

Lucas Rodrigues Nascimento

**DESEMPENHO MUSCULAR ISOCINÉTICO DO
COMPLEXO DO OMBRO DE INDIVÍDUOS
COM HEMIPARESIA CRÔNICA**

Belo Horizonte

2011

Lucas Rodrigues Nascimento

**DESEMPENHO MUSCULAR ISOCINÉTICO DO
COMPLEXO DO OMBRO DE INDIVÍDUOS
COM HEMIPARESIA CRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação 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

Linha de Pesquisa: Estudos do desempenho motor e funcional humano.

Orientadora: Prof. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, PhD, Professora Titular, Departamento de Fisioterapia, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, UFMG.

Co-orientadora: Prof. Glória Elizabeth Carneiro Laurentino, PhD, Professora Adjunta, Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, UFPE.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2011

PREFÁCIO

De acordo com as normas estabelecidas pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da UFMG, a estrutura deste trabalho é composta por três partes. A primeira parte é composta por uma introdução com o objetivo de apresentar a revisão bibliográfica sobre o tema, a problematização e a justificativa do estudo, bem como por uma descrição detalhada do método utilizado para realização do trabalho. A segunda parte é composta por um artigo em que os resultados e a discussão são apresentados, redigidos de acordo com as normas preconizadas pelo periódico para o qual este trabalho será posteriormente enviado para publicação (*Clinical Biomechanics* – ISSN: 0268-0033). Por fim, na terceira parte do trabalho, são apresentadas as considerações finais relacionadas aos resultados encontrados.



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@ceffto.ufmg.br SITE: www.ceffto.ufmg.br/mreab
Fone/fax: 31- 3409.4781

ATA DE NÚMERO 147 (CENTO E QUARENTA E SETE) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO **LUCAS RODRIGUES NASCIMENTO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.

Aos 16 (dezesesseis) dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e onze, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "**DESEMPENHO MUSCULAR ISOCINÉTICO DO COMPLEXO DO OMBRO DE INDIVÍDUOS COM HEMIPARESIA CRÔNICA**", constituída pelos seguintes professores doutores: Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, Paula Luciana Scalzo e João Marcos Domingues Dias sob a presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 14 horas com apresentação oral do candidato, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato *aprovado e apto 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, 16 de fevereiro de 2011.

Professora Dra Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela 

Professora Dra Paula Luciana Scalzo 

Professor Dr João Marcos Domingues Dias 

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



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@ceffto.ufmg.br SITE: www.ceffto.ufmg.br/mreab
 Fone: 31- 3409.4781

PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de **LUCAS RODRIGUES NASCIMENTO** intitulada "Desempenho muscular isocinético do complexo do ombro de indivíduos com hemiparesia crônica" 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:

Nome do Professor/Banca	Aprovação	Assinatura
Profa. Dra. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela	Aprovado	<i>Salmela</i>
Profa. Dra. Paula Luciana Scalzo	Aprovado	<i>Paula Scalzo</i>
Prof. Dr. João Marcos Domingues Dias	Aprovado	<i>João Domingues</i>

Belo Horizonte, 16 fevereiro de 2011.

Salmela

Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela
 Sub-coordenadora do Colegiado
 Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação
 Inscrição UFMG: 222844 Inscrição Sape: 0317057

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, uma exímia professora e pesquisadora. Simplesmente um exemplo aos interessados em pesquisa científica. Agradeço pelo modo acolhedor como sempre me recebeu e por se tornar uma verdadeira mãe durante esses anos, não apenas conduzindo a orientação de um trabalho, mas reafirmando princípios de ética, respeito e sinceridade. Mãe, amiga, guia, sempre disponível. Obrigado por acreditar em meu potencial e acreditar na realização dessa dissertação.

À Louise Ada, pelas brilhantes considerações na concepção da idéia do estudo e por todas as orientações relacionadas à redação dos artigos científicos. Obrigado principalmente por acreditar em mim e ampliar minhas possibilidades de crescimento.

À Glória Elizabeth Carneiro Laurentino, por suas correções e considerações ao longo desse trabalho. É sempre gratificante conviver com uma pessoa competente na profissão e amavelmente divertida.

À Família Teixeira-Salmela, em especial àqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desse trabalho: Aline Alvin Scianni, Gustavo de Carvalho Machado, Jennifer Granja Peixoto, John Henry Salmela, Marina de Barros Pinheiro, Renata Cristina Magalhães Lima. Agradeço imensamente a oportunidade de conviver, ouvir, aprender e me orgulhar de vocês.

Ainda em família...

Agradeço imensamente à Christina Danielli Coelho de Moraes Faria, um exemplo de dedicação, disponibilidade, educação e inteligência. É sempre uma honra trabalhar a seu lado e ouvir suas considerações.

À Janaine Cunha Polese, mais que uma companheira de pesquisa ao longo dos passados e dos próximos anos, uma verdadeira amiga capaz de abraçar e lutar pelos seus sonhos e pelos sonhos dos que com ela estão. São

invejáveis sua garra e disponibilidade para fazer as coisas acontecerem. Percebi que não estava sozinho e que a caminhada seria mais amena quando ouvi você dizer “esse projeto também é meu”. Hoje, confirmo... “esse projeto é NOSSO”. Muito Obrigado! Bjo Cuore!

Aos colegas de mestrado... foi um prazer conviver com uma turma diferenciada em termos sociais e surpreendentemente brilhante no meio acadêmico. É inspirador e motivador conviver com pessoas tão inteligentes; admiro cada um de vocês. Obrigado a todos pelos momentos juntos, em especial à Camila Mourão, Henrique Gomes, Luciana Mundim, Natália Bittencourt, Paulinha TO, Susan Lage, Sabrina Baracho, Sílvia Lanzioti da Silva e Rita de Cássia Miguel.

A Renan Alves Resende, que mais que um amigo, tornou-se um verdadeiro irmão. Muito obrigado por sua ajuda e suas considerações; é gratificante e raro poder conviver com alguém capaz de promover e sustentar discussões com tão alto nível de conhecimento. Agradeço fortemente por me proporcionar tamanho crescimento pessoal e profissional. Definitivamente “a gente não faz amigos, reconhece-os”.

A todos os professores responsáveis pela minha formação acadêmica. Espero sempre poder retribuir repassando esses ensinamentos adquiridos ao longo de anos. Em especial, agradeço àqueles me motivaram para a área acadêmica, Daniela Matos Garcia Oliveira e Geraldo Fabiano de Souza Moraes, e àqueles que contribuíram diretamente durante esses dois anos com meu crescimento acadêmico e profissional, permitindo a conclusão desse projeto: Ana Maria Sette Câmara, Elyonara Mello de Figueiredo, Fátima Rodrigues-de-Paula, João Marcos Domingues Dias, Marisa Cotta Mancini e Sérgio Teixeira da Fonseca.

Aos alunos de iniciação científica da Família Teixeira-Salmela: Giselle Silva Faria, Marina Resende Godoy e Marluce Lopes Basílio. Agradecimentos especiais à Lívia Cristina Guimarães Caetano por todo auxílio e acompanhamento durante as coletas. Acredito bastante no potencial de todos vocês.

Aos funcionários dos Departamentos de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG pela disposição e ajuda contínua, em especial a: Gilvana Gomes de Souza,

Marilane Soares, Margaret Amaral de Moraes, Pollyana Maria Francisco Gomes, Richard Marques Perdigão e Rivamar Conceição de Souza.

A todos os indivíduos que voluntariamente participaram desse estudo. Espero ter, de alguma forma, contribuído para melhorar um pouco a vida de vocês. Esse trabalho é a somatória de cada um de vocês. Muito Obrigado!

Aos melhores amigos do mundo, por me acompanharem e me incentivarem durante toda essa fase. Obrigado por me proporcionarem os melhores momentos de diversão e descontração na companhia de vocês. Vocês estão sempre: Adam Edwards Glória, Daniel Felipe Faria, Fernanda Maria Xavier da Silva e Flávia Pereira Cartacho. Em especial, à Inalda Cunha Burni... agradeço todos os dias por terem colocado esse anjo em minha vida; amo pra sempre!

A todos os meus familiares que me apoiaram e continuam me incentivando nesse vício incurável que é a pesquisa científica. Espero que tenham compreendido minha ausência por muitas vezes, mas me lembro de cada um de vocês e absorvo forças para sempre continuar. Agradecimentos especiais aos meus avós Reginaldo e Florinda; Silvério e Maria José – sei que estão sempre olhando por mim.

Agradeço incansavelmente aos meus pais Luiz Gonzaga Nascimento e Maria Célia Rodrigues Nascimento pelo exemplo de amor e família que guiou a minha formação pessoal e profissional. Obrigado por sempre acreditarem em mim e não pouparem esforços para que eu possa caminhar em busca dos meus objetivos. Ao meu irmão, Guilherme Rodrigues Nascimento, por todo carinho e admiração... *ohaeim*. Amo vocês!

RESUMO

Introdução: Fraqueza muscular é descrita como uma das principais deficiências após o Acidente Vascular Encefálico e apresenta correlações importantes com disfunções motoras relacionadas aos membros superiores. Ainda são escassas informações sobre a magnitude da fraqueza muscular em condições dinâmicas e sobre os déficits residuais específicos do membro superior parético em relação à musculatura gleno-umeral e escapular. **Objetivo:** O presente estudo comparou o desempenho muscular isocinético do complexo do ombro entre indivíduos com e sem histórico de AVE, bem como o padrão de distribuição do déficit residual durante movimentos gleno-umerais e escapulares para melhor compreender os determinantes das disfunções motoras e funcionais do membro superior parético. **Método:** Doze indivíduos com hemiparesia crônica e 12 indivíduos saudáveis foram recrutados. Medidas concêntricas de pico de torque e trabalho durante os movimentos de rotação medial/lateral de ombro, flexão/extensão de ombro e protração/retração escapulares foram aleatoriamente obtidas por meio do Dinamômetro Isocinético *Biodex* na velocidade angular de 60°/s. Para o grupo de indivíduos com hemiparesia, foi também calculado o déficit residual relacionado ao trabalho isocinético nos movimentos de protração escapular, rotação lateral e flexão de ombro. ANOVA de medidas repetidas foi utilizada para investigar efeitos principais e de interação entre grupos e lados e para comparar os valores de déficit residual entre os três movimentos avaliados. **Resultados:** ANOVA revelou que indivíduos com hemiparesia demonstraram redução significativa na capacidade de gerar e manter força no ombro parético, inclusive durante movimentos predominantemente escapulares, mas não apresentaram redução significativa no ombro contralateral. O padrão de distribuição do déficit residual foi similar em todos os movimentos avaliados. **Conclusões:** Os achados do estudo sugeriram que a fraqueza escapular pode contribuir significativamente para um pior desempenho do complexo do ombro e que indivíduos com hemiparesia podem possivelmente se beneficiar de exercícios de fortalecimento direcionados à musculatura escapular, em adição à musculatura gleno-umeral. Fisioterapeutas, de modo geral, devem focar atenção do atendimento no membro superior parético dessa população.

Palavras-chave: Doença cerebrovascular; hemiparesia; complexo do ombro; força muscular; dinamometria isocinética.

