

ALTERAÇÕES ELETROMIOGRÁFICAS DOS MÚSCULOS DO TRONCO DE PACIENTES COM HEMIPARESIA APÓS ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO

Fernando Cesar Iwamoto Marcucci¹, Nathália Sigilló Cardoso²,
Karla de Souza Berteli², Márcia Regina Garanhani³, Jefferson Rosa Cardoso³

RESUMO - O acidente vascular encefálico é a principal causa de incapacidade crônica em adultos, porém poucos estudos avaliaram a motricidade do tronco nestes indivíduos. *Objetivo:* Comparar a atividade mioelétrica do tronco entre indivíduos hemiparéticos e controle. *Método:* Foram avaliados oito indivíduos hemiparéticos e oito controles, por meio de eletromiografia de superfície (EMGs), durante atividades de flexão dos membros inferiores e rotação do tronco em supino; levantar e elevação dos membros superiores na posição sentada. *Resultados:* O músculo reto abdominal parético apresentou maior ativação que o grupo controle ($p=0,031$) durante a flexão dos membros inferiores. Os músculos oblíquos apresentaram, bilateralmente, maior ativação na elevação dos membros inferiores do que na rotação ($p=0,014$ e $p=0,002$, respectivamente). Não houve diferenças entre músculos eretores durante as atividades. *Conclusão:* Os músculos flexores do tronco de indivíduos hemiparéticos apresentaram alterações motoras no reto abdominal do lado parético e realizam compensações por meio dos oblíquos externos.

PALAVRAS-CHAVE: acidente vascular cerebral, paresia, eletromiografia, atividade motora.

Electromyographic alterations of trunk muscle of patients with post-stroke hemiparesis

ABSTRACT - Stroke is the main cause of chronic disability in adults, but few studies evaluated the trunk motor activity in affected subjects. *Objective:* To compare the myoelectrical activity of trunk muscle in hemiparetic and control subjects. *Method:* Eight hemiparetic and eight control subjects were assessed during lower extremities flexion and trunk rotation in supine position; stand up and rise up upper extremities in seated position. *Results:* Paretic *rectus abdominis* presented a higher activation than control group ($p=0.031$) during lower extremities elevation. *Obliquus externus abdominis* showed a bilateral higher activation during lower extremities elevation than rotation activities ($p=0.014$ and $p=0.002$, respectively). There was no difference in extension activities comparison. *Conclusion:* Trunk flexor muscles of hemiparetic subjects demonstrated motor alterations in *rectus abdominis* of paretic side and compensations were used with *Obliquus externus*.

KEY WORDS: stroke, paresis, electromyography, motor activity.

O acidente vascular encefálico (AVE) é a principal causa de incapacidade crônica em adultos. Cerca de 50 a 70% dos indivíduos acometidos recuperam a independência funcional e, após seis meses, cerca de 50% apresentam hemiparesia/hemiplegia¹. Os déficits motores encontrados após a ocorrência de um AVE decorrem da lesão dos neurônios motores superiores que controlam os músculos distais e proximais².

Os músculos responsáveis pela movimentação do tronco estão relacionados com o movimento voluntá-

rio de membros e também com a realização de atividades de vida diária^{3,4}. Poucos estudos^{2,5-8} avaliaram a atividade motora do tronco de indivíduos com hemiparesia por meio de parâmetros biomecânicos como a eletromiografia de superfície (EMGs). Estes estudos verificaram que após um AVE os indivíduos podem apresentar uma diminuição da ativação dos músculos reto abdominal e oblíquo externo e, ainda, um aumento da ativação nos músculos eretores da espinha. No entanto, estes estudos não avaliaram os pacientes durante atividades como levantar, elevar os

¹Fisioterapeuta, Mestrando em Medicina e Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Londrina, Londrina PR, Brasil (UEL); ²Acadêmica do Curso de Fisioterapia - UEL; ³Docente do Departamento de Fisioterapia - UEL. Fontes financiadoras: CNPQ, UEL.

