

Cecilia Nasciutti Prudente

**PADRÃO DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS
MEMBROS INFERIORES DE HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS
DURANTE O MOVIMENTO DE SENTADO PARA DE PÉ**

Belo Horizonte

Universidade Federal de Minas Gerais

2007

Cecília Nasciutti Prudente

**PADRÃO DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS MEMBROS
INFERIORES DE HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS DURANTE O
MOVIMENTO DE SENTADO PARA DE PÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de concentração: Desempenho Motor e

Funcional Humano

Orientadora: Prof^a Fátima Rodrigues de Paula

Goulart, Ph.D.

Belo Horizonte

Universidade Federal de Minas Gerais

2007

N244p Nasciutti-Prudente, Cecília
2007 “Padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé”. [manuscrito] / Cecília Nasciutti Prudente. – 2007.
92 f., enc.:il.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Fátima Rodrigues de Paula Goulart

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 29-36

1. Acidente cerebrovascular – Teses. 2. Paralisia – Teses. 3. Doenças neuromusculares – Teses. 4. Capacidade motora - Teses. 5. Eletromiografia – Teses.
I. Goulart, Fátima Rodrigues de Paula. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 616.8-009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
E-MAIL: mesreab@cef.ufmg.br SITE: www.cef.ufmg.br/mreab
Fone: 31- 34994781

PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado da aluna CECÍLIA PRUDENTE NASCIUTTI, intitulada "PADRÃO DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES DE HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS DURANTE O MOVIMENTO DE SENTADO PARA DE PÉ", defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora APROVOU a defesa de dissertação, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Profa. Dra. Fátima Rodrigues de Paula Goulart *Fátima R de Paula*

Prof. Dr. Antônio Lúcio Teixeira *Antônio Lúcio Teixeira Jr.*

Profa. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Ph.D. *Salmela*

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2007.

Salmela
Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG
Profa. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Ph.D.
Coordenadora do Colegiado de Pós-Graduação
em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
E-MAIL: mesreab@eef.ufmg.br SITE: www.eef.ufmg.br/mreab
Fone/fax: 31- 34994781

ATA DE NÚMERO 86 (OITENTA E SEIS) DA SESSÃO PÚBLICA DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA CECÍLIA NASCIUTTI PRUDENTE PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO-----

Aos 13 (treze) dias do mês de dezembro do ano de dois mil e sete, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação “PADRÃO DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES DE HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS DURANTE O MOVIMENTO DE SENTADO PARA DE PÉ” da aluna CECÍLIA NASCIUTTI PRUDENTE candidata ao título de “Mestre em Ciências da Reabilitação”. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: FÁTIMA RODRIGUES DE PAULA GOULART, ANTÔNIO LÚCIO TEIXEIRA e LUCI FUSCALDI TEIXEIRA-SALMELA sob a presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 10 horas com apresentação oral da candidata, seguida de arguição pelos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram a candidata *aprovada e apta a receber o título de mestre após a entrega da versão definitiva da dissertação*. Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2007.-----

Orientador: Profa. Dra. Fátima Rodrigues de Paula Goulart *Fátima Paula Goulart*

Prof. Dr. Antônio Lúcio Teixeira *Antônio Lúcio Teixeira, Jr.*

Profa. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Ph.D *L. Salmela*

Marilane Soares *Marilane Soares*
Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que me incentivaram e ajudaram neste processo.

À minha orientadora Fátima, agradeço pela acolhida, pelos ensinamentos, palavras e caronas constantes. Muito obrigada por esta oportunidade!

Aos professores e demais funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, agradeço por toda colaboração e disponibilidade. Em especial, à Prof.^a Luci e à Marilane, pelo apoio e simpatia.

Aos meus colegas do mestrado, obrigada pela colaboração de cada um de vocês. Em especial, à Patrícia e Daniele, amigas e grandes companheiras nesta caminhada.

À Nadja, agradeço por toda sua ajuda, disponibilidade e paciência durante todo o processo.

À Sandra e Ana Cristina, minha eterna gratidão pela enorme colaboração e incentivo, sem vocês a minha pesquisa não seria possível!

À Bibi, companheira de longas e cansativas coletas, obrigada pelo carinho, pela amizade e, mesmo à distância, por todo o seu apoio.

À Tetê, amiga que tanto vibrou pelo meu ingresso no mestrado. Serei eternamente grata pelo seu carinho!

À minha querida família, papai, mamãe, Arthur e Lucas, muito obrigada pelo apoio incondicional e por participarem e vibrarem comigo em cada etapa. Obrigada por toda compreensão e carinho, amo muito vocês!

À Marina, agradeço muito pela sua amizade e apoio, além da paciência em me ouvir falar constantemente deste trabalho. Você é muito especial para mim!

Às minhas queridas amigas Roseane, Mariana, Manoela e Luísa, muito obrigada pelo apoio, amizade, carinho e, principalmente, por comemorarem comigo cada conquista. À minha querida amiga Enara, obrigada pela companhia diária, pela vibração constante e pelo interesse em cada detalhe do meu mestrado. Amo todas vocês!

E a todos os pacientes participantes desta pesquisa, agradeço profundamente pela boa vontade e disponibilidade em fazer parte deste trabalho.

“Não se preocupe em entender.
Viver ultrapassa todo entendimento.
Mergulhe no que você não conhece.”
(Clarice Lispector)

RESUMO

O movimento de sentado para de pé (ST-DP) é uma atividade funcional realizada freqüentemente no dia-a-dia que requer coordenação, equilíbrio, mobilidade e força. Após um Acidente Vascular Cerebral, os indivíduos freqüentemente apresentam hemiparesia, espasticidade e incoordenação durante o desempenho de tarefas funcionais, como o movimento de ST-DP. Essa incoordenação pode resultar de alterações na ativação, na seqüência, na regulação do tempo e na gradação da atividade muscular, alterações que podem determinar, em certo grau, a qualidade e as limitações durante o ST-DP. Contudo, existem poucos estudos sobre o padrão de ativação muscular dos membros inferiores em hemiparéticos durante essa atividade. O objetivo deste estudo foi investigar o padrão de coordenação neuromuscular do membro inferior parético (MIP) e do membro inferior não-parético (MINP) de hemiparéticos crônicos durante o ST-DP. Os participantes deveriam ter idade entre 60 e 75 anos e ter capacidade de levantar da cadeira sem auxílio das mãos. O torque muscular dos membros inferiores, a velocidade da marcha, o tônus muscular e o número de quedas nos últimos seis meses foram medidos para caracterizar a amostra. Durante o teste do ST-DP, foram analisadas as variáveis: tempo de movimento, momento da perda de contato com o assento (PCA), latência muscular, duração, latência diferencial, momento do pico máximo e quantificação eletromiográfica (QEMG) dos músculos tibial anterior (TA), sóleo (SOL), quadríceps (QUA) e ísquiossurais (IQS). Estatística descritiva, testes-t de *Student* e *one-way* ANOVA foram utilizados para análise dos dados, considerando-se $\alpha < 0,05$. Dezesete indivíduos foram incluídos, com média de idade de $68,65 \pm 4,66$ anos. A

média do tempo de movimento e da PCA foram, respectivamente, $1,99 \pm 0,35s$ e $0,54 \pm 0,18s$. Todos os músculos do MIP e do MINP permaneceram ativos durante a maior parte do tempo do movimento e apresentaram latência diferencial negativa. Os IQS ativaram antes no MINP e o TA, o SOL e o QUA apresentaram QEMG significativamente maior nesse membro. Foram encontrados dois padrões de recrutamento muscular anormal no MIP, enquanto que no MINP houve início simultâneo da ativação de todos os músculos. Em ambos membros inferiores, o momento do pico máximo dos músculos estudados foram diferentes do momento da PCA. Dessa forma, foram observadas anormalidades na coordenação neuromuscular de ambos membros inferiores durante o ST-DP em hemiparéticos. No MIP, foram encontradas alterações na amplitude e no tempo de recrutamento muscular, enquanto que significativas compensações aconteceram no MINP.

Palavras-chave: sentado para de pé, acidente vascular cerebral, hemiparesia, coordenação, eletromiografia

ABSTRACT

The sit to stand (STS) movement is a functional activity frequently performed in daily life that requires coordination, balance, mobility and strength. After a cerebrovascular accident, subjects often demonstrate hemiparesis, spasticity and incoordination while performing functional tasks, such as the STS movement. This incoordination may result from changes in activation, sequence, temporal regulation and graduation of muscular activity, which can define, to a certain degree, the quality and impairments during STS. However, there are few studies regarding the muscular activation patterns of the lower limbs in stroke survivors throughout this task. The purpose of the current study was to investigate the neuromuscular coordination patterns of the paretic and non-paretic lower limbs in chronic hemiparetic subjects during the STS movement. Participants should be between 60 and 75 years old and they should be able to stand up from a chair without assistance. Lower limbs muscle torque, gait speed, muscle tone and number of falls in the last six months were measured for characterization of the sample. The following variables were analyzed during STS: movement time, time to seat-off, onset latency, duration, differential latency, time to maximum peak activity and electromyographic quantification (EMGQ) of the tibialis anterior (TA), soleus (SOL), quadriceps (QUA) and hamstrings (HAM) muscles. Descriptive statistics, Student's t-tests and one-way ANOVA were carried out for data analyzes, with significance level at $\alpha < 0.05$. Seventeen subjects were included with a mean age 68.65 ± 4.66 years. Mean movement time and time to seat-off were 1.99 ± 0.35 s and 0.54 ± 0.18 s, respectively. All paretic and non-paretic muscles showed prolonged activity and negative differential latencies. Earlier activation of the HAM

and higher EMGQ of the TA, SOL and QUA happened with the non-paretic leg. Two abnormal recruitment patterns were found for the paretic lower limb and concurrent onset activity happened for all muscles on the non-paretic side. For all muscles of both limbs, time to seat-off was significantly different from time to peak activity ($p < 0.01$). Therefore, during the STS movement, neuromuscular coordination abnormalities were observed for both lower limbs of hemiparetic subjects. Changes in recruitment time and amplitude were found for the paretic leg, while significant compensations occurred with the non-paretic lower limb.

Key words: sit to stand, stroke, hemiparesis, coordination, electromyography

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACEL	- Acelerômetro
AVC	- Acidente Vascular Cerebral
BMS	- <i>Balance Master System</i>
CV _m	- Coeficiente de variação médio
DP	- Desvio-padrão
DUR	- Duração da ativação
EAM	- Escala de Ashworth Modificada
EMG	- Eletromiografia
IQS	- Ísquio-surais
LAT	- Latência
LATDIF	- Latência diferencial
M	- Média
MINP	- Membro inferior não-parético
MIP	- Membro inferior parético
PCA	- Perda de contato com o assento
Picmáx	- Pico máximo
QEMG	- Quantificação eletromiográfica
QUA	- Quadríceps
RMS	- <i>Root Mean Square</i>
SOL	- Sóleo
ST-DP	- Sentado para de pé
TA	- Tibial anterior

TM

- Tempo de movimento

VAE

- Valor de amplitude esperado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
1.1	Acidente vascular cerebral.....	01
1.2	O movimento de sentado para de pé.....	03
1.3	O movimento de sentado para de pé em hemiparéticos.....	05
1.4	A coordenação neuromuscular nos hemiparéticos.....	06
1.5	Objetivos.....	08
2	MATERIAIS E MÉTODOS	09
2.1	Delineamento do estudo e amostra.....	09
2.2	Local.....	09
2.3	Participantes.....	10
2.4	Instrumentos.....	10
2.4.1	Avaliação do tônus muscular.....	11
2.4.2	Avaliação da velocidade da marcha.....	11
2.4.3	Avaliação do torque muscular dos membros inferiores.....	11
2.4.4	Balance Master System.....	13
2.4.5	Acelerômetro triaxial.....	13
2.4.6	Registro do momento da perda de contato com o assento.....	15
2.4.7	Eletromiografia de superfície.....	15
2.4.7.1	Registro do sinal eletromiográfico.....	18
2.4.8	Sincronização.....	19
2.5	Procedimentos.....	20

2.5.1	Aplicação dos testes que antecederam a análise do movimento de sentado para de pé.....	20
2.5.2	Preparação para a coleta de dados.....	21
2.5.3	Análise do movimento de sentado para de pé.....	23
2.6	Redução dos dados.....	23
2.7	Análise estatística.....	28
3	REFERÊNCIAS.....	29
4	ARTIGO.....	37
	Introdução.....	41
	Materiais e Métodos.....	42
	Resultados.....	46
	Discussão.....	47
	Conclusão.....	53
	Referências.....	54
	Tabelas e Figuras.....	57
	Carta de Encaminhamento.....	61
	Declaração de responsabilidade e conflito de interesses.....	62
	Declaração de transferência de direitos autorais.....	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
	ANEXO A: Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.....	66
	ANEXO B: Normas Editoriais da Revista	

Brasileira de Fisioterapia	67
APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	73
APÊNDICE B: Ficha de Avaliação	75
APÊNDICE C: Referências Anatômicas do Dinamômetro Manual	77

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Acidente vascular cerebral

O acidente vascular cerebral (AVC), um dos problemas neurológicos mais graves do mundo ocidental na atualidade,¹ é caracterizado pela interrupção do suprimento sangüíneo ou hemorragia no tecido cerebral.² Esse evento resulta em danos parciais ou totais das vias motoras e sensoriais, dependendo do mecanismo, da extensão e do local da lesão.³ Tais danos podem acarretar em déficits na linguagem, na função cognitiva e em alterações do comportamento e do controle motor.^{1,2} O termo AVC é utilizado para caracterizar lesões ocorridas exclusivamente no tecido cerebral, excluindo-se lesões do tronco encefálico e do cerebelo.²

O AVC é uma importante causa de morbidade e mortalidade em nosso meio. Segundo registros dos Indicadores e Dados Básicos do Ministério da Saúde de 2004, a doença cerebrovascular ocupou o primeiro lugar na mortalidade por doenças do aparelho circulatório, sendo responsável por cerca de 1/3 das mortes.* A taxa específica de mortalidade por doença cerebrovascular no Brasil, em 2004, foi de 50,08/100.000 habitantes.* Nos Estados Unidos, o AVC representa a terceira causa de morte e é o maior responsável por incapacidades graves nos indivíduos acometidos.³ Estudos afirmaram que, após os 55 anos de idade, a incidência do AVC dobra a cada década de vida para ambos os sexos, sendo 30% maior nos

* Ministério da Saúde – Sistema de Informações sobre Mortalidade. DATASUS – TABNET. Indicadores e Dados Básicos – Brasil 2004. Disponível em: <www.datasus.gov.br/idb>. Acesso em: 15 out. 2007.

homens.^{1,3} Assim, este é um relevante problema de saúde pública, principalmente no que se refere ao idoso.³ Considerando-se o crescente envelhecimento populacional e a elevada taxa de sobrevivência pós-AVC, espera-se uma prevalência cada vez maior dessa enfermidade.^{1,3}

O período compreendido entre uma semana e três meses após o AVC é definido como fase “inicial” ou “aguda”.⁴ A definição da fase crônica é mais difícil de ser caracterizada, já que vários autores determinam tal fase diferentemente, variando entre o terceiro⁵ e o 12º mês após o AVC.^{6,7,8} Assim, é considerado como hemiparético crônico o indivíduo que tiver, em média, seis meses de ocorrência do AVC.

As principais limitações observadas nesses indivíduos são alterações do tônus e da postura, déficit de equilíbrio, fraqueza muscular e incoordenação durante a marcha e em outras atividades funcionais.^{1,2,9,10} Topograficamente, após uma lesão cerebral o indivíduo pode apresentar fraqueza muscular em um hemicorpo com perda total (hemiplegia) ou parcial (hemiparesia) da contratilidade.^{2,9} Esta fraqueza muscular pode ser decorrente de diversos fatores, incluindo redução do número de unidades motoras ativas^{9,11,12} e da taxa de disparo das mesmas,^{13,14,15} alteração na ordem de recrutamento das unidades motoras^{9,11,14} e das alterações nas propriedades contráteis das fibras musculares,^{14,15} além da atrofia das fibras Tipo II e hipertrofia das fibras Tipo I.¹⁶

A incoordenação nos hemiparéticos pode resultar da fraqueza e da atividade muscular inadequada, interferindo significativamente na capacidade funcional desses indivíduos.^{9,10} Tais alterações favorecem o surgimento de dificuldades para executar as atividades do dia-a-dia com o hemicorpo afetado, fazendo com que o indivíduo aprenda a utilizar compensações com o lado não-

afetado.¹⁷ Esta atitude comum entre os hemiparéticos é conhecida como Aprendizado do Não Uso,¹⁷ o qual reforça a assimetria postural, a perda da força muscular no lado afetado e a instabilidade postural,^{6,17} limitando, portanto, a recuperação motora desses indivíduos.¹⁷ O Aprendizado do Não Uso pode interferir de forma importante na execução das atividades cotidianas,^{6,17} como a manutenção do ortostatismo, o alcance, a manipulação de objetos, a marcha e o movimento de sentado para de pé.

1.2 O movimento de sentado para de pé

O movimento de passar de sentado para de pé (ST-DP) é uma atividade funcional realizada freqüentemente no dia-a-dia,^{18,19,20,21,22} sendo o desempenho nesta tarefa relacionado ao status funcional do indivíduo, à velocidade da marcha, à marcha independente e à capacidade para subir escadas.^{23,24,25} Em programas de reabilitação, a habilidade de se levantar a partir da posição sentada é considerada como pré-requisito para locomoção independente e para diversas atividades de vida diária,^{18,22,26} como levantar da cama, deixar a mesa de alimentação e levantar de assentos dos meios de transporte.²¹

O ST-DP é uma atividade que requer coordenação, equilíbrio, mobilidade e força, exigindo a habilidade para transferir de uma postura baixa para a posição de pé estável e a capacidade de deslocar o centro de massa corporal à frente para uma base de suporte estreita a partir de uma base larga.^{22,27,28} Para alcançar este objetivo, é necessário que o indivíduo controle o momentum corporal total e a mobilidade dos segmentos dos membros inferiores,^{19,21,24,27} ativando os músculos coordenadamente.