ABSTRACT

Introduction: Muscular weakness is the most common impairment following stroke and has been shown to be significantly related to upper limb function. Information is still scarce regarding the magnitude of the weaknesses during dynamic conditions and the specific residual deficits of the paretic upper limb regarding the glenohumeral and the scapulothoracic muscles. **Purpose:** The present study compared the isokinetic muscular performance of the shoulder complex between individuals with and without stroke, as well as the patterns of distribution of the residual deficits during shoulder and scapular movements to better understand the determinants of the motor and functional upper limb impairments. **Method:** Twelve chronic stroke survivors and 12 healthy control subjects were recruited. Concentric measures of peak torque and work during the movements of shoulder external/internal rotations, shoulder flexion/extension, and scapular protraction/retraction, were randomly obtained by the Biodex isokinetic dynamometer at the angular velocity of 60°/s. For the individuals with stroke, the residual deficits related to the isokinetic work for the movements of scapular protraction, shoulder external rotation, and shoulder flexion were also calculated. Repeated-measure ANOVAs were employed to investigate the main and interaction effects between the groups and sides and to compare the values of the residual deficits between the three evaluated movements. **Results:** The ANOVAs revealed that individuals with stroke demonstrated significant decreases in strength of the paretic shoulder, including during predominantly scapular movements, but no statistically significant decreases were observed for the non-paretic shoulder. The patterns of distributions of the residual deficits were similar for all assessed movements. **Conclusions:** The findings suggested that scapular weaknesses might significantly contribute to reduced performance of the shoulder complex. Individuals with chronic stroke may benefit from strengthening exercises directed to the scapular muscles, in addition to the glenohumeral muscles. Physical therapists should begin to focus their attention on the paretic upper limbs.

Key Words: Cerebrovascular disease; hemiparesis; shoulder complex; muscular strength; isokinetic.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	12
1.1 – Objetivos	19
1.1.1 – Objetivo Geral.....	19
1.1.2 – Objetivos Específicos.....	19
2 – MATERIAIS E MÉTODO	22
2.1 – Delineamento do Estudo	22
2.2 – Amostra	22
2.2.1 – Cálculo Amostral.....	23
2.3 – Instrumentos e Medidas	24
2.3.1 – Dinamômetro Isocinético.....	24
2.3.2 – Medidas de Desfecho.....	25
2.4 – Procedimentos	27
2.4.1 - Procedimentos da avaliação isocinética.....	27
2.5 – Análise dos Dados	32
3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
4 – ARTIGO	45
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
APÊNDICE A	70
APÊNDICE B	73
ANEXO A	75
ANEXO B	76

1 – INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O complexo do ombro apresenta o maior grau de mobilidade dentre as articulações do corpo humano (1;2). Em condições normais, as articulações agem em padrão consistente e coordenado para permitir ao membro superior (MS) uma execução de movimentos adequada durante atividades motoras e funcionais. Essa execução é dependente da coordenação muscular, responsável simultaneamente por permitir o desempenho adequado do movimento e promover estabilização dinâmica de todas as articulações envolvidas no complexo do ombro (3;4).

Os membros superiores (MMSS) possuem capacidade única de movimentação, o que permite que a mão alcance diferentes pontos no espaço e realize atividades não somente de precisão, mas também de força (5). Estão envolvidos em uma ampla variedade de tarefas que os requerem para produzir diferentes configurações articulares ou sequenciamento dos movimentos articulares para executar determinada função (6). De modo geral, seres humanos são capazes de gerar padrões de movimento estritamente coordenados ao ambiente e direcionados ao seu objetivo.

A execução adequada desses movimentos requer uma ação coordenada – uma vez que diversos componentes musculoesqueléticos são temporariamente organizados em um padrão de movimento coordenado – e, requer, também, a percepção de informações sobre o mundo e o corpo, o que permite seleção e adaptação apropriadas das ações executadas (7). Essa extensa gama de movimentos só é possível devido às peculiaridades existentes no complexo do ombro, que é capaz de fornecer uma base estável e ao mesmo tempo móvel para

desempenhar as diversas demandas impostas por atividades cotidianas, laborais ou esportivas (5;8;9).

Tradicionalmente, o complexo do ombro é considerado instável em seu aspecto anatômico de união óssea, entretanto uma análise adequada dos aspectos anatômicos e biomecânicos articulares demonstra um sistema eficiente, capaz de promover equilíbrio dinâmico entre estabilidade e mobilidade local (2;5;10). O sistema de estabilização gleno-umeral (GU) apresenta elementos-chave dentre os quais se destacam: a concavidade anatômica da cavidade glenóide associada ao lábio glenoidal, a compressão dinâmica da cabeça umeral na glenóide, importantes estruturas ligamentares e o equilíbrio escápulo-umeral (10;11). Uma análise biomecânica clássica descreve que durante a movimentação adequada do úmero, a cabeça umeral apresenta-se centralizada em relação à cavidade glenóide de modo que o somatório de forças locais aja em uma linha perpendicular à superfície côncava da cavidade denominada linha central da glenóide – alinhada 10° posteriormente ao plano escapular (10).

Quando é necessária estabilidade nos movimentos dos MMSS, músculos escapulares alinham a cavidade glenóide em relação às forças de reação articulares locais mantendo o equilíbrio escápulo-umeral (10;11). Ou seja, os movimentos escapulares alinham a cavidade glenóide com a cabeça do úmero, maximizando a congruência articular e promovendo uma base estável para o movimento umeral (12). O alinhamento escápulo-umeral adequado associado às forças de compressão local promovidas principalmente por ligamentos e músculos do manguito rotador mantém a relação ideal entre cabeça umeral e cavidade glenóide (10-12).

Perspectivas contemporâneas ressaltam, ainda, as características dos sistemas biológicos, mais precisamente das propriedades do sistema músculo-

esquelético na geração e transmissão de forças por meio de um mecanismo de compressão local e distribuição contínua de tensão, definido como tensegridade (13;14). Quando o complexo do ombro é analisado seguindo as leis de tensegridade, compreende-se que as escápulas flutuam na tensão da rede de tecido muscular e conectivo do sistema biológico. Nesse modelo, o ombro torna-se inerentemente estável e modifica sua posição apenas quando um dos elementos do sistema é encurtado ou alongado, devido a modificações de tensão decorrentes de forças locais. A tensão contínua presente nos tecidos moles estabiliza a articulação em cada momento dos movimentos (15;16). Dessa forma, músculos e estruturas conectivas – ligamentos e cápsulas – oferecem resistência elástica às forças de deformação. Quando a escápula é deslocada em um sentido que tensiona alguma dessas estruturas, uma força elástica provinda da estrutura deformada tende a trazer a escápula de volta à posição inicial, o que ocorre por meio de dissipação de energia armazenada em tecidos conectivos no momento da deformação. Nesse contexto, músculos escapulares agem não apenas para manter um adequado alinhamento entre cavidade glenóide e cabeça umeral, mas determinam movimentos escapulares importantes para a manutenção de uma relação comprimento-tensão adequada dos músculos do complexo do ombro (16;17).

Associados aos torques e forças passivas gerados por músculos e estruturas conectivas, estão as forças ativas provindas das pontes cruzadas formadas entre actina e miosina durante a contração muscular para permitir movimentação escapular necessária e aumentar a amplitude de movimento de elevação dos MMSS, durante o ritmo escápulo-umeral (16). Desequilíbrios musculares entre o somatório de forças que influenciam a movimentação da escápula podem, portanto,

estar relacionadas a alterações de movimentos clinicamente observadas em pacientes com limitação de movimentação dos MMSS (16).

Segundo Cools et al. (8), a fraqueza em um ou mais músculos escapulares ou da articulação GU pode determinar um desequilíbrio muscular nas forças que agem na região escapular, culminando em alterações na cinemática local. Considerando que esses músculos trabalham em sinergismo para assegurar o desempenho adequado das funções escapulares, qualquer disfunção pode resultar na diminuição da efetividade da estabilização determinando alterações em estrutura e funções do corpo, além de minimizar o uso funcional dos MMSS (5;18;19). Esse menor uso dos MMSS é observado em determinados grupos de indivíduos, dentre eles os acometidos por acidente vascular encefálico (AVE) (20). Nessa condição de saúde, a fraqueza muscular é uma das principais deficiências, estando associada a importantes déficits funcionais, tanto relacionados aos membros superiores quanto inferiores (20;21).

Considerado um problema de saúde mundial e representando a principal causa de morte no Brasil e a terceira causa de morte nos Estados Unidos (22;23), o AVE é conceituado como uma síndrome clínica decorrente de uma redução do suprimento sanguíneo para estruturas encefálicas caracterizado por rápido desenvolvimento de sinais focais ou globais de perturbação das funções encefálicas (24). Descreve-se, entretanto, a partir da década de 70, uma tendência ao declínio da mortalidade por doenças cardiovasculares, como o AVE, e um maior número de indivíduos enfrentam as sequelas decorrentes (20;25). Após a ocorrência do AVE, observa-se que mais de 80% dos sobreviventes apresentam hemiparesia, 15% demonstram afasia e 35% apresentam sinais de depressão (26;27). Aproximadamente 70% dos indivíduos que apresentam paresia na extremidade

superior mantêm algum tipo de limitação funcional; número expressivo considerando que o MS é necessário para a realização da maioria das atividades de vida diária (AVD) e que a fraqueza muscular é descrita como diretamente responsável pelo comprometimento da função nesses indivíduos (20;21;28;29).

Apesar da contemporânea mudança de paradigma na reabilitação neurológica que ressalta a importância do fortalecimento muscular e treinos contexto-dependentes na melhora funcional de indivíduos com hemiparesia (30) e do aumento do uso clínico do fortalecimento muscular como estratégia de intervenção (29;31;32), ainda é escasso o conhecimento sobre o desempenho muscular desses indivíduos, especialmente em relação aos MMSS e região escapular.

Usualmente, a avaliação do desempenho muscular é realizada por meio de mensuração estática, impossibilitando adequada compreensão da dinâmica muscular utilizada na realização dos movimentos funcionais (33-36). Estudos relataram que indivíduos com hemiparesia apresentam fraqueza muscular predominante no membro contralateral à lesão encefálica (34-36), sendo a capacidade de gerar força significativamente menor quando comparada à de indivíduos sem lesão neurológica (36). Os resultados demonstraram, ainda, que a fraqueza muscular característica não apresenta um padrão típico de distribuição (34) – anteriormente descrito como progressivo de proximal para distal – e está significativamente correlacionada ao desempenho funcional dos MMSS (34;36). Segundo Andrews e Bohannon (37) uma análise do desempenho motor do membro ipsilateral em relação à lesão encefálica e de indivíduos sem histórico de AVE deve ser considerada como um importante critério de comparação uma vez que estudos prévios sugerem alterações motoras e funcionais bilaterais decorrentes do AVE (37;38).

Dada a natureza dinâmica das atividades funcionais, considera-se importante incluir a descrição do desempenho muscular em condições dinâmicas por meio de contrações isotônicas ou isocinéticas (39). Dessa forma, recentemente o desempenho muscular do ombro de diferentes populações passou a ser avaliado por meio de dinamometria isocinética (40). Embora o instrumento permita quantificar de modo objetivo medidas de desempenho muscular em populações específicas, a avaliação isocinética dos músculos escapulares foi utilizada prioritariamente para análise das relações musculares entre atletas com e sem sintomas de impacto na articulação GU (8;9;41), evidenciando que o MS afetado apresenta um significativo decréscimo na geração de força durante o movimento de protração escapular em altas velocidades. Nessa população foi evidenciada, também, uma menor proporção na relação protração/retração no membro acometido (8;9) e na comparação com o grupo controle (9).