Recebido 18 Janeiro 2007. Aceito 6 Junho 2007.

Dr. Jefferson Rosa Cardoso - Depto. de Fisioterapia - UEL - Avenida Robert Kock 60 - 86038-440 Londrina PR - Brasil. E-mail: jeffcar@uel.br

membros superiores, atividades com os membros inferiores e o início de rolar no leito.

Os objetivos deste estudo foram: analisar o comportamento elétrico dos músculos do tronco em indivíduos com hemiparesia após AVE, durante diferentes atividades funcionais; comparar os resultados obtidos com indivíduos do grupo controle e; comparar a ativação muscular do lado parético com o lado não parético.

MÉTODOS

A amostra foi composta por oito indivíduos com hemiparesia após AVE unilateral (cinco com hemiparesia à direita), com média de idade de 58,7 anos (DP=9,3), e IMC médio de 25 kg/m² (DP=2,9), de ambos os gêneros (seis do gênero masculino), tempo médio de lesão de 10,5 meses (DP=3,7). A amostra foi padronizada pelas características clínicas e os critérios de inclusão foram: espasticidade avaliada pela Escala de *Ashworth* modificada com pontuação entre um e quatro durante o movimento passivo de flexo-extensão do cotovelo, Índice de *Barthel* acima de 85 pontos, capacidade de deambular com ou sem auxílio e de realizar as atividades propostas para avaliação. O grupo controle foi formado por oito indivíduos pareados com o grupo com hemiparesia por gênero, idade, peso e altura, com média de idade de 59,5 anos (DP=11,3) e IMC médio de 24,8 kg/m² (DP=1,5), livres de sintomas neurológicos e que aceitaram participar do estudo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dados demográficos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (CEP 282/05), todos participantes assinaram o termo de consentimento e, para os pacientes incapazes de assinar, foi permitido a presença e assinatura de um familiar.

Instrumentação – Para obtenção dos sinais, foi utilizado um eletromiógrafo de superfície com dezesseis canais (EMG System do Brasil) composto por um conversor A/D (conversor analógico-digital) de doze bits, frequência de corte com banda de 20 a 450 Hz, ganho de amplificação total 2000x, sendo 20x no eletrodo ativo e 100x no segundo estágio de amplificação. Cada canal foi acoplado a dois eletrodos ativos e um de referência. Os eletrodos foram conectados a um pré-amplificador de alta impedância (1.0x 10¹² Ohm), pré-amplificação de 20x, com razão de rejeição do modo comum de 120 dB. Os sinais foram coletados com frequência de amostragem de 1000 amostras por segundo por canal.

Procedimentos – Os eletrodos de superfície (Ag/AgCl) foram colocados em pares (distância de centro-a-centro de dois cm) sobre os músculos: reto abdominal (três cm laterais da cicatriz umbilical), oblíquo externo (no centro da distância entre a espinha íliaca ântero-superior e a borda inferior do gradil costal) e eretores da espinha (três cm laterais do processo espinhoso de L3), segundo as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for a non-invasive assessment of muscles*)⁹. Foram realizadas tricotomia e a limpeza

do local com algodão e álcool 70% prévias à colocação dos eletrodos. A impedância intereletrodos foi menor que 10 kΩ. O eletrodo de referência foi colocado no punho contra-lateral a lesão.

O procedimento da coleta dos sinais elétricos iniciou-se com as contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), indicada para a normalização dos sinais. As contrações utilizadas como referências foram: 1) Para o músculo reto abdominal o indivíduo, em supino e com os joelhos flexionados, exerceu a flexão do tronco elevando as escápulas do apoio; 2) para os oblíquos externos, em supino e com os joelhos flexionados, exerce-se a flexão anterior com rotação do tronco contra a gravidade três vezes consecutivas para cada lado; 3) para os músculos eretores da espinha, o participante, em prono com as mãos ao lado do corpo, exerceu extensão do tronco contra a gravidade. Para cada músculo foram realizadas três contrações, com intervalos de 15 segundos entre elas e o maior valor das três contrações foi considerado como 100% de atividade elétrica.