De acordo com as características cinéticas e cinemáticas do movimento, a atividade de ST-DP pode ser dividida basicamente em duas fases (FIG. 1). Na primeira fase ou fase de pré-extensão ocorre o movimento anterior ou horizontal dos segmentos, enquanto que na segunda fase ou fase de extensão há o deslocamento vertical do corpo.^{20,22,29,30} O momento da perda de contato ocorre ao final da fase de pré-extensão,^{29,30} coincidindo com o momento do pico de torque,^{19,22,29,30,31,32} com as máximas angulações de quadril, joelho e tornozelo³² e com a maior necessidade de equilíbrio durante o ST-DP.^{20,21,33}

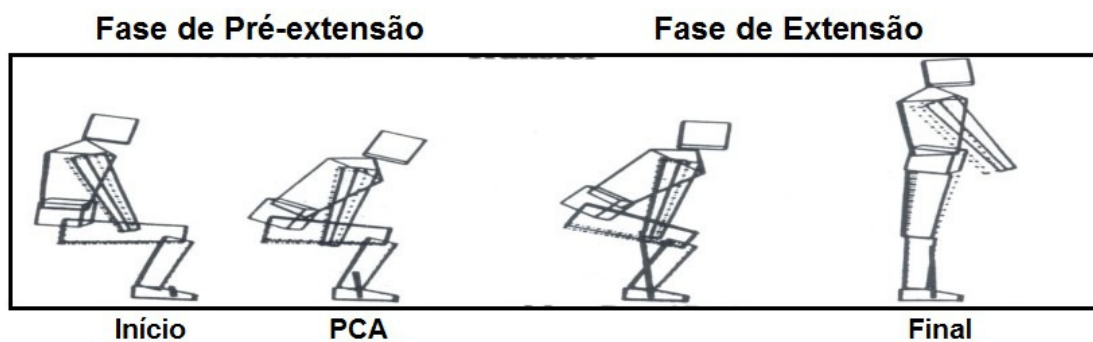


FIGURA 1 – Fases do movimento de ST-DP.

Os músculos mais freqüentemente citados na literatura como ativos durante o ST-DP são: tibial anterior,³⁴ sóleo,³⁴ gastrocnêmio,³⁴ quadríceps,³⁴ ísquio-surais,^{19,34} glúteo máximo,¹⁹ abdominais,³⁴ paravertebrais lombares,³⁴ trapézio,^{19,34} esternocleidomastóideo³⁴ e íliopsoas,²² apesar do difícil registro eletromiográfico deste último.²² Goulart e Valls-Solé,³⁴ ao analisar o padrão eletromiográfico durante o ST-DP em indivíduos adultos jovens saudáveis, atribuíram o papel de motores primários deste movimento aos músculos paravertebrais, quadríceps e ísquiossurais, enquanto que os músculos tibial anterior, sóleo, abdominais, esternocleidomastóideo e trapézio foram considerados como responsáveis pelos ajustes posturais.

1.3 O movimento de sentado para de pé em hemiparéticos

A dificuldade para realizar o movimento de ST-DP é uma condição de incapacidade que prediz futuras deficiências, quedas, necessidade de enfermagem domiciliar ou de serviços hospitalares e mortalidade.²³ Esta incapacidade impede o indivíduo de viver independentemente,²² aumenta o risco de institucionalização, além de favorecer a inatividade física e o isolamento social.²⁵ Indivíduos idosos assintomáticos freqüentemente apresentam dificuldades para realizar o ST-DP.^{22,28,35} Dentre as alterações apresentadas por idosos durante o movimento de ST-DP, destaca-se a maior flexão do tronco antes da perda do contato com o assento, maior oscilação postural principalmente na fase de elevação do corpo, o uso dos membros superiores como apoio e a menor velocidade na execução do movimento.^{25,28,35} Muitas vezes, estes idosos utilizam estratégias externas para facilitar a realização do ST-DP, como elevação do assento, presença de encosto ou apoio para os braços e inclinação da cadeira.^{22,25,28}

Além de pertencerem predominantemente à população idosa^{1,3} e, portanto, mostrarem alterações semelhantes aos idosos no ST-DP, os indivíduos hemiparéticos apresentam limitações importantes capazes de interferir significativamente na realização dessa atividade. Durante o movimento de ST-DP, os hemiparéticos geralmente apresentam baixos índices de força vertical na fase de elevação do corpo, acentuada oscilação postural (principalmente médio-lateral), maior suporte de peso no membro inferior não-afetado, movimentos compensatórios no tronco e tempo de movimento ainda maior que os idosos.^{4,5,8,17,18,26,36,37} Estas limitações podem ser atribuídas ao Aprendizado do Não Uso, à fraqueza muscular, à instabilidade postural e à incoordenação motora.^{14,18,26,36,37,38}

1.4 A coordenação neuromuscular nos hemiparéticos

A coordenação é a capacidade de um indivíduo ativar os músculos apropriados para a execução de um movimento de forma precisa, efetiva e harmônica.^{10,39} O movimento coordenado é resultado da atividade de diversos músculos, incluindo os agonistas, antagonistas e sinergistas, que compartilham um padrão preciso de ativação temporal e espacial, ou seja, quando e qual músculo é ativado na quantidade adequada de força.¹⁰ Em vista disso, a incoordenação pode resultar de alterações na ativação, na seqüência, na regulação do tempo e na gradação da atividade muscular.^{10,39}

O AVC resulta na interrupção de uma extensa parte dos tratos descendentes. O distúrbio nessas projeções afeta diretamente as vias córticoespinais, além de interferir nas projeções para áreas subcorticais importantes para as funções motoras devido à sua ligação com a medula espinal (tratos reticuloespinal, vestibuloespinal e rubroespinal).¹⁰ O resultado é a regulação anormal dos interneurônios e motoneurônios da medula, afetando significativamente o controle das unidades motoras.¹⁰ Todas essas alterações podem ser responsáveis pela incoordenação nos hemiparéticos. Assim, considerando-se que a incoordenação nesses indivíduos pode resultar da disfunção dos padrões de ativação muscular, a quantificação dos déficits motores através da análise da atividade eletromiográfica e o conhecimento dos mecanismos subjacentes da incoordenação durante atividades funcionais são essenciais para a melhora das abordagens terapêuticas nessa população.

Diversos estudos utilizaram a eletromiografia para analisar as alterações da atividade muscular em hemiparéticos durante movimentos variados, como o

alcance^{40,41} e outras tarefas com os membros superiores,⁴² os movimentos do tronco⁴³ e a marcha.^{36,44,45,46,47} No entanto, a maioria das investigações sobre o ST-DP nesses indivíduos tem focado a descrição cinemática desta atividade,^{4,5,8,36,48} existindo poucos estudos sobre o padrão de ativação muscular dos membros inferiores.^{18,26,38} De forma geral, os estudos sobre atividade muscular relataram que, quando comparados à população saudável, os hemiparéticos apresentaram menor ativação muscular^{18,26,38,40,41,45} e alterações na ordem de recrutamento no lado afetado,^{18,26,38,45} bem como ativação muscular precoce,^{41,45} co-ativação de vários músculos^{18,26,38,41,44} e atividade eletromiográfica prolongada.^{18,26,38,41,44,49} Já o lado não-afetado geralmente tem apresentado padrões semelhantes aos de indivíduos saudáveis, apesar de muitas vezes ser encontrada uma maior quantidade de ativação muscular e maior duração da atividade dos músculos estudados.^{18,26,38} Porém, devido à grande variabilidade do padrão eletromiográfico dos hemiparéticos,^{27,38} às diferentes compensações desenvolvidas pelos mesmos e à variada capacidade funcional desses indivíduos, ainda não há um consenso sobre a atividade muscular durante as diversas tarefas estudadas, principalmente no que se refere ao movimento de ST-DP, tão pouco investigado na literatura.

As alterações no padrão da coordenação neuromuscular dos membros inferiores determinam, em certo grau, a qualidade e as limitações durante o ST-DP. Contudo, os estudos eletromiográficos sobre esse movimento nos hemiparéticos têm analisado apenas a latência e a amplitude da ativação muscular,^{18,26,37,50} sendo necessária a abordagem de outras variáveis eletromiográficas para que uma visão mais aprofundada da coordenação neuromuscular no ST-DP desses indivíduos seja obtida.¹⁰ Nesse contexto, o presente estudo comparou o padrão de ativação muscular de ambos membros inferiores de hemiparéticos durante o movimento de

ST-DP com o objetivo de investigar parâmetros específicos da coordenação neuromuscular desses indivíduos ao realizarem tal atividade. Assim, foram analisadas variáveis eletromiográficas temporais (como latência, duração, latência diferencial e momento do pico) e variáveis de quantificação do membro inferior parético (MIP) e do membro inferior não-parético (MINP) de indivíduos hemiparéticos crônicos durante o movimento de ST-DP.

1.5 Objetivos

O objetivo geral deste estudo foi investigar o padrão de coordenação neuromuscular do membro inferior parético (MIP) e do membro inferior não-parético (MINP) de indivíduos hemiparéticos crônicos durante o movimento de ST-DP.

Os objetivos específicos foram:

- Investigar a latência muscular, a quantidade de ativação eletromiográfica, a latência diferencial, a duração da ativação e o momento do pico máximo dos músculos do MIP e do MINP durante o ST-DP;
- Comparar a latência muscular e a quantidade de ativação eletromiográfica dos músculos do MIP com os mesmos músculos do MINP durante o ST-DP;
- Verificar se o momento da perda de contato com o assento e o momento do pico máximo dos músculos estudados foram coincidentes;
- Determinar a ordem de recrutamento muscular no MIP e no MINP durante o ST-DP por meio da comparação das latências dos diferentes músculos do mesmo membro inferior.

CAPÍTULO 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento do estudo e amostra

Foi conduzido um estudo transversal para caracterizar eletromiograficamente os membros inferiores durante o movimento de ST-DP em hemiparéticos. A amostra foi calculada com base no tamanho de amostra necessária para o Teste-t pareado a partir do cálculo do efeito da diferença entre duas médias (d).⁵¹ Para os cálculos, foram utilizados os valores da latência muscular do músculo tibial anterior dos hemiparéticos caídores do estudo de Cheng et al.³⁸ A amostra encontrada foi entre 12 e 16 indivíduos, considerando-se um nível de significância $\alpha = 0,05$ e um $\beta = 0,90$.

2.2 Local

Os dados para o presente estudo foram coletados no Laboratório de Análise do Movimento e Desempenho Motor do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte.

Este estudo fez parte de um projeto mais amplo envolvendo o movimento de ST-DP em hemiparéticos, distintas instruções verbais e variações no posicionamento dos membros inferiores.^{37,50} Dessa forma, a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (parecer número 037/04 — ANEXO A) e o Termo

de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) são referentes à investigação anterior.

2.3 Participantes

Os participantes deste estudo foram recrutados no setor de Fisioterapia do Ambulatório Bias Fortes da UFMG e no Centro Clínico de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Para serem incluídos no estudo, os indivíduos deveriam preencher os seguintes critérios de inclusão: 1) idade entre 60 e 75 anos; 2) diagnóstico médico de AVC unilateral há pelo menos seis meses (apenas um episódio); 3) estabilidade clínica; 4) capacidade de seguir instruções verbais para a realização dos testes; 5) capacidade de levantar da cadeira sem auxílio das mãos; 6) capacidade de deambular de forma independente, sem o uso de dispositivos de auxílio à marcha; 7) apresentar fraqueza no MIP em relação ao MINP; 8) assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

Foram excluídos os indivíduos que apresentavam lesões do cerebelo e do tronco encefálico, problemas músculo-esqueléticos e/ou visuais que prejudicassem a realização dos testes e qualquer outra doença neurológica do Sistema Nervoso Central ou Periférico.

2.4 Instrumentos

Primeiramente, os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial para coleta de dados de identificação, medidas antropométricas, tempo pós-AVC,

dimídio afetado, medidas do tônus e do torque muscular, velocidade da marcha e número de quedas nos últimos seis meses (APÊNDICE B), sendo considerados como caidores aqueles que relatassem uma ou mais quedas.

2.4.1 Avaliação do tônus muscular

A Escala de Ashworth Modificada (EAM) foi utilizada para avaliação do tônus muscular do MIP, como proposto por Bohannon e Smith.⁵² Apesar da EAM avaliar apenas a resistência ao alongamento passivo,^{52,53} esta escala é amplamente utilizada na prática clínica e em estudos com indivíduos hemiparéticos.^{54,55} A EAM tem mostrado confiabilidade aceitável para a medida da espasticidade de indivíduos com disfunções neurológicas.⁵⁶

2.4.2 Avaliação da velocidade da marcha

A velocidade da marcha foi avaliada para fins de caracterização funcional dos indivíduos, baseando-se na classificação proposta por Olney et al.⁵⁷ O teste de velocidade da marcha apresenta alta confiabilidade intra e inter-examinador quando analisado em indivíduos hemiparéticos, além de ser uma medida de fácil aplicação, sensível e relacionada ao estágio de recuperação motora pós-AVC.^{58,59}

2.4.3 Avaliação do torque muscular dos membros inferiores

O torque dos músculos flexores e extensores do quadril, flexores e extensores do joelho, flexores plantares e dorsiflexores de ambos os membros

inferiores foi avaliado com o objetivo de assegurar a existência de fraqueza muscular no MIP em relação ao MINP. Devido às diferenças nos dados e equipamentos disponíveis no momento da seleção dos participantes, o método de coleta dos dados de torque muscular foi diferente entre os indivíduos da amostra. Acredita-se que essa diferença de métodos não tenha representado ameaças à análise dos resultados do estudo, uma vez que esta avaliação muscular foi realizada exclusivamente para permitir a inclusão do indivíduo na pesquisa. Diante disso, foi utilizado o dinamômetro manual *MICROFET2*⁶⁰ para a coleta em doze indivíduos e o dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro (Biodex Medical System)*⁶¹ em cinco deles.

As medidas da força muscular isométrica máxima eram fornecidas em *pounds* e depois convertidas em medidas de torque com correção da gravidade (Newton-metro — Nm). O pico de torque isocinético foi avaliado através de contrações concêntricas na velocidade angular de 60^o/segundo. Independente do método utilizado, a massa e a distância perpendicular do centro de massa ao eixo dos segmentos tiveram seus valores baseados na tabela de medidas antropométricas proposta por Winter.^{62,63}

O dinamômetro manual é um instrumento amplamente utilizado na prática clínica e apresenta confiabilidade aceitável para a avaliação do torque muscular em idosos saudáveis e em indivíduos com disfunções neurológicas.^{64,65} Embora diversos estudos questionem a utilização do teste isométrico devido à influência da força e da habilidade do examinador, a medida isométrica pode apresentar valores semelhantes àqueles obtidos isocineticamente.⁶ A confiabilidade teste-reteste do dinamômetro isocinético para medidas de pico de torque varia de 0,61 a 0,91 no

MINP e de 0,76 a 0,84 no MIP, dependendo da musculatura e da velocidade avaliada.⁶⁶

2.4.4 Balance Master System

O *Balance Master System* (BMS) versão 8.3 (*Neurocom*[®] *International Inc.*, Clackamas, USA)⁶⁶ é um equipamento constituído por uma plataforma dupla (dimensões: 1,40m x 0,43m) dotada de quatro sensores de força capazes de detectar pressão e conectados a um computador com *software* específico.⁶⁶ Estes sensores permitem que o centro de pressão de um indivíduo seja estimado por meio da média das forças horizontais e verticais exercidas pelos pés.⁶⁶

O BMS permite a medida do equilíbrio estático e dinâmico em diversas atividades, como apoio unilateral, marcha com e sem obstáculos, marcha Tandem, girar, subir e descer degraus, agachamento à frente e passar de ST-DP.³⁵ O teste de ST-DP do BMS avalia a capacidade do indivíduo levantar-se de um banco de altura ajustável a partir da posição sentada. Este equipamento já foi utilizado em estudos sobre o equilíbrio dinâmico durante o ST-DP em jovens e idosos,⁶⁷ em indivíduos com doença de Parkinson^{6,37,68,69,70} e hemiparesia.^{71,72} No presente estudo, o BMS foi utilizado com o objetivo de fornecer o sinal visual para o início do movimento de ST-DP e, para tanto, foi sincronizado ao eletromiógrafo.

2.4.5 Acelerômetro triaxial

O acelerômetro (ACEL) é um instrumento que mede a aceleração aplicada ao longo de um eixo,⁷¹ seja aceleração estática (devido à ação da

gravidade) ou dinâmica (devido ao movimento deste eixo).⁷² O ACEL triaxial consiste de três medidores de aceleração dispostos ortogonalmente em um cubo (FIG. 2), fornecendo, portanto, informações sobre a aceleração nos eixos ântero-posterior (Y), súpero-inferior (Z) e látero-lateral (X).⁷² Segundo Uswatte et al.,⁷² o ACEL triaxial é igualmente sensível nas três direções.

Neste estudo, o ACEL triaxial (*Biopac System*[®]) SS26L: +/- 5G (400mV/G) foi utilizado para medir o tempo de movimento total (TM) de passar de ST-DP. Estudos recentes têm utilizado o ACEL como medida de tempo de diversas atividades motoras grossas, como caminhar, deitar e sentar.³⁴ Goulart e Valls-Solé,³⁵ Chaves,⁶⁷ Chagas-Vallone,³⁷ Hourri⁵⁰ e Camargos³⁵ utilizaram o ACEL para analisar o TM do ST-DP. Chaves^{73,74,75,76} relatou confiabilidade intra-examinador de 0,91 para a medida do TM no ST-DP em idosos saudáveis.

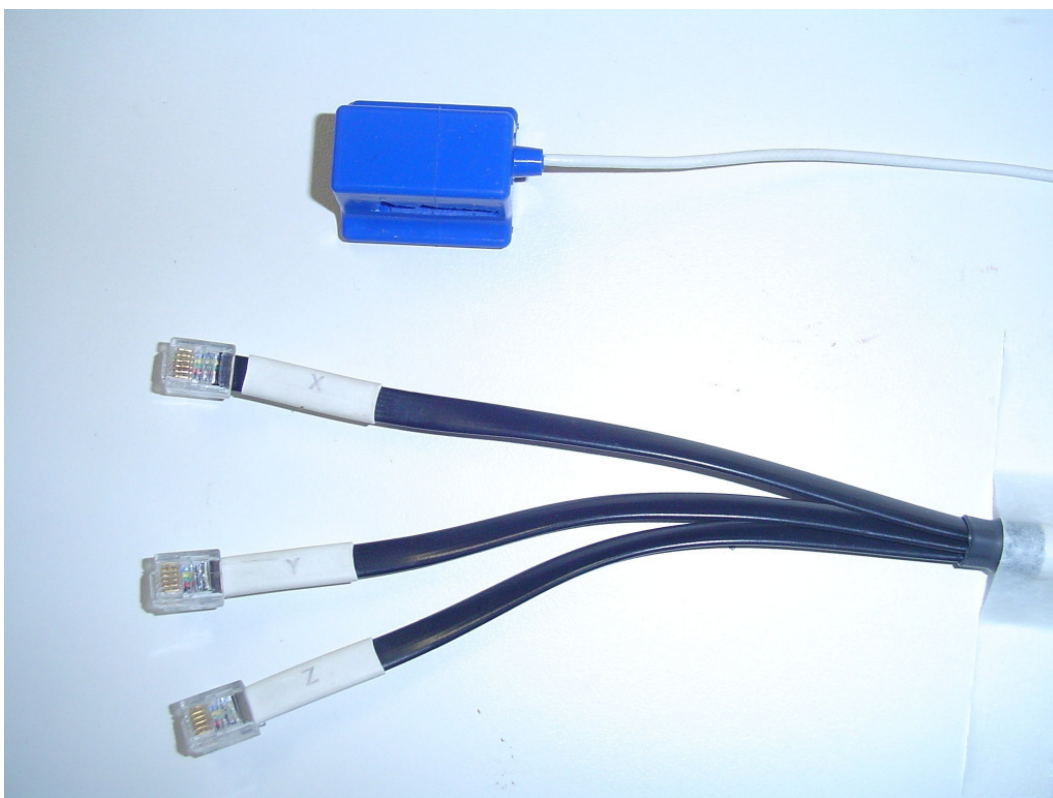


FIGURA 2 - Acelerômetro triaxial (*Biopac System*[®]).

