

ANÁLISE DO MOVIMENTO DE CABEÇA EM CRIANÇAS COM ENCEFALOPATIA CRÔNICA DA INFÂNCIA UTILIZANDO RECURSOS DA INFORMÁTICA

Analysis of head movement in children with cerebral palsy using computer science

Eunice Kimie Kyosen Nakamura^a, Percy Nohama^b

^a Docente da UNIANDRADE, Departamento de Enfermagem da UNIANDRADE, Pós-doutorado na UTFPR, CPGEI/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR - Brasil, e-mail: nakamuraeunice@gmail.com

^b Docente da UTFPR e PUCPR, CPGEI/Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Brasil, PPGTS/ Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: percy.nohama@gmail.com

Resumo

INTRODUÇÃO: crianças com déficits de coordenação motora requerem dispositivos apontadores especiais para ter acesso ao computador. Um desses dispositivos alternativos é o *mouse* ultrassônico controlado por movimentos de cabeça. **OBJETIVO:** analisar a atividade dos músculos trapézio e esternocleidomastoideo durante o uso de um *mouse* de cabeça. **METODOLOGIA:** medida de amplitude de movimento por meio de fotogrametria, em 10 voluntários. **RESULTADOS:** constataram-se variações significativas nas amplitudes de movimento: (1) laterais, de $-81,41^{\circ}$ a $-12,81^{\circ}$ (V1) (esternocleidomastoideo) e $16,94^{\circ}$ até $74,63^{\circ}$ (trapézio); (2) na vista posterior, de $-41,33^{\circ}$ (V10) a $55,67^{\circ}$ (V7) e $-42,95^{\circ}$ (V7) a $44,35^{\circ}$ (V7), respectivamente. **CONCLUSÃO:** em 70% dos voluntários, os músculos avaliados tiveram um desempenho normal, sendo necessário o acompanhamento de fisioterapia e adaptação do posto de trabalho e ambiente de sala de aula.

Palavras-chave: Fotogrametria. Encefalopatia crônica da infância. Interface usuário-computador.

Abstract

INTRODUCTION: motor coordination deficits in children with cerebral palsy require special pointing devices for accessing the computer. One of these alternative devices is the ultrasound mouse controlled by head movements. **OBJECTIVES:** to evaluate the activity of trapeze and esternocleidomastoideo muscles while activating a head mouse. **METHODOLOGY:** to measure head movement amplitude through photogrammetry in 10 volunteers. **RESULTS:** it was found large variations in the movement amplitudes: (1) laterally, from $-81,41^{\circ}$ to $-12,81^{\circ}$ (esternocleidomastoideo) and $16,94^{\circ}$ up to $74,63^{\circ}$ (trapeze); (2) posteriorly, from $-41,33^{\circ}$ (V10) to $55,67^{\circ}$ (V7) and $-42,95^{\circ}$ (V7) to $44,35^{\circ}$ (V7), respectively. **CONCLUSION:** in 70% of the volunteers, the muscles evaluated had a normal performance, being necessary the follow-up of physiotherapy and adaptation of the work post and classroom environment.

41,33° to 55,67° and -42,95° up to 44,35°, respectively. **CONCLUSIONS:** The results indicated that 70% of assessed volunteers' muscles had performed normally the evoked activity, and that it is necessary physical therapy and adaptation of workstation and their classroom environment.

Keywords: Photogrammetry. Cerebral palsy. User-computer interface.

INTRODUÇÃO

Encefalopatia Crônica da Infância (ECI) é uma encefalopatia estática, definida como um distúrbio não progressivo da postura e do movimento, resultante de defeito ou lesão do cérebro imaturo. As principais causas da Encefalopatia Crônica da Infância são a prematuridade e asfixia perinatal, distúrbios genéticos, traumatismos, seguidos por infecções como meningites, entre outras (1).

Diversas adaptações são prioritárias para indivíduos portadores de necessidades especiais.

Existem grupos multidisciplinares que atuam em projetos com o objetivo de incluir alunos com necessidades educacionais especiais (2).

Atualmente, o computador possui papel fundamental no processo de aprendizagem, tanto no desenvolvimento cognitivo e motor quanto da linguagem. Existem diversos programas que permitem acelerar esse processo e diversos dispositivos de apontamento e acesso para uso com diferentes dismotrias, permitindo seu controle com diferentes partes do corpo (3), facilitando o uso do computador que, deste modo, promove sua integração na sociedade como cidadão (4).