Após a coleta da CIVM, foram realizadas as atividades propostas para avaliação e a ordem de coleta foi aleatorizada, para diminuir a influência de um possível processo de fadiga nas últimas atividades. Cada atividade foi realizada três vezes, com intervalo de 15 segundos entre as contrações e um repouso de três minutos entre as atividades. A captação do sinal eletromiográfico teve duração de um minuto e vinte segundos. Os valores foram apresentados em RMS – raiz da média ao quadrado e em % da CIVM (sinal normalizado)¹⁰.

Os sinais eletromiográficos foram coletados durante as seguintes atividades, para flexores de tronco: 1) o indivíduo deitado em supino, elevou os membros inferiores com flexão de 90° em quadris e joelhos; 2) o indivíduo deitado em supino, exerceu a rotação do tronco inferior com elevação do membro inferior parético, ou esquerdo nos controles; 3) o mesmo exercício anterior, porém para o lado não parético ou direito. Para extensores de tronco foram realizadas seguintes atividades: 1) levantar a partir de sentado com flexão anterior de tronco e elevação dos membros superiores acima da cabeça com os dedos entrelaçados; 2) elevação dos membros superiores acima da cabeça com os dedos entrelaçados na posição sentada.

Análise estatística – Inicialmente foi verificada a distribuição de normalidade das variáveis por meio do teste de Shapiro-Wilk e, as mesmas, assumiram os pressupostos necessários. Para a comparação entre os indivíduos hemiparéticos e indivíduos do grupo controle foi empregado o teste t de *Student* para amostras independentes para cada músculo, em cada atividade e para os dados demográficos. Para comparação entre os lados dentro do mesmo grupo, foi utilizado o teste t de *Student* para amostras dependentes. Para comparar os diferentes exercícios foi utilizada a Análise de Variância Multivariada (MANOVA) de dois fatores, com os diferentes músculos considerados como fatores intra-grupo e as atividades e os indivíduos com hemiparesia ou controle como os fatores entre-grupos. Para identificar a diferença entre os grupos utilizou-se o teste *post-hoc* de *Tukey*. Para todas as comparações a significância estatística

Tabela. Resultados da CIVM em RMS μ V.

	Hemiparéticos	Média (EP)	Controles	Média (EP)	p
Reto abdominal	Parético	73,97 (27,65)	Esquerdo	52,44 (6,12)	0,460
	Normal	66,44 (16,56)	Direito	72,23 (5,21)	0,747
Oblíquo externo	Parético	69,90 (13,00)	Esquerdo	97,46 (25,70)	0,355
	Normal	71,71 (14,78)	Direito	124,18 (29,40)	0,141
Eretores da espinha	Parético	63,52 (8,00)	Esquerdo	102,45 (8,66)	0,031*
	Normal	61,16 (9,80)	Direito	94,24 (5,58)	0,011*

EP, erro padrão; *significância estatística.

ca foi estipulada em 5% ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*, versão 11,5).

RESULTADOS

Ao comparar o teste de CIVM (em RMS de microvoltz [μ V]) entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa somente para os músculos eretores da espinha (Tabela). Nos indivíduos hemiparéticos, estes músculos apresentaram uma menor atividade elétrica que as do grupo controle ao comparar lados paréticos com os esquerdos e lados não paréticos com direitos ($p=0,031$ e $p=0,011$, respectivamente).

Ao comparar os grupos observou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os músculos reto abdominais na atividade de flexão dos membros inferiores a 90° ($p=0,031$) durante a % da CIVM. O lado parético dos pacientes apresentou ativação maior ($\bar{x}=59,34\%$ da CIVM; DP=30,6) que o lado esquerdo do grupo controle ($\bar{x}=31,67\%$ da CIVM; DP=11) (Fig 1). Não foram observadas diferenças com significância estatística entre os músculos oblíquos e o reto abdominal não parético nas atividades.