2.4.6 Registro do momento da perda de contato com o assento

Com o objetivo de determinar o momento da perda de contato com o assento (PCA), foi posicionado sobre o banco do BMS um transdutor com dois sensores de força com sinal entre -1 e $+1$ Volt. Este transdutor foi colocado numa posição referente à nádega do hemitorço não-afetado dos participantes, a $14,5\text{cm}$ e $13,5\text{cm}$ das bordas anterior e lateral do assento, respectivamente. Em alguns indivíduos, foi necessário posicionar o transdutor sob ambas as nádegas, a $13,5\text{cm}$ das bordas laterais, para a obtenção de um melhor registro. O momento da PCA foi determinado pela alteração da linha de base observada no monitor eletromiográfico, com o indivíduo ainda sentado sobre os sensores, sendo medido o tempo (em segundos) decorrido entre o início do movimento e a mudança no sinal.

2.4.7 Eletromiografia de superfície

A eletromiografia (EMG) é a medida da atividade elétrica produzida pela contração muscular⁷³ e não uma medida da força muscular.^{73,75} Os fisioterapeutas freqüentemente utilizam a EMG para a compreensão da função e disfunção do sistema neuromuscular.⁷⁴ Um grande número de doenças que envolvem alterações neuromusculares têm sido caracterizadas por meio de estudos eletromiográficos durante atividades funcionais,⁴⁹ como na postura,^{45,46} na marcha^{7,18,26,34,35,37,38,67} e no movimento de ST-DP.³⁸ Apesar da EMG não poder ser utilizada para determinar quantitativamente a força dos músculos em uma atividade, este instrumento pode ser usado para identificar diferenças na quantidade de ativação muscular ou entre

músculos.³⁸ Além disso, é também útil para determinar o padrão de ativação muscular durante o ST-DP em hemiparéticos.^{73,74,75,76}

A captação do sinal eletromiográfico pode ser feita através de eletrodos de agulha, de fio ou de superfície.^{74,75} A EMG de superfície ou cinesiológica utiliza eletrodos sobre a pele que recobre os músculos a serem estudados, com objetivo de avaliar a atividade muscular durante determinado movimento, a sincronização dos músculos ativados ou *timing*, a intensidade e duração da contração muscular e a atividade de sinergistas e/ou antagonistas.^{73,75,76} Eletrodos de superfície são úteis para a obtenção de uma visão mais global da atividade muscular,⁷⁵ além de serem facilmente aplicados e livres de desconforto para o indivíduo,⁷⁵ sendo, portanto, a melhor escolha para os estudos sobre atividade muscular em Fisioterapia.^{73,76}

Os eletrodos de superfície podem ser passivos ou ativos, baseando-se no fato de necessitarem ou não de substância condutora para a captação do sinal.⁷⁵ A utilização de eletrodos ativos tem as vantagens de dispensar o uso de substância condutora, necessitar de uma menor preparação da pele, reduzir os artefatos e possuir um pré-amplificador que facilita a visualização dos sinais.⁷³

O processamento do sinal eletromiográfico envolve a retificação, a filtragem e a quantificação desse sinal,^{73,75,76} etapas que facilitam a compreensão, leitura e interpretação dos registros.^{73,74,75,76} A retificação é o processo em que os dados são transformados em números positivos, enquanto que a filtragem determina os pontos de corte alto e baixo para a frequência do sinal.^{73,75,76} Já a quantificação eletromiográfica (QEMG) descreve a quantidade de energia muscular gasta para a realização de uma ação,⁷⁵ podendo ser realizada por meio dos métodos de “pico a pico”, de integração do sinal ou da *Root Mean Square* (RMS).^{73,76,77}

Após o processamento, os sinais eletromiográficos devem ser normalizados segundo um valor de referência para permitir a comparação entre músculos de diferentes lados, indivíduos, dias ou estudos.⁷⁷ Tal procedimento é essencial para a análise eletromiográfica,^{73,77} uma vez que a amplitude do sinal eletromiográfico é influenciada por diversos fatores, como velocidade de contração muscular, tipo de fibra, comprimento e área de secção transversa do músculo, padrão de recrutamento, idade, sexo, resistência do tecido cutâneo e subcutâneo, temperatura da pele, a posição e distância dos eletrodos.⁷⁵ A normalização pode ser feita através da contração voluntária máxima executada pelo indivíduo, do pico de máxima amplitude muscular registrado durante situações dinâmicas ou através do pico médio.^{40,45,75} Alguns autores têm recomendado o uso do pico médio ou do pico máximo obtidos durante atividades dinâmicas, pois tais métodos possibilitam a redução do coeficiente de variação entre indivíduos⁷⁵ e medem a atividade muscular em situações mais próximas do movimento real, especialmente em sujeitos com alterações no controle motor.

Com relação à confiabilidade das medidas eletromiográficas, tem sido afirmado que coletas de dados realizadas no mesmo dia aumentam a confiabilidade das medidas.^{73,75} Além disso, o tamanho e o tipo do eletrodo, a preparação do local dos registros, a distância entre eletrodos e a localização padronizada dos mesmos são fatores que podem ser controlados para aumentar a confiabilidade das medidas obtidas por meio da EMG de superfície.⁷⁵

2.4.7.1 Registro do sinal eletromiográfico

Para a obtenção do registro eletromiográfico neste estudo, foi utilizado o eletromiógrafo MP150WSW (*Biopac System*[®]) que apresenta impedância de entrada de 2 MW e capacidade de rejeição de modo comum de 1000 MW. Este equipamento possui um módulo de interface que permite a conexão necessária para a realização de outros registros simultaneamente.

Quatro canais de eletrodos bipolares ativos (TSD150) da *Biopac System*[®] foram colocados sobre a pele dos participantes e posicionados paralelamente às fibras dos músculos estudados, a saber: tibial anterior (TA), sóleo (SOL), quadríceps (QUA) e ísquiossurais (IQS). Soderberg e Knutsson⁷⁵ recomendam que eletrodos menores e com uma pequena distância entre eles devem ser posicionados sobre os músculos de menor diâmetro. Assim, os eletrodos de menor diâmetro (1,0 cm) e menor distância entre os pólos (1,0 cm) foram colocados sobre os músculos TA e SOL, enquanto que aqueles com maior distância (2,0 cm) e maior diâmetro (1,0 cm) entre os pólos foram posicionados sobre o QUA e os IQS.

O registro eletromiográfico teve a duração de 10 segundos (s). O *software Acknowledge* (*Biopac System*[®]) foi utilizado para aquisição e processamento dos sinais, com frequência de coleta de 1000Hz, como proposto por Soderberg e Knutson.^{56,60} Os sinais foram retificados através de onda completa e filtrados com filtro passa faixa Butterworth de 4^a ordem, com um ponto de corte alto (*low-pass*) de 500Hz e um baixo (*high-pass*) de 20Hz.

2.4.8 Sincronização

Durante o teste de ST-DP, todos os equipamentos utilizados foram sincronizados através da interface do eletromiógrafo, o que possibilitou a obtenção simultânea do sinal visual do BMS para o início do movimento, dos registros do eletromiógrafo, do acelerômetro e da PCA (FIG. 3).

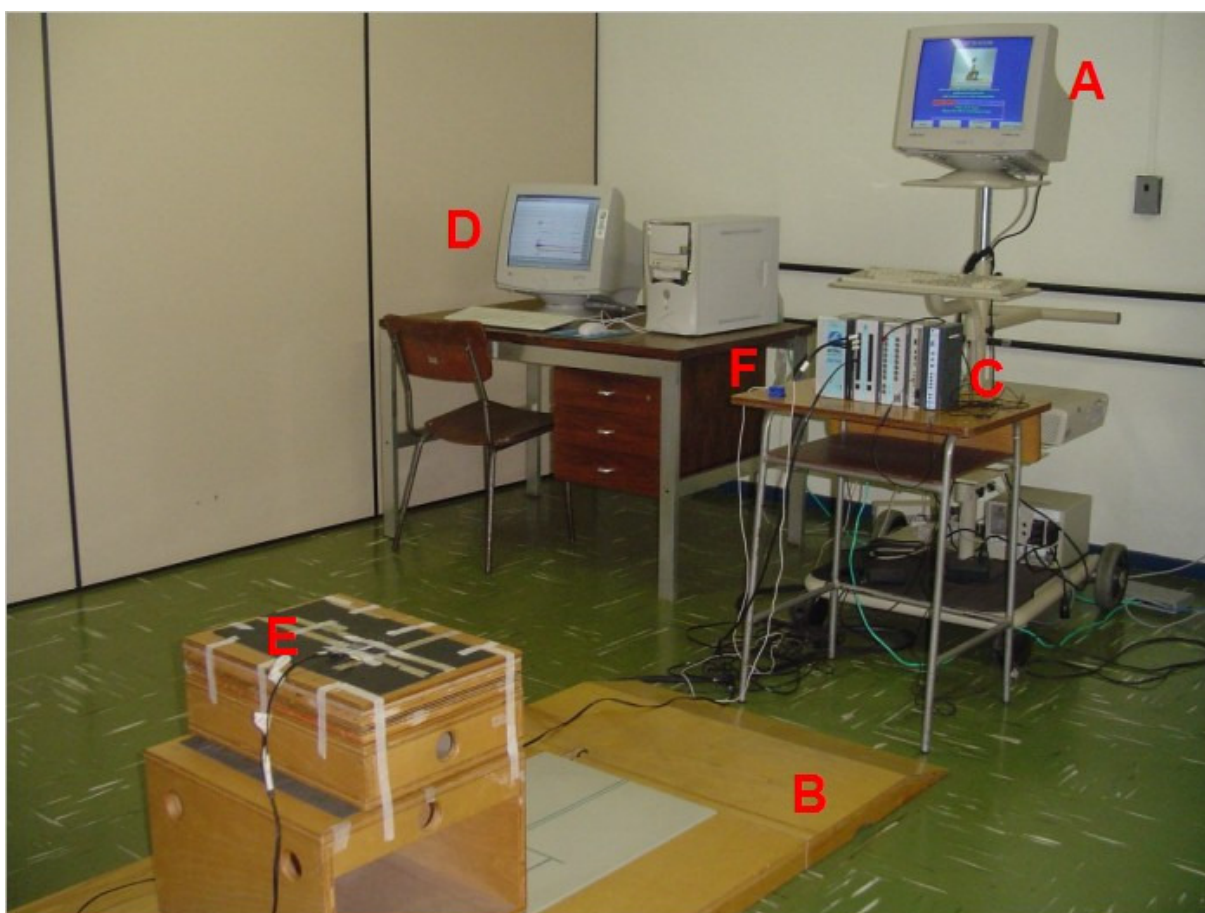


FIGURA 3 – Equipamentos utilizados para coleta de dados

A) Monitor do *Balance Master System*

B) Plataforma do *Balance Master System*

C) Eletromiógrafo

D) Computador com o *software Acknowledge*

E) Transdutor para registro da perda de contato com o assento

F) Acelerômetro

2.5 Procedimentos

2.5.1 Aplicação dos testes que antecederam a análise do sentado para de pé

Todos os indivíduos foram previamente informados sobre os procedimentos a serem realizados e, por isso, compareceram ao laboratório com roupas leves, short ou bermuda, sapatos confortáveis e, caso fosse necessário, óculos. Eles foram orientados a não usar óleos ou cremes no dia dos testes para evitar o aumento da impedância da pele.

Após coleta dos dados de identificação, foi avaliado o tônus muscular do MIP com os indivíduos em decúbito dorsal, posição em que foram realizados os movimentos passivos de flexão e extensão do quadril, joelho e tornozelo. Eles foram instruídos a não resistirem ao movimento passivo, executado sempre pelo mesmo examinador. Nesta mesma posição, foram realizadas as medidas antropométricas para o cálculo do torque muscular (APÊNDICE C).

Logo após, foi medida a velocidade da marcha em um percurso de 16 metros (m), excluindo-se os 3m iniciais e finais, correspondentes aos períodos de aceleração e desaceleração. Os indivíduos foram instruídos a deambular em uma velocidade confortável por três vezes consecutivas. O tempo gasto no percurso foi medido através de um cronômetro digital e a velocidade da marcha (em metros por segundo - m/s) foi calculada a partir da média das três medidas obtidas.

Para as medidas do torque muscular, os instrumentos foram calibrados antes dos testes e o posicionamento dos participantes foi realizado de acordo com as recomendações do manual de cada equipamento.⁷³ Foram feitas três medidas

consecutivas para subsequente cálculo da média e registro da proporção do pico de torque do MIP/MINP. Durante os testes, foram dados intervalos de descanso entre as medidas, além de estabilização corporal e reforço verbal por parte do examinador. Antes de se iniciar os procedimentos necessários para a realização do movimento de ST-DP, foi permitido que os participantes descansassem por aproximadamente 15 minutos.

2.5.2 Preparação para a coleta de dados

Os voluntários foram posicionados de pé na plataforma do BMS para a colocação dos eletrodos e do ACEL triaxial. Foi feita a limpeza da pele de cada indivíduo com álcool absoluto para a colocação dos eletrodos, os quais foram posicionados sobre os ventres musculares de quatro músculos em cada membro inferior, segundo as posições anatômicas propostas por Cram e Kasman:³⁸ para o TA, lateralmente à face lateral da tíbia, no terço médio da distância entre o joelho e o maléolo lateral; para o SOL, na face lateral inferior da perna, abaixo do ventre do gastrocnêmio; para o QUA, na metade da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca ântero-superior; e para os IQS, na metade da distância entre a prega glútea e a linha poplítea (correspondente aproximadamente aos músculos semitendinoso e a cabeça longa do bíceps femoral). O correto posicionamento dos eletrodos foi verificado através da palpação durante a contração muscular. O eletrodo de referência foi posicionado sobre a patela do MINP dos participantes. O TA, SOL, QUA e os IQS foram escolhidos devido ao seu papel essencial no controle da estabilidade ântero-posterior do joelho e do tornozelo durante o ST-DP em indivíduos saudáveis.⁶⁶

Os eletrodos foram fixados à pele dos participantes por meio de fita adesiva dupla face e, para a aquisição de um sinal eletromiográfico livre de artefatos, foram colocados sobre os mesmos uma fita adesiva antialérgica (*micropore*) e faixas elásticas de comprimentos variados. Logo após, o ACEL foi calibrado, usando-se como unidade de medida $9,81\text{m/s}^2$. Durante a calibração, o eixo a ser calibrado foi colocado na direção e sentido da linha da gravidade. Por fim, o ACEL foi posicionado com o fio para cima sobre a região central da fronte do participante (FIG. 4).



FIGURA 4 - Posicionamento do acelerômetro e dos eletrodos durante a coleta de dados

2.5.3 Análise do movimento de sentado para de pé

Os indivíduos foram solicitados a sentarem-se no banco do BMS, sem apoio para o tronco e membros superiores. A altura do assento foi adaptada com tábuas de 1 e 2cm para ajustar a 100% da altura do joelho de cada participante. Para a medida da altura do joelho, foi usada como referência a distância da interlinha articular lateral do joelho ao solo. Durante este procedimento, o indivíduo deveria ficar sentado com o joelho e o tornozelo posicionados a 90° e os pés totalmente apoiados no chão.

Para a realização do movimento de ST-DP, os participantes foram instruídos a se levantarem a partir do sinal visual do monitor do BMS, representado por um quadrado verde, com os braços cruzados sobre o tórax. Eles deveriam permanecer de pé até o final do registro, quando então eram solicitados a se sentar novamente. Foi dada a instrução verbal “Levante-se o mais rápido que puder” para a realização do teste, seguindo-se as orientações do manual do BMS.¹⁹ Com o objetivo de promover a familiarização com o teste de ST-DP, os três primeiros registros foram desconsiderados sem o conhecimento dos voluntários. Foram então considerados e registrados três testes de ST-DP de cada indivíduo, com o objetivo de se retirar a média de cada uma das variáveis obtidas para a apresentação das mesmas na análise.

2.6 Redução dos dados

Para a redução dos dados eletromiográficos e acelerométricos, foi utilizado o *software MatLab*[®] (versão 7.0). As variáveis analisadas foram: TM total,

duração da primeira e segunda fases do ST-DP, latência (LAT) muscular, latência diferencial (LATDIF), duração da ativação (DUR) muscular, QEMG e momento do pico máximo (Picmáx) dos grupos musculares estudados.

