

Revisão

Controle motor em indivíduos portadores da síndrome de Down

Motor control in individuals with Down syndrome

Nádia Fernanda Marconi, D.Sc.*, Gil Lúcio Almeida, D.Sc.

.....
**Programa de pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Centro Universitário Nove de Julho (UNINOVE), **Programa de pós-graduação em Biologia Funcional e Molecular, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)*

Resumo

Este artigo é uma revisão de literatura a respeito das estratégias de controle motor utilizadas por indivíduos portadores da síndrome de Down para realizar movimentos voluntários simples e complexos da extremidade superior. Essas estratégias são comparadas e discutidas com aquelas utilizadas por indivíduos neurologicamente normais. Será abordado também o efeito do treinamento nas estratégias usadas por indivíduos portadores da síndrome de Down e seu impacto no desempenho motor. De um modo geral, a revisão de literatura revelou que indivíduos portadores da síndrome de Down foram capazes de melhorar o desempenho motor em tarefas simples, atingindo um nível de desempenho motor similar àquele observado em indivíduos neurologicamente normais. Com a prática de movimentos mais complexos, indivíduos portadores da síndrome de Down foram capazes de reduzir o tempo na região do alvo. Por outro lado, não conseguiram aumentar a velocidade dos movimentos. As diferenças no desempenho motor entre os dois grupos são debatidas com base nas limitações que indivíduos portadores da síndrome de Down têm em coordenar os torques articulares e incorporar os torques de interação na solução mecânica da tarefa.

Palavras-chave: síndrome de Down, cinemática, cinética, eletromiografia, treinamento.

Abstract

This article consists of a literature review related to a motor control strategies used by individuals with Down syndrome to control simple and complex voluntary movements of the upper arm. These strategies are compared and discussed with the ones used by neurologically normal individuals. Also, we present the effect of training on the strategies used by the individuals with Down syndrome and their impact to the movement performance. Overall, this literature review revealed that these individuals improve their motor performance of single-joints movements at the level observed in neurologically normal individuals. However, for more complex movements with reversal in direction, they are able with practice to reduce the time in the vicinities of the target, but could not improve movement speed. These handicaps are debated based on their limitation in coordinate the dynamic joints torques at the joints and incorporate the interaction torque at the mechanical solution.

Key-words: Down syndrome, kinematics, kinetics, electromyography, training.

Recebido 24 de setembro de 2007; aceito em 2 de dezembro de 2007.

Endereço para correspondência: Nádia Fernanda Marconi, Rua Dr. Rafael de Barros, 336/161, 04003-042 São Paulo SP, Tel: (11)3665-9052, E-mail: nadiamarconi@uninove.br

Introdução

Seja na escola, na clínica ou no clube, todos são unânimes em afirmar que os movimentos de indivíduos de portadores da Síndrome de Down (SD) são lentos e desengonçados. Neste artigo fazemos uma revisão de literatura para mostrar que mudanças nas estratégias de modulação das atividades musculares e na coordenação das forças geradas nas articulações podem explicar as características dos movimentos de indivíduos SD. Finalmente, mostramos como o treinamento fisioterapêutico pode modificar essas estratégias de forma a melhorar o controle dos movimentos desses indivíduos.

Materiais e métodos

Esse trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura nas bases de dados Medline, SciELO, PEDro e ISI, no período entre 1965 e 2006. As palavras-chave utilizadas para a busca foram “upper limb movement”, “kinematics”, “kinetics”, “electromyography”, “practice” e “Down syndrome”. Inicialmente, os resumos de todos os artigos científicos localizados foram lidos. Desse total, foram selecionados apenas os artigos que demonstraram uma correlação direta com a temática desse artigo. Em outras palavras, foram incluídos todos os artigos de pesquisa que continham dados referentes às estratégias de controle motor utilizadas por indivíduos portadores da síndrome de Down, durante a execução de movimentos voluntários da extremidade superior. Os dados de indivíduos neurologicamente normais foram utilizados para comparação. Finalmente, foram incluídos os artigos que discutem o efeito da prática nas estratégias de controle motor utilizadas por indivíduos portadores da síndrome de Down. No total, a revisão de literatura contemplou 28 trabalhos científicos. Foram incluídos somente artigos científicos escritos em inglês. Todos esses trabalhos foram lidos na íntegra. A revisão de literatura foi complementada com a consulta a três obras localizadas (teses).