Para os músculos extensores houve uma maior ativação nos hemiparéticos, no entanto esta diferença não foi significativa durante a elevação dos membros superiores e o levantar a partir de sentado (Fig 2).

Na comparação entre os lados parético e não parético, e o lado esquerdo e direito no grupo controle, não foram observadas diferenças entre os músculos nas atividades de flexão dos membros inferiores, levantar e elevação dos membros superiores. Na atividade de rotação do tronco inferior não foram observadas diferenças entre lados nos indivíduos hemiparéticos, no entanto para os indivíduos controles verificou-se que o músculo reto abdominal esquerdo ($\bar{x}=19,15\%$ da CIVM; DP=13,47) atingiu valores menores que o direito ($\bar{x}=35,14\%$ da CIVM; DP=15,16) na atividade de rotação para o lado esquerdo ($p=0,047$) (Fig 1).

Ao comparar as atividades de flexão foram observadas diferenças significantes nos músculos oblíquos do lado parético ($F=4,72$; $p=0,014$) e não parético ($F=6,95$; $p=0,002$). Ambos os lados apresentaram uma ativação maior durante a flexão de quadril e joelho a 90° que nas atividades de rotação de tronco inferior. Não houve diferenças na ativação ao comparar a rotação do tronco inferior para ambos os lados. No

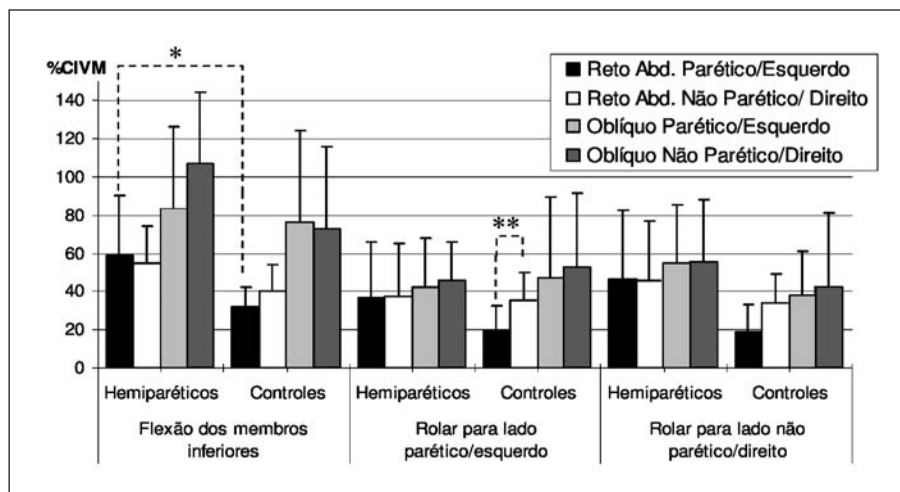


Fig 1. %CIVM atingidas pelos flexores de tronco. * $p=0,031$; ** $p=0,047$.