O TM total, medido em segundos (s), foi obtido por meio da medida do início ao fim do sinal acelerométrico. Primeiramente, calculou-se a aceleração resultante (a) nos eixos X, Y e Z através da equação 1. Em seguida, foi registrada a média (M) dos valores em repouso durante 1s, acrescida de dois desvios-padrão (DP). O momento em que o sinal acelerométrico ultrapassou o valor $M + 2DP$ foi determinado como o início do movimento, enquanto que o retorno à linha de base (valor menor ou igual a $M + 2DP$) foi determinado como o fim do movimento.⁵⁰ Em ambos os casos, o valor encontrado deveria ser mantido por 0,1s. A partir do TM total e do momento da PCA, foi possível computar a duração de cada fase do ST-DP. A primeira fase ou fase de pré-extensão foi definida como o tempo entre o início do movimento e o momento da PCA, enquanto que a segunda fase ou fase de extensão foi determinada como o tempo entre o momento da PCA e o final do movimento.⁷⁵ Para análise dos dados, as fases do ST-DP foram expressas como porcentagem do TM total.

$$\sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2} \quad (1)$$

As LAT musculares foram computadas como o tempo (em milisegundos — ms) decorrido entre o sinal visual do BMS e o início da ativação de cada músculo. O início da ativação muscular foi determinado pela M e o DP dos valores da linha de base (volts) com o indivíduo ainda em repouso, 0,2s antes do sinal para o início do movimento. A partir dos valores encontrados, o valor de amplitude esperado (VAE)

para se considerar o início da atividade muscular foi obtido segundo a equação 2.^{18,26,35,37,38,67} Assim, o início da ativação foi o momento em que a amplitude do sinal apresentou valor igual ou maior ao VAE, mantido por um tempo de 0,05s.^{34,35,37,50,67,78}

$$\text{VAE} = M + 3\text{DP} \quad (2)$$

Para a medida da LATDIF foi calculado o tempo (ms) entre o início da atividade eletromiográfica de cada músculo e o momento da PCA, através da diferença entre a LAT e a PCA. Dessa forma, a PCA foi considerada como momento zero e os músculos que estavam ativos antes da mesma apresentaram LATDIF negativa.^{34,50}

A DUR da ativação muscular foi dada pelo tempo transcorrido entre o início e o final da atividade eletromiográfica, expresso como uma porcentagem do TM total. Similarmente ao que foi feito para o início da ativação muscular, a equação do VAE foi utilizada como referência para a determinação do final da ativação, procurando-se por um valor igual ou menor ao VAE sustentado por 0,05s. Nos casos em que o final da atividade eletromiográfica aconteceu depois do final do movimento, este último foi registrado como o momento do final da ativação muscular.³⁴

A QEMG de cada grupo muscular foi obtida pelo método da RMS, forma mais comumente utilizada para se quantificar eletromiografia.^{73,75,76} Para este cálculo, foi utilizado o intervalo de tempo de 0,8s, sendo 0,4s antes e 0,4s após o momento da PCA,^{35,37,50,67} considerada como o momento de maior ativação muscular do movimento de ST-DP.^{19,22} Para permitir comparações entre músculos e

participantes, os valores gerados pela RMS foram normalizados pelo pico de máxima amplitude de cada par muscular de cada indivíduo, sendo esse pico do MINP ou do MIP. Assim, após a normalização dos dados, a QEMG de cada músculo expressou a porcentagem de atividade eletromiográfica em relação ao pico máximo dos pares musculares. Foi computado ainda o momento (em ms) que ocorreu o pico de máxima atividade eletromiográfica (Picmáx) de cada músculo, em qualquer ponto do registro.

Apesar do método computacional ter sido usado para a redução dos dados, todos os registros foram também avaliados visualmente por um examinador experiente para garantir a precisão das medidas, como sugerido por Hodges e Bui.⁷⁸ Os registros considerados inadequados devido a presença de artefatos ou a grandes diferenças entre os testes poderiam ter o início e/ou o final da ativação muscular determinados visualmente ou serem eliminados da análise estatística. Sendo assim, cinco registros foram eliminados e 15,14% deles foram modificados visualmente. A FIG. 5 mostra um registro eletromiográfico do músculo QUA durante o ST-DP onde é possível identificar as variáveis usadas para a redução dos dados.

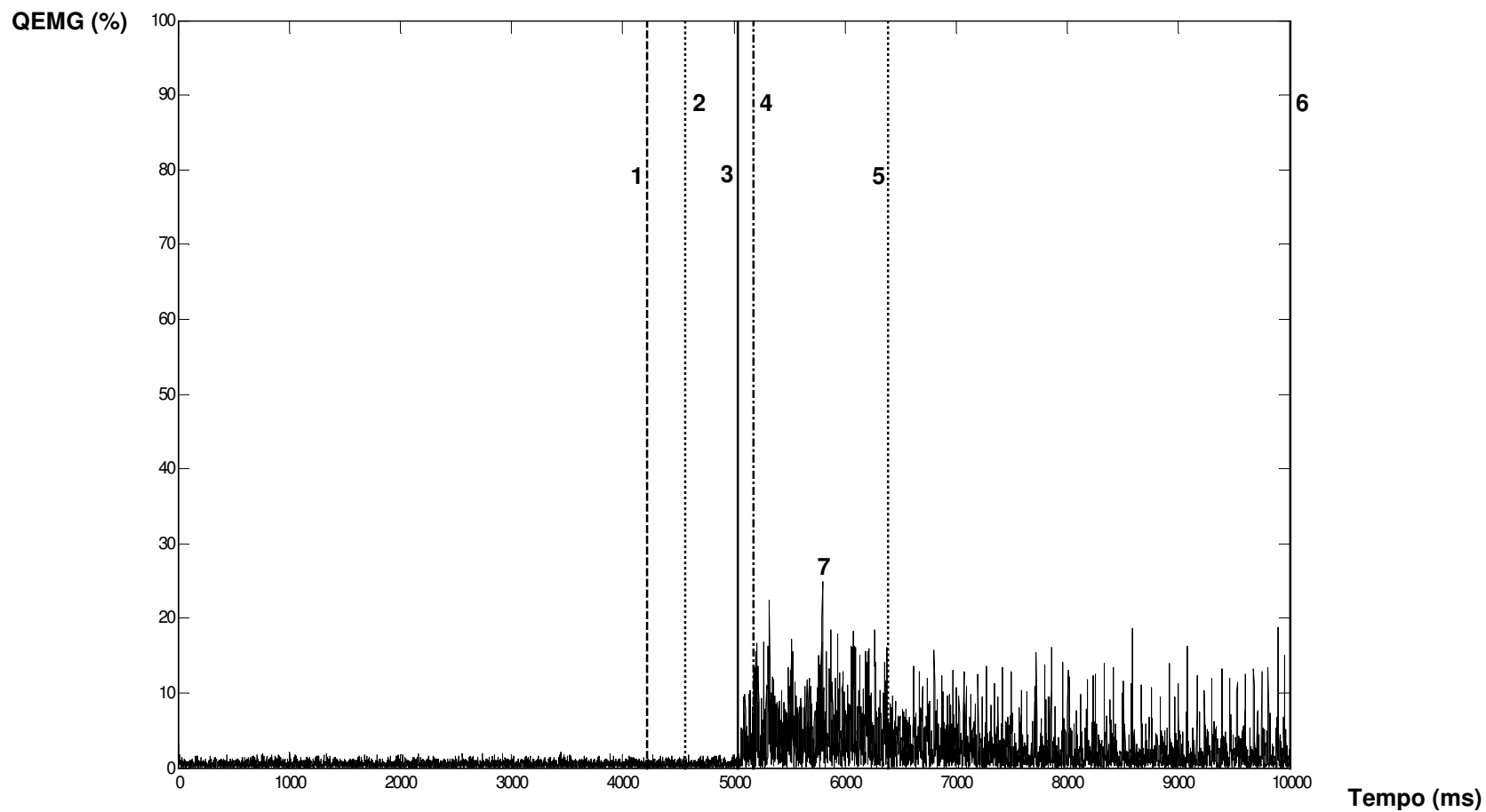


FIGURA 5 – Registro eletromiográfico do músculo quadríceps do membro inferior parético durante o movimento de sentado para de pé. 1) Sinal visual para o início do movimento; 2) Início do movimento; 3) Início da ativação muscular; 4) Momento da perda de contato com o assento; 5) Final do movimento; 6) Final da ativação muscular; 7) Momento do pico máximo.

2.7 Análise estatística

A análise dos dados foi feita através do programa SPSS (versão 15.0 para *Windows*). Dada a distribuição normal da maioria das variáveis, constatada por meio do teste de normalidade Shapiro-Wilk, foram realizados testes paramétricos e estatística descritiva para todas as variáveis.

O Teste-t de *Student* para amostras pareadas foi utilizado para verificar possíveis diferenças entre o MIP e o MINP na LAT e na QEMG dos músculos estudados. Para investigar se os momentos do Picmáx de cada músculo e da PCA foram coincidentes, foi usado o Teste-t Independente. *One-way* ANOVA foi aplicada com intuito de comparar a LAT entre os diferentes músculos do mesmo membro inferior, considerando-se a LAT do MIP e do MINP como variáveis dependentes e os quatro músculos estudados como fator. O nível de significância considerado para todos os testes foi de $\alpha < 0,05$.

CAPÍTULO 3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ZOROWITZ, R.D.; GROSS, E.; POLINSKI, D.M. The stroke survivor. *Disabil. Rehabil.*, Oxford, v. 24, n. 13, p. 666-679, Set. 2002.
2. CARR, J.; SHEPHERD, R. Stroke. In: _____. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. cap. 11, p. 242-264.
3. ELKIND, M.S. Stroke in the elderly. *Mt. Sinai J. Med.*, New York, v. 70, n. 1, p. 27-37, Jan. 2003.
4. ENGARDT, M.; OLSSON, E. Body weight-bearing while rising and sitting down in patients with stroke. *Scand. J. Rehabil. Med.*, [S.l.], v. 24, n. 2, p. 67-74, 1992.
5. HESSE, S. *et al.* Sit-to-stand manoeuvre in hemiparetic patients before and after a 4-week rehabilitation programme. *Scand. J. Rehabil. Med.*, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 81-86, Jun. 1998.
6. ARUIN, A.S. *et al.* Compelled weightbearing in persons with hemiparesis following stroke: the effect of a lift insert and goal-directed balance exercise. *J. Rehabil. Res. Dev.*, Baltimore, v. 37, n. 1, p. 65-72, Jan. 2000.
7. BRUNT, D. *et al.* The effect of foot placement on sit to stand in healthy young subjects and patients with hemiplegia. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 83, n. 7, p. 924-929, Jul. 2002.
8. CHENG, P.T. *et al.* The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 79, n. 9, p. 1043-1046, Set. 1998.
9. BOURBONNAIS, D.; VANDEN, N.S. Weakness in patients with hemiparesis. *Am. J. Occup. Ther.*, [S.l.], v. 43, n. 5, p. 313-319, Maio 1989.
10. BOURBONNAIS, D.; VANDEN, N.S.; PELLETIER, R. Incoordination in patients with hemiparesis. *Can. J. Public Health*, [S.l.], v. 83, supl. 2, S58-S63, Jul. 1992.

11. MCCOMAS, A.J. *et al.* Functional changes in motoneurons of hemiparetic patients. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, [S.I.], v. 36, n. 2, p. 183-193, Abr. 1973.
12. ARASAKI, K. *et al.* Reduction in the motor unit number estimate (MUNE) after cerebral infarction. *J. Neurol. Sci.*, [S.I.], v. 250, n. 1-2, p. 27-32, 1 Dez. 2006.
13. TANG, A.; RYMER, W.Z. Abnormal force--EMG relations in paretic limbs of hemiparetic human subjects. *J Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, [S.I.], v. 44, n. 8, p. 690-698, Ago. 1981.
14. PATTEN, C.; LEXELL, J.; BROWN, H. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: Rationale, method, and efficacy. *J. Rehabil. Res. Dev.*, Baltimore, v. 41, n. 3A, p. 293-312, Maio 2004.
15. ROSENFALCK, A.; ANDREASSEN, S. Impaired regulation of force and firing pattern of single motor units in patients with spasticity. *J Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, [S.I.], v. 43, n. 10, p. 907-916, Out. 1980.
16. TOFFOLA, E.D. *et al.* Myoelectric manifestations of muscle changes in stroke patients. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 82, n. 5, p. 661-665, Maio 2001.
17. KUNKEL, A. *et al.* Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 80, n. 6, p. 624-628, Jun 1999.
18. LEE, M.Y. *et al.* Comparison of balance responses and motor patterns during sit-to-stand task with functional mobility in stroke patients. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 76, n. 5, p. 401-410, Set. 1997.
19. KHEMLANI, M.M.; CARR, J.H.; CROSBIE, W.J. Muscle synergies and joint linkages in sit-to-stand under two initial foot positions. *Clin. Biomech.*, Bristol, v. 14, n. 4, p. 236-246, Maio 1999.
20. PAI, Y.C.; ROGERS, M.W. Segmental contributions to total body momentum in sit-to-stand. *Med. Sci. Sports Exerc.*, [S.I.], v. 23, n. 2, p. 225-230, Fev. 1991.
21. SCHENKMAN, M. *et al.* Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Phys. Ther.*, [S.I.], v. 70, n. 10, p. 638-648, Out. 1990.

22. CARR, J.; SHEPHERD, R. Standing up and sitting down. In: _____. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. cap. 4, p. 71-92.
23. ERIKSRUD, O.; BOHANNON, R.W. Relationship of knee extension force to independence in sit-to-stand performance in patients receiving acute rehabilitation. *Phys. Ther.*, [S.l.], v. 83, n. 6, p. 544-551, Jun. 2003.
24. MATHIYAKOM, W. *et al.* Modifying center of mass trajectory during sit-to-stand tasks redistributes the mechanical demand across the lower extremity joints. *Clin. Biomech.*, Bristol, v. 20, n. 1, p. 105-111, Jan. 2005.
25. MAZZA, C. *et al.* Association between subject functional status, seat height, and movement strategy in sit-to-stand performance. *J. Am. Geriatr. Soc.*, [S.l.], v. 52, n. 10, p. 1750-1754, Out. 2004.
26. LEE, M.Y. *et al.* New quantitative and qualitative measures on functional mobility prediction for stroke patients. *J. Med. Eng. Technol.*, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 14-24, Jan. 1998.
27. SHEPHERD, R.B. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization? *Neural Plast.*, [S.l.], v. 8, n. 1-2, p. 121-129, 2001.
28. JANSSEN, W.G.; BUSSMANN, H.B.; STAM, H.J. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys. Ther.*, [S.l.], v. 82, n. 9, p. 866-879, Set. 2002.
29. ALEXANDER, N.B.; SCHULTZ, A.B.; WARWICK, D.N. Rising from a chair: effects of age and functional ability on performance biomechanics. *J. Gerontol.*, [S.l.], v. 46, n. 3, p. M91-M98, Maio 1991.
30. SCHULTZ, A.B.; ALEXANDER, N.B.; ASHTON-MILLER, J.A. Biomechanical analyses of rising from a chair. *J. Biomech.*, [S.l.], v. 25, n. 12, p. 1383-1391, Dez. 1992.
31. IKEDA, E.R. *et al.* Influence of age on dynamics of rising from a chair. *Phys. Ther.*, [S.l.], v. 71, n. 6, p. 473-481, Jun. 1991.

32. MILLINGTON, P.J.; MYKLEBUST, B.M.; SHAMBES, G.M. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 73, n. 7, p. 609-617, Jul. 1992.
33. SCHENKMAN, M. *et al.* The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals. *J. Am. Geriatr. Soc.*, [S.l.], v. 44, n. 12, p. 1441-1446, Dez. 1996.
34. GOULART, F. R.; VALLS-SOLE, J. Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clin. Neurophysiol.*, [S.l.], v. 110, n. 9, p. 1634-1640, Set. 1999.
35. CHAVES, C.M. *Estudo do movimento de passar de sentado para de pé em indivíduos jovens e idosos.* 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) — Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
36. CHOU, S.W. *et al.* Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 82, n. 1, p. 42-47, Jan. 2003.
37. HOURI, S.F. *Efeito de diferentes instruções verbais na realização do movimento de sentado para de pé em hemiparéticos crônicos.* 2005. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) — Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
38. CHENG, P.T. *et al.* Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 83, n. 1, p. 10-16, Jan. 2004.
39. SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. Restrições do controle motor: um resumo geral dos comprometimentos neurológicos. In: _____. *Controle motor: teoria e aplicações práticas.* 2. ed. Barueri: Manole, 2003. cap. 6, p. 119-151.
40. GOWLAND, C. *et al.* Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patients with stroke. *Phys. Ther.*, [S.l.], v. 72, n. 9, p. 624-633, Set. 1992.
41. MCCREA, P.H.; ENG, J.J.; HODGSON, A.J. Saturated muscle activation contributes to compensatory reaching strategies after stroke. *J. Neurophysiol.*, [S.l.], v. 94, n. 5, p. 2999-3008, Nov. 2005.

42. DICKSTEIN, R.; PILLAR, T.; ABULLAFIO, N. Electromyographic activity of the biceps brachii muscles and elbow flexion during associated reactions in hemiparetic patients. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 74, n. 6, p. 427-431, Nov. 1995.
43. DICKSTEIN, R. *et al.* Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 79, n. 3, p. 228-234, Maio 2000.
44. DEN OTTER, A.R. *et al.* Gait recovery is not associated with changes in the temporal patterning of muscle activity during treadmill walking in patients with post-stroke hemiparesis. *Clin. Neurophysiol.*, [S.l.], v. 117, n. 1, p. 4-15, Jan. 2006.
45. KNUTSSON, E.; RICHARDS, C. Different types of disturbed motor control in gait of hemiparetic patients. *Brain*, [S.l.], v. 102, n. 2, p. 405-430, Jun. 1979.
46. LAMONTAGNE, A.; RICHARDS, C.; MALOUIN, F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, [S.l.], v. 10, n. 6, p. 407-415, Dez. 2000.
47. SHIAVI, R.; BUGLE, H.; LIMBIRD, T. Electromyographic gait assessment, Part 2: preliminary assessment of hemiparetic synergy patterns. *J. Rehabil. Res. Dev.*, Baltimore, v. 24, n. 2, p. 24-30, 1987.
48. LOMAGLIO, M.J.; ENG, J.J. Muscle strength and weight-bearing symmetry relate to sit-to-stand performance in individuals with stroke. *Gait Posture*, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 126-131, Out. 2005.
49. DICKSTEIN, R. *et al.* Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clin. Neurophysiol.*, [S.l.], v. 115, n. 4, p. 790-796, Abr. 2004.
50. CAMARGOS, A.C. *O efeito do posicionamento dos membros inferiores durante o movimento de sentado para de pé em hemiparéticos crônicos*. 2006. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) — Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
51. PORTNEY, L.; WATKINS, M. Power and sample size. In: _____. *Foundations of clinical research: applications to practice*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. Appendix C, p. 705-729.