Resultados e discussão

Indivíduos portadores da síndrome de Down usam um padrão de co-ativação muscular

Quando solicitados a realizar movimentos simples, como por exemplo, flexão da articulação do cotovelo, indivíduos SD ativam simultaneamente a musculatura agonista (i.e., bíceps) e antagonista (i.e., tríceps), num padrão característico de co-ativação muscular [1-8]. O padrão de co-ativação muscular aumenta a firmeza articular do ponto de vista mecânico, fornecendo mais estabilidade à articulação [9]. O aumento de estabilidade articular é muito importante, uma vez que a musculatura desses indivíduos é referida como sendo hipotônica [10,11] e as estruturas articulares (i.e., ligamentos e cápsula articular) frouxas [12]. A hipotonia da musculatura

que cruza uma articulação e a frouxidão dos ligamentos e da cápsula articular tornam-na mais instável. Assim, a co-ativação da musculatura agonista e antagonista compensaria a falta de estabilidade articular.

No entanto, a co-ativação é bastante ineficiente do ponto de vista da geração das forças que movem as articulações. Ao ativar a musculatura agonista a articulação é acelerada em direção ao alvo. Porém, a ativação simultânea da musculatura antagonista faz com que a articulação seja também desacelerada. O resultado é a geração de duas forças opostas que comprometem a velocidade dos movimentos. Dessa forma, co-ativação explicaria a lentidão característica dos movimentos de indivíduos SD [2-5,7,8,13].

Ao contrário dos indivíduos SD, indivíduos neurologicamente normais (NN) ativam a musculatura agonista e antagonista usando um padrão trifásico de atividade [14,15]. Por exemplo, durante movimentos de extensão do cotovelo o membro é acelerado vigorosamente em direção ao alvo devido a uma ativação da musculatura agonista (i.e., tríceps). Depois de algumas dezenas de milésimos de segundos, a musculatura antagonista é ativada (i.e., bíceps) desacelerando o membro em direção ao alvo. Ao término do movimento, um segundo envelope de atividade no músculo agonista estabiliza o membro na posição final, evitando oscilações indesejáveis. A adoção do padrão trifásico de atividade muscular facilita a produção de torque na articulação, contribuindo para a execução de movimentos rápidos e eficientes. Além de usar o padrão de co-ativação muscular, os envelopes de atividade eletromiográfica (EMG) de indivíduos SD são mal definidos e possuem mais flutuações. Esses indivíduos também são incapazes de prolongar a duração da atividade EMG agonista e o início da atividade EMG antagonista para movimentos mais amplos, como fazem os indivíduos NN [2,7,8]. O resultado é uma crescente deterioração do ganho da velocidade para movimentos mais amplos. Em outras palavras, quanto mais amplo o movimento, maior é a diferença na velocidade dos movimentos entre indivíduos NN e SD [1,2].

Indivíduos portadores da síndrome de Down usam uma estratégia atípica de modulação dos torques articulares e de interação

Torque articular é a transferência da força muscular para transladar (girar) as articulações. Indivíduos portadores da SD realizam movimentos de reversão do braço (movimentos até um determinado alvo com retorno imediato à posição inicial), envolvendo as articulações do ombro e cotovelo, gerando proporcionalmente mais torque na articulação distal (cotovelo) do que na proximal (ombro) [3]. Os torques articulares são menores em magnitude, possuem mais flutuações e estão menos acoplados em termos da magnitude e do tempo em que mudam de direção. Com dificuldades para gerar e coordenar os torques entre as articulações, esses indivíduos acabam movendo mais lentamente e gastam mais tempo para

reverter a direção dos movimentos no alvo [3,7].

Durante a execução de movimentos complexos, o movimento em uma articulação focal (a que se deseja mover voluntariamente) gera uma força de reação nas articulações não-focais (que se deseja manter imóvel). Essa força de reação é chamada de torque de interação [16]. Foi demonstrado que indivíduos portadores de neuropatia periférica [17] e de ataxia cerebelar [18] têm grande dificuldade em controlar os torques de interação, gerando movimentos de reversão com trajetórias atípicas. Já os indivíduos SD realizam os movimentos de reversão usando uma trajetória similar à observada para indivíduos NN [3,7,8].