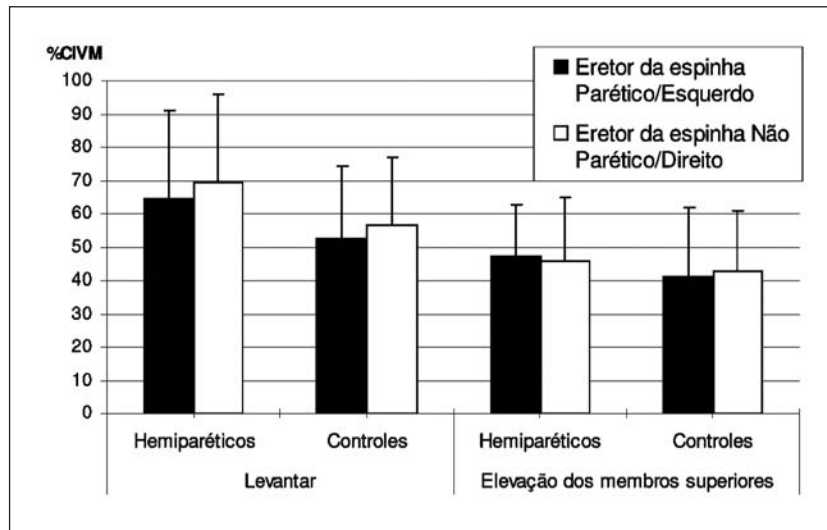


Fig 2. %CIVM atingidas pelos extensores de tronco.

grupo controle não houve diferença na ativação dos músculos flexores de tronco durante as três atividades. Na comparação entre as atividades de extensão de tronco, não houve diferença na ativação dos músculos eretores da espinha, tanto no grupo com hemiparesia quanto no controle.

DISCUSSÃO

As atividades propostas foram selecionadas por serem comumente realizadas no dia-a-dia, no entanto estas foram adaptadas para a avaliação biomecânica e para padronizar a realização pelos indivíduos. Os teste de CIVM (em RMS de μV) foram comparados inicialmente, para identificar possíveis diferenças que influenciariam no processo de normalização. Como não houve diferenças entre grupos para os músculos flexores, entende-se que os valores da CIVM partiram de uma margem semelhante para comparar as atividades. Para o músculo eretor da espinha houve uma menor atividade durante a CIVM nos indivíduos com hemiparesia, mas, como não houve diferenças nas atividades, não foi possível determinar as causa desta limitação na contração máxima.

Na amostra estudada observou-se que os indivíduos com hemiparesia apresentaram uma maior recrutamento que os controles, durante a atividade de elevação dos membros inferiores, na qual o reto abdominal parético atingiu 59,34% da CIVM e, o lado esquerdo dos controles, atingiu apenas 31,67%. Nos demais músculos, durante esta atividade e também na rotação do tronco com o membro inferior não parético, os indivíduos com hemiparesia necessitaram de uma maior ativação que os controles, no entanto sem significância estatística.

Durante a CIVM não foram observadas diferenças significantes entre os músculos abdominais no grupo com hemiparesia. Isto pode indicar que apesar dos músculos atingirem valores semelhantes ao controle na CIVM, ao exercer atividades que como estabilização da pelve (flexão de joelho e quadril a 90°) e rotação do tronco, os músculos dos indivíduos com hemiparesia necessitaram de um maior recrutamento. Esta alteração na ativação do músculo reto abdominal parético também foi encontrada por Winzeler-Merçay e Mudie⁶. Estes observaram uma menor ativação do músculo reto abdominal parético durante uma atividade funcional (colocação de sapato), porém não constataram alterações durante uma atividade dinâmica (extensão do tronco a 20° na posição sentada).

Dickstein et al.⁷ encontraram menor ativação do músculo reto abdominal do lado parético durante atividades realizadas com os participantes sentados. Estes autores compararam a ativação muscular por meio do Índice de Simetria, que identificava assimetria existente entre a ativação dos músculos, mas não compara com uma atividade de referência, como no presente estudo. Estudos anteriores, deste mesmo autor^{2,5}, não encontraram diferenças na atividade do reto abdominal em comparação com controles sadios. Alguns estudos demonstraram que pacientes com hemiparesia apresentam uma força diminuída na geração de torque, durante a flexão e extensão do tronco, mensurado por dinamometria isocinética^{11,12}. Tais dados indicam que indivíduos com hemiparesia têm dificuldade em gerar contração eficiente do músculo reto abdominal do lado parético.