Desenvolveram um capacete onde se instalou dois giroscópios piezoelétricos, que detectam os movimentos de rotação e inclinação da cabeça sem necessitar de referências fixas. Esses movimentos acessam uma interface gráfica que opera em conjunto com o sistema operacional, proporcionando ao usuário todos os recursos oferecidos atualmente pela informática, tais como ler, redigir textos, acessar informações via Internet, corresponder com outras pessoas através de e-mail e outras aplicações providas pelo sistema operacional Microsoft Windows (5).

A literatura sobre comunicação alternativa tem apontado para uma série de sistemas de símbolos que permitem a comunicação de pessoas que não produzem linguagem oral. Os mais conhecidos são: o Sistema de Símbolos Bliss (6), o *Pictogram Ideogram Communication System* – PIC (7) e o *Picture Communication Symbols* – PCS (8).

Desenvolveram pesquisa de comunicação alternativa destinada aos ECI chegando a resultado bastante positivo, pois o paciente passou a se comunicar tanto em terapia como em domicílio, em sua prancha de comunicação, buscando nas figuras ali apresentadas, o enunciado que lhe favorece: através do apontador consegue transmitir sua mensagem (9).

Baseando-se no reconhecimento da diferença de fase do sinal ultrassônico incidente em três sensores, desenvolveu-se um *mouse* alternativo, com o objetivo de possibilitar uso eficaz por pessoas com limitação motora dos membros superiores (10).

O objetivo principal da pesquisa descrita neste artigo consiste na avaliação da amplitude de movimento proporcionada pelos músculos esternocleidomastoideo e trapézio (Figura 1) envolvidos na operação do *mouse*, ativado pelo movimento da cabeça em portadores de sequelas de Encefalopatia Crônica da Infância, através da fotogrametria.

O músculo trapézio auxilia na extensão cervical, o músculo esternocleidomastoideo realiza a inclinação da cabeça para um lado e quando age bilateralmente realiza a flexão cervical, e o reto lateral da cabeça, que é o músculo responsável pela flexão da cabeça e da sua estabilização.