Há muito tempo, Bernstein [19] formulou a hipótese de que os torques de interação são importantes para o controle dos movimentos. Dessa forma, ao invés de nos opormos às forças reativas, as incorporamos na execução de uma tarefa motora complexa. Porém, os indivíduos portadores da SD são incapazes de prever com precisão a magnitude e a direção desses torques de forma a usá-los para mover as articulações. O resultado é um tempo maior para a realização dos movimentos [20].

Em suma, a falta de coordenação dos movimentos de indivíduos SD poderia ser explicada pela: 1) diminuição na magnitude dos torques articulares; 2) maior geração de torque nas articulações distais; e 3) incapacidade de incorporar os torques de interação na solução mecânica da tarefa.

Os limites do tratamento fisioterapêutico

É certo que o tratamento fisioterapêutico pode ajudar essa população a melhorar a qualidade de execução de movimentos simples [2]. Almeida *et al.* [2] demonstraram que com a prática, indivíduos SD foram capazes de trocar o padrão de co-ativação muscular pelo padrão trifásico, aumentar a quantidade de ativação da musculatura agonista e antagonista e prolongar o início da atividade antagonista com a distância movida. Como resultado, dobraram a velocidade dos movimentos e gastaram menos tempo para realizar a tarefa, sem comprometer a precisão dos movimentos. Além disso, a melhora no desempenho motor observado na distância treinada, foi transferida para outras distâncias não treinadas.

Por outro lado, Marconi [20] demonstrou que mesmo um programa de treinamento intensivo foi incapaz de corrigir a dificuldade desses indivíduos em incorporar os torques de interação na execução de movimentos de reversão do braço. O treinamento intensivo também não foi suficiente para corrigir o padrão de co-ativação da musculatura. Para executar movimentos de reversão com sucesso faz-se necessária uma complexa modulação da atividade EMG. Inicialmente, a musculatura agonista é ativada de forma concêntrica para acelerar o membro em direção ao alvo [21]. Algumas dezenas de milésimos de segundos mais tarde, a musculatura antagonista é ativada para: 1) desacelerar o movimento no alvo; 2) reverter sua direção; e 3) acelerar o membro de volta à posição

inicial. Para isso, a musculatura antagonista que inicia sua atividade com uma contração excêntrica, atuando como um freio para o movimento em direção ao alvo passa a ser ativada de forma concêntrica, acelerando o membro de volta à posição inicial. Ao término do movimento, a musculatura agonista é novamente ativada de forma excêntrica para desacelerar o movimento na posição inicial.

Porém, nem tudo no treinamento de movimentos complexos foi em vão. Esses indivíduos diminuíram o tempo na região do alvo e aprenderam a reverter a direção do movimento imediatamente. O resultado foi uma redução no tempo gasto para realizar a tarefa [20]. De acordo com a autora, esse resultado foi possível devido a uma melhora no acoplamento linear entre os torques articulares do ombro e do cotovelo. Um acoplamento linear perfeito (coordenação) significa gerar torques proporcionais e simultâneos nas articulações envolvidas com a execução de movimentos complexos [22]. Como mencionado anteriormente, sem treinamento, a capacidade de acoplar os torques está comprometida nos indivíduos SD.

Os resultados das pesquisas envolvendo movimentos simples [2] e complexos [20] demonstram que existe esperança de que venhamos a desenvolver um tratamento que ajude os indivíduos SD a melhorar a coordenação dos movimentos, deixando de executar movimentos desengonçados e lentos. A favor dessa idéia existem inúmeros estudos demonstrando os efeitos benéficos da prática motora para essa população [6,23-26].

Esse otimismo não deve ignorar os déficits estruturais no mecanismo de controle motor nessa população, ou seja, patologia ou diminuição do volume do cerebelo e outras estruturas cerebrais [27,28].

Conclusão

Um caminho a ser seguido é o delineamento de condutas fisioterapêuticas que ajudem os indivíduos SD a trocar o padrão de co-ativação muscular por um padrão recíproco de atividade muscular, seja na execução de movimentos simples ou complexos. Dessa forma, eles seriam capazes de coordenar a geração dos torques articulares e incorporar os torques de interação na solução mecânica da tarefa. Como resultado, esses indivíduos seriam capazes de mover de forma mais rápida e coordenada.

Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP (processo 00/10527-6).

Referências

1. Latash ML, Corcos DM. Kinematic and electromyographic characteristics of single-joint movements of individuals with Down syndrome. *Am J Ment Retard* 1991; 96(2):189-201.