Nesta amostra foi observado que os músculos oblíquos externos dos indivíduos com hemiparesia

foram mais ativos durante atividade de estabilização (flexão de joelho e quadril a 90°) do que nas atividades de rotação de tronco, apesar de estes músculos serem os motores primários do movimento de rotação¹³. Ao realizar a flexão de joelho e quadril a 90°, o grupo com hemiparesia atingiu uma porcentagem da CIVM entre 83 a 107% (lado parético e não parético, respectivamente), enquanto o grupo controle atingiu 72 e 76% (direito e esquerdo). Nas atividades de rotação, ambos os grupos apresentaram uma ativação dos oblíquos entre 20 e 55% da CIVM. Tal fato indica que os oblíquos externos são importantes na estabilização da pelve, necessária nesta atividade e que nos indivíduos hemiparéticos, estes músculos podem compensar o déficit encontrado no reto abdominal do lado parético.

Não foi observada diferença significativa entre os lados em indivíduos com hemiparesia durante as atividades de rotação. Os indivíduos do grupo controle apresentaram maior ativação do reto abdominal direito que o esquerdo na rotação para o lado esquerdo, no entanto esta assimetria não foi constatada durante a rotação para o lado direito. Kafri e Dickstein⁸ verificaram que indivíduos com hemiparesia, ao rolar para lado parético apresentavam uma maior ativação do lado não parético e ao rolar para o lado não parético ativaram ambos os lados de forma semelhante. Quanto ao controle, ao rolar para lado esquerdo e direito, obtiveram uma maior ativação do oblíquo esquerdo. Neste estudo não foram avaliados o músculo reto abdominal. Estudos biomecânicos futuros sobre a atividade de rotação do tronco deveriam focalizar estas diferenças na ativação, diferenciando atividades motoras compensatórias e o sinergismo comum dos indivíduos sem alterações motoras.

Durante as atividades de levantar e elevar os membros superiores não houve diferença entre grupos e nem entre lados. Na atividade de levantar houve um recrutamento maior, porém não significativo. Winzeler-Merçay e Mudie⁶ encontraram uma ativação maior do eretor do lado parético que o lado não parético, durante a flexão anterior do tronco sentado e alcançar objeto à frente. Dickstein et al.² também encontraram diferenças na ativação destes músculos, com o eretor parético mais ativado que o não parético. Entretanto, dois outros estudos deste mesmo autor não encontraram diferenças na ação deste músculo^{5,7}. Tais dados sugerem que o músculo eretor da espinha do lado parético pode apresentar alterações, no entanto, numa frequência menor que os músculos abdominais e, quando acometidos, necessitam de uma ativação maior.

Estudos com potenciais evocados por estimulação cerebral estabeleceram que os músculos do tronco recebem inervação de ambos os hemisférios cerebrais, com predominância do lado contralateral¹⁴. Alguns estudos sugerem que as alterações motoras do tronco de indivíduos com hemiparesia podem tanto ocorrer em ambos os lados, como também podem ser compensados por esta inervação bilateral⁷. Neste estudo, os déficits motores encontrados foram restritos ao lado parético, principalmente o músculo reto abdominal, o que não suporta esta hipótese de alterações motoras bilaterais nos músculos do tronco.

Spinazolla et al.¹⁵ avaliaram a diferença no movimento do tronco de indivíduos hemiparéticos em relação ao hemisfério lesionado e encontraram que indivíduos com lesão no hemisfério direito são mais propensos às alterações nas reações posturais, enquanto àqueles com lesão no hemisfério esquerdo apresentam apraxia de tronco. A amostra deste estudo foi composta por cinco indivíduos com lesão à esquerda (hemiparesia direita) e três à direita (hemiparesia esquerda) e apesar da comparação entre hemisférios não ser o objetivo deste estudo, tal fato pode influenciar nos resultados obtidos, além de ser importante na avaliação clínica e funcional dos pacientes após AVE.