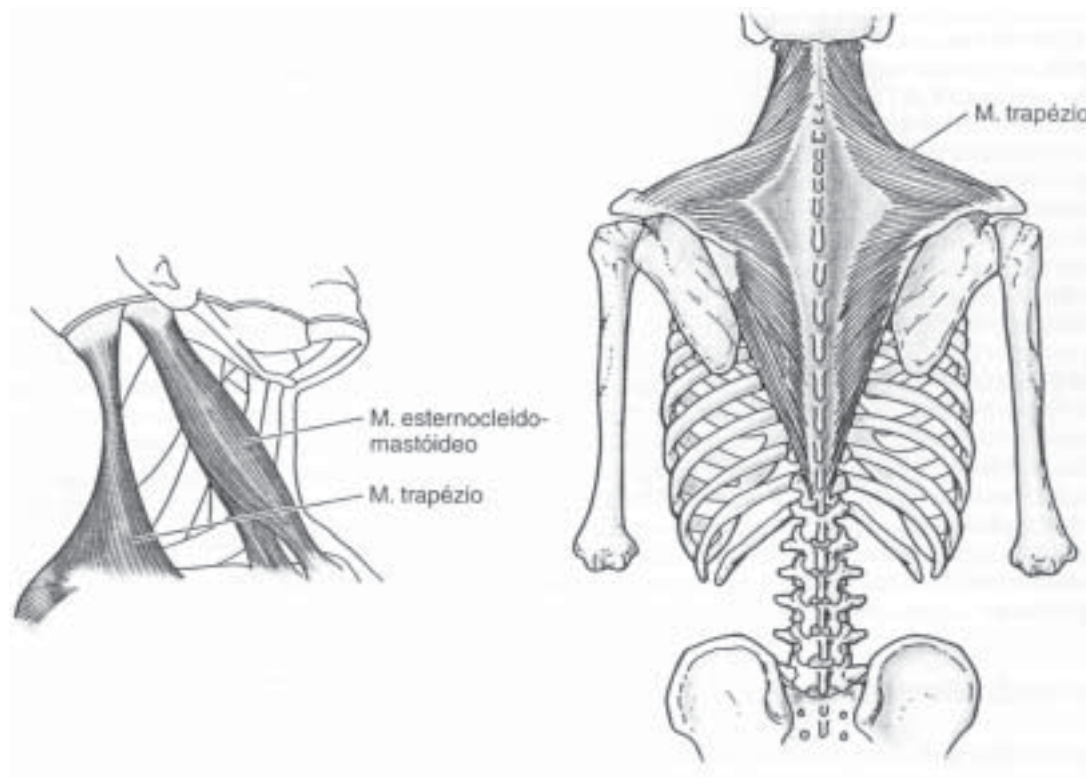


FIGURA 1 - Músculos superficiais no aspecto lateral do pescoço (11)

Músculos superficiais e laterais do pescoço

Três músculos superficiais e laterais estão situados no pescoço: platisma, esternocleidomastoideo e trapézio. O platisma (do grego, placa chata), como os músculos da face e do escalpo, desenvolve-se a partir de uma lâmina contínua da musculatura que deriva do mesênquima no 2º arco faríngeo do embrião. Os músculos platisma e da face são supridos por ramos do nervo facial (NC VII), que suprem o 2º arco faríngeo embrionário. Do mesmo modo, os músculos trapézio e esternocleidomastoideos são derivados da mesma massa embrionária de músculo e são ambos supridos pelo nervo acessório (NC XI) (11).

O esternocleidomastoideo é um ponto de referência muscular chave no pescoço porque divide cada lado do pescoço em trígonos anterior e posterior. Esse músculo largo e em fita possui duas cabeças: o tendão redondo da cabeça externa fixa-se ao manúbrio do esterno, e a cabeça clavicular carnuda e espessa fixa-se na face superior do terço medial da clavícula (do latim “cleido”, refere clavícula) (11).

Atuando bilateralmente, os músculos esternocleidomastoideos fletem o pescoço de duas maneiras diferentes: (a) atuando sozinhos, “curvam” o pescoço de modo que o queixo se aproxima do manúbrio; ou (b) em conjunto com os músculos extensores do pescoço (músculos profundos do pescoço), a contração bilateral dos músculos esternocleidomastoideos pode contrair o queixo; isso também ocorre quando se levanta a cabeça do solo enquanto se está na posição supina (com a gravidade atuando no lugar dos músculos profundos do pescoço) (12).

Unilateralmente, o esternocleidomastoideo flete e gira lateralmente a cabeça e o pescoço; assim a orelha se aproxima do ombro do mesmo lado. Isso vira o queixo para o lado oposto e o direciona para cima à medida que a cabeça gira na articulação atlantoaxial. Para testar o esternocleidomastoideo, vira-se a face para o lado oposto contra resistência (mão contra o queixo). Se estiver atuando normalmente, o músculo pode ser visto e palpado (12).

O trapézio é um músculo triangular, grande e plano, que cobre a face pósterolateral do pescoço e tórax. É um músculo superficial do dorso, um músculo do cingulo do membro superior e um músculo do pescoço. O músculo trapézio fixa o cingulo do membro superior ao crânio e à coluna vertebral e auxilia na sua suspensão. Para testar o músculo trapézio, encolhem-se os ombros contra resistência. Se atuando normalmente, sua margem superior pode ser vista e palpada. Se os músculos trapézios forem paralisados, os ombros caem; contudo, as ações combinadas do levantador da escápula e fibras superiores do músculo serrátil anterior podem compensar estas ações (13).

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Escola de Educação Especial Tia Vivian Marçal, em Curitiba, que atende crianças e adolescentes portadores de sequelas neuropsicomotoras, patologias degenerativas e síndromes que causam deficiência motora, com aprovação do Comitê de Ética do Centro Universitário Campos de Andrade, sob registro n. 047/05. O estudo consistiu de análise fotogramétrica, em 10 estudantes com o diagnóstico clínico de Encefalopatia Crônica da Infância, e que estavam sendo treinadas no uso do *mouse* pelo menos há 60 dias. As crianças foram avaliadas durante 30 min., o que corresponde ao período de duração da aula de informática.

A avaliação fotogramétrica permitiu identificar a amplitude de movimento, relações de tempo e compensações realizadas pelos movimentos voluntários orientados no eixo cabeça-pescoço durante o uso do *mouse* ultrassônico.

