EEG) e os movimentos empregados através da análise cinemática obtida por meio da reconstrução tridimensional de pontos detectados por câmeras infravermelho.

Para a aquisição do sinal EEG, primeiramente, os eletrodos deverão ser posicionados utilizando o padrão 10/20. O equipamento utilizado para a aquisição do sinal EEG será o *BrainNet BNT36* com 36 canais configuráveis (32 AC e 4 DC genéricos) e conversor analógico digital de 16 bits.

Para a análise cinemática, serão posicionados marcadores infravermelhos sobre extremidades ósseas das regiões do ombro, cotovelo, punho, cervical e lombar. Para esse tipo de análise, será utilizado um sistema composto por oito câmeras de infravermelho *Natural Point* da marca *OptiTrack*, que deverão ser criteriosamente posicionadas ao redor da área de realização das coletas. A análise dos dados e a reconstrução tridimensional do movimento será realizada por software desenvolvido na Universidade Federal de Uberlândia.

Os procedimentos das coletas a serem realizadas são ilustrados de forma esquemática nas Figuras 1 e 2.

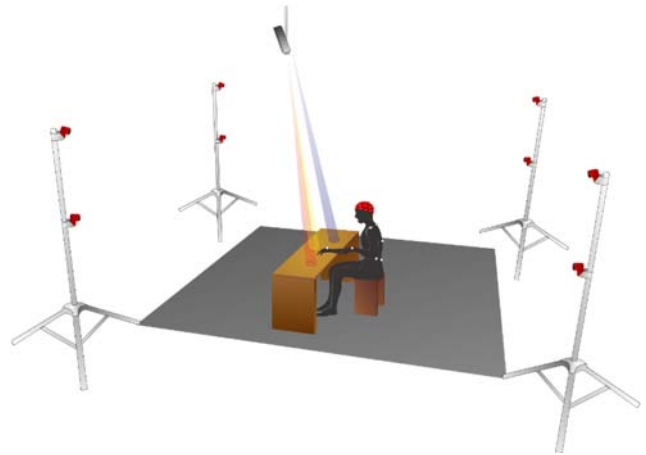


Figura 1: Ilustração esquemática do ambiente em que serão realizados os procedimentos.



Figura 2: Ilustração esquemática dos procedimentos de coleta.

Processamento de dados

Finalizados os experimentos, o sinal eletroencefalográfico adquirido será convertido do formato *.plg* para *.txt* ou *.mat*, para que, posteriormente, seja analisado. A análise do sinal será realizada com o auxílio da ferramenta *EEGLab*, implementada em *Matlab*, que além realizar alguns tipos de processamentos, como filtragem de artefatos, é capaz de fornecer o mapa topográfico da atividade cerebral em função do tempo [13].

Os resultados obtidos deverão ser analisados utilizando ferramentas estatísticas que permitam a comparação entre os grupos controle e experimental.

Resultados e Discussão

Como resultado, acredita-se que devida a espasticidade comum em crianças com paralisia cerebral [14], o padrão de movimento apresente grandes diferenças quando comparado ao de crianças normais. Principalmente quanto a execução de movimentos finos e ao tempo gasto para executar determinada tarefa.

Quanto ao padrão de atividade cerebral entre os dois tipos de crianças, espera-se encontrar uma grande diferença, já que aquelas diagnosticadas com paralisia cerebral apresentam sequelas às lesões causadas no período pré, peri ou pós-natal. Além disso, espera-se deparar com problemas relacionados ao déficit de atenção e à dificuldade de memorização, sem contar com possíveis limitações visuais e auditivas, presentes no quadro clínico de PC [15].

Além disso, acredita-se que, por meio das informações adquiridas é possível desenvolver técnicas de reabilitação capazes de aprimorar os movimentos e auxiliar no seu crescimento e aprendizado [16-17] ou servir de parâmetro para o desenvolvimento de tecnologia assistivas.