52. PLATZ, T. *et al.* Clinical scales for the assessment of spasticity, associated phenomena, and function: a systematic review of the literature. *Disabil. Rehabil.*, Oxford, v. 27, n. 1-2, p. 7-18, 7 Jan. 2005.
53. HSU, A.L.; TANG, P.F.; JAN, M.H. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 84, n. 8, p. 1185-1193, Ago. 2003.
54. BOHANNON, R.W.; SMITH, M.B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys. Ther.*, [S.I.], v. 67, n. 2, p. 206-207, Fev. 1987.
55. PANDYAN, A.D. *et al.* A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clin. Rehabil.*, [S.I.], v. 13, n. 5, p. 373-383, Out. 1999.
56. HOGAN HEALTH INDUSTRIES INC. *MicroFet 2*. Draper, USA: Hogan Health Industries.
57. OLNEY, S.J. *et al.* Work and power in gait of stroke patients. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 72, n. 5, p. 309-314, Abr. 1991.
58. BOHANNON, R.W. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, [S.I.], v. 26, n. 1, p. 15-19, Jan. 1997.
59. KOLLEN, B.; KWAKKEL, G.; LINDEMAN, E. Hemiplegic gait after stroke: is measurement of maximum speed required? *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 87, n. 3, p. 358-363, Mar. 2006.
60. BIODEX MEDICAL SYSTEM. *Biodex System 3*. Operations manual. Advantage software. Nova York, EUA.
61. WINTER, D.A. Antropometry. In: _____. *Biomechanics and motor control of human movement*. 2. ed. Canada: Wiley Interscience, 1990. cap. 3, p. 51-74.
62. WANG, C.Y. *et al.* Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 83, n. 6, p. 811-815, Jun. 2002.

63. RIDDLE, D.L. et al. Intrasession and intersession reliability of hand-held dynamometer measurements taken on brain-damaged patients. *Phys. Ther.*, [S.I.], v. 69, n. 3, p. 182-194, Mar. 1989.
64. REED, R.L. et al. A comparison of hand-held isometric strength measurement with isokinetic muscle strength measurement in the elderly. *J. Am. Geriatr. Soc.*, [S.I.], v. 41, n. 1, p. 53-56, Jan. 1993.
65. NAKAMURA, R.; HOSOKAWA, T.; TSUJI, I. Relationship of muscle strength for knee extension to walking capacity in patients with spastic hemiparesis. *Tohoku J. Exp. Med.*, [S.I.], v. 145, n. 3, p. 335-340, Mar. 1985.
66. NEUROCOM® INTERNATIONAL INC. *Balance Master operators manual* — 8.3 version. Clackamas, 1999.
67. CHAGAS E VALLONE, M.L.D. *O movimento de passar de sentado para de pé: uma investigação na Doença de Parkinson*. 2004. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) — Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
68. CHEN, I.C. et al. Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Med. J.*, [S.I.], v. 25, n. 9, p. 583-590, Set. 2002.
69. GEIGER, R.A. et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys. Ther.*, [S.I.], v. 81, n. 4, p. 995-1005, Abr. 2001.
70. LISTON, R.A.; BROUWER, B.J. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.I.], v. 77, n. 5, p. 425-430, Maio 1996.
71. CULHANE, K.M. et al. Accelerometers in rehabilitation medicine for older adults. *Age Ageing*, [S.I.], v. 34, n. 6, p. 556-560, Nov. 2005.
72. USWATTE, G. et al. Objective measurement of functional upper-extremity movement using accelerometer recordings transformed with a threshold filter. *Stroke*, [S.I.], v. 31, n. 3, p. 662-667, Mar. 2000.
73. CRAM, J.; KASMAN, G.S. *Introduction to surface electromyography*. Gaithersburg: Aspen, 1998. 408p.

74. HILLSTROM, H.; TRIOLO, R. EMG Theory. In: _____. *Gait analysis: theory and application*. Saint Louis: Mosby, 1995. cap. 20, p. 271-306.
75. SODERBERG, G.L.; KNUTSON, L.M. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Phys. Ther.*, [S.l.], v. 80, n. 5, p. 485-498, Maio 2000.
76. BASMAJIAN, J.; DELUCA, C. *Muscles alive: their functions revealed by electromiography*. 5. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. 561p.
77. YANG, J.F.; WINTER, D.A. Electromyographic amplitude normalization methods: improving their sensitivity as diagnostic tools in gait analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, [S.l.], v. 65, n. 9, p. 517-521, Set. 1984.
78. HODGES, P.W.; BUI, B.H. A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, [S.l.], v. 101, n. 6, p. 511-519, Dez. 1996.

CAPÍTULO 4 – ARTIGO

PADRÃO DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES DE HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS DURANTE O MOVIMENTO SENTADO PARA DE PÉ *†

Resumo: O objetivo deste estudo foi investigar o padrão de coordenação neuromuscular do membro inferior parético (MIP) e do membro inferior não-parético (MINP) de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé (ST-DP). Os participantes deveriam ter idade entre 60 e 75 anos e ter capacidade de levantar da cadeira sem auxílio das mãos. Foram analisados o tempo de movimento, o momento da perda de contato com o assento, as latências musculares, a duração, as latências diferenciais, o momento do pico máximo e a quantificação eletromiográfica (QEMG) dos músculos tibial anterior (TA), sóleo (SOL), quadríceps (QUA) e ísquiossurais (IQS). Dezesete indivíduos foram incluídos, com média de idade de $68,65 \pm 4,66$ anos. Todos os músculos do MIP e do MINP apresentaram atividade prolongada e latência diferencial negativa. Os IQS ativaram antes no MINP e o TA, o SOL e o QUA apresentaram QEMG significativamente maior nesse membro. Foram encontradas alterações na ordem recrutamento muscular no MIP e início simultâneo da ativação de todos os músculos no MINP. Conclui-se que os hemiparéticos apresentaram incoordenação no MIP durante a execução do ST-DP, sobrecarregando o lado não-parético durante o movimento.

* Cecília Nasciutti Prudente, Fátima Rodrigues de Paula Goulart

† Revista Brasileira de Fisioterapia (Disponível em: <<http://www.ufscar.br/rbfisio/index.html>>)

**PADRÃO DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS MEMBROS
INFERIORES DE HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS DURANTE O MOVIMENTO DE
SENTADO PARA DE PÉ**

CECÍLIA NASCIUTTI PRUDENTE¹, FÁTIMA RODRIGUES DE PAULA GOULART²

¹Mestrado em Ciências da Reabilitação. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG, Brasil.

²Ph.D., Professora Associada. Departamento de Fisioterapia, UFMG. Belo Horizonte, MG, Brasil.

Endereço para correspondência: Prof^a Fátima Rodrigues de Paula Goulart

Departamento de Fisioterapia/ Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais – Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Campus
Pampulha, Belo Horizonte – MG/ CEP 31270-901

Fone: (31) 3409-4783 Fax: (31) 3409-4781 Email: fgoulart@eeffto.ufmg.br

Título em inglês: Neuromuscular coordination patterns of the lower limbs in chronic hemiparetic subjects during the sit to stand movement

Título para páginas do artigo: Sentado para de pé em hemiparéticos

Sit to stand in hemiparetic subjects

Palavras-chave: sentado para de pé, acidente vascular cerebral, hemiparesia, coordenação, eletromiografia

Key words: sit to stand, stroke, hemiparesis, coordination, electromyography

Apoio financeiro: CNPq

RESUMO

Objetivos: Investigar o padrão de coordenação neuromuscular do membro inferior parético (MIP) e do membro inferior não-parético (MINP) de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé (ST-DP). Método: Os indivíduos deveriam ter idade entre 60 e 75 anos e capacidade de levantar da cadeira sem auxílio. As variáveis analisadas foram: tempo de movimento, momento da perda de contato com o assento (PCA), latência, duração, latência diferencial, momento do pico máximo (Picmáx) e quantificação eletromiográfica (QEMG) dos músculos tibial anterior (TA), sóleo (SOL), quadríceps (QUA) e ísquiossurais (IQS). Estatística descritiva, testes-t de *Student* e *one-way* ANOVA foram utilizados para análise dos dados, considerando-se $\alpha < 0,05$. Resultados: Dezesete indivíduos foram incluídos, com média de idade de $68,65 \pm 4,66$ anos. A média do tempo de movimento e da PCA foram, respectivamente, $1,99 \pm 0,35$ s e $0,54 \pm 0,18$ s. Todos os músculos do MIP e do MINP apresentaram atividade muscular prolongada e latência diferencial negativa. Os IQS ativaram antes no MINP e o TA, o SOL e o QUA apresentaram QEMG maior nesse membro. Foram encontrados dois padrões de recrutamento muscular anormal no MIP, enquanto que no MINP houve início simultâneo da ativação de todos os músculos. Os momentos do Picmáx de todos os músculos analisados foram diferentes do momento da PCA ($p < 0,01$). Conclusões: Foram observadas anormalidades na coordenação neuromuscular de ambos membros inferiores durante o ST-DP em hemiparéticos. No MIP, foram encontradas alterações na amplitude e no tempo de recrutamento muscular, enquanto que significativas compensações aconteceram no MINP.

ABSTRACT

Objectives: To investigate the neuromuscular coordination patterns of the paretic and non-paretic lower limbs in chronic hemiparetic subjects during the sit to stand (STS) movement.

Methods: Participants should be between 60 and 75 years old and they should be able to stand from a chair without assistance. The following variables were analyzed: movement time, time to seat-off, onset latency, duration, differential latency, time to maximum peak activity and electromyographic quantification (EMGQ) of the tibialis anterior (TA), soleus (SOL), quadriceps (QUA) and hamstrings (HAM) muscles. Descriptive statistics, Student's t-tests and one-way ANOVA were carried out for data analyzes, with significance level of $\alpha < 0.05$.

Results: Seventeen subjects were included with a mean age 68.65 ± 4.66 years. Mean movement time and time to seat-off were, respectively, 1.99 ± 0.35 s and 0.54 ± 0.18 s. All paretic and non-paretic muscles showed prolonged activity and negative differential latencies. Earlier activation of the HAM and higher EMGQ of the TA, SOL and QUA occurred for the non-paretic leg. Two abnormal recruitment patterns were found for the paretic lower limb. Concurrent onset activity occurred for all muscles on the non-paretic side. For all muscles of both limbs, the time to seat-off was significantly different from time to peak activity ($p < 0.01$).

Conclusions: During the STS movement, neuromuscular coordination abnormalities were observed for both lower limbs of hemiparetic subjects. Changes in recruitment time and amplitude were found on the paretic leg, while significant compensations occurred for the non-paretic lower limb.

INTRODUÇÃO

O movimento de passar de sentado para de pé (ST-DP) é uma atividade funcional realizada freqüentemente no dia-a-dia, sendo o desempenho nesta tarefa considerado como pré-requisito para a locomoção independente e para diversas atividades de vida diária.¹⁻³ O ST-DP requer coordenação, equilíbrio, mobilidade e força, exigindo a habilidade para deslocar o centro de massa corporal à frente sobre uma base de suporte estreita, a partir de uma base larga.¹ Para alcançar este objetivo, é necessário que o indivíduo controle o momentum corporal total e a mobilidade dos segmentos,² ativando os músculos coordenadamente.

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é o maior responsável por incapacidades permanentes nos idosos, resultando freqüentemente em hemiparesia ou fraqueza muscular no lado contra-lateral à lesão, espasticidade e incoordenação.^{4,5} Durante o ST-DP, os hemiparéticos apresentam baixos índices de força vertical, acentuada oscilação postural, maior suporte de peso no lado não-parético, movimentos compensatórios no tronco e tempo de movimento ainda maior que os idosos.⁶⁻¹¹ Essas limitações podem ser atribuídas ao Aprendizado do Não Uso, à instabilidade postural, à fraqueza muscular e à incoordenação motora,^{6,9,10,12,13} a qual pode resultar de alterações na ativação, na seqüência, na regulação do tempo e na gradação da atividade muscular.⁵

Diversos estudos utilizaram a Eletromiografia para analisar o padrão da atividade muscular em hemiparéticos durante movimentos variados, como alcance,¹⁴ movimentos do tronco¹⁵ e marcha,^{16,17} existindo poucos estudos sobre o padrão de ativação muscular dos membros inferiores durante o ST-DP.^{9,10,12} De forma geral, esses estudos relataram que, quando comparados à população saudável, os hemiparéticos apresentam menor ativação muscular e alterações na ordem de recrutamento no lado parético, bem como co-ativação de

vários músculos e atividade eletromiográfica prolongada.^{9,10,12} O lado não-parético geralmente apresenta padrões semelhantes aos de indivíduos saudáveis, apesar de já terem sido encontradas anormalidades nos músculos estudados.^{9,10,12}

As alterações no padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos podem determinar, em certo grau, a qualidade e as limitações durante o ST-DP. Contudo, os estudos eletromiográficos sobre o ST-DP nessa população têm analisado apenas a latência e a amplitude da ativação muscular, sendo necessária a abordagem de outras variáveis eletromiográficas para que uma visão mais aprofundada da coordenação neuromuscular seja obtida.⁵ Nesse contexto, o presente estudo comparou o padrão de coordenação neuromuscular do membro inferior parético (MIP) e do membro inferior não-parético (MINP) de hemiparéticos crônicos durante o movimento de ST-DP.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram recrutados na comunidade indivíduos hemiparéticos dentro dos seguintes critérios de inclusão: 1) idade entre 60 e 75 anos; 2) diagnóstico médico de um episódio de AVC unilateral há no mínimo seis meses; 3) estabilidade clínica; 4) capacidade de seguir instruções verbais para os testes; 5) capacidade de levantar da cadeira e de deambular de forma independente; 6) apresentar fraqueza no MIP em relação ao MINP; 7) assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram excluídos os indivíduos que apresentassem lesões do cerebelo e do tronco encefálico, problemas músculo-esqueléticos e/ou visuais que prejudicassem a realização dos testes e qualquer outra doença neurológica.

Medidas

Inicialmente, foi feita uma avaliação para coleta de dados de identificação, medidas antropométricas e informações clínicas. A Escala de Ashworth Modificada foi utilizada para

avaliação do tônus muscular do MIP.¹⁸ O dinamômetro isocinético *Biodex System 3Pro* (*Biodex Medical System*) ou o dinamômetro manual isométrico *MICROFET 2* (*Hogan Health Industries*) foram utilizados para avaliar o torque dos músculos flexores e extensores do quadril e do joelho, flexores plantares e dorsiflexores bilateralmente, com o intuito de assegurar a existência de fraqueza muscular no MIP em relação ao MINP. A velocidade da marcha também foi avaliada para fins de caracterização funcional dos indivíduos, baseando-se na classificação proposta por Olney et al.¹⁹

Com o objetivo de fornecer o sinal visual para o início do movimento de ST-DP, foi utilizado o *Balance Master System* (BMS),²⁰ conectado a um computador com *software* específico. Um transdutor com dois sensores de força foi posicionado sobre o banco do BMS para determinar o momento da perda de contato com o assento (PCA). O tempo de movimento (TM) total do movimento foi medido pelo acelerômetro triaxial SS26L: +/- 5G (400mV/G) da *Biopac System*[®].^{21,22}

Para a obtenção do registro eletromiográfico, foi utilizado o eletromiógrafo MP150WSW (*Biopac System*[®]), com tempo de coleta de 10 segundos (s). Quatro canais de eletrodos bipolares ativos (TSD150) foram posicionados bilateralmente sobre as fibras dos músculos tibial anterior (TA), sóleo (SOL), quadríceps (QUA) e ísquiossurais (IQS). O *software Acknowledge* foi utilizado para aquisição e processamento dos sinais, com frequência de coleta de 1000Hz. Os sinais foram retificados através de onda completa e filtrados com filtro passa-faixa Butterworth de 4ª ordem entre 20 e 500Hz.

Procedimentos

Após coleta dos dados iniciais, foi avaliado o tônus muscular do MIP em decúbito dorsal. A velocidade da marcha confortável (m/s) foi obtida em um percurso de 16 metros (m), excluindo-se os 3m iniciais e finais, correspondentes à aceleração e desaceleração. Em

seguida, foram feitas três medidas consecutivas do torque muscular para subsequente cálculo da média e registro da proporção do pico de torque do MIP/MINP.

Após 15 minutos de descanso, a pele dos participantes foi limpa com álcool absoluto e os eletrodos foram fixados com fitas adesivas e faixas elásticas, sendo o eletrodo de referência posicionado sobre a patela do MINP.²³ A escolha do tamanho e o posicionamento dos eletrodos foram feitos de acordo com os parâmetros propostos por Cram e Kasman.²³ Logo após, o acelerômetro foi calibrado e posicionado no centro da frente do participante.

Os indivíduos sentaram-se no banco do BMS com os pés paralelos e sem apoio para o tronco e os membros superiores. O banco foi ajustado para 100% da altura do joelho, medida pela distância da interlinha articular lateral do joelho ao solo. Os voluntários foram instruídos a se levantarem a partir do sinal visual do monitor do BMS, com os braços cruzados sobre o tórax e deveriam permanecer de pé até o final do registro. Foi dada a instrução verbal “Levante-se o mais rápido que puder”, seguindo-se as orientações do manual do BMS.²⁰ Os três primeiros registros foram desconsiderados e utilizados para a familiarização. Foram então considerados e registrados três testes do ST-DP de cada indivíduo e retirada a média das variáveis para a análise. Todos os instrumentos foram sincronizados para a obtenção simultânea dos registros durante o ST-DP.

Redução e análise dos dados

Foi utilizado o software *MatLab*[®] versão 7.0 para a redução dos dados. A fim de garantir a precisão das medidas, todos os registros foram também avaliados visualmente por um examinador experiente.²⁴ Devido a presença de artefatos ou a grandes diferenças entre os testes, 1,24% dos registros foram excluídos e 15,14% deles foram modificados visualmente.

O TM total (s) foi obtido por meio da medida do início ao fim do sinal acelerométrico e a duração das fases do ST-DP foram expressas como porcentagem do TM total. A primeira

fase ou fase de pré-extensão foi definida como o tempo entre o início do movimento e o momento da PCA, enquanto que a segunda fase ou fase de extensão foi determinada como o tempo entre a PCA e o final do movimento.²

As latências (LAT) musculares foram computadas como o tempo (ms) decorrido entre o sinal visual e o início da ativação de cada músculo. O início da ativação foi o momento em que a amplitude do sinal apresentou valor igual ou maior à média dos valores em repouso acrescida de três desvios-padrão, mantida por um tempo de 0,05s.²⁴ Para a medida da latência diferencial (LATDIF) foi calculada a diferença entre a LAT de cada músculo e a PCA. Assim, a PCA foi considerada como momento zero e os músculos que estavam ativos antes da mesma apresentaram LATDIF negativa.^{21,22} A duração (DUR) da ativação muscular foi dada pelo tempo entre o início e o final da atividade eletromiográfica, expresso como porcentagem do TM total. Caso o final da atividade eletromiográfica ocorresse depois do final do movimento, este último seria registrado como o final da ativação muscular.²¹

A quantificação eletromiográfica (QEMG) foi obtida pelo método da *Root Mean Square*, utilizando-se o intervalo de 0,4s antes e depois da PCA. Os valores gerados foram normalizados pelo pico máximo de cada par muscular em cada indivíduo e descritos em porcentagem da atividade eletromiográfica. Foi também computado o momento (em ms) que ocorreu o pico de máximo (Picmáx) dos músculos analisados, em qualquer ponto do registro.