A fotogrametria permite a análise cinemática dos movimentos, por meio do processamento das imagens coletadas. Permite a avaliação das variáveis medidas independentemente e relacionadas com padrões predefinidos na goniometria.

O posicionamento das crianças consistiu em sentar o voluntário em sua cadeira de rodas em frente ao computador, com o *mouse* ultrassônico colocado em um boné, na cabeça, e ajustado conforme ilustra a Figura 2.



FIGURA 2 - Movimentos analisados. À esquerda, a vista obtida pela câmera lateral permitiu a análise dos movimentos de flexo-extensão do pescoço; à direita, a vista da câmera posterior que permitiu a mensuração das rotações laterais da cabeça

O movimento de rotação ocorre no eixo longitudinal do corpo. Nesse caso, procurou-se quantificar a força muscular, pois existem traços diferenciados ou qualidade particular de mensuração da força muscular. Também utilizou-se o nível de mensuração de razão porque se trata de amplitudes articulares relativas. Determinou-se a razão de movimento a partir da posição anatômica (de acordo com a escala de Borg), em relação ao início dos movimentos de rotação, flexão e extensão do pescoço.

Para aquisição de imagens, utilizou-se uma filmadora digital sobre um tripé fixo e calibrada com nível d'água, utilizando-se um prumo a 95 cm de altura do solo. Câmera e tripé foram posicionados a distâncias que variaram entre 1,0 m e 1,3 m da criança.

Os movimentos analisados basearam-se nos movimentos obrigatoriamente necessários para acionar o *mouse* de cabeça, ou seja: para cima, para baixo e para as laterais.

Padronizou-se o comando de voz das professoras, de tal modo que nas imagens da vista lateral esquerda fosse possível medir a amplitude dos movimentos de flexo-extensão do pescoço e componentes correlatos, necessários para migração do *mouse* ultrassônico do limite superior ao limite inferior da tela, denominado como tarefa primária lateral (TPL). O mesmo ocorreu para as imagens da vista posterior, onde a tarefa primária posterior (TPP) consistiu da amplitude dos movimentos de rotação lateral da cabeça e componentes correlatos necessários para migração do *mouse* entre os limites laterais da tela do monitor.

Pelo fato das crianças dependerem de cadeiras de rodas, para reprodutibilidade das medidas, partiu-se da posição sentada com apoio dorsal, o que limitou as possibilidades de acompanhamento cinemático das compensações. A partir do assento da cadeira, em seu ponto de cruzamento com o encosto dorsal, posicionaram-se as câmeras para as distâncias lateral e posterior.

Os três pontos de referência para a análise cinemática lateral foram: articulação têmporo-mandibular, processo zigomático e cabeça do úmero. E para a posterior: região occipital, protuberância do C3 (região cervical) e fissura lambdoide. A marcação dos pontos de referência encontra-se ilustrada na Figura 2.

Para a adequação dos resultados da análise refletirem a realidade cotidiana, estabeleceram-se movimentos compatíveis sob a orientação do terapeuta ocupacional, avaliando, assim, a atividade e a resposta dos músculos, sem a intercorrência de discinesias, distonias ou espasticidades.

Para cálculo angular, os tipos de movimento foram divididos em grupos, conforme discriminados no Quadro 1. Para calcular os arcos de movimento, relativos aos segmentos corporais, foram utilizadas as equações apresentadas nessa tabela. Partindo-se do centro da tela do monitor, foi dada voz de comando pela pedagoga para a criança executar movimentos à direita, à esquerda, para cima e para baixo.

Desta maneira, arcos, modos e tipos de movimentos realizados para atingir com sucesso as TPL e TPP encontram-se descritos no Quadro 1. Observou-se que o único modo de realizar as TPL deu-se através da flexo-extensão cervical, em variados arcos de movimento. Por outro lado, para realizar as TPP, a combinação de rotação e/ou inclinação da cabeça levaram igualmente ao sucesso das tarefas.