Embora os resultados acima possam sugerir que indivíduos acometidos por AVE possam apresentar um desequilíbrio muscular importante nos MMSS, não foram encontrados estudos que fizeram uso de dinamometria isocinética para avaliação do desempenho muscular dos MMSS de indivíduos com hemiparesia. Kim et al. (39) apenas avaliaram a confiabilidade das medidas de desempenho muscular isocinético durante os movimentos de flexão de ombro, flexão e extensão de cotovelo em 10 indivíduos que apresentavam hemiparesia decorrente de AVE. Os participantes foram avaliados em três diferentes velocidades angulares (30°/s, 75°/s e 120°/s) em relação ao torque, velocidade e potência. Os resultados demonstraram que o torque no MS parético foi, no mínimo, duas vezes menor do que no membro contralateral. Além disso, foi observado um aumento sistemático no déficit de torque e potência relacionado ao aumento da velocidade, sendo que cerca de 90% dos

indivíduos foram incapazes de gerar torque do MS nas velocidades angulares mais altas. Os coeficientes de confiabilidade apresentaram-se excelentes para as medidas de torque e potência (ICC:0,82-0,98) e variaram de bom a excelente nas diferentes velocidades (ICC: 0,63-0,99) (39).

É recomendado que estratégias de reabilitação destinadas a melhorar a função motora após AVE devam se basear na compreensão da natureza das deficiências assim como na importância relativa de suas contribuições às incapacidades observadas (42). Embora o movimento escapular seja necessário para um ritmo escápulo-umeral adequado e para permitir a elevação dos MMSS em amplitudes fisiológicas, ainda é desconhecida a magnitude da contribuição das alterações escapulares em relação às gleno-umerais para a limitação de movimento do MS parético. Embora mensurações isométricas indiquem que indivíduos com hemiparesia apresentam fraqueza muscular nos MMSS, essas medidas apenas informam sobre uma fraqueza generalizada na extremidade superior provendo pouca informação sobre a contribuição da deficiência na região escapular para a limitação funcional dos MMSS nessa população.

Considerando o fato de o movimento escapular e a dinâmica muscular do ombro serem necessárias para adequada função dos MMSS, e a escassez de dados referentes ao desempenho muscular do complexo do ombro de indivíduos com hemiparesia, torna-se fundamental uma caracterização adequada para melhor compreensão das possíveis alterações e direcionamento de intervenções clínicas destinadas a melhorar o uso do MS parético. Para tanto, este estudo utilizou mensurações dinâmicas do desempenho muscular dos MMSS de indivíduos com hemiparesia crônica visando: (i) avaliar a magnitude da fraqueza muscular no complexo do ombro dessa população comparada a um grupo controle de indivíduos

sem AVE e (ii) compreender se a natureza da deficiência estava relacionada a movimentos predominantemente gleno-umerais ou similarmente distribuída em movimentos predominantemente escapulares. Dessa forma, os resultados poderão informar sobre a magnitude da fraqueza muscular em ambos os MMSS e identificar os movimentos que potencialmente contribuem para a limitação funcional dos mesmos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar e caracterizar o desempenho muscular (pico de torque e trabalho normalizados pela massa corporal) dos grupos musculares relacionados aos movimentos de protração e retração escapulares, flexão, extensão e rotações medial e lateral de ambos os ombros em indivíduos com e sem seqüelas motoras decorrentes de AVE utilizando a dinamometria isocinética.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as medidas de desempenho muscular isocinético dos grupos musculares relacionados à protração e retração escapulares, flexão, extensão e rotações medial e lateral do ombro em indivíduos com hemiparesia crônica;
- Comparar as medidas de desempenho isocinético dos grupos musculares relacionados à protração e retração escapulares, flexão, extensão e rotações medial e lateral do ombro entre indivíduos com hemiparesia crônica e indivíduos sem histórico de AVE;

- Comparar as medidas de desempenho isocinético dos grupos musculares relacionados à protração e retração escapulares, flexão, extensão e rotações medial e lateral do ombro entre o MS parético e o não-parético;
- Comparar o padrão de distribuição do Déficit Residual (DR) de força – trabalho isocinético – em diferentes movimentos do complexo do ombro: A – movimento predominantemente gleno-umeral (rotação externa do ombro), B – movimento predominantemente escapular (protração escapular) e C – movimento associado (flexão do ombro).

2 – MATERIAIS E MÉTODO

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Delineamento do estudo

Foi conduzido um estudo exploratório (43), realizado no Laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

2.2 Amostra

Foi recrutada, na comunidade em geral, uma amostra composta por indivíduos voluntários que apresentaram os seguintes critérios de inclusão: diagnóstico clínico de AVE unilateral associado à hemiparesia superior a seis meses, determinada por diferença superior a 15% na força de preensão palmar entre MMSS avaliada pelo Dinamômetro Jamar® (44;45); idade igual ou superior a 20 anos; ausência de dor que impossibilitasse a realização dos testes; amplitude de movimento suficiente para a realização dos testes; ausência de alterações cognitivas significativas identificadas pelo Mini-exame do estado mental (MEEM) (46;47); classificação motora de acometimento dos MMSS em leve ou moderado (entre 30 e 65 pontos), segundo a escala de *Fugl-Meyer* para itens relacionados à função motora do MS (48-50); tônus muscular de flexores de cotovelo inferior a quatro, segundo a escala de *Ashworth* modificada (51;52) e ausência de outras deficiências neurológicas ou ortopédicas não relacionadas ao AVE.

Foi selecionado um grupo controle composto por indivíduos sem histórico de AVE ou quaisquer outras condições que comprometessem a estrutura e função dos MMSS. Este grupo foi pareado ao grupo de indivíduos com hemiparesia em relação

às principais variáveis atributo – idade, sexo, dominância e nível de atividade física – coletadas na ficha de avaliação. Foram excluídos do estudo os indivíduos incapazes de compreender ou realizar os testes e movimentos propostos.

Todos participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE (APÊNDICE A), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG – Parecer nº. ETIC 0539.0.203.000-09 (ANEXO A).

2.2.1 Cálculo amostral

O único estudo encontrado que apresentou alguma medida de desempenho isocinético de músculos do MS de indivíduos com hemiparesia foi o conduzido por Kim et al. (39). Entretanto, como não foram apresentadas as medidas de variabilidade das variáveis de desempenho muscular, os dados não puderam ser utilizados como referência para o cálculo amostral do presente estudo.

Dessa forma, na ausência de estudos com avaliação isocinética de MMSS em populações similares a desse estudo, o cálculo amostral foi inicialmente estimado de acordo com o estudo conduzido por Faria e Teixeira-Salmela (53) que apresentaram dados referentes à avaliação isométrica do ombro de indivíduos com hemiparesia. Neste estudo, os autores avaliaram a força muscular isométrica dos flexores de ombro de 55 voluntários com hemiparesia crônica comparando os lados parético e não-parético, sendo reportados valores de 22,1(±10,8) e 30,7(±10,3) kgf, respectivamente. O cálculo do tamanho de efeito indicou valor equivalente a 0,75 ($d=0,75$). Considerando um nível de significância estabelecido em $\alpha=0.05$ e um poder estatístico de 80%, estimou-se, inicialmente um n amostral equivalente a 16 indivíduos. A estimativa foi realizada utilizando o instrumento estatístico G*Power versão 3.0.10 (54).

Para avaliar a adequação do presente estudo aos dados propostos, um estudo piloto foi conduzido para definição do n amostral final, considerando os mesmos parâmetros acima descritos. Os resultados indicaram necessidade de n amostral mínimo equivalente a nove indivíduos, por grupo, para análise do desfecho primário do estudo – comparação do desempenho muscular entre lados e entre grupos. Visando maior poder estatístico para o desfecho secundário do estudo, considerou-se a possibilidade de aumento em 30% no n amostral, totalizando 12 indivíduos em cada grupo.

2.3 Instrumento e medidas

2.3.1 Dinamômetro Isocinético

As variáveis de desempenho muscular foram avaliadas pelo dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro®* (*Biodex Medical System Inc., Shirley, NY, EUA*). O equipamento é composto por uma cadeira, um dinamômetro e um microcomputador para o processamento dos dados (55). A dinamometria isocinética permite quantificação rápida e confiável de variáveis relacionadas ao desempenho muscular em diferentes velocidades, incluindo medidas de pico de torque e trabalho isocinético. (39;40;55). Os sistemas isocinéticos são baseados no princípio de que o braço de alavanca se move a uma velocidade angular constante previamente determinada, por maior que seja a força no giro, ou momento, aplicada pelo usuário. Assim, uma variação da força muscular do indivíduo produz variação da resistência e não o aumento de velocidade como ocorre nos exercícios isotônicos (56;57). O teste é caracterizado pela realização de contrações musculares máximas, mantendo o membro em movimento sob uma velocidade constante e predeterminada, sendo

que o registro básico da medida consiste em uma sequência de números que representam a magnitude da força exercida pelo segmento distal do corpo se movendo contra um sensor de força (55-57). Os dados do instrumento permitem quantificar não somente o pico de torque, mas também o trabalho muscular (quantidade de força gerada ao longo de determinado deslocamento articular) (56;57).

A velocidade angular selecionada para todos os movimentos foi equivalente a 60°/s (ou 12,2cm/s, considerando os movimentos lineares de escápula), no modo concêntrico-concêntrico. Essa escolha foi baseada no estudo de Kim et al. (39) que observaram que cerca de 90% dos indivíduos com hemiparesia foram incapazes de executar os movimentos do membro parético em velocidades acima de 75°/s. O teste foi composto por cinco contrações máximas recíprocas para cada membro e grupo muscular (4).

2.3.2 Medidas de Desfecho

Foram consideradas como medidas de desfecho primário as variáveis pico de torque (T) e trabalho (W), ambas normalizadas pela massa corporal. O pico de torque é definido como o produto da massa multiplicado pela aceleração e o comprimento do braço de alavanca, fornecendo informação sobre o valor máximo de torque produzido durante determinado movimento (58). Esta variável foi operacionalizada como o máximo de força exercida na alavanca do dinamômetro, em Newton-metro (Nm), e apresentada normalizada pela massa corporal (Kg) e multiplicada por 100, sendo descrita, assim, na forma de porcentagem da massa corporal (55;59). Embora o pico de torque seja considerado um excelente indicador do nível máximo de força apresentado pelo indivíduo, esta variável não considera a

habilidade de manutenção dessa força durante determinada amplitude de movimento (58). Para tanto, foi mensurado o trabalho isocinético, variável capaz de indicar a habilidade dos indivíduos em gerar e sustentar a força produzida durante dada amplitude de movimento (58). Esta variável foi definida como o máximo de força exercida em cada ponto ao longo de toda a amplitude disponibilizada na alavanca do dinamômetro e normalizada pela massa corporal. Dessa forma, foi calculada pela área abaixo da curva de força X deslocamento, dada em Joules (J). O valor desta variável foi, também, apresentado na forma de porcentagem da massa corporal (Kg) e multiplicado por 100. Tais procedimentos de normalização são necessários para comparação dos dados entre indivíduos com diferentes valores de massa corporal (59). Estas variáveis foram utilizadas para comparar o desempenho muscular isocinético entre os membros parético e não-parético, bem como entre os grupos (indivíduos com hemiparesia e controle).

Como desfecho secundário, o trabalho isocinético foi utilizado para calcular o DR de força entre os três diferentes movimentos do complexo do ombro selecionados para caracterização do padrão de distribuição da deficiência de força no MS parético (movimento predominantemente gleno-umeral, movimento predominantemente escapular e movimento associado). Para tanto, os dados do MS parético foram normalizados considerando como referência: (1) membro MS não-parético e (2) grupo controle, de acordo com as seguintes fórmulas (60):

$$(1) DR = 100 - (\text{parético} / \text{não-parético} * 100)$$

$$(2) DR = 100 - (\text{parético} / \text{controle} * 100)$$

2.4 Procedimentos

Inicialmente, os indivíduos foram informados sobre os propósitos do estudo e convidados a assinar o TCLE. Em seqüência, participaram de uma entrevista individual para coleta de dados clínicos, demográficos e características antropométricas (APÊNDICE B). Para verificação dos critérios de inclusão, os indivíduos foram avaliados em relação ao estado cognitivo por meio de entrevista direta com uso do MEEM, tônus muscular dos flexores de cotovelo bilateralmente pela escala de *Ashworth* modificada, função motora dos MMSS pela escala de *Fugl-Meyer* e força de preensão palmar pelo dinamômetro Jamar. Para esta medida, o participante, foi posicionado assentado em uma cadeira com encosto reto, sem suporte para os braços, ombro aduzido e neutralmente rodado, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra, punho entre 0 e 30° de extensão, e 0 a 15° de desvio ulnar (61). Foi considerada a média de três medidas consecutivas, com um período de descanso de 20 segundos entre as mesmas (62).