Análise estatística

A análise dos dados foi feita através do programa SPSS versão 15.0. Dada a distribuição normal da maioria das variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk, foram realizados testes paramétricos e estatística descritiva para todas as variáveis. Teste-t de *Student* para amostras pareadas foi usado para verificar as diferenças entre o MIP e o MINP na LAT e na QEMG dos músculos estudados. Para investigar se os momentos do Picmáx e da PCA foram

coincidentes, foi usado o Teste-t Independente. *One-way* ANOVA foi aplicada para comparar a LAT entre os diferentes músculos do mesmo membro inferior e determinar a ordem de recrutamento nos mesmos. O nível de significância considerado foi de $\alpha < 0,05$.

RESULTADOS

Dezessete hemiparéticos crônicos (8 mulheres e 9 homens) participaram deste estudo, com média de idade de $68,65 \pm 4,66$ anos e tempo médio pós-AVC de $3,48 \pm 3,75$ anos (60 – 75). Onze indivíduos apresentaram hemiparesia esquerda e nove eram caidores, sendo relatadas de uma a três quedas nos últimos seis meses. O tônus muscular do MIP apresentou escore de 0 a 2. A média da velocidade da marcha foi $0,67 \pm 0,29$ m/s (0,15 – 1,31) e, de acordo com a classificação proposta por Olney et al.,¹⁹ onze hemiparéticos apresentaram velocidade rápida durante a marcha. Foi constatada fraqueza da musculatura do MIP em relação ao MINP através da proporção do pico de torque MIP/MINP, como pode ser observado nos seguintes valores: 0,74 para os flexores e 0,73 para os extensores do quadril; 0,52 para os flexores e 0,74 para os extensores do joelho; 0,61 para os flexores plantares e 0,60 para os dorsiflexores.

A média do TM total e do tempo gasto até o momento da PCA foram, respectivamente, $1,99 \pm 0,35$ s (1,25 – 2,55) e $0,54 \pm 0,18$ s (0,06 – 0,96). A fase de pré-extensão teve duração média de $27,83 \pm 9,88\%$ do TM total, enquanto que a fase de extensão durou $72,21 \pm 9,90\%$.

Todos os músculos do MIP e do MINP permaneceram ativos durante a maior parte do TM total (Figura 1) e apresentaram LATDIF negativa. As médias da LATDIF do MIP foram: TA = $-462,49 \pm 299,92$; QUA = $-391,75 \pm 161,65$; IQS = $-272,98 \pm 139,84$; SOL = $-251,08 \pm$

216,34. No MINP, as médias da LATDIF foram: TA = $-574,13 \pm 218,76$; QUA = $-366,92 \pm 171,17$; IQS = $-421,94 \pm 187,55$; SOL = $-372,72 \pm 192,26$.

As comparações das latências musculares e da QEMG de ambos membros inferiores encontram-se na Tabela 1. Não houve diferença entre os membros inferiores na LAT do TA, do SOL e do QUA, enquanto que os IQS foram ativados antes no MINP. Dois padrões de recrutamento muscular foram encontrados no MIP: (1^o) início simultâneo da ativação do TA e do QUA, seguido da ativação conjunta dos IQS e do SOL; (2^o) ativação inicial do TA, seguida da ativação simultânea do QUA, dos IQS e do SOL. No MINP, o início da ativação aconteceu simultaneamente em todos os músculos.

O TA, o SOL e o QUA apresentaram QEMG significativamente maior no MINP (Tabela 1). Como mostrado a seguir, os momentos do Picmáx de todos os músculos do MIP e do MINP foram diferentes do momento da PCA ($p < 0,01$). Picmáx no MIP e no MINP, respectivamente: TA ($1134,03 \pm 240,85$; $1259,73 \pm 497,19$); QUA ($1432,88 \pm 547,97$; $1176,37 \pm 335,63$); IQS ($2027,75 \pm 838,47$; $2307,19 \pm 1261,26$); SOL ($1854,40 \pm 951,07$; $2168,28 \pm 834,25$).

DISCUSSÃO

Tempo e fases do movimento

Os participantes deste estudo apresentaram maior TM total do que os valores já descritos para idosos assintomáticos,^{6,11,12} com valores semelhantes aos citados para hemiparéticos.^{7,8,25} Além disso, eles apresentaram a segunda fase do ST-DP mais longa do que em idosos assintomáticos, os quais geralmente gastam maior tempo na primeira fase do movimento.³ A maior oscilação médio-lateral,^{6,7} a dificuldade em transferir o peso sobre o MIP^{7,8,26} e a correlação negativa entre duração e assimetria²⁵ durante o ST-DP em

hemiparéticos sugerem que a maior duração da fase de extensão e do TM total observados podem ser atribuídos ao maior tempo gasto na estabilização corporal durante o movimento, principalmente na sua segunda fase.

Padrão de recrutamento muscular

Os valores encontrados para as latências musculares de ambos membros inferiores foram superiores àqueles já relatados em estudos sobre o ST-DP em adultos saudáveis²¹ e em hemiparéticos.¹² A diferença em relação aos indivíduos saudáveis pode ser resultado das compensações e do padrão muscular desses indivíduos, enquanto que as diferenças com os hemiparéticos podem ser atribuídas à velocidade do movimento, ao tempo pós-AVC e ao grau de funcionalidade dos participantes. As latências musculares encontradas no presente estudo mostraram grande variabilidade, observada através dos elevados desvios-padrão e do coeficiente de variação médio dos músculos analisados ($CV_m = 31,55\%$). A reconhecida variabilidade das variáveis eletromiográficas²³ e do padrão eletromiográfico dos hemiparéticos^{6,9,10,12} pode ter influenciado esses valores de latência. É importante ressaltar que a variação na latência e na amplitude da atividade eletromiográfica é uma característica dos músculos posturais²¹ como o TA e o SOL durante o ST-DP, músculos que apresentaram os maiores coeficientes de variação no presente estudo e exercem função de ajuste postural no início e no final desse movimento, respectivamente.²

Na comparação entre os membros inferiores, os IQS do MINP foram ativados significativamente mais cedo do que no MIP. Tendo em vista que os IQS são importantes estabilizadores do quadril e do joelho no ST-DP, agindo conjuntamente com o reto femoral e o vasto lateral,² é possível que essa ativação mais rápida dos IQS do lado não-parético tenha ocorrido para aumentar a estabilidade e o suporte de peso nesse membro, compensando,

assim, a menor participação do MIP e a dificuldade em transferir o peso sobre o mesmo durante o movimento.

Todos os músculos do MIP e do MINP tiveram início da ativação antes da PCA, representado pelos valores negativos de LATDIF. Diferente do observado nos hemiparéticos, em indivíduos saudáveis a ativação do TA, do QUA e dos IQS ocorre antes da PCA, ao passo que o SOL é o último músculo a ser ativado, o que geralmente ocorre após a mesma.^{2,21} O SOL parece exercer importante ação nos ajustes posturais ao final do ST-DP, controlando a translação anterior do corpo durante a fase de extensão do movimento.^{2,21,25,27} A LATDIF negativa do SOL parético pode ter sido resultado das alterações no controle do tornozelo, representadas principalmente pela fraqueza e pela espasticidade observadas nesses indivíduos.²² Semelhante ao estudo de Cheng et al.,¹² oito participantes do presente estudo apresentaram ativação eletromiográfica de baixa amplitude e/ou interrupções no TA do MIP juntamente com a ativação precoce do SOL parético. Assim, parece que as alterações na coordenação muscular do tornozelo do MIP podem ter afetado a estabilidade dessa articulação durante o ST-DP e, possivelmente, dificultado o desempenho no movimento, aumentando a propensão a quedas nesses participantes. Adicionalmente, o SOL do MINP também foi ativado precocemente e apresentou maior QEMG em relação ao lado parético, sugerindo que o MINP ficou sobrecarregado na função de estabilidade durante o movimento para compensar as disfunções do MIP.

Quanto a ordem de recrutamento muscular no lado parético, o TA foi ativado sempre primeiro, assim como ocorre em indivíduos sem déficit neurológico.^{2,12,21} O TA é importante nas fases iniciais do ST-DP para estabilizar o pé no solo durante a flexão do tronco e permitir a rotação anterior da perna sobre o tornozelo.^{2,25} No primeiro padrão de recrutamento, o TA apresentou início da ativação em conjunto com o QUA, seguido da ativação concomitante dos

IQS e do SOL. Já no segundo padrão, a ativação do TA foi seguida do recrutamento simultâneo do QUA, dos IQS e do SOL. Cheng et al.¹² encontraram ativação quase que simultânea de todos os músculos do MIP durante o ST-DP e propuseram que os participantes teriam utilizado predominantemente a sinergia extensora para executar o movimento, iniciando a ativação do QUA, dos IQS e do SOL conjuntamente. O QUA é considerado motor primário do ST-DP, promovendo a extensão do joelho e contribuindo para a flexão e estabilização do quadril.^{2,21} Os IQS desaceleram a flexão inicial do quadril e, em seguida, promovem a extensão do mesmo, juntamente com sua ação no joelho. Dessa forma, o QUA, os IQS e o SOL do MIP dos hemiparéticos do presente estudo teriam agido como extensores do joelho, do quadril e do tornozelo na tentativa de levantar o corpo no ST-DP. Por fim, a ativação do SOL, seja juntamente com os IQS ou até mesmo com o QUA, comprova que esse músculo foi precocemente ativado no MIP, como já comentado anteriormente.

Um importante achado deste estudo foram as alterações no padrão de recrutamento muscular do MINP. Foi observado o início simultâneo da ativação de todos os músculos, além da maior QEMG do TA, do QUA e do SOL no mesmo membro, a ativação mais rápida dos IQS e, assim como no MIP, atividade eletromiográfica prolongada em todos os músculos analisados. Esses resultados indicam que houve maior recrutamento da musculatura do MINP devido à inabilidade dos participantes em ativar o MIP em tempo e amplitude adequados. Cheng et al.¹² encontraram alterações na duração e na quantidade de ativação do TA e do QUA do MINP durante o ST-DP. Nos dois estudos de Lee et al.^{9,10} foram observadas maior ativação no MINP e alterações na ordem de recrutamento nesse mesmo lado. A maior amplitude e duração da atividade eletromiográfica no lado não-parético também já foi descrita em outras tarefas, como alcance,¹⁴ movimentos com o tronco¹⁵ e marcha.¹⁶ Os achados dos estudos citados e a igualdade nas latências de todos os músculos do lado não-

parético encontrada no presente estudo reforçam a hipótese de que há uma maior contribuição do mesmo para a realização do ST-DP, alterando a estratégia de recrutamento muscular nesse lado. Devido ao Aprendizado do Não-Uso, os hemiparéticos geralmente apresentam maior suporte de peso, maior atividade eletromiográfica e maiores torques no MINP durante o ST-DP,^{7,8} seja para compensar a fraqueza e a lenta resposta do MIP ou para aumentar a estabilidade postural.^{6,9,10,12} De fato, os indivíduos do presente estudo apresentaram fraqueza no MIP em relação ao MINP, alterações no padrão eletromiográfico no lado parético e aproximadamente 53% deles eram caidores, reforçando, portanto, a hipótese do “menor uso” do MIP durante o ST-DP. Esse “menor uso” do MIP é frequentemente visto na prática clínica e já foi observado em estudos sobre o ST-DP^{6,7,26} e sobre outras atividades dos membros inferiores.^{17,19}

Quantificação eletromiográfica

Apesar da amplitude da atividade eletromiográfica não ser uma medida de força muscular, a fraqueza e a menor QEMG observadas no MIP dos participantes sugerem que os mesmos apresentaram comprometimento da capacidade de produzir força. Atualmente, o mecanismo primário da fraqueza muscular em hemiparéticos tem sido atribuído às desordens na ativação agonista decorrentes das lesões supraespinais e/ou das alterações nos motoneurônios e nas fibras musculares.^{5,13,28,29} Dentre as alterações na ativação muscular em hemiparéticos, pode-se destacar a redução do número e da taxa de disparo das unidades motoras e a alteração na ordem de recrutamento das mesmas.^{13,28,29} Adicionalmente, a presença de co-ativação muscular no lado parético também já foi apontada como responsável pela fraqueza e a incoordenação nesses indivíduos.^{5,13,17} No presente estudo, o início conjunto da ativação muscular e a atividade eletromiográfica de longa duração em todos os músculos do lado não-parético indicam que houve co-ativação no MINP dos participantes

provavelmente para compensar a fraqueza, a lentidão, a instabilidade e a incoordenação existentes no lado parético.

O momento da PCA é considerado como período de maior atividade eletromiográfica no ST-DP,^{2,3} especialmente para os músculos extensores do quadril e do joelho.^{1,2,25,27} Em indivíduos saudáveis o momento do Picmáx do QUA e dos IQS é próximo da PCA^{1,2} e, devido à ação preparatória do TA no início do movimento e à estabilização realizada pelo SOL ao final da fase de extensão,^{1,2,21} o momento do Picmáx de ambos é diferente da PCA. Entretanto, no presente estudo, os momentos do Picmáx do QUA e dos IQS de ambos membros inferiores foram diferentes da PCA, freqüentemente ocorrendo após a mesma. Esse resultado indica que os hemiparéticos não foram capazes de ativar tais músculos adequadamente durante o movimento, ocorrendo uma assincronia no recrutamento desses músculos que poderia contribuir ainda mais para a fraqueza e a incoordenação motora de ambos membros inferiores. Além disso, a alta correlação entre o torque extensor do joelho e a duração do ST-DP em hemiparéticos, tanto na velocidade confortável quanto na rápida,²⁵ sugerem que a atividade muscular inadequada dos motores primários do ST-DP pode ter interferido no desempenho dessa atividade, ocasionando o aumento da fase de extensão e do TM total.

Limitações e implicações do estudo

Devido à variabilidade do padrão eletromiográfico dos hemiparéticos, trabalhos futuros sobre a coordenação muscular no ST-DP devem ser feitos com um maior número de indivíduos. Além disso, os achados desta investigação podem ser generalizados apenas para hemiparéticos crônicos com capacidade funcional semelhante a dos indivíduos analisados, ou seja, de leve a moderadamente comprometidos.¹⁹

Vale destacar no presente estudo o uso da análise estatística para determinar a ordem de recrutamento muscular dos membros inferiores, enquanto que, em outros estudos, essa ordem foi verificada visualmente.^{9,10,12} Além disso, os presentes resultados fornecem informações adicionais sobre as anormalidades na coordenação muscular após o AVC que poderão contribuir para o desenvolvimento de estratégias de reabilitação. Considerando-se que a essência da coordenação é o estabelecimento da seqüência, da regulação temporal e da graduação da atividade de grupos musculares múltiplos,⁵ a manipulação de variáveis durante o ST-DP (altura do assento, velocidade do movimento e adoção de estratégias variadas) ou o uso da estimulação elétrica poderiam ser alternativas de tratamento para a melhora do desempenho nesta tarefa. Por outro lado, é possível que o padrão eletromiográfico observado nesse estudo represente, na verdade, a melhor estratégia de reorganização da coordenação encontrada por esses indivíduos e que tais padrões dificilmente possam ser modificados por intervenções.^{16,30} Tendo em vista que a quantificação dos déficits motores e o conhecimento dos mecanismos subjacentes à incoordenação são essenciais para a melhora das abordagens terapêuticas nessa população, futuras investigações devem analisar como a coordenação neuromuscular dos hemiparéticos se modifica ao longo da recuperação motora e após intervenções, especialmente durante o movimento de ST-DP.

CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo mostraram que as anormalidades na coordenação neuromuscular dos membros inferiores em hemiparéticos durante o ST-DP ocorreram tanto no MIP quanto no MINP. O MIP apresentou inabilidade de recrutamento na amplitude e no tempo adequados para a execução do movimento, enquanto que significativas compensações aconteceram no MINP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carr J, Shepherd R. Standing up and sitting down. In: Carr J, Shepherd R. Neurological Rehabilitation: optimizing motor performance. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1998. p.71-92.
2. Khemlani M, Carr J, Crosbie W. Muscle synergies and joint linkages in sit-to-stand under two initial foot positions. Clin Biomech. 1999;14(4):236-246.
3. Millington P, Myklebust B, Shambes G. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. Arch Phys Med Rehabil. 1992;73(7):609-617.
4. Elkind M. Stroke in the elderly. Mt Sinai J Med. 2003;70(1):27-37.
5. Bourbonnais D, Vanden N, Pelletier R. Incoordination in patients with hemiparesis. Can J Public Health. 1992;83(Suppl.2):S58-S63.
6. Chou S, Wong A, Leong C, Hong W, Tang F, Lin T. Postural control during sit-to-stand and gait in stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 2003;82(1):42-47.
7. Cheng P, Liaw M, Wong M, Tang F, Lee M, Lin P. The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. Arch Phys Med Rehabil. 1998;79(9):1043-1046.
8. Hesse S, Schauer M, Petersen M, Jahnke M. Sit-to-stand manoeuvre in hemiparetic patients before and after a 4-week rehabilitation programme. Scand J Rehabil Med. 1998;30(2):81-86.
9. Lee M, Wong M, Tang F, Cheng P, Lin P. Comparison of balance responses and motor patterns during sit-to-stand task with functional mobility in stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 1997;76(5):401-410.
10. Lee M, Wong M, Tang F, Cheng P, Chiou W, Lin P. New quantitative and qualitative measures on functional mobility prediction for stroke patients. J Med Eng Technol. 1998;22(1):14-24.

11. Engardt M, Olsson E. Body weight-bearing while rising and sitting down in patients with stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1992;24(2):67-74.
12. Cheng P, Chen C, Wang C, Hong W. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(1):10-16.
13. Patten C, Lexell J, Brown H. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: Rationale, method, and efficacy. *J Rehabil Res Dev.* 2004;41(3A):293-312.
14. McCrea P, Eng J, Hodgson A. Saturated muscle activation contributes to compensatory reaching strategies after stroke. *J Neurophysiol.* 2005;94(5):2999-3008.
15. Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, Villa Y. Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clin Neurophysiol.* 2004;115(4):790-796.
16. Den Otter A, Geurts A, Mulder T, Duysens J. Gait recovery is not associated with changes in the temporal patterning of muscle activity during treadmill walking in patients with post-stroke hemiparesis. *Clin Neurophysiol.* 2006;117(1):4-15.
17. Lamontagne A, Richards C, Malouin F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(6):407-415.
18. Bohannon R, Smith M. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67(2):206-207.
19. Olney S, Griffin M, Monga T, McBride I. Work and power in gait of stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(5):309-314.
20. Neurocom[®] International Inc. Balance Master[®] Operators Manual. Version 8.3, Clackamas;1999.
21. Goulart F, Valls-Sole J. Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clin. Neurophysiol.* 1999;110(9):1634-1640.