QUADRO 1 - Relação entre imagens adquiridas em cada vista e movimentos do dispositivo periférico, realizados em relação à tela do monitor

	Imagem 1	Imagem 2	Imagem 3	Equações
VISTA LATERAL	Limite inferior da tela do monitor	Limite superior da tela do monitor	Limite inferior da tela do monitor	$mov_1 = im_2 - im_1$
VISTA POSTERIOR	Limite direito da tela do monitor	Limite esquerdo da tela do monitor	Limite direito da tela do monitor	$mov_2 = im_3 - im_2$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos tipos dos movimentos mostrou que o movimento de rotação para atingir êxito nas TPP (45%) foi quase equivalente ao do movimento de inclinação lateral da cabeça (55%), sendo este considerado uma maneira compensada de realizar as tarefas propostas na vista posterior.

Pequenos e grandes arcos de movimento igualmente conduziram ao êxito na execução das tarefas, induzindo à conclusão de que não tenha sido o arco de movimento ou a contração concêntrica o fator determinante para o sucesso das tarefas, mas a capacidade de sustentação continuada do movimento ou contração isométrica, após um gatilho inicial para o tipo adequado de movimento.

Na Tabela 1, encontram-se a distribuição dos arcos de movimento e dos tipos de movimentos na realização das tarefas.

Analisando-se os dados da Tabela 1 e comparando-os com as informações do prontuário dos voluntários, verificou-se que os voluntários 4 e 7 possuem comprometimentos bastante graves, são quadriplégicos, espásticos, possuem flutuações, comprometimento de tônus muscular, vício de postura, encurtamento de coluna anterior, necessitam de associação de diversos músculos para executar os movimentos e, conseqüentemente, maior gasto de energia. Para a execução de movimentos de extensão ou flexão da cervical executam movimentos com angulação maior, porque estão fora do seu ponto de equilíbrio.

Na Tabela 2, encontram-se os tempos de realização das tarefas realizadas na vista lateral, suas médias e medianas. Foi possível observar que a flexão demandou quase o dobro de tempo para realização quando comparado à extensão, fato que se comprovou pela observação comparativa entre média e mediana dos tempos. Houve uma dispersão muito maior dos tempos para flexão, mostrando que a distribuição nesse conjunto de observações foi assimétrica, decorrente das diferenças de comprometimento motor dos voluntários que participaram do estudo.

A razão biomecânica pode ser atribuída, entre outras explicações correlatas, ao fato de que para a realização da flexão é preciso o controle de músculos gravitacionais, muito fortalecidos pelo padrão espástico de base, uma tarefa difícil e que, concomitantemente, induz à perda de equilíbrio do tronco, projetando-o para frente.

TABELA 1 - Distribuição dos arcos de movimento e dos tipos de movimentos na realização das tarefas

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
MM	A	L	L	A	L	L	L	L	L	L
$\theta 1(^{\circ})$	96,71	117,85	105,42	133,15	101,31	75,07	114,15	78,85	109,48	61,53
$\theta 2(^{\circ})$	98,53	89,25	88,74	140,53	79,29	119,42	71,20	97,13	108,43	84,24
$\theta 3(^{\circ})$	108,43	101,51	106,70	134,26	102,47	87,72	126,87	83,76	115,20	42,91
p.mov 1($^{\circ}$)	1,82	-28,60	-16,68	7,38	-22,02	44,35	-42,95	18,28	-1,05	22,71
p.mov 2($^{\circ}$)	9,90	12,26	17,96	-6,27	23,18	-31,70	55,67	-13,37	6,77	-41,33
p.tipo 1	INCL	ROT	ROT	INCL	ROT	INCL	ROT	INCL	ROT	INCL
p.tipo 2	ROT	ROT	ROT	INCL	ROT	INCL	ROT	INCL	ROT	INCL
$\gamma 1(^{\circ})$	74,18	64,29	54,73	106,70	57,72	51,19	91,36	60,95	87,51	41,42
$\gamma 2(^{\circ})$	91,12	120,96	108,03	131,82	121,87	100,74	96,79	87,40	122,01	116,05
$\gamma 3(^{\circ})$	78,31	53,29	55,38	77,47	70,0	52,21	67,96	55,12	40,60	70,35
l.mov 1($^{\circ}$)	16,94	56,67	53,30	25,12	64,15	49,55	5,43	26,45	34,50	74,63
l.mov 2($^{\circ}$)	-12,81	-67,67	-52,65	-54,35	-51,85	-48,53	-28,83	-32,28	-81,41	-45,70
l.tipo1	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT	EXT
l.tipo 2	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX	FLEX