2. Almeida GL, Corcos DM, Latash ML. Practice and transfer effects during fast single-joint elbow movements in individuals with Down syndrome. *Phys Ther* 1994;74(11):1000-16.
3. Almeida GL, Hasan Z, Corcos DM. Horizontal-plane arm movements with direction reversals performed by normal individuals and individuals with Down syndrome. *J Neurophysiol* 2000;84(4):1949-60.
4. Aruin AS, Almeida GL, Latash ML. Organization of a simple two-joint synergy in individuals with Down syndrome. *Am J Ment Retard* 1996;101(3):256-68.
5. Aruin AS. and Almeida GL. A coactivation strategy in anticipatory postural adjustments in persons with Down syndrome. *Motor Control* 1997;1:178-91.
6. Latash ML, Anson JG. What are "normal movements" in atypical populations? *Behav Brain Sci* 1996;19:55-68.
7. Marconi NF. Controle motor em indivíduos neurologicamente normais e portadores da Síndrome de Down: O efeito do feedback intrínseco [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2000.
8. Ferreira SMS. Modulação da latência da musculatura antagonista em indivíduos "neurologicamente normais" e portadores da Síndrome de Down [dissertação]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2000.
9. Latash ML. Motor control in Down syndrome: The role of adaptation and practice. *J Dev and Phys Disabil* 1992;4:227-61.
10. Coleman M. Down's syndrome. *Pediatrics Annals* 1978;7:36-63.
11. McIntire MS, Menolascino FJ, Wiley JH. Mongolism - Some clinical aspects. *Am J Ment Defic* 1965;69:794-800.
12. Livingstone B, Hirst P. Orthopedic disorders in school children with Down's syndrome with special reference to the incidence of joint laxity. *Clin Orthop Relat Res* 1986;207:74-76.
13. Anson JG. Neuromotor control and Down syndrome. In: JJ Summers, eds. *Approaches to the study of motor control and learning*. Amsterdam: Elsevier Science; 1992. p.387-413.
14. Hallett M, Shahani BT, Young RR. EMG analysis of stereotyped voluntary movements in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1975;38:1154-62.
15. Hannaford B, Stark L. Roles of the elements of the triphasic control signal. *Exp Neurol* 1985;90:619-34.
16. Marconi NF, Almeida GL, Gottlieb GL. Electromyographic and kinetic strategies to control movements. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(1):1-8.
17. Sainburg RL, Ghilardi MF, Poizner H, Ghez C. Control of limb dynamics in normal subjects and patients without proprioception. *J Neurophysiol* 1995;73:820-29.
18. Bastian AJ, Martin TA, Keating JG, Thach WT. Cerebellar ataxia: abnormal control of interaction torques across multiple joints. *J Neurophysiol* 1996;76:492-509.
19. Bernstein NA. *The coordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon Press; 1967.
20. Marconi NF. Controle motor de movimentos de reversão do braço em indivíduos neurologicamente normais e portadores da Síndrome de Down: O efeito do treinamento [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2005.
21. Almeida GL, Freitas SMSE, Marconi NF. Coupling between muscle activities and muscle torque during horizontal-planar arm movement with direction reversal. *J Electromyograph Kinesiol* 2006;16:303-311.
22. Gottlieb GL, Song Q, Hong D, Almeida GL, Corcos DM. Coordinating movement at two joints: a principle of linear covariance. *J Neurophysiol* 1996;75:1760-64.
23. Kanode JO, Payne GV. Effects of variable practice on retention and motor schema development in Down syndrome subjects. *Percept Mot Skills* 1989;69:211-18.
24. Kerr R, Blais C. Down syndrome and extended practice of a complex motor task. *Am J Ment Defic* 1987;91:591-97.
25. Youn G, Youn S. Influence of training and performance IQ on the psychomotor skill of Down syndrome persons. *Percept Mot Skills* 1991;73:1191:94.
26. Lewis CL, Fragala-Pinkham MA. Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with Down syndrome: a case study. *Pediatr Phys Ther* 2005; 17(1):30-6.
27. Crome LC, Cowie V, Slater E. A statistical note on cerebellar and brainstem weight in mongolism. *J Ment Defic Res* 1966;10:69-72.
28. Henderson SE. Some aspects of the development of motor control in Down's syndrome. In: Whiting HTA, Wade Mg, eds. *Themes in motor development*. Martinus Nijhoff : Boston; 1986. p. 69-92.