2.4.1 Procedimentos da avaliação isocinética

Para a avaliação do desempenho muscular, o dinamômetro isocinético foi calibrado antes da realização dos testes, de acordo com as instruções do manual do fabricante e todos os testes foram realizados pelos mesmos examinadores. As mensurações foram realizadas em ambos os MMSS dos indivíduos com hemiparesia e dos indivíduos do grupo controle, iniciando a coleta pelo MS não-parético no grupo de indivíduos com hemiparesia e pelo membro dominante – definido por relato do participante – no grupo controle. Previamente à realização efetiva da avaliação, os indivíduos realizaram um aquecimento com movimentos balísticos de MMSS, supervisionados por um fisioterapeuta. Posteriormente,

receberam adequada explicação sobre os procedimentos de teste e participaram de um teste submáximo para familiarização com o instrumento e adequação do movimento correto a ser avaliado (4). Cada teste foi composto por cinco contrações máximas recíprocas com repouso entre medidas equivalente a, no mínimo, 90 segundos na velocidade angular de $60^\circ/\text{s}$ (ou $12,2 \text{ cm/s}$ considerando os movimentos lineares de escápula) (4). A sequência dos movimentos avaliados foi determinada de maneira aleatória. Correções de gravidade foram utilizadas em todos os movimentos, exceto durante os movimentos de protração e retração escapulares, uma vez que tais movimentos ocorrem no plano horizontal (8). Durante todos os testes, os indivíduos receberam estímulos verbais para a realização e manutenção de força voluntária máxima (4;39;39). Ao final de cada teste, os valores obtidos foram armazenados no computador para posterior análise, sendo o processamento e normalização dos dados feitos pelo *software* do próprio dinamômetro utilizado (63).

Para avaliação isocinética durante os movimentos de protração e retração escapulares, o teste foi realizado utilizando o módulo para movimentos em cadeia cinemática fechada dos MMSS (8;55) Este módulo permite translações anteriores e posteriores do MS testado com a mão fixa em uma manete que desliza sobre um trilho. Esta manete é interligada por cabos ao dinamômetro, que interpreta o deslocamento angular de seu sensor e o transforma em deslocamento linear (cm) (55). Os indivíduos foram avaliados em posição assentada, mantendo abdução de ombro em 90° , extensão completa de cotovelo – mantida por meio de um aparato para estabilização (Figura 1) – e realização do movimento no plano escapular, considerado como 30° anterior ao plano frontal (Figura 2) (8;9). Os movimentos foram realizados em uma amplitude compreendida entre 20° de protração e 10° de

retração, para minimizar compensações de tronco, limitadas também pela presença de tiras de contenção cruzando o tronco (63).



Figura 1: Aparato estabilizador do cotovelo

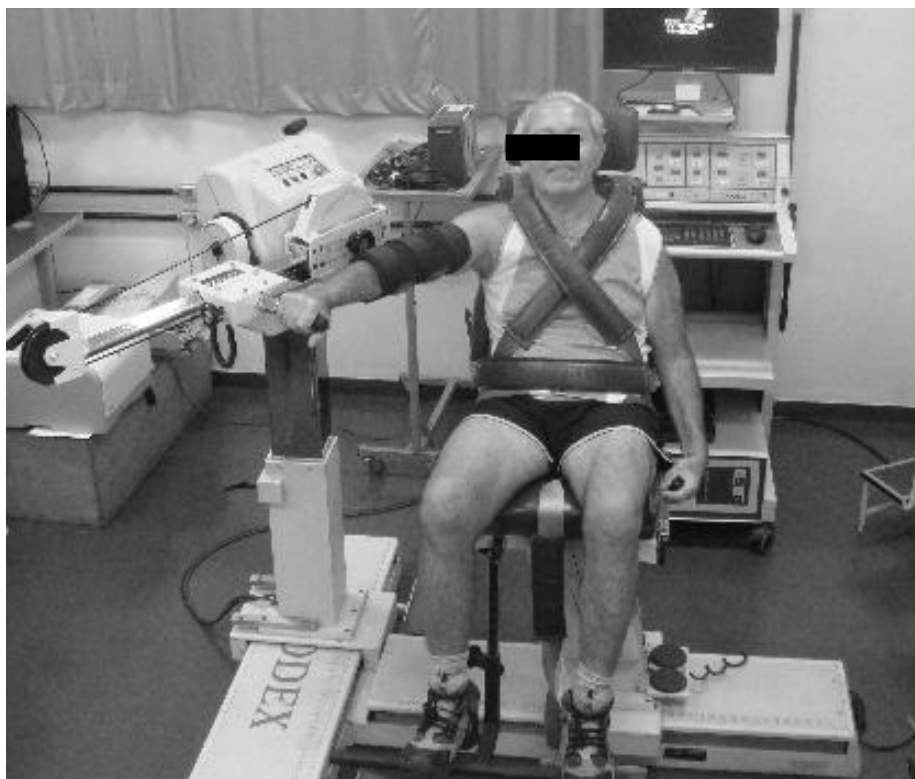


Figura 2: Posicionamento para avaliação isocinética nos movimentos de protração e retração escapulares.

O posicionamento para a avaliação dos movimentos de flexão e extensão do ombro foi realizado de acordo com estudo conduzido por Kim et al. (39) e normas descritas no manual do fabricante (39;63). Os indivíduos foram posicionados assentados, estando o eixo de rotação do dinamômetro alinhado ao acrômio. Os movimentos foram realizados perfazendo um arco de movimento de 90°, entre 70° de flexão e 20° de extensão de ombro, sendo esta amplitude baseada nos valores propostos no estudo de Kim et al. (39) e adaptada após um estudo piloto para atender às características dos participantes deste estudo (Figura 3).

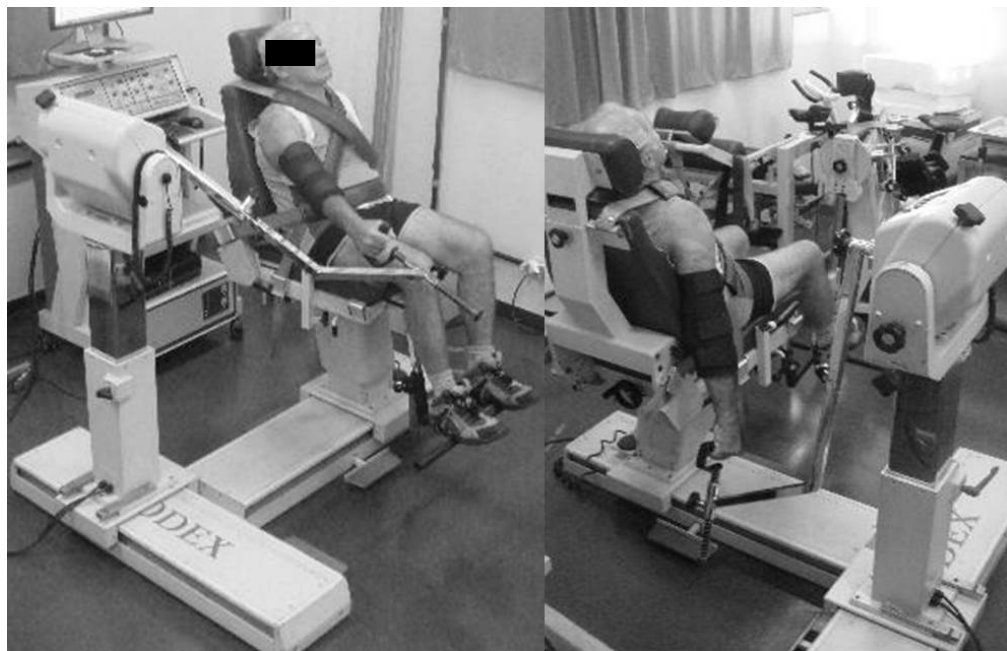


Figura 3: Posicionamento para avaliação isocinética nos movimentos de flexão e extensão de ombro.

As avaliações dos movimentos de rotação medial e lateral de ombro foram realizadas com os indivíduos posicionados em decúbito dorsal, MS de teste em 90° de abdução de ombro e de flexão de cotovelo (Figura 4). O eixo do braço de alavanca do dinamômetro foi alinhado ao eixo da articulação GU e os testes foram realizados em um arco de movimento de 90°, entre 50° de rotação medial e 40° de

rotação lateral para prevenir uma restrição passiva dos músculos do manguito rotador e o surgimento concomitante de dor, levando a possíveis alterações nos resultados do teste (Figuras 5 e 6) (4;64).



Figura 4: Posicionamento inicial do ombro para avaliação isocinética nos movimentos de rotação de ombro.

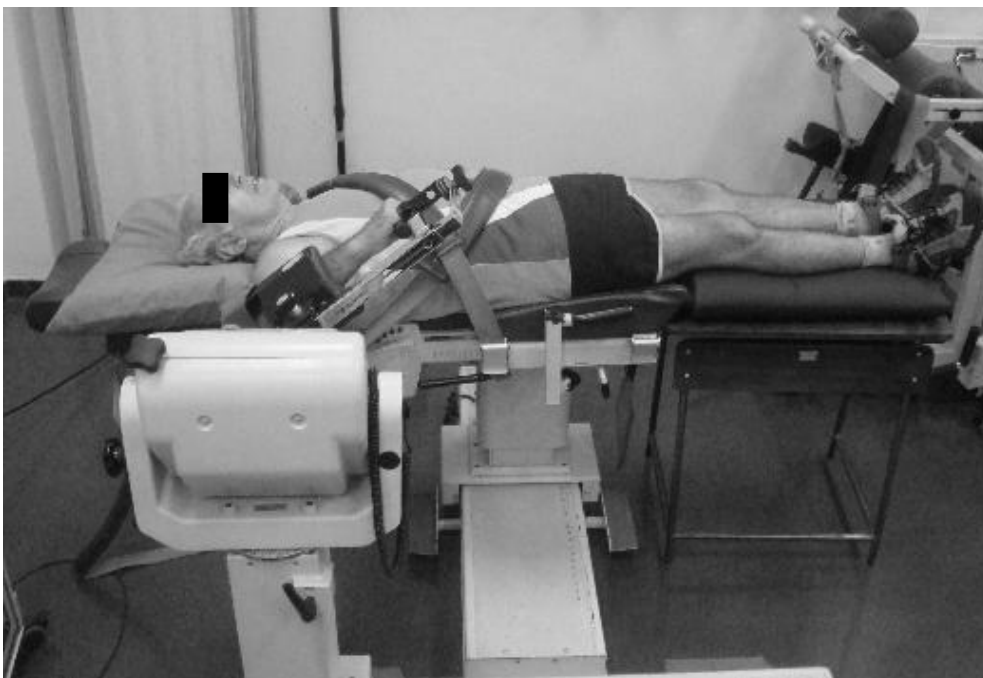


Figura 5: Posicionamento para avaliação isocinética nos movimentos de rotação de ombro – 50° de rotação medial de ombro.