V: voluntário; MM: modo de movimento; A: movimento assistido; L: movimento livre; q: arco de movimento - vista posterior; p.mov 1= $\theta 2$ - $\theta 1$; p.mov 2= $\theta 3$ - $\theta 2$; p.tipo: tipo de movimento-vista posterior; ROT: rotação da cabeça; INCL: inclinação da cabeça; γ : arco de movimento - vista lateral; l.mov 1= $\gamma 2$ - $\gamma 1$; l.mov 2= $\gamma 3$ - $\gamma 2$; l.tipo: tipo de movimento-vista lateral; EXT: extensão da cervical; FLEX: flexão da cervical.

TABELA 2 - Distribuição dos tempos para realização dos respectivos arcos de movimento na vista lateral

	l.tipo1	l.tipo2	t.lat1 (s)	t.lat2 (s)
V1	extensão	flexão	16,55	19,05
V2	extensão	flexão	18,55	18,46
V3	extensão	flexão	16,01	31,45
V4	extensão	flexão	22,04	60,08
V5	extensão	flexão	14,59	101,24
V6	extensão	flexão	12,56	22,53
V7	extensão	flexão	21,03	22,01
V8	extensão	flexão	15,57	16,52
V9	extensão	flexão	21,00	17,59
V10	extensão	flexão	20,20	42,01
Média (s)			17,810	35,094
Desvio Padrão (s)			3,205	27,029
Mediana (s)			17,550	22,270

V: voluntário; t.lat: período para completar arco de movimento-vista lateral; l.tipo: tipo de movimento-vista lateral;

Verificou-se que o voluntário 5 precisou de um período maior, confirmando-se, através do prontuário, que ele possui um quadro geral mais grave, apresentando excessiva flutuação de tônus, entorse e, conseqüentemente, requerendo um período maior para executar os movimentos.

A necessidade de assistência do professor esteve ligada, preponderantemente, ao maior grau de comprometimento neuromotor, com padrões de flutuação de tônus, e/ou associação ao menor equilíbrio de tronco.

Nos ajustes de calibração/adaptação do dispositivo testado, deve-se considerar a menor exigência de flexão da coluna cervical na movimentação, haja vista que este movimento mostrou ser de mais difícil execução, particularmente, aos sujeitos mais comprometidos pela disfunção neuromotora.

O protocolo realizado permitiu inferir que com o trabalho muscular realizado neste tipo de atividade ocorre uma neutralização (quando a articulação do pescoço encontra-se a um ângulo de 90,65° dentro do plano sagital com um plano imaginário dividindo o corpo longitudinalmente) da maioria dos músculos envolvidos, aumento do controle dos músculos voluntários e diminuição de sua atividade reflexa.

Vários autores têm explorado essa relação para entender a carga muscular. No estudo aqui descrito, procurou-se analisar as musculaturas mais solicitadas no movimento de pescoço e cabeça, identificando três voluntários que possuíam as musculaturas envolvidas muito comprometidas.

Foram desenvolvidos dispositivos para acesso do tetraplégico ao computador, sem, contudo, provocar fadiga ao usuário (14). Analisaram o acesso ao computador baseado na biomecânica da cabeça (15). Os eixos foram dimensionados a partir da análise biomecânica dos movimentos da coluna cervical superior em 9 voluntários, sendo 3 tetraplégicos. O estudo do desempenho da cervical com uso da ultrassonografia revelou que os adultos assintomáticos (40-65 anos) exibem uma redução na atividade da cervical ativa nos planos sagitais e frontais, mas não no plano transversal (16).

Desenvolveram um sistema computadorizado que permitiu analisar as limitações que os movimentos, necessários para a escrita. O dispositivo é composto de uma mesa registradora xy ligada através de hastes de alumínio, cardans e dobradiças a um computador, onde os traços feitos pelos pacientes estão registrados. Um programa em Delphi analisa as falhas nos traços comparando-os com medidas de movimentos "normais" (17).

Em outra pesquisa o alvo era avaliar se um *trackball* poderia ser usado para uma comunicação com voluntários que não possuíam a verbalização devido ao comprometimento motor severo. Havia duas situações experimentais: nove participantes executaram a tarefa digitando; outros nove executaram

esta tarefa com os movimentos principais livres. Os resultados mostraram que aqueles com movimento principal livre datilografaram o teste mais rapidamente do que aqueles restringidos a usar somente seus músculos da maxila (18).