Tanaka et al.¹² verificaram que houve uma correlação forte entre os torques de tronco com a Escala de Equilíbrio de Berg, porém uma correlação fraca com a escala funcional. No presente estudo, os indivíduos com hemiparesia apresentaram diferenças na ativação muscular em comparação com o grupo controle, no entanto, os participantes desta amostra apresentaram uma alta pontuação na escala de funcionalidade. Alguns estudos^{16,17} indicaram que o controle de tronco é um importante preditor da funcionalidade após o AVE, mas indivíduos crônicos são capazes de adaptar-se, como por exemplo, aumentando a mobilidade do tronco superior e diminuindo o deslocamento da pelve¹⁸ ou realizando movimentos em massa³, o que diminui o impacto das alterações motoras do tronco nas atividades de vida diária.

Por meio da análise realizada neste estudo, há uma dificuldade em identificar se as alterações motoras de tronco nos indivíduos com hemiparesia são oriundas somente da lesão do sistema nervoso central (paresia e incoordenação), das adaptações dos componentes periféricos (atrofia muscular) ou da interação de ambos os fatores. Identificar a influência de cada um destes fatores é imprescindível para delinear as condutas terapêuticas e deve ser o objetivo de estudos futuros.

Em conclusão, verificou-se neste estudo que indivíduos com hemiparesia apresentam alterações na ativação muscular durante estas atividades, quando avaliados por EMGs. O músculo reto abdominal do lado parético apresentou maior ativação que o grupo controle para realizar uma mesma atividade e compensa este déficit por meio de outros músculos, como os oblíquos externos. Os músculos eretores da espinha não demonstraram alterações nas atividades, ao comparar com indivíduos controles. Não houve diferenças na comparação entre os lados parético e não parético. Assim, os músculos de tronco são necessários nas atividades funcionais, como transferência e na estabilização proximal para o movimento de membros.

REFERÊNCIAS

1. American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics - 2005 Update. Dallas (TX): American Heart Association, 2005.
2. Dickstein R, Heves Y, Laufer Y, Ben-Haim Z. Activation of selected trunk muscles during symmetric functional activities in poststroke hemiparetic and hemiplegic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1999;66:218-221.
3. Cirtea MC, Levin MF. Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain* 2000;123:940-953.
4. Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP, Wang CH. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke* 2002;33:2626-2630.
5. Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, Shabtai E, Markovici E. Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;79:228-234.
6. Winzeler-Merçay U, Mudie H. The nature of the effects of stroke on trunk flexor and extensor muscles during work and rest. *Disabil Rehabil* 2002;24:875-886.
7. Dickstein R, Sheffi S, Marcovitz E, Villa Y. Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clin Neurophysiol* 2004;115:790-796.
8. Kafri M, Dickstein R. Activation of selected frontal trunk and extremities muscle during rolling from supine to side lying in healthy subjects and in post-stroke hemiparetic patients. *Neurorehabil* 2005;20:125-131.
9. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;10:361-374.
10. Cram JR, Kasman GS. Instrumentation. In Cram JR, Kasman GS (Eds). Maryland: Aspen Publisher, 1998:43-80.
11. Karatas M, Çetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:81-87.
12. Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Muscle strength of trunk flexion-extension in post-stroke hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil* 1998;77:288-290.
13. Hubley-Kozey CL. Training the abdominal musculature. *Physiother Can* 2005;57:5-17.
14. Fujiwara T, Sonoda S, Okajima Y, Chino N. The relationships between trunk function and the findings of transcranial magnetic stimulation among patients with stroke. *J Rehabil Med* 2001;33:249-255.
15. Spinazolla L, Cubelli R, Sala SD. Impairments of trunk movements following left or right hemisphere lesions: dissociation between apraxic errors and postural instability. *Brain* 2002;126:2656-2666.
16. Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP, Wang CH. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke* 2002;33:2626-2630.
17. Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C, Martino MT. Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke* 1997;28:1382-1385.
18. Messier S, Bourbonnais D, Desrosiers J, Roy Y. Dynamic analysis of trunk flexion after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:1619-1624.