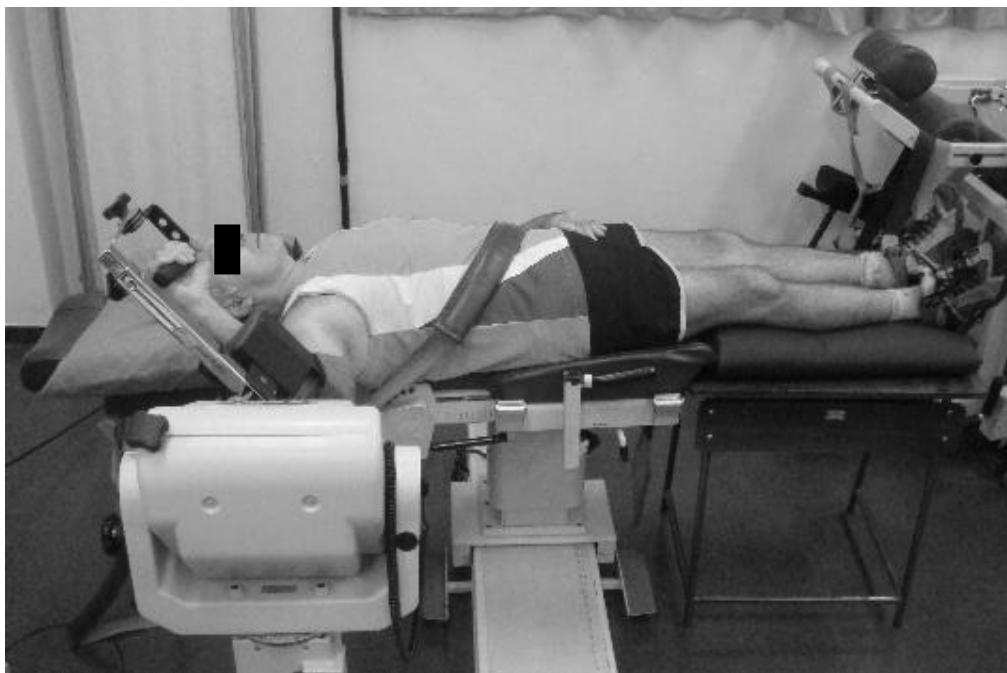


Figura 6: Posicionamento para avaliação isocinética nos movimentos de rotação de ombro – 40° de rotação lateral de ombro.

2.5 Análise dos Dados

Estatísticas descritivas foram utilizadas para a caracterização da amostra em relação às principais variáveis clínicas, antropométricas e outras variáveis-atributo de interesse do estudo (força de preensão palmar, tônus muscular, nível de comprometimento motor e funcional do membro parético). Testes de normalidade (*Shapiro-Wilk*) e de homogeneidade de variância (*Levene*) foram aplicados para todas as variáveis de desfecho do estudo. Considerando distribuição normal dos dados, uma análise de variância multifatorial para medidas repetidas (ANOVA) [2X2, fator: grupos – hemiparesia e controle – e lados – parético e não-parético – relacionados, respectivamente, a não-dominante e dominante no grupo controle] foi conduzida para investigar efeitos principais e de interação nas variáveis de desfecho primário do estudo – pico de torque e trabalho.

ANOVA de medidas repetidas foi também conduzida para comparação entre o padrão de distribuição do DR de força entre os diferentes movimentos do

complexo do ombro selecionados para caracterização da distribuição da deficiência de força no MS parético, sendo consideradas três diferentes condições experimentais em diferentes momentos no tempo. Todos os cálculos foram realizados pelo programa estatístico SPSS para *Windows*, versão 15.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL), considerando um nível de significância $\alpha=0,05$.

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Johnson MP, McClure PW, Karduna AR. New method to assess scapular upward rotation in subjects with shoulder pathology. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001 Feb;31(2):81-9.
- (2) Donatelli R. *Physical therapy for the shoulder*. 3 ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 1997.
- (3) Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clin Biomech (Bristol , Avon)* 2005 Aug;20(7):700-9.
- (4) Moraes GF, Faria CD, Teixeira-Salmela LF. Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 Jan;17(1 Suppl):48S-53S.
- (5) Gomes PF, Teixeira-Salmela LF, Sesselmann M. Desenvolvimento de um sistema de medição para análise da cinemática escapular Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais; 2009.
- (6) Carr J, Shepherd R. *Reabilitação neurológica: otimizando o desempenho motor*. 1 ed. Barueri: Manole; 2008.
- (7) Warren WH. The dynamics of perception and action. *Psychol Rev* 2006 Apr;113(2):358-89.

- (8) Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG, Cambier DC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* 2004 Feb;38(1):64-8.
- (9) Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA. Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms. *J Athl Train* 2005 Jun;40(2):104-10.
- (10) Matsen FA, III, Chebli C, Lippitt S. Principles for the evaluation and management of shoulder instability. *J Bone Joint Surg Am* 2006 Mar;88(3):648-59.
- (11) Lippitt S, Matsen F. Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop Relat Res* 1993 Jun;(291):20-8.
- (12) Phadke V, Camargo PR, Ludewig PM. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Rev Bras Fisioter* 2009;13(1):1-9.
- (13) Levin S. Tensegrity: the new biomechanics. In: Hutson M, Ellis R, editors. *Textbook of musculoskeletal medicine*. Oxford: Oxford University Press; 2005. p. 69-80.
- (14) Ingber DE. The architecture of life. *Sci Am* 1998 Jan;278(1):48-57.
- (15) Levin SM. Putting the shoulder to the wheel: a new biomechanical model for the shoulder girdle. *Biomed Sci Instrum* 1997;33:412-7.

-
- (16) Nascimento LR, Bittencourt NFN, Resende RA, Teixeira-Salmela LF, Fonseca ST. Biomecânica aplicada ao voleibol: análise do complexo do ombro e implicações para avaliação e desempenho. *Terapia Manual* 2010;8(40):in press.
- (17) Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech (Bristol , Avon)* 2001 Feb;16(2):87-101.
- (18) Voight ML, Thomson BC. The Role of the Scapula in the Rehabilitation of Shoulder Injuries. *J Athl Train* 2000 Jul;35(3):364-72.
- (19) Organização Mundial de Saúde. CIF: Classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. 1 ed. São Paulo: Edusp; 2003.
- (20) Harris JE, Eng JJ. Paretic upper-limb strength best explains arm activity in people with stroke. *Phys Ther* 2007 Jan;87(1):88-97.
- (21) Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF, Phillips E, Stein J, Frontera WR, et al. High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. *Stroke* 2004 Jun;35(6):1404-9.
- (22) Lessa I. Epidemiologia das doenças cerebrovasculares no Brasil. *Rev Soc Cardiol* 1999;9(4):509-17.
- (23) Kaiser E. Aspectos epidemiológicos nas doenças coronariana e cerebrovascular. *SOCERJ* 2004;17(1):11-8.

-
- (24) Royal College of Physicians. National clinical guidelines for stroke. 2 ed. London: Intercollegiate Stroke Working; 2004.
- (25) Uemura K, Pisa Z. Trends in cardiovascular disease mortality in industrialized countries since 1950. *World Health Stat Q* 1988;41(3-4):155-78.
- (26) LeBrasseur NK, Sayers SP, Ouellette MM, Fielding RA. Muscle impairments and behavioral factors mediate functional limitations and disability following stroke. *Phys Ther* 2006 Oct;86(10):1342-50.
- (27) Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Compensation in recovery of upper extremity function after stroke: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil* 1994 Aug;75(8):852-7.
- (28) Wade DT. Measuring arm impairment and disability after stroke. *Int Disabil Stud* 1989 Apr;11(2):89-92.
- (29) Moraes GF, Nascimento LR, Glória AE, Teixeira-Salmela LF, Paiva CM, Lopes TA, et al. A influência do fortalecimento muscular no desempenho motor do membro superior parético de indivíduos acometidos por acidente vascular encefálico. *Acta Fisiatr* 2008;15(4):245-8.
- (30) Carr JH, Shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(2):147-56.
- (31) Morris SL, Dodd KJ, Morris ME. Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 2004 Feb;18(1):27-39.

-
- (32) Harris JE, Eng JJ. Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis. *Stroke* 2010 Jan;41(1):136-40.
- (33) Mercier C, Bertrand AM, Bourbonnais D. Comparison of strength measurements under single-joint and multi-joint conditions in hemiparetic individuals. *Clin Rehabil* 2005 Aug;19(5):523-30.
- (34) Mercier C, Bourbonnais D. Relative shoulder flexor and handgrip strength is related to upper limb function after stroke. *Clin Rehabil* 2004 Mar;18(2):215-21.
- (35) Bertrand AM, Mercier C, Bourbonnais D, Desrosiers J, Gravel D. Reliability of maximal static strength measurements of the arms in subjects with hemiparesis. *Clin Rehabil* 2007 Mar;21(3):248-57.
- (36) Boissy P, Bourbonnais D, Carlotti MM, Gravel D, Arsenault BA. Maximal grip force in chronic stroke subjects and its relationship to global upper extremity function. *Clin Rehabil* 1999 Aug;13(4):354-62.
- (37) Andrews AW, Bohannon RW. Short-term recovery of limb muscle strength after acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2003 Jan;84(1):125-30.
- (38) Milot MH, Nadeau S, Gravel D, Requiao LF. Bilateral level of effort of the plantar flexors, hip flexors, and extensors during gait in hemiparetic and healthy individuals. *Stroke* 2006 Aug;37(8):2070-5.
- (39) Kim M, Kothari DH, Lum PS, Patten C. Reliability of dynamic muscle performance in the hemiparetic upper limb. *J Neurol Phys Ther* 2005 Mar;29(1):9-17.

-
- (40) Meeteren J, Roebroek ME, Stam HJ. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *J Rehabil Med* 2002 Mar;34(2):91-5.
- (41) Cools AM, Geeroms E, Van den Berghe DF, Cambier DC, Witvrouw EE. Isokinetic scapular muscle performance in young elite gymnasts. *J Athl Train* 2007 Oct;42(4):458-63.
- (42) Canning CG, Ada L, Adams R, O'Dwyer NJ. Loss of strength contributes more to physical disability after stroke than loss of dexterity. *Clin Rehabil* 2004 May;18(3):300-8.
- (43) Portney L, Watkins M. *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2009.
- (44) Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1985 Feb;66(2):69-74.
- (45) Caporrino FA, Faloppa F, Santos JBG, Réssio C, Soares FHC, Nakachima LR, et al. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. *Rev Bras Ortop* 1998;33(2):150-4.
- (46) Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral. *Arq Neuropsiquiatr* 1994;52(1):1-7.
- (47) Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr* 2003;61(3B):777-81.

-
- (48) Maki T, Quagliato EMAB, Cacho EVA, Paz LPS, Nascimento NH, Inoue MMEA, et al. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(2):177-83.
- (49) Michaelsen SM, Levin MF. Short-term effects of practice with trunk restraint on reaching movements in patients with chronic stroke: a controlled trial. *Stroke* 2004 Aug;35(8):1914-9.
- (50) Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. *Stroke* 2006 Jan;37(1):186-92.
- (51) Brashear A, Zafonte R, Corcoran M, Galvez-Jimenez N, Gracies JM, Gordon MF, et al. Inter- and intrarater reliability of the Ashworth Scale and the Disability Assessment Scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 2002 Oct;83(10):1349-54.
- (52) Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Brouwer B. Mecanismos e medidas de espasticidade. *Rev Fisioter Uni São Paulo* 1998;5(1):4-19.
- (53) Faria I, Michaelsen SM, Teixeira-Salmela LF. Função do membro superior em hemiparéticos crônicos: análise através da classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.
- (54) Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007 May;39(2):175-91.