Para projetar e testar um protocolo para a avaliação de movimentos do pescoço nos pacientes afetados pela distonia cervical usaram um sistema eletromagnético. Um sistema tridimensional da análise do movimento para avaliar seis movimentos principais diferentes. Participaram da pesquisa seis voluntários saudáveis e 10 afetados pela distonia cervical. A pesquisa mostrou relevância, pois permitiu avaliar movimentos do pescoço e monitorar a evolução da doença e eficácia do tratamento terapêutico (19).

Afirmam em sua pesquisa que o comprometimento motor na ECI pode levar a exclusão social do sujeito, portanto a pesquisa ora desenvolvida foi muito importante, pois se buscou alternativa da não exclusão do voluntário (20).

Concluiu-se que em pesquisa com ECI o comando verbal a ser empregado pelo fisioterapeuta mostrou ser uma variável importante na elaboração de uma conduta fisioterapêutica, também confirmada nesta pois o comando verbal foi um fator primordial para o voluntário executar os movimentos (21).

Também em outra pesquisa desenvolvida procurou-se identificar nos voluntários, o comprometimento da musculatura envolvida na realização dos movimentos de acionar o *mouse* com movimentos de cabeça. É importante lembrar que no caso das crianças com ECI existem fatores como flutuação, tônus de musculatura e espasticidade influem no desempenho dos movimentos. Atributos pessoais das crianças voluntárias foram determinantes no desenvolvimento da pesquisa o que foi confirmado também em pesquisa desenvolvida (22).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos e da identificação dos voluntários que possuem um maior comprometimento da musculatura, será possível desenvolver uma estratégia terapêutica, aliando o desenvolvimento de novos equipamentos e intervenções da equipe de saúde, visando trabalhar esses grupamentos musculares mais comprometidos para que o voluntário possa utilizar efetivamente o *mouse* sem a preocupação de causar lesões ou agravar o quadro de comprometimento muscular já existente. A importância da atuação multidisciplinar alicerça o estudo individual e suas necessidades específicas, remetendo-os ao direito legal que cada cidadão possui: ser respeitado.

Com os testes realizados, pôde-se verificar que:

- o uso diário do *mouse* ultrassônico por 30 min não é lesivo às musculaturas do trapézio e esternocleidomastoideo;
- para as crianças com maior comprometimento motor, há necessidade de fortalecimento dessa musculatura, priorizando uma terapêutica localizada;
- o dispositivo utilizado, apesar de fácil manuseio e boa aceitação por parte dos usuários, requer ajustes e adaptações ergonômicas para melhorar sua eficiência e reduzir o tempo de calibração para cada usuário.

Os resultados obtidos acabaram por corroborar com o esforço da equipe fisioterápica que atende às crianças diariamente, que havia solicitado maior empenho em quatro voluntários sendo que destes, três foram identificados durante a pesquisa como portadores de alterações significativas de movimentos de pescoço. Os resultados dos demais sete voluntários foram homogêneos, não se verificou discrepâncias, sendo que estes já possuíam familiaridade com o dispositivo, percebendo em suas expressões faciais e na prontidão na execução das tarefas solicitadas que o equipamento estava sendo muito bem aceito pelos voluntários. Observou-se ao longo da pesquisa o avanço no sentido cognitivo, como na ampliação das relações afetivas e sociais entre os voluntários e professores. Três mães manifestaram o desejo de possuir o computador e o dispositivo para o uso doméstico e, conseqüentemente, maiores desenvolvimentos intelectual e cognitivo de suas crianças portadoras de Encefalopatia Crônica da Infância. Sugere-se que os produtos de informática destinados aos usuários com necessidades especiais

tenham incentivos governamentais. Desta maneira, estabelecer-se-ia um elo importante da tecnologia biomédica, aplicada através da equipe multidisciplinar, no trabalho conjunto, na solução de integrar o indivíduo com incapacidades no convívio social de maneira plena, gozando de seus direitos como cidadão.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos a todos que participaram do desenvolvimento deste projeto, ao CNPq, à FINEP e à SETI/PR pelo apoio financeiro e bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