22. Camargos AC. O efeito do posicionamento dos membros inferiores durante o movimento de sentado para de pé em hemiparéticos crônicos. Dissertação. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
23. Cram J, Kasman G. Introduction to Surface Electromyography. Gaithersburg: Aspen Publishers; 1998.
24. Hodges P, Bui B. A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1996;101(6):511-519.
25. Lomaglio M, Eng J. Muscle strength and weight-bearing symmetry relate to sit-to-stand performance in individuals with stroke. *Gait Posture.* 2005;22(2):126-131.
26. Brunt D, Greenberg B, Wankadia S, Trimble M, Shechtman O. The effect of foot placement on sit to stand in healthy young subjects and patients with hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(7):924-929.
27. Doorenbosch C, Harlaar J, Roebroek M, Lankhorst G. Two strategies of transferring from sit-to-stand; the activation of monoarticular and biarticular muscles. *J Biomech.* 1994;27(11):1299-1307.
28. Arasaki K, Igarashi O, Ichikawa Y, Machida T, Shirozu I, Hyodo A, et al. Reduction in the motor unit number estimate (MUNE) after cerebral infarction. *J Neurol Sci.* 2006;250(1-2):27-32.
29. Toffola E, Sparpaglione D, Pistorio A, Buonocore M. Myoelectric manifestations of muscle changes in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(5):661-665.
30. Kautz S, Duncan P, Perera S, Neptune R, Studenski S. Coordination of hemiparetic locomotion after stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2005;19(3):250-258.

TABELAS E FIGURAS

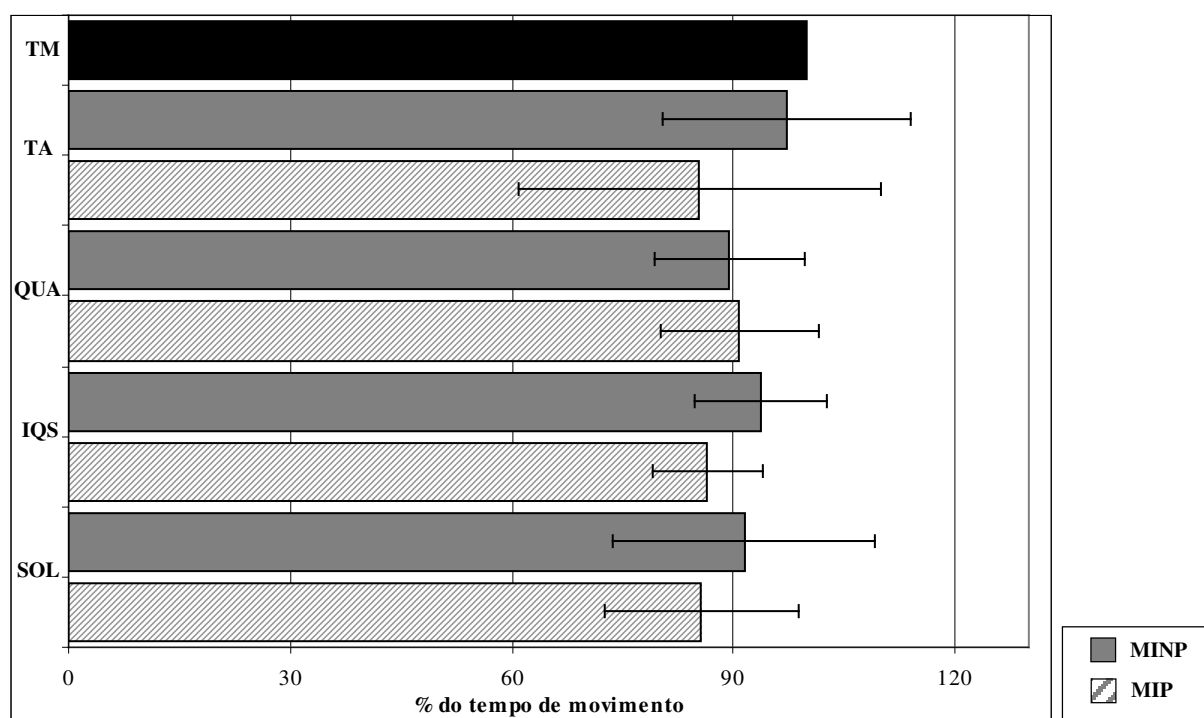


Figura 1: Média e desvio-padrão da duração da ativação muscular em relação ao tempo de movimento total. TM = tempo de movimento; TA = tibial anterior; QUA = quadríceps; IQS = ísquiossurais; SOL = sóleo; MIP = membro inferior parético; MINP = membro inferior não-parético.

Tabela 1: Comparações das latências musculares (ms) intra e entre membros inferiores e da quantificação eletromiográfica (%) entre os membros parético e não-parético

<i>Variável</i>	<i>MIP</i>	<i>MINP</i>
LAT TA	521,22 ± 219,74 ^{A,a}	424,35 ± 181,14 ^{A,a}
LAT QUA	608,14 ± 159,90 ^{A,a,b}	632,96 ± 162,39 ^{A,a}
LAT IQS	726,90 ± 119,54 ^{A,b}	579,82 ± 206,52 ^{B,a}
LAT SOL	746,76 ± 240,89 ^{A,b}	629,21 ± 317,48 ^{A,a}
QEMG TA	8,16 ± 6,06 ^A	16,72 ± 5,22 ^B
QEMG QUA	10,60 ± 4,97 ^A	21,14 ± 4,25 ^B
QEMG IQS	10,84 ± 3,95 ^A	12,34 ± 5,13 ^A
QEMG SOL	7,33 ± 3,63 ^A	9,77 ± 3,62 ^B

Letras maiúsculas indicam comparações feitas em linhas (MIP versus MINP) e letras minúsculas indicam comparações feitas em colunas (dentro do mesmo membro inferior). Médias seguidas de letras distintas são significativamente diferentes ($p < 0,05$). LAT = latência; QEMG = quantificação eletromiográfica; TA = tibial anterior; QUA = quadríceps; IQS = ísquiossurais; SOL = sóleo; MIP = membro inferior parético; MINP = membro inferior não-parético.

TABLES AND FIGURES

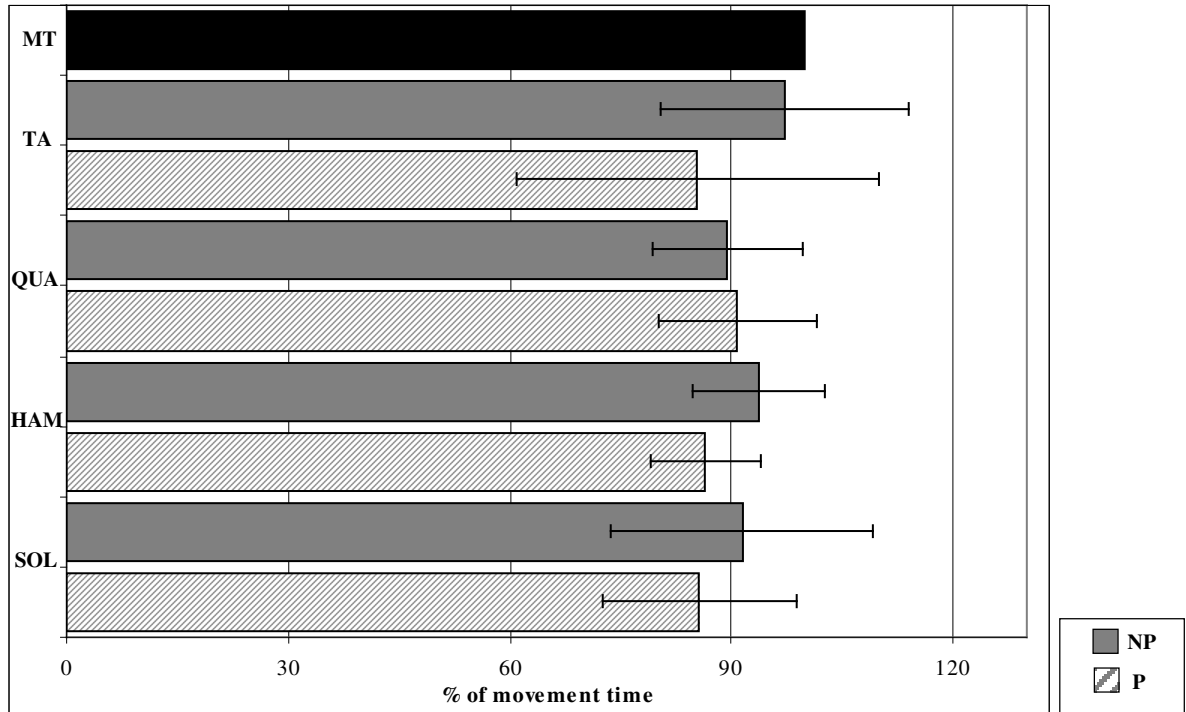


Figure 1: Mean and standard deviation for muscle's activation duration time in terms of total movement time. MT = movement time; TA = tibialis anterior; QUA = quadriceps; HAM = hamstrings; SOL = soleus; P = paretic; NP = non-paretic.

Table 1: Comparisons for onset latencies (ms) within and between lower limbs and between-limbs comparisons for electromyographic quantification (%)

<i>Variable</i>	<i>P</i>	<i>NP</i>
LAT TA	521.22 ± 219.74 ^{A,a}	424.35 ± 181.14 ^{A,a}
LAT QUA	608.14 ± 159.90 ^{A,a,b}	632.96 ± 162.39 ^{A,a}
LAT HAM	726.90 ± 119.54 ^{A,b}	579.82 ± 206.52 ^{B,a}
LAT SOL	746.76 ± 240.89 ^{A,b}	629.21 ± 317.48 ^{A,a}
EMGQ TA	8.16 ± 6.06 ^A	16.72 ± 5.22 ^B
EMGQ QUA	10.60 ± 4.97 ^A	21.14 ± 4.25 ^B
EMGQ HAM	10.84 ± 3.95 ^A	12.34 ± 5.13 ^A
EMGQ SOL	7.33 ± 3.63 ^A	9.77 ± 3.62 ^B

Capitol letters indicate comparisons made between lines (P versus NP) and minuscule letters indicate comparisons made between columns (within-limbs). Means followed by distinct letters are significantly different at $p < 0.05$. LAT = latency; EMGQ = electromyographic quantification; TA = tibialis anterior; QUA = quadriceps; HAM = hamstrings; SOL = soleus; P = paretic; NP = non-paretic.

CARTA DE ENCAMINHAMENTO

Aos Editores da **Revista Brasileira de Fisioterapia**

Prezados Senhores,

Encaminhamos o manuscrito (Tipo do artigo: científico) **“Padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé”** para possível publicação na Revista Brasileira de Fisioterapia. O manuscrito tem como autores Cecília Nasciutti Prudente e Fátima Rodrigues de Paula Goulart e está enquadrado na área de Controle Motor.

Informamos ainda que o manuscrito citado foi aprovado pelo Comitê de Ética conforme Parecer número 037/04 e declaramos que um Termo de Consentimento foi assinado pelos pacientes participantes da pesquisa.

Seguem anexas as declarações de responsabilidade e sobre conflito de interesses e de transferência de direitos autorais, assinadas por todos os autores.

Atenciosamente,

Fátima Rodrigues de Paula Goulart - (31) 3409-4783 - fgoulart@effto.ufmg.br

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E CONFLITO DE INTERESSES

Os autores abaixo declaram que participaram da concepção, análise de resultados e contribuíram efetivamente na realização do artigo: **“Padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé”**. Tornam pública a responsabilidade pelo seu conteúdo, que não foram omitidas quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo. Afirmam que não tem qualquer conflito de interesse com o tema abordado no artigo, nem com os produtos/itens citados.

Declaramos que o artigo citado acima é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, não foi enviado a outro periódico científico e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Revista Brasileira de Fisioterapia, quer seja no formato impresso ou no eletrônico.

Declaramos ainda que o estudo foi conduzido dentro dos preceitos éticos determinados pelo *International Committee of Medical Journal Editors (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals)*.

Lista de autores	CPF	Data	Assinatura
1. Cecília Nasciutti Prudente	051.298.286-40		
2. Fátima Rodrigues de Paula Goulart	456.371.216-72		

DECLARAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Declaramos que, em caso de aceitação do artigo **“Padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé”** a **Revista Brasileira de Fisioterapia/ *Brazilian Journal of Physical Therapy*** passa a ter os direitos autorais a ela referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da RBF, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial na sua versão original ou em outra língua em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, faremos constar o competente agradecimento à RBF.

Lista de autores	CPF	Data	Assinatura
1. Cecília Nasciutti Prudente	051.298.286-40		
2. Fátima Rodrigues de Paula Goulart	456.371.216-72		

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou o padrão de coordenação neuromuscular do MIP e do MINP de hemiparéticos crônicos durante o movimento de ST-DP. Para tanto, variáveis eletromiográficas temporais e de quantificação foram analisadas.

Foram identificadas desordens no padrão temporal de ativação muscular do MIP, como alterações na seqüência de ativação muscular, atividade prolongada de toda a musculatura desse membro e ativação precoce do SOL. Também foram observadas importantes alterações no padrão temporal de ativação do MINP, como o início simultâneo da ativação de toda a musculatura analisada e a atividade eletromiográfica de longa duração.

A não coincidência entre o momento da PCA e o momento do Picmáx do QUA e do IQS bilateralmente sugere uma assincronia no recrutamento dos motores primários do ST-DP, o que pode ter contribuído para o aumento do TM total e da fase de deslocamento vertical do movimento.

Dessa forma, as alterações observadas no padrão de recrutamento do MIP e do MINP, associadas ao maior recrutamento da musculatura do lado não-parético indicam que os participantes do presente estudo foram incapazes de ativar o MIP no tempo e amplitude adequados para a execução do ST-DP, sobrecarregando o lado não-parético durante o movimento. Todas essas alterações observadas caracterizaram a incoordenação neuromuscular desses indivíduos durante o ST-DP.

Recomenda-se a realização de estudos futuros que analisem longitudinalmente a coordenação muscular dos hemiparéticos ao longo da fase de

recuperação motora e durante a fase crônica. Sugere-se ainda a investigação do efeito de intervenções no padrão de ativação muscular nesses indivíduos.

ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP**Parecer nº. ETIC 037/04****Interessada: Profa. Fátima Rodrigues de Paula Goulart**
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - EEFFTO**VOTO:**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou no dia 17 de março de 2004 o projeto de pesquisa intitulado « **O Efeito da Instrução Verbal na Atividade de Passar de Sentado para de Pé em Hemiparéticos Crônicos.** » e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.



Prof. Dra. Efigênia Ferreira e Ferreira
p/ **Vice-Presidente do COEP**

Av. Alfredo Balena, 110 – 1º andar - 30.130-100 – BH - MG
(31) 3248-9364 - FAX: (31) 3248 -9380 - coep@reitoria.ufmg.br

ANEXO B - Normas Editoriais da Revista Brasileira de Fisioterapia

OUTUBRO 2007

A submissão dos manuscritos implica que o trabalho não tenha sido publicado e não esteja sob consideração para publicação em outro periódico. Quando parte do material já tiver sido apresentada em uma comunicação preliminar em Simpósio, Congresso, etc., deve ser citada como nota de rodapé na página de título e uma cópia deve acompanhar a submissão do manuscrito.

Escopo e política

A **Revista Brasileira de Fisioterapia**/*Brazilian Journal of Physical Therapy* - publica relatos originais de pesquisa concernentes ao objeto principal de estudo da Fisioterapia e ao seu campo de atuação profissional, veiculando estudos básicos sobre a motricidade humana e investigações clínicas sobre a prevenção, o tratamento e a reabilitação das disfunções do movimento. Será dada preferência de publicação àqueles manuscritos originais que contribuam significativamente para o desenvolvimento conceitual dos objetos de estudo da Fisioterapia ou que desenvolvam procedimentos experimentais novos.

Os artigos submetidos à Revista devem preferencialmente enquadrar-se na categoria de **artigos científicos** (novas informações com materiais e métodos e resultados sistematicamente relatados).

Os artigos submetidos são analisados pelos editores e pelos revisores das áreas de conhecimento, que estão assim divididas: *Fundamentos e História da Fisioterapia; Anatomia, Fisiologia, Cinesiologia e Biomecânica; Controle Motor, Comportamento e Motricidade; Recursos Terapêuticos Físicos e Naturais; Recursos Terapêuticos Manuais; Cinesioterapia; Prevenção em Fisioterapia/Ergonomia; Fisioterapia nas Condições Musculoesqueléticas; Fisioterapia nas Condições Neurológicas; Fisioterapia nas Condições Cardiovasculares e Respiratórias; Fisioterapia nas Condições Uroginecológicas e Obstétricas; Ensino em Fisioterapia; Administração, Ética e Deontologia; Registro/Análise do Movimento; Fisioterapia nas Condições Geriátricas e Medidas em Fisioterapia.*

A **Revista Brasileira de Fisioterapia**/*Brazilian Journal of Physical Therapy* apóia as políticas para registro de ensaios clínicos da Organização Mundial da Saúde (OMS) (<http://www.who.int/ictrp/en/>) e do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) (<http://www.wame.org/resources/policies#trialreg> e http://www.icmje.org/clin_trialup.htm), reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto. Sendo assim, somente serão aceitos para publicação, a partir de 2007, os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e ICMJE, cujos endereços estão disponíveis no site do ICMJE: <http://www.icmje.org/faq.pdf>). O número de identificação deverá ser registrado ao final do resumo.

Forma e preparação de manuscritos

Os manuscritos devem ser submetidos preferencialmente em inglês e devem ser digitados em espaço duplo, tamanho 12, fonte Times New Roman com amplas margens (superior e inferior = 3 cm, laterais = 2,5 cm), não ultrapassando 21 (vinte e uma) páginas (incluindo referências, figuras, tabelas e anexos). **Estudos de Caso** não devem ultrapassar 10 (dez) páginas digitadas em sua extensão total incluindo referências, figuras, tabelas e anexos. (Adicionar números de linha no arquivo).