- (55) Anjos MTS, Fonseca ST. Análise das propriedades musculares em indivíduos com e sem postura de protrusão de ombros Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais; 2006.
- (56) Dvir Z. Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicação clínicas. 1 ed. São Paulo: Manole; 2002.
- (57) Lima LAO, Paula FR. Desempenho muscular de indivíduos na fase inicial da Doença de Parkinson. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.
- (58) Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. JEP 2001;4(3):1-21.
- (59) Gaines JM, Talbot LA. Isokinetic strength testing in research and practice. Biol Res Nurs 1999 Jul;1(1):57-64.
- (60) Alon G. Defining and measuring residual deficits of the upper extremity following stroke: a new perspective. Top Stroke Rehabil 2009 May;16(3):167-76.
- (61) Innes E. Handgrip strength testing: a review of literature. Aust Occup Ther J 1999;46(3):120-40.
- (62) Figueiredo IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. Acta Fisiatr 2007;14(2):104-10.

- (63) Biodex Medical Systems. SYSTEM 3 PRO: Application / Operation Manual. New York, USA.
- (64) Mendonça LM, Bittencourt NFN, Anjos MTS, Silva AA, Fonseca ST. Avaliação muscular isocinética da articulação do ombro em atletas da seleção brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino. Rev Bras Med Esporte 2010;16(2):107-11.

4 – ARTIGO

4 ARTIGO

Isokinetic muscular performance and patterns of distribution of the residual deficits of the shoulder complex in individuals with chronic stroke

ABSTRACT

Background: The present study compared the isokinetic performance of the shoulder complex between individuals with and without stroke, as well as the patterns of distribution of the residual deficits during shoulder and scapular movements to better understand the determinants of the motor and functional upper limb impairments.

Methods: Twelve chronic stroke survivors and 12 healthy control subjects were recruited. Concentric measures of peak torque and work during the movements of shoulder external/internal rotation, shoulder flexion/extension, and scapular protraction/retraction, were randomly obtained by the isokinetic Biodex dynamometer at the speed of 60°/s. For individuals with stroke, the residual deficits related to the isokinetic work for the movements of scapular protraction, shoulder external rotation, and shoulder flexion were also calculated. Repeated-measure ANOVAs were employed to investigate the main and interaction effects between the groups and sides and to compare the values of the residual deficits between the three evaluated movements.

Findings: The ANOVAS revealed that individuals with stroke demonstrated significant decreases on the paretic shoulder, including during predominantly scapular movements, but no statistically significant decreases were observed on the non-paretic shoulder. The patterns of distributions of the residual deficits were similar for all assessed movements.

Interpretation: The findings suggested that scapular weaknesses might significantly contribute to reduced performance of the shoulder complex. Individuals with chronic stroke may benefit from strengthening exercises directed to the scapular muscles, in addition to the glenohumeral muscles. Physical therapists should begin to focus their attention on the paretic upper limbs.

Key Words: Cerebrovascular disease; Hemiparesis; Shoulder complex; Muscular strength.

1. Introduction

Stroke is one of the leading causes of disability worldwide and has significant impacts on physical, emotional and social life (Harris and Eng, 2007; Murtezani et al., 2009). It has been argued that rehabilitation strategies designed to improve motor functions after stroke should rely upon the understanding of the nature of these impairments, as well as knowledge of the relative importance of their contributions to disability (Canning et al., 2004). Muscular weakness is the most common impairment following stroke and has been shown to significantly relate to motor functions of the upper limbs (Ada et al., 2006; Harris and Eng, 2007; Teixeira-Salmela et al., 1999). Considering that upper limb movements are required for most activities of daily living, studies aimed to improve the understanding of impairments and disabilities related to upper limb functions are necessary to clarify rehabilitation goals which should be achieved by physical therapists (Harris and Eng 2007).

The shoulder complex exhibits the greatest amount of motion in the human body. This mobility is the result of the combined and constrained motions of two main joints: The glenohumeral and scapulothoracic (Faria et al., 2009; Sharkey et al., 1994). Weaknesses in one or more of the scapulothoracic or glenohumeral muscles may cause imbalances in the force couples around the shoulder complex, leading to abnormal kinematics (Cools et al., 2004; Nascimento et al., 2010). Since these muscles are constrained to act as a single unit, any dysfunctions in one muscle may result in instability, which in turn, may decrease movements during upper limb activities (Gomes et al., 2010; Voight and Thomson, 2000). Although scapular movements are necessary to guarantee appropriate scapulohumeral rhythm and allow adequate range of motion during arm elevation (Gomes et al., 2010), the magnitude of the contributions of scapular weaknesses to the loss of function of the

upper limb in relation to glenohumeral joint contributions of individuals with hemiparesis is still unknown.

Isometric strength measurements outlined that individuals with stroke demonstrated prominent weaknesses contralateral to the brain injury and reduced maximal force generating capacities of the non-paretic limbs (Gerrits et al., 2009; Mercier et al., 2005). However, these measures only indicate general weaknesses of the glenohumeral muscles and do not provide information regarding the contributions of possible scapular deficits during upper limb movements. Information is still scarce regarding the magnitude of weaknesses during dynamic conditions and the specific residual deficits of the paretic upper limb regarding the glenohumeral and the scapulothoracic muscles, which may negatively contribute to upper limb performance following stroke.

Therefore, the aims of this study were to evaluate the dynamic strength of the upper limb muscles to characterize the magnitude of the weaknesses in both shoulders of individuals with stroke compared to healthy participants, as well as, to understand if the nature of these impairments were predominant during glenohumeral movements, or similarly distributed to the scapulothoracic movements. Thus, the patterns of distribution of the residual deficits of the paretic upper limb related to isokinetic work were measured for the stroke group during predominantly glenohumeral and scapular movements, as well as during movements which involved both joints. These findings may provide information regarding the magnitudes of weaknesses in both upper limbs of individuals with stroke and in which movements may contribute to the losses of function of the entire shoulder complex. These might help target specific interventions for individuals with stroke.

2. Methods

2.1 Participants

Twelve chronic stroke survivors (stroke group) and 12 healthy control subjects (control group) matched by age, gender, upper limb dominance, and levels of physical activity, were recruited from the general community of the city of Belo Horizonte, Brazil. Stroke survivors were included according to the following criteria: were ≥ 20 years; had a time since the onset of a unilateral stroke greater than six months; had no pain or contractures of the upper limb joints which could prevent the test procedures; had no cognitive deficits, determined by the Mini-mental state examination (Brucki et al., 2003); had mild or moderate upper limb motor impairments, based upon the Fugl-Meyer - upper limb motor scores between 30 to 65 (Maki et al., 2006); muscular tone of the elbow flexors ≤ 3 , according to the Modified Ashworth Scale (Teixeira-Salmela et al., 1998); and had no other neurological or orthopedic disorders. All participants provided consent prior to their evaluation, based upon ethical approval from the University research review board.

2.2 Procedures

Physical assessments and interviews were initially conducted with all individuals for collection of anthropometric, demographic, and clinical data, such as the time since the onset of the stroke, the paretic side, grip strength, muscular tonus, motor recovery, and the amount and quality of use of the paretic upper limb.

2.3 Muscular Performance Assessment

Measures of peak torque and work of the glenohumeral and scapular muscles were obtained on the isokinetic dynamometer, Biodex Medical System 3 Pro (Biodex Medical Systems, Shirley, NY). The movements of shoulder external/internal rotations, shoulder flexion/extension, and scapular protraction/retraction were

randomly evaluated by the same physical therapist, following previously described protocols (Cools et al., 2004; Kim et al., 2005; Mendonça et al., 2010). Calibrations were performed immediately before the tests, following the manufacturer's recommendations and the axis of the dynamometer was aligned with the axis of the glenohumeral joint (Dvir, 2002; Moraes et al., 2008). Gravity corrections were employed during the tested movements, except for the scapular protraction/retractions, since these movements occurred in the horizontal plane (Cools et al., 2004) and all the data were normalized by body mass.

Adaptations were carried out as necessary regarding the test positioning and range of motion to minimize possible compensatory movements (Hsu et al., 2002). For the scapular protraction-retraction movements, the closed chain attachment was fixed to the dynamometer in the horizontal position. The dynamometer shaft was rotated 30° and the participants were assessed in a seated position with their arms in the scapular plane (Cools et al., 2004; Cools et al., 2007). The elbow was kept extended by a stabilizing device and the trunk was stabilized by two crossed straps. The range of motion was limited to 20° of the scapular protraction to 10° of the scapular retraction, to better allow comparisons between subjects and avoid excessive compensatory movements.

The shoulder flexion-extension movements were also assessed in the seated position with the elbow in extension. The tests were performed within an excursion of 90°, starting from 20° of shoulder extension to 70° of flexion. Adjustments were made, as necessary, for comfort and to allow the trough to clear the body (Kim et al., 2005). To evaluate shoulder rotations, the participants were lying in the supine position to reduce scapular movements, with 90° of shoulder abduction and elbow flexion. The tests were performed within an arc of 90°, between 40° of external

rotation, and 50° of internal rotation (Moraes et al., 2008). This range of motion was chosen to prevent passive restriction of the rotator cuff and the concurrent onset of pain (Mendonça et al., 2010).

After a brief explanation of the testing procedures, the participants were asked to execute three sub-maximal trials to familiarize themselves with the device and the test protocols. The tests consisted of five maximal concentric-concentric repetitions for the selected speed of 60°/s or 12,2cm/s, considering the scapular linear movements and muscular groups. For the stroke group, the non-paretic side was always tested first, while for the control group, it was the dominant side. During all tests, the participants received standardized verbal commands. All data were recorded and stored for future analyses.

2.4 Outcome Measures

Measures of peak torque (Nm) and work (J) were selected for analyses and used to compare differences in performance between the paretic and non-paretic sides, as well as between the stroke and control groups. Peak torque is defined as the product of the mass, acceleration and the lever arm length and provided information regarding the greatest torque output of the tested limb (Brown and Weir, 2001). Although peak torque measures are considered to be excellent indicators of the subject's maximum strength levels, they do not take into account the range of motion. For this reason, it was also important to analyze the accomplished work, which revealed the individual's ability to produce and sustain the torque throughout a determined range of motion (Brown and Weir, 2001).

The patterns of the distribution of the work residual deficits were calculated during the following movements: Predominantly glenohumeral (shoulder external rotation); predominantly scapular (protraction), and associated glenohumeral and

scapular (shoulder flexion), as follows: Residual deficits = $100 - (\text{paretic} / \text{non-paretic} * 100)$. The residual deficits focused on the premise that performance of the non-paretic side of each individual would be the preferred clinical gold standard reference for the performance of the paretic one (Alon, 2009). In case of finding any weaknesses on the non-paretic upper extremity, when compared to control subjects, secondary analyses were conducted and the control group was used as a reference for the performance of the paretic upper extremity, based upon the following formula: Residual deficits = $100 - (\text{paretic} / \text{control} * 100)$.

2.5 Data Analyses

Descriptive statistics, tests for normality (Shapiro-Wilk), and homogeneity of variance (Levene) were carried out for all outcome variables, using SPSS for Windows 15.0 (SPSS, Chicago, IL). A multifactorial repeated measure 2X2 ANOVA was employed to investigate the main and interaction effects between the groups and sides for the primary outcome variables (peak torque and work), with a significance level of $\alpha < 0.05$. Repeated measure ANOVAs were also employed to compare the residual deficits between the evaluated movements, i.e, predominantly scapular, predominantly glenohumeral, and associated glenohumeral and scapular movements for the stroke group; first using the non-paretic upper limb as a reference and, secondly, using the control group.

3. Results

3.1 Participants' Characteristics

The stroke group was composed of 12 individuals (six men) with a mean age of 52 years (SD: 10.5), ranging from 32 to 67 years, and a mean time since the onset of the stroke of 10 years (SD: 4.9). The control group was comprised of 12 volunteers with a mean age of 51.8 years (SD: 11.8), ranging from 30 to 66 years, matched by

age, gender, hand dominance, and levels of physical activity. Their demographic, clinical and anthropometric characteristics are shown in Table 1.