1. Papert SL. Computadores e educação. São Paulo: Brasiliense; 1985.
2. Heidrich R, Torok DL, Cappelatti E, Silva LF, Muller, MS, Masotti M. Design inclusivo - desenvolvendo e utilizando tecnologias de informação e comunicação para alunos com necessidades educacionais especiais. *Novas Tecnologias na Educação*. 2006;4(2):13.
3. CMD. Conselho Municipal de Defesa dos Direitos da Pessoa Portadora de Deficiência. A encefalopatia crônica da infância. Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio de Janeiro; 2003.
4. Hagberg B, Hagberg G. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. IV Epidemiological Trends 1959-1978. *Acta Paediatr. Scand*. 1984;1(1):22-35.
5. Almeida JLSG, Costa AP, Pierodom T, Frère AF. Desenvolvimento de dispositivos que permitem o acesso ao computador por portadores de tetraplegia. *Acta Fisiátrica*. 2002;9(1):34.
6. Hehner B (Ed.). *Blissymbols for use*. 4th. ed. Blissymbolics Communication Institute, Ontario: Heinman Publishers; 1980.
7. Maharaj S. *Pictogram ideogram communication*. Canada: The George Reed Foundation for the Handicapped; 1980.
8. Johnson R. *The picture communication symbols*. Solana Beach, CA: Mayer-Johnson; 1985.
9. Muller RW, Oliveira CEM, Schmal RM, Nohama P. Um novo mouse ultra-sônico ativado pelos movimentos da cabeça. *Proceedings of the 3rd Congresso Latino-Americano de Engenharia Biomédica*; 2004 set 22-25; João Pessoa: IFMBE; 2004; p. 513-516.
10. McCreary EK, Provance PG, Kendall FP, Rodgers MM, Romani WA. *Músculos: provas e funções*. São Paulo: Manole; 1995.
11. Lincht S. *Terapeutica por el ejercicio*. Barcelona: Salvat; 1963.
12. Hoppenfeld S. *Propedêutica ortopédica*. São Paulo: Atheneu; 1987.
13. Hamil J, Knutzen KM. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole; 1999.
14. Almeida, JLSG, Komatsu EM, Frere AF. Periférico de baixo custo para inclusão digital do tetraplégico. *Proceedings of the IADI International Conference; 2nd Seminário Acessibilidade, Tecnologia da Informação*, São Paulo: Algarve; 2003. [CD-ROM].
15. Almeida JLSG, Komatsu EM, Frere, AF. Periférico de acesso ao computador baseado na biomecânica da cabeça. In: *Anais do 7th Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*, São Paulo: 2004. [CD-ROM].

16. Shwu-Fen Wang, Queixo-Chih Teng, Kwan-Hwa Lin. Measurement of cervical range of motion pattern during cyclic neckmovement by an ultrasound-based motion system. *Manual Therapy*. 2005;10:68-72.
17. Silva SR, Souza S, Amate FC, Komatsu, EM; Frère, AF. Aparelho para avaliação dos movimentos dos membros superiores de crianças atáxicas em fase de alfabetização. *Acta Fisiátrica*. 2002;9(1):35.
18. Jacobs RL, Hendrickx E, Van Mele I, Edwards K, Verheust M, Spaepen A, et al. Control of a trackball by the chin for communication applications, with and without neck movements. *Archs Oral Biol*. 1997;42(3):213-8.
19. Carpaneto JÁ, Micera AS, Galardi GB, Micheli AB, Carboncini MC, Rossi BC, et al. A protocol for the assessment of 3D movements of the head in persons with cervical dystonia. *Clinical Biomechanics*. 2004;19(70):659-3.
20. Christofoletti G, Hygashi F, Godoy ALR. Paralisia cerebral: uma análise do comprometimento motor sobre a qualidade de vida. *Fisioter Mov*. 2007;20(1):37-4.
21. Pardo, SM. Estudo comparativo dos feitos da utilização de dois tipos de comandos verbais diferentes no treinamento de alongamento muscular [dissertação]. [São Paulo]: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005, 89 p.
22. Ribeiro J, Moraes MVM, Beltrame TS. Atributos pessoais de uma criança com paralisia cerebral como determinantes da ação fisioterapêutica. *Fisioter Mov*. 2006;19(2):75-82.

Recebido: 17/08/2007

Received: 08/17/2007

Aprovado: 25/11/2008

Approved: 11/25/2008