Ao submeter um manuscrito para publicação os autores devem enviar¹:

1) **Carta de encaminhamento** do material, contendo as seguintes informações:

- a. Nomes completos dos autores e titulação de cada um;
- b. Tipo e Área principal do artigo²;
- c. Número e nome da Instituição que emitiu o parecer do Comitê de Ética para pesquisas em seres humanos e para os experimentos em animais. Para as pesquisas em seres humanos incluir também uma declaração que foi obtido o Termo de Consentimento dos pacientes participantes do estudo;
- d. Número de identificação em um dos Registros de Ensaio Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e ICMJE, cujos endereços estão disponíveis no site do ICMJE: <http://www.icmje.org/faq.pdf>). O número de identificação deverá ser registrado ao final do resumo;

2) **Declaração de responsabilidade de conflitos de interesse.** Os autores devem declarar a existência ou não de eventuais conflitos de interesse (profissionais, financeiros e benefícios diretos e indiretos) que possam influenciar os resultados da pesquisa;

3) **Declaração assinada** por todos os autores com o número de CPF indicando a responsabilidade do(s) autor(es) pelo conteúdo do manuscrito e transferência de direitos autorais (copyright) para a Revista Brasileira de Fisioterapia, caso o artigo venha a ser aceito pelos Editores.

Os modelos da carta de encaminhamento e das declarações encontram-se disponíveis no site <http://www.ufscar.br/rbfisio>.

Os manuscritos publicados são de propriedade da **Revista Brasileira de Fisioterapia/Brazilian Journal of Physical Therapy** e é vedada tanto a reprodução, mesmo que parcial em outros periódicos, como a tradução para outro idioma sem a autorização dos Editores.

Formato do manuscrito

O manuscrito deve ser elaborado na seqüência abaixo, com todas as páginas numeradas consecutivamente na margem superior direita, com início na página de título³.

Página de título e Identificação (1ª. página)

A página de identificação deve conter os seguintes dados:

- a) *Título do manuscrito* em letras maiúsculas;
- b) *Autor*: nome e sobrenome de cada autor, em letras maiúsculas sem titulação, seguido por número sobrescrito (expoente), identificando a afiliação institucional/vínculo (Unidade/Instituição/Cidade/Estado); Para mais que um autor, separar por vírgula;

c) Nome e endereço completo (incluindo número de telefone e e-mail do autor para envio de correspondência). É de responsabilidade do autor correspondente manter atualizado o endereço e e-mail para contatos. ATENÇÃO: A Revista aceita somente a inclusão de no máximo 6 (seis) autores em um artigo. Outras pessoas que contribuíram para o trabalho podem ser incluídas no item "Agradecimentos";

d) *Título para as páginas do artigo*: indicar um título curto, para ser usado no cabeçalho das páginas do artigo (língua portuguesa e inglesa), não excedendo 60 caracteres;

e) *Palavras-chave*: uma lista de termos de indexação ou palavras-chave (máximo seis) deve ser incluída (versões em português e inglês). A Revista recomenda o uso do DeCS - Descritores em Ciências da Saúde para consulta aos termos de indexação (palavras-chave) a serem utilizados no artigo (<http://decs.bvs.br/>).

Resumo (2ª. página)

Para autores brasileiros, o resumo deve ser escrito em língua portuguesa e língua inglesa. Para os demais países, apenas em língua inglesa. Uma exposição concisa, que não exceda 250 palavras em um único parágrafo digitado em espaço duplo, deve ser escrito em folha separada e colocada logo após a página de título. O resumo deve ser apresentado em formato estruturado, incluindo os seguintes itens separadamente: *Contextualização* (opcional), *Objetivos*, *Método*, *Resultados* e *Conclusões*.

Notas de rodapé e abreviações não definidas não devem ser usadas. Se for preciso citar uma referência, a citação completa deve ser feita dentro do resumo uma vez que os resumos são publicados separadamente pelos Serviços de Informação, Catalogação e Indexação Bibliográficas e eles devem conter dados suficientemente sólidos para serem apreciados por um leitor que não teve acesso ao artigo como um todo.

Abstract (3ª. página)

Em caso de submissão em língua portuguesa, o título, o título curto e o resumo estruturado e as palavras-chave do artigo devem ser traduzidos para o inglês sem alteração do conteúdo.

Após o *Resumo* e o *Abstract* incluir em itens destacados a **Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e a Discussão**:

Introdução - deve informar sobre o objeto investigado e conter os objetivos da investigação, suas relações com outros trabalhos da área e os motivos que levaram o(s) autor(es) a empreender a pesquisa;

Materiais e Métodos - descrever de modo a permitir que o trabalho possa ser inteiramente repetido por outros pesquisadores. Incluir todas as informações necessárias - ou fazer referências a artigos publicados em outras revistas científicas - para permitir a replicabilidade dos dados coletados. Recomenda-se fortemente que estudos de intervenção apresentem grupo controle e, quando possível, aleatorização da amostra.

Resultados - devem ser apresentados de forma breve e concisa. Tabelas, Figuras e Anexos podem ser incluídos quando necessários (indicar onde devem ser incluídos e anexar no final) para garantir melhor e mais efetiva compreensão dos dados, desde que não ultrapassem o número de páginas permitido.

Discussão - o objetivo da discussão é interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos já existentes e disponíveis, principalmente àqueles que foram indicados na Introdução do trabalho. As informações dadas anteriormente no texto (na Introdução, Materiais e Métodos e Resultados) podem ser citadas, mas não devem ser repetidas em detalhes na discussão.

Após a **Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão**, incluir:

a) Agradecimentos

Quando apropriados, os agradecimentos poderão ser incluídos, de forma concisa, no final do texto, antes das Referências Bibliográficas especificando: assistências técnicas, subvenções para a pesquisa e bolsa de estudo, e colaboração de pessoas que merecem reconhecimento (aconselhamento e assistência). Os autores são responsáveis pela obtenção da permissão, por escrito, das pessoas cujo nome consta dos *Agradecimentos*.

b) Referências Bibliográficas

O número recomendado é de no mínimo 30 (trinta) referências bibliográficas, exceto para *Estudos de Caso* e devem ser organizadas em seqüência numérica, de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos, elaborado pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (International Committee of Medical Journal Editors - ICMJE - <http://www.icmje.org/index.html>). Ver exemplos no endereço <http://www.ufscar.br/rbfisio>.

Os títulos de periódicos devem ser referidos de forma abreviada, de acordo com a List of Journals do Index Medicus (<http://www.index-medicus.com>). As revistas não indexadas não deverão ter seus nomes abreviados.

As **citações** devem ser mencionadas no texto em números sobrescritos (expoente), sem datas. A exatidão das referências bibliográficas constantes no manuscrito e a correta citação no texto são de responsabilidades do(s) autor(es) do manuscrito.

c) Notas de Rodapé

As notas de rodapé do texto, se imprescindíveis, devem ser numeradas consecutivamente em sobrescrito no manuscrito e escritas em uma folha separada, colocada no final do material após as referências.

d) Tabelas e Figuras

Tabelas. Todas as tabelas devem ser citadas no texto em ordem numérica. Cada tabela deve ser digitada em espaço duplo, em página separada. As tabelas devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos e inseridas no final. Um título descritivo e legendas devem tornar as tabelas compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto do artigo. As tabelas

não devem ser formatadas com marcadores horizontais nem verticais, apenas necessitam de linhas horizontais para a separação de suas sessões principais. Use parágrafos ou recuos e espaços verticais e horizontais para agrupar os dados.

Figuras. Digite todas as legendas em espaço duplo. Explique todos os símbolos e abreviações. As legendas devem tornar as figuras compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto. Todas as figuras devem ser citadas no texto, em ordem numérica e identificadas.

Figuras - Arte Final. Todas as figuras devem ter aparência profissional. Figuras de baixa qualidade podem resultar em atrasos na aceitação e publicação do artigo. Use letras em caixa altas (A, B, C, etc.) para identificar as partes individuais de figuras múltiplas. Se possível, todos os símbolos devem aparecer nas legendas. Entretanto, símbolos para identificação de curvas em um gráfico podem ser incluídos no corpo de uma figura, desde que isso não dificulte a análise dos dados.

Cada figura deve estar claramente identificada. As figuras devem ser numeradas, consecutivamente, em arábico, na ordem em que aparecem no texto. Não agrupar diferentes figuras em uma única página.

e) Tabelas, Figuras e Anexos - inglês: um conjunto adicional com legendas em inglês deve ser anexado para artigos submetidos em língua portuguesa.

OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Unidades. Usar o Sistema Internacional (SI) de unidades métricas para as medidas e abreviações das unidades.

Conflitos de interesse. Não é recomendável a utilização de nomes comerciais de equipamentos e drogas (marcas registradas). Quando sua utilização for imperativa, os nomes dos produtos e de seus fabricantes deverão vir entre parênteses, após o nome genérico do tipo de equipamento ou da droga utilizada.

Considerações Éticas e Legais. Evite o uso de iniciais, nomes ou números de registros hospitalares dos pacientes. Um paciente não poderá ser identificado em fotografias, exceto com consentimento expresso, por escrito, acompanhando o trabalho original. As tabelas e/ou figuras publicadas em outras revistas ou livros devem conter as respectivas referências e o consentimento, por escrito, do autor ou editores.

Estudos realizados em humanos devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes (reporte-se à Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, que trata do Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos). Para as pesquisas em humanos, deve-se incluir o número do Parecer da aprovação da mesma pela Comissão de Ética em Pesquisa, a qual seja devidamente registrada no Conselho Nacional de Saúde do Hospital ou Universidade, ou o mais próximo da localização de sua região.

A **Revista Brasileira de Fisioterapia/Brazilian Journal of Physical Therapy** reserva-se o direito de não publicar trabalhos que não obedeçam às normas legais e éticas para pesquisas em seres humanos e para os experimentos em animais.

É recomendável que estudos relatando resultados eletromiográficos sigam os "Standards for Reporting EMG Data" recomendados pela ISEK.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de responsabilidade dos autores a eliminação de todas as informações (exceto na página do título e identificação) que possam identificar a origem ou autoria do artigo. Como exemplo, deve-se mencionar o número do parecer, mas o nome do Comitê de Ética deve ser mencionado de forma genérica, sem incluir a Instituição ou Laboratório, bem como outros dados. Esse cuidado é necessário para que os assessores que avaliarão o manuscrito não tenham acesso à identificação do(s) autor (es). Os dados completos sobre o Parecer do Comitê de Ética devem ser incluídos na versão final, em caso de aceite do manuscrito.

¹ Para a submissão on line (a partir de 26 de junho de 2007) a carta de encaminhamento e declarações devem ser enviadas por correio;

² Fundamentos e História da Fisioterapia; Anatomia, Fisiologia, Cinesiologia e Biomecânica; Controle Motor, Comportamento e Motricidade; Recursos Terapêuticos Físicos e Naturais; Recursos Terapêuticos Manuais; Cinesioterapia; Prevenção em Fisioterapia/Ergonomia; Fisioterapia nas Condições Musculoesqueléticas; Fisioterapia nas Condições Neurológicas; Fisioterapia nas Condições Cardiovasculares e Respiratórias; Fisioterapia nas Condições Uroginecológicas e Obstétricas; Ensino em Fisioterapia; Administração, Ética e Deontologia; Registro/Análise do Movimento; Fisioterapia nas Condições Geriátricas e Medidas em Fisioterapia.

³ Para informações adicionais consultar "Uniform Requirements for Manuscripts (URM) submitted to Biomedical Journals" (<http://www.icmje.org>).

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Investigador: Sandra Filgueiras Houri

Orientadora: Fátima Rodrigues de Paula Goulart, PhD.

Projeto de Pesquisa: Efeito de diferentes instruções verbais na realização o movimento de sentado para de pé em hemiparéticos crônicos.

INFORMAÇÕES: Você está sendo convidado a participar de um Projeto de Pesquisa a ser desenvolvido pelo Departamento de Fisioterapia (Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional) para investigar características da atividade de passar de sentado de pé em indivíduos portadores de hemiparesia.

DETALHES DO ESTUDO: O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da instrução verbal durante a atividade de passar de sentado para de pé em indivíduos com hemiparesia. Você será considerado para o estudo se você tiver idade entre 65 e 75 anos e não apresentar outra doença neurológica ou ortopédica que dificulte a realização do movimento de levantar-se de uma cadeira.

Descrição dos testes a serem realizados:

Todos os testes serão realizados no Laboratório de Performance Humana do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, que fica localizado no Campus da Pampulha.

Você será solicitado a realizar o movimento de passar de sentado para de pé a partir de bancos sem encosto. Quatro pares de eletrodos serão colocados nos músculos de sua perna e coxa. Esses eletrodos captam a atividade muscular e não provocam dor. Um dos examinadores irá falar a maneira que você deverá se levantar. Após cada instrução, você vai se levantar e três medidas serão registradas. Será dado um tempo para que você possa descansar e mais três repetições serão feitas. Toda esta etapa será realizada sobre uma plataforma (Balance Master) larga e comprida que capta informações do peso do seu corpo sobre o banco e também sobre seus pés.

Riscos: Os riscos são muito baixos e são aqueles relacionados com as atividades feitas no seu dia-a-dia, como sentar, levantar e caminhar. Você poderá se desequilibrar enquanto levanta da cadeira. Por isso, todos os testes serão acompanhados por 02 pessoas ao seu lado para garantir sua segurança.

Benefícios: Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Na realidade, você estará contribuindo para a nossa compreensão sobre as dificuldades dos pacientes em realizar movimentos do dia-a-dia. A partir daí, poderemos elaborar estratégias mais adequadas de treinamento motor.

Confiabilidade: Você receberá um código que será utilizado em todos os seus testes e não será reconhecido individualmente.

Natureza voluntária do estudo/Liberdade para se retirar: A sua participação é voluntária e você tem o direito de se retirar por qualquer razão a qualquer momento, sem prejuízo para sua pessoa.

Pagamento: Você não receberá nenhuma forma de pagamento por participar desse estudo.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu li e entendi toda a informação passada sobre este estudo, sendo os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Eu tive tempo suficiente para considerar a informação acima e tive oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de agora ou mais tarde discutir qualquer dúvida que eu venha a ter com relação à pesquisa com: Dra. Fátima Rodrigues de Paula Goulart: 3499-4782.

Assinando este termo de consentimento, eu estou indicando que concordo em participar deste estudo.

_____	_____
Assinatura do participante	Data
_____	_____
Assinatura da testemunha	Data

DECLARAÇÃO DO INVESTIGADOR

Eu, ou um dos meus colegas, cuidadosamente explicamos ao participante a natureza do estudo descrito anteriormente. Eu certifico que, salvo melhor juízo, o participante entendeu claramente a natureza, benefícios e riscos envolvidos neste estudo.

_____	_____
Assinatura do investigador	Data

APÊNDICE B - Ficha de Avaliação

Projeto de Pesquisa: Padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos crônicos durante o movimento de sentado para de pé

Responsável: Cecília Nasciutti Prudente

Orientação: Fátima Rodrigues de Paula Goulart, PhD.

Data: _____

Código: Sujeito_____

I. Dados de identificação:

Nome: _____

Setor de Reabilitação: _____

Idade: _____ Data de nascimento: _____ Sexo: _____

Altura: ____m Peso: ____Kg IMC: _____

Grau de instrução: _____ Estado civil: _____

Vive com: () Cônjuge () Filhos () Sozinho(a) () Outros

Ocupação: _____

Endereço: _____

Cidade: _____

Telefone: _____

Em caso de emergência avisar: _____

II. Dados clínicos:

1. Tempo de Instalação do AVC: _____

2. Dimídio Afetado: _____

3. Intervenções cirúrgicas: _____

4. Doenças associadas:

() diabetes mellitus () hipertensão arterial () hemianopsia

() alterações auditivas () alterações visuais (com correção p/ longe)

() doenças cardíacas () artrite reumatóide () artrose

() osteoporose () depressão () outras

5. PA: _____mmHg FC: _____ bpm

6. Medicações em uso (nome, horário): _____

7. Frequência de quedas nos últimos 6 meses: _____

8. Presença de dor: _____

9. Tônus Muscular (Escala Modificada de Ashworth)

MI Parético ():

Flexores de quadril	
Extensores de quadril	
Flexores de joelho	
Extensores de joelho	
Flexores plantares	
Flexores dorsais	

MI Não-parético ():

Flexores de quadril	
Extensores de quadril	
Flexores de joelho	
Extensores de joelho	
Flexores plantares	
Flexores dorsais	

10. Força Muscular Isométrica (dinamômetro manual)

Movimento	T1		T2		T3		Média (Pound)		Média (Newton)	
	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Flexão de quadril	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Extensão de quadril	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Flexão de joelho	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Extensão de joelho	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Flexão plantar	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P
Dorsiflexão	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	P

MI Não-parético (NP):

MI Parético (P):

11. Distância do eixo (dinamômetro manual):

Segmento	Direito		Esquerdo	
	Flexão / FP	Extensão / FD	Flexão / FP	Extensão / FD
Coxa	cm	cm	cm	cm
Perna	cm	cm	cm	cm
Pé	cm	cm	cm	cm

12. Distância anatômica:

Segmento	Direito	Esquerdo
Coxa	cm	cm
Perna	cm	cm
Pé	cm	cm

13. Tamanho do segmento (perna): __cm

III. Observações:

APÊNDICE C - Referências Anatômicas do Dinamômetro Manual

1. Quadril:

Flexão

Posição: Assentado com apoio total das coxas e sem apoio dos pés.

Distância: Centro do trocânter maior até 5 cm acima da borda superior da patela. Referência para posicionamento do dinamômetro: 5 cm acima da borda superior da patela.

Extensão

Posição: Decúbito ventral com joelho fletido a 90°.

Distância: Centro do trocânter maior até 10 cm acima da linha poplítea.

Referência: 10 cm acima da linha poplítea

2. Joelho:

Flexão

Posição: Decúbito Ventral

Distância: Interlinha articular do joelho até a borda superior do maléolo lateral.

Referência: Região posterior da perna seguindo a linha da borda superior do maléolo lateral.

Extensão

Posição: Assentado com apoio total das coxas e sem apoio dos pés.

Distância: Interlinha articular do joelho até 2 cm acima da borda superior do maléolo lateral.

Referência: Região anterior da perna a 2 cm acima da borda superior do maléolo lateral.

3. Tornozelo:

Flexão dorsal

Posição: Decúbito dorsal, quadril e joelho estendidos, com um rolo sob o joelho.

Distância: Centro do maléolo lateral até 2 cm proximalmente à cabeça do 2º metatarso.

Referência: Face dorsal do pé a 2 cm proximalmente à cabeça do 2º metatarso.

Flexão plantar

Posição: Decúbito dorsal, quadril e joelho estendidos, com um rolo sob o joelho.

Distância: Centro do maléolo lateral até 2 cm proximalmente à cabeça do 2º metatarso.

Referência: Face plantar do pé a 2 cm proximalmente à cabeça do 2º metatarso.