3.2 Strength Measures

Table 2 summarizes the descriptive data and the results from the statistical analyses for the strength measures of peak torque and work for both groups and sides regarding the six tested movements. The ANOVA revealed significant group by side interactions for all evaluated movements: Shoulder external/internal rotations ($17.11 \leq F \leq 19.15$; $df=1$; $p \leq 0.01$), shoulder flexion/extension ($5.64 \leq F \leq 21.47$; $df=1$; $0.01 \leq p \leq 0.02$) and scapular protraction/retraction ($6.46 \leq F \leq 16.45$; $df=1$; $0.01 \leq p \leq 0.02$). These results indicated that the differences between the sides were significant only for the stroke group. The statistical power ranged from 0.80 to 0.98 for the peak torque and from 0.79 to 0.91 for the isokinetic work.

3.3 Patterns of Distribution of the Residual Deficits

The initial analyses used the non-paretic shoulder as a reference to compare the patterns of distribution of the residual deficits. No statistical significant differences were found for the investigated movements ($F=0.50$; $df=2$; $p=0.60$), with a mean residual deficit of 44% (95%CI=27 to 61) for shoulder external rotation, 39% (95%CI=22 to 56) for scapular protraction, and 39% (95%CI=27 to 50) for shoulder flexion. The secondary analyses were conducted using the control group as a reference and, again, no statistical differences were found ($F=3.26$; $df=2$; $p=0.08$), with a mean residual deficit of 52% (95%CI=34 to 69) for external shoulder rotation, 58% (95%CI= 42 to 73) for scapular protraction, and 51% (95%CI= 35 to 66) for shoulder flexion. These results indicated that the patterns of the residual deficits were similar between the three evaluated movements for the stroke group.

4. Discussion

A detailed assessment of the muscular performance of the shoulder complex of individuals with hemiparesis is of key relevance, given the fact that brain lesions and tissue modifications of the musculoskeletal system may affect muscular strength. The consequent impairments can not only jeopardize the ability to perform functional activities, but also the level of social participation among individuals with hemiparesis (Dehail et al., 2008; Goljar et al., 2010). The present study compared the isokinetic performance of the shoulder complex between individuals with and without stroke, as well as the patterns of distribution of the residual deficits during shoulder and scapular movements to better understand the determinants of motor impairments and functional limitations. No other studies which evaluated the isokinetic muscular performance of the hemiparetic shoulder complex were found, which made it difficult to compare with the present results.

The statistical analyses revealed significant interaction effects between the groups and sides for all of the evaluated movements and for both strength outcomes. This indicated that only the paretic side demonstrated significant decreases in the ability to produce and sustain the torque throughout a determined range of motion. It has been reported that the loss of voluntary strength could be the result of impaired neural activation, most likely because of impaired excitatory inputs from the damaged hemisphere (Gerrits et al., 2009; Horstman et al., 2008). However, it has been suggested that the sedentary lifestyle of the individuals with stroke, plays a considerable role in determining the loss of concentric torque, since more physically active individuals demonstrate greater relative concentric torque values for both sides (Eng et al., 2009). Because the individuals in the present study were included after a substantially longer period after stroke, the contributions of disuse atrophy and

peripheral muscular adaptations, such as contractures and modifications of mechanical stiffness of the muscles, could be more appropriate to explain losses of muscular strength.

There are conflicting conclusions regarding the magnitude of the weaknesses on the non-paretic side, when analyzing previous studies which employed strength measurements of the upper (Canning et al., 2004; Mercier and Bourbonnais, 2004) and lower limbs (Eng et al., 2009; Gerrits et al., 2009). Surprisingly, the results of the present study demonstrated no statistically significant decreases in the ability to generate force in the non-paretic upper limb. However, lower values and greater variability were observed for all the measures. These findings suggested that weaknesses of the non-paretic upper limb appeared not to be as clinically relevant, when compared to the paretic upper limb. This may be explained by the fact that although the individuals with stroke reduce their global frequency of daily activities, they usually perform most of their motor tasks exclusively with their non-paretic upper limbs, as adaptive mechanisms.

This may allow for sufficient physical stresses to be applied to the musculoskeletal system, preventing significant weaknesses. These findings suggested that intervention programs designed to improve upper limb strength should really focus on the paretic upper limbs to modify structural strength parameters and then, allow for the emergence of appropriate functions. Therefore, functional activities, including bimanual activities, should be associated with strength training to allow the acquired skills to be incorporated in daily life tasks, by applying constant physical stresses to the biological tissues to prevent negative adaptations and progressive strength losses (Mueller and Maluf 2002; Nascimento et al., 2009).

Previous studies (Cahalan et al., 1991; Shklar and Dvir, 1995) reported that the shoulder extensor muscles were the strongest group operating on the glenohumeral joint, contrary to the present results, which demonstrated greater torque and work output during shoulder flexion. There are two plausible explanations for the observed differences. First, they might be attributable to the incorporation of gravity correction procedures, employed in the present study and not in other studies, which evaluated the isokinetic performance of the shoulder complex. Secondly, in the present study, the initial range of motion was set at 20° of shoulder extension, whereas, in previous studies, it was set at 0°. From the 20° of shoulder extension, might have caused absorption and storage of elastic energy as a function of the stretching of the shoulder flexors and the subsequent conversion and release of this energy to perform shoulder flexion and enhance the peak torque and work values. Similar results were reported by Dehail et al. (2008) in individuals with paraplegia, when the starting range of motion was set at 35° of shoulder extension. These findings suggested that the demands imposed by the activity were met by efficiently using the passive properties of the musculoskeletal system (Fonseca et al., 2010; Nascimento et al., 2010).

The present results also found weaknesses of the paretic shoulder during the external and internal rotations. Although it has been suggested that individuals with hemiparesis demonstrate significant weaknesses of the rotator cuff muscles (Bertrand et al., 2007; Lum et al., 2003), previous studies which dynamically quantified the magnitudes of these impairments were not found, probably due to difficulties in the adaptations of the subjects' positioning. This study employed adaptive and feasible methods to measure strength during shoulder rotations in individuals with hemiparesis, since the lying position was described as comfortable

by all participants, who did not relate any pain or discomfort during the test procedures.

The present results pointed out that weaknesses of the glenohumeral muscles may be one of the main factors which affect upper limb performance and corroborate previous studies which reported that during arm elevation, the glenohumeral and scapulothoracic motions occurred synchronously in about a 2:1 overall ratio, with the glenohumeral motion occurring alone during the first 30° of arm elevation (Gomes et al., 2010; Sharkey et al., 1994). The identified abnormalities in the glenohumeral muscles of individuals with stroke may determine force imbalances around the joint, affect the dynamic stabilization strategies, and prevent the initiation of movements, which require arm elevation during daily life activities.

The participants also demonstrated significant deficits related to isokinetic work, which suggested that even if the movement is initiated, insufficient ability to sustain torque may compromise movement performance. Thus, individuals with chronic stroke might get into a vicious cycle, in which muscular weaknesses limit arm elevation and subsequent inactivity leads to increases in these weaknesses. Considering that after the first 30° of arm elevation, scapular activity is also required and that these individuals usually cannot perform activities at higher degrees of arm elevation, weaknesses of the scapular muscles may be developed due to inactivity and disuse. This suggests that weaknesses of the scapular muscles may be other significant impairments affecting upper limb performance of individuals with chronic stroke.

Evaluations of the scapulothoracic joint have commonly been neglected in the area of rehabilitation, even with the current evidence indicating that strong scapular muscles are among the major pre-requisites for optimal stability and functional

movements of the upper limbs (Cools et al., 2007). The results of the present study demonstrated significant reductions in the ability to generate and maintain force generation during scapular movements in individuals with hemiparesis. Since the scapula plays a critical role in controlling the position of the glenoid fossa, relatively small changes in the actions of the scapular muscles may affect the alignment and forces involved in the movements around the shoulder complex (Cools et al., 2002; Phadke et al., 2009). These findings suggest that muscular imbalances of the scapulothoracic joint may affect and negatively contribute to upper limb performance of individuals with stroke during their daily living activities. Cools et al. (2004) reported significant side differences regarding protraction strength with athletes who used overhead movements and had impingement symptoms and reinforced the idea that muscular weaknesses of the scapular muscles may be related to shoulder dysfunctions.

This current perspective was also reinforced by results obtained with the secondary analyses of the present study. Comparisons of patterns of the residual deficit distributions demonstrated no differences between the three evaluated movements. These findings indicated that individuals with stroke demonstrated significant weaknesses of the paretic shoulder, including scapular movements which suggested that scapular weaknesses might significantly contribute to reduced performance of the shoulder complex. Therefore, clinical evaluations and interventions of the scapular muscles should be recommended, since these muscles are constrained to act in synergisms with the glenohumeral muscles.

It is also believed that appropriate balance and coordination between these muscular groups, involved in the same functional activities, may improve their synergic actions and promote better ability to perform a given motor activity (Faria et

al., 2009; Moraes et al., 2008). The present results suggested that individuals with chronic stroke might benefit from strengthening exercises directed to the scapular muscles in addition to the glenohumeral muscles, and that physical therapists should initially focus their attention on the paretic upper limbs.

Some limitations of this study were related to the reduced range of motion used to assess the scapular protraction/retraction movements and the lack of scapular kinematic analyses during the associated movements of shoulder flexion. However, the limited range of motion was determined to minimize possible compensatory movements of the trunk and the utilization of stronger muscular groups to perform the scapular movements. One could argue regarding the relatively small sample size. However, this was not believed to be the case, since this sample was previously calculated and the statistical power was high for the primary outcome measures. Future studies with larger samples of subjects with different levels of upper limb impairments are necessary to better control for some confounding factors and enhance generalizability of the present findings to the whole stroke population. Since the present results reflected the concentric muscular performance of individuals with mild or moderate upper limb impairments, caution should be taken in extrapolating the results to individuals with severe chronic stroke, or other types of muscular contraction.

5. Conclusions

The findings of the present study indicated that individuals with chronic stroke classified as mild or moderate regarding upper limb impairments, demonstrated significant weaknesses of the paretic shoulder, including during predominantly scapular movements and non-significant decreases in strength of the non-paretic upper limb, when compared to healthy controls. The patterns of the residual deficits

were similar for all assessed movements, which suggested that scapular weaknesses might be related to reduced performance of the shoulder complex. These findings suggested that individuals with chronic stroke might benefit from strengthening exercises directed to the scapular, in addition to the glenohumeral muscles. Physical therapists should focus their attention more on the paretic upper limb. Randomized clinical trials are then necessary to verify the efficacy of muscular strengthening of the scapular and glenohumeral muscles on outcomes related to the domains of body structures and functions of the hemiparetic shoulder, as well as on the functional activities performed with the paretic upper limb.

Acknowledgements

The authors are thankful to Dr. Louise Ada and Dr. John Henry Salmela for their precious contributions to the development of the study's research questions and to copy-editing the manuscript.

References

- Ada, L., Dorsch, S., Canning, C.G. 2006. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: A systematic review. *Aust.J.Physiother.* 52, 241-248.
- Alon, G. 2009. Defining and measuring residual deficits of the upper extremity following stroke: A new perspective. *Top.Stroke Rehabil.* 16, 167-176.
- Bertrand, A.M., Mercier, C., Bourbonnais, D., Desrosiers, J., Gravel, D. 2007. Reliability of maximal static strength measurements of the arms in subjects with hemiparesis. *Clin.Rehabil.* 21, 248-257.
- Brown, L.E., Weir, J.P. 2001. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *JEP.* 4, 1-21.