De uma maneira geral, este trabalho tem como objetivo obter resultados satisfatórios e que possam servir de parâmetros para outros estudos, visando conhecer cada vez melhor a paralisia cerebral e desenvolver novas técnicas de reabilitação.

Conclusão

Espera-se que a detecção dos diferentes padrões cerebrais, em resposta a atividade motora, entre indivíduos normais e indivíduos com paralisia cerebral, possa contribuir para o desenvolvimento de novos tratamentos de reabilitação para pacientes com PC.

Além disso, acredita-se que a inserção do estudo biomecânico à multidisciplinariedade dos tratamentos desenvolvidos especificamente para esses pacientes, possa fornecer parâmetros para diversos outros estudos envolvendo questões como aprendizagem, linguagem e comportamentos, contribuindo com a integração desses indivíduos à sociedade e a interação com um ambiente em constate mudança.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, à equipe do Laboratório de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia, à CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG.

Referências

[1] Leite JMRS, Prado GF. Paralisia cerebral: aspectos fisioterapêuticos e clínicos. *Revista Neurociências*; 2004. 12(1): 41-45.
 [2] Blair E, Watson L. Epidemiology of cerebral palsy. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine* 11(2): 117-125. 2006.

[3] Salter RB. Disorders and injuries of the musculoskeletal system. *Meds*. 1985.
 [4] Rotta NT. Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. *Jornal de Pediatria*; 2002. 78(1): 48-54.
 [5] Abrantes J. Fundamentos e elementos de análise em biomecânica do movimento humano. Reedição do autor. Movlab-Universidade Lusofona, Lisboa. 2008.
 [6] Newell K, Deutschk, Sosnoff J, Mayer-Kress G. Variability in motor output as noise: A default and erroneous proposition. *Movement system variability*. 3-23. 2006.
 [7] Molteni E, Preatoni E, Cimolin V, Bianchi AM, Galli M, Rodano R. A methodological study for the multifactorial assessment of motor adaptation: Integration of kinematic and neural factors. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE, IEEE*. 2010.
 [8] Mancini MC, Fiúza PM, Rebelo JM, Magalhães LC, Coelho ZA, Paixão ML, Gontijo APB, Fonseca ST. Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral." *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*; 2002. 60(2): 446-452.
 [9] Manoel ED, Oliveira J. Motor developmental status and task constraint in overarm throwing. *Journal of Human Movement Studies*. 2000; 39(6): 359-378.
 [10] Vasconcelos RL, Moura, TL, Campos TF, Lindquist AR, Guerra RO. Avaliação do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral de acordo com níveis de comprometimento motor. *Revista Brasileira de Fisioterapia*; 2009. 13(5): 390-397.
 [11] De Souza RM, Teixeira LA. Sobre a relação entre filogenia e ontogenia no desenvolvimento da lateralidade na infância. *Psicologia: Reflexão e Crítica*; 2011. 24(1): 62-70.
 [12] Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*; 2004. 134(1), 9-21.
 [13] Junqueira RT, Ribeiro AMB, Scianni AA. Efeitos do fortalecimento muscular e sua relação com a atividade funcional e a espasticidade em indivíduos hemiparéticos. *Revista Brasileira Fisioterapia*; 2004. 8(3): 247-52.
 [14] Rotta NT. Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. *Jornal de Pediatria*; 2002. 78(1): 48-54.
 [15] Brasileiro IDC, Moreira, TMM. Prevalência de alterações funcionais corpóreas em crianças com paralisia cerebral, Fortaleza, Ceará; 2006. 15(1): 37-41.
 [16] Tabaquim MDLM. Paralisia cerebral: ensino de leitura e escrita. *Cadernos de Divulgação Cultural*. Universidade Sagrado Coração; 1996.
 [17] Hoffmann RA, Tafner MA, Fischer J. Paralisia Cerebral e aprendizagem: Um estudo de caso inserido no ensino regular. Instituto Catarinense de Pós-Graduação; 2003.