Brucki, S.M.D., Nitrini, R., Caramelli, P., Bertolucci, P.H.F., Okamoto, I.H. 2003. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq.Neuropsiquiatr.* 61, 777-781.

Cahalan, T.D., Johnson, M.E., Chao, E.Y. 1991. Shoulder strength analysis using the Cybex II isokinetic dynamometer. *Clin.Orthop.Relat Res.* 271, 249-257.

Canning, C.G., Ada, L., Adams, R., O'Dwyer, N.J. 2004. Loss of strength contributes more to physical disability after stroke than loss of dexterity. *Clin.Rehabil.* 18, 300-308.

Cools, A.M., Geeroms, E., Van den Berghe, D.F., Cambier, D.C., Witvrouw, E.E. 2007. Isokinetic scapular muscle performance in young elite gymnasts. *J.Athl.Train.* 42, 458-463.

Cools, A.M., Witvrouw, E.E., Danneels, L.A., Vanderstraeten, G.G., Cambier, D.C. 2002. Test-retest reproducibility of concentric strength values for shoulder girdle protraction and retraction using the Biodex isokinetic dynamometer. *Isokinet.Exerc.Sci.* 10, 129-136.

Cools, A.M., Witvrouw, E.E., Declercq, G.A., Vanderstraeten, G.G., Cambier, D.C. 2004. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br.J.Sports Med.* 38, 64-68.

Dehail, P., Gagnon, D., Noreau, L., Nadeau, S. 2008. Assessment of agonist-antagonist shoulder torque ratios in individuals with paraplegia: A new interpretative approach. *Spinal Cord.* 46, 552-558.

Dvir, Z. 2002. Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicação clínicas., 1 ed. São Paulo, Manole.

Eng, J.J., Lomaglio, M.J., Macintyre, D.L. 2009. Muscle torque preservation and physical activity in individuals with stroke. *Med.Sci.Sports Exerc.* 41, 1353-1360.

Faria, C.D., Teixeira-Salmela, L.F., Gomes, P.F. 2009. Applicability of the coactivation method in assessing synergies of the scapular stabilizing muscles. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 18, 764-772.

Fonseca, S. T., Souza, T. R., Ocarino, J. M., Goncalves, G. P., Bittencourt, N. F. N. 2010, Applied biomechanics of soccer. In *Athletic and sport issues in musculoskeletal rehabilitation*, 1 ed. D. J. Magee et al., eds., St. Louis MO: Saunders Elsevier, pp. 12.1-12.20.

Gerrits, K.H., Beltman, M.J., Koppe, P.A., Konijnenbelt, H., Elich, P.D., de, H.A., Janssen, T.W. 2009. Isometric muscle function of knee extensors and the relation with functional performance in patients with stroke. *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 90, 480-487.

Goljar, N., Burger, H., Vidmar, G., Marincek, C., Krizaj, J., Chatterji, S., Raggi, A., Leonardi, M., Bickenbach, J.E. 2010. Functioning and disability in stroke. *Disabil.Rehabil.* 32(Suppl 1), S50-S58.

Gomes, P.F., Sesselmann, M., Faria, C.D., Araujo, P.A., Teixeira-Salmela, L.F. 2010. Measurement of scapular kinematics with the moire fringe projection technique. *J.Biomech.* 43, 1215-1219.

Harris, J.E., Eng, J.J. 2007. Paretic upper-limb strength best explains arm activity in people with stroke. *Phys.Ther.* 87, 88-97.

Horstman, A.M., Beltman, M.J., Gerrits, K.H., Koppe, P., Janssen, T.W., Elich, P., de, H.A. 2008. Intrinsic muscle strength and voluntary activation of both lower limbs and functional performance after stroke. *Clin.Physiol Funct.Imaging.* 28, 251-261.

Hsu, A.L., Tang, P.F., Jan, M.H. 2002. Test-retest reliability of isokinetic muscle strength of the lower extremities in patients with stroke. *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 83, 1130-1137.

Kim, M., Kothari, D.H., Lum, P.S., Patten, C. 2005. Reliability of dynamic muscle performance in the hemiparetic upper limb. *J.Neurol.Phys.Ther.* 29, 9-17.

Lum, P.S., Burgar, C.G., Shor, P.C. 2003. Evidence for strength imbalances as a significant contributor to abnormal synergies in hemiparetic subjects. *Muscle Nerve.* 27, 211-221.

Maki, T., Quagliato, E.M.A.B., Cacho, E.V.A., Paz, L.P.S., Nascimento, N.H., Inoue, M.M.E.A., Viana, M.A. 2006. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Rev.Bras.Fisioter.* 10, 177-183.

Mendonça, L.M., Bittencourt, N.F.N., Anjos, M.T.S., Silva, A.A., Fonseca, S.T. 2010. Avaliação muscular isocinética da articulação do ombro em atletas da seleção brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino. *Rev.Bras.Med.Esporte.* 16, 107-111.

Mercier, C., Bertrand, A.M., Bourbonnais, D. 2005. Comparison of strength measurements under single-joint and multi-joint conditions in hemiparetic individuals. Clin.Rehabil. 19, 523-530.

Mercier, C., Bourbonnais, D. 2004. Relative shoulder flexor and handgrip strength is related to upper limb function after stroke. Clin.Rehabil. 18, 215-221.

Moraes, G.F., Faria, C.D., Teixeira-Salmela, L.F. 2008. Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. J.Shoulder.Elbow.Surg. 17(1 Suppl), 48S-53S.

Mueller, M.J., Maluf, K.S. 2002. Tissue adaptation to physical stress: A proposed "Physical Stress Theory" to guide physical therapist practice, education, and research. Phys.Ther. 82, 383-403.

Murtezani, A., Hundozi, H., Gashi, S., Osmani, T., Krasniqi, V., Rama, B. 2009. Factors associated with reintegration to normal living after stroke. Med.Arsh. 63, 216-219.

Nascimento, L.R., Bittencourt, N.F.N., Resende, R.A., Teixeira-Salmela, L.F., Fonseca, S.T. 2010. Biomecânica aplicada ao voleibol: Análise do complexo do ombro e implicações para avaliação e desempenho. Terapia Manual. 8, *in press*.

Nascimento, L.R., Glória, A.E., Habib, E.S. 2009. Effects of constraint-induced movement therapy as a rehabilitation strategy for the affected upper limb of children with hemiparesis: a systematic review. Rev.Bras.Fisioter. 13, 97-102.

Phadke, V., Camargo, P.R., Ludewig, P.M. 2009. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Braz.Phys.Ther.J.* 13, 1-9.

Sharkey, N.A., Marder, R.A., Hanson, P.B. 1994. The entire rotator cuff contributes to elevation of the arm. *J.Orthop.Res.* 12, 699-708.

Shklar, A., Dvir, Z. 1995. Isokinetic strength relationships in shoulder muscles. *Clin.Biomech.* 10, 369-373.

Teixeira-Salmela, L.F., Olney, S.J., Brouwer, B. 1998. Mecanismos e medidas de espasticidade. *Rev.Fisioter.Uni.São Paulo.* 5, 4-19.

Teixeira-Salmela, L.F., Olney, S.J., Nadeau, S., Brouwer, B. 1999. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 80, 1211-1218.

Voight, M.L., Thomson, B.C. 2000. The role of the scapula in the rehabilitation of shoulder injuries. *J.Athl.Train.* 35, 364-372.

Table 1: Participants' Characteristics

Variable	Stroke Group <i>n</i> =12	Control Group <i>n</i> =12
Age (<i>years</i>) mean (SD)	52.0 (10.5)	51.8 (11.8)
Gender, number of men	6	6
Body mass (<i>kg</i>), mean (SD)	73.7 (10.4)	69.8 (13.7)
Height (<i>m</i>), mean (SD)	1.65 (0.1)	1.68 (0.1)
MMSE (0-30), mean (SD)	27.5 (2.0)	28.8 (1.7)
Paretic side, number on the right side	7	NA
Paretic handgrip strength (Nm), mean (SD)	14.9 (10.4)	35.5 (9.5)
Non-paretic handgrip strength (Nm), mean (SD)	33.0 (9.3)	37.6 (9.7)
Fugl-Meyer – UL score (0-66), mean (SD)	47.4 (10.1)	NA
Time since stroke (<i>years</i>), mean (SD)	10.0 (4.9)	NA
MAL – amount of use (0-5), mean (SD)	3.4 (1.5)	NA
MAL – quality of use (0-5), mean (SD)	3.4 (1.6)	NA
Tonus – Modified Ashworth scale (0-4),	0 = 25%	NA
	1 = 25%	
	1+ = 8%	
	2 = 17%	
	3 = 25%	

MMSE = Mini-mental state examination; UL = upper limb;
MAL = Motor Activity Log; NA = not applicable

Table 2. Description of the Isokinetic Measurements and Results of the Statistical Analyses

Outcome	Groups				Differences			F; P value
	Stroke		Control		Differences within groups		Differences between groups	
	Paretic	Non-paretic	Dominant	Non-dominant	Paretic minus non-paretic	Non-dominant minus dominant	Paretic minus non-dominant	
Peak Torque/BW (%)								
Protraction	172.0 (71.9)	311.8 (95.6)	435.2 (114.3)	444.2 (112.6)	-139.8 (-206.3 to -73.2)	9.0 (-15.5 to 33.6)	-272.2 (-352.2 to -192.2)	16.45; <0.01
Retraction	214.0 (75.1)	334.8 (99.2)	509.4 (116.0)	522.4 (126.1)	-120.8 (-204.4 to -37.2)	12.9 (-7.8 to 33.7)	-308.4 (-396.3 to -220.5)	7.60; 0.01
Internal Rotation	18.6 (7.3)	31.6 (7.6)	42.5 (12.2)	41.7 (11.3)	-13.0 (-19.4 to -6.5)	-0.8 (-3.5 to 1.9)	-23.1 (-31.5 to -15.0)	18.68; <0.01
External Rotation	18.2 (7.3)	31.0 (5.8)	36.2 (7.3)	36.6 (8.3)	-12.7 (-19.0 to -6.4)	0.4 (-1.3 to 2.2)	-18.4 (-25.0 to -11.8)	17.10; <0.01
Flexion	43.4 (14.9)	63.8 (27.5)	80.5 (28.7)	84.2 (36.2)	-20.4 (-34.8 to -5.9)	3.6 (-2.1 to 9.4)	-40.8 (-64.2 to -17.4)	5.65; 0.03
Extension	30.1 (11.5)	57.3 (18.2)	69.1 (15.1)	72.2 (15.6)	-27.1 (-38.2 to -16.0)	3.1 (-0.9 to 7.3)	-42.1 (-53.7 to -30.5)	19.88; <0.01
Work/BW (%)								
Protraction	63.6 (21.4)	113.6 (31.5)	187.2 (55.2)	181.9 (60.7)	-49.9 (-76.6 to -23.3)	-5.3 (-16.7 to 6.1)	-118.3 (-151.2 to -85.23)	11.50; <0.01
Retraction	82.3 (29.2)	122.1 (32.9)	219.3 (48.9)	214.7 (45.4)	-39.8 (-68.6 to -11.0)	-4.7 (-14.5 to 5.2)	-132.4 (-164.7 to -100.1)	6.47; 0.02
Internal Rotation	20.7 (9.9)	38.1 (11.4)	52.8 (17.4)	53.7 (17.1)	-17.4 (-26.3 to -8.4)	0.9 (-2.6 to 4.5)	-33.0 (-44.8 to -21.2)	17.43; <0.01
External Rotation	21.0 (10.2)	39.0 (9.8)	45.8 (10.5)	46.4 (10.5)	-18.1 (-27.2 to -9.3)	0.6 (-2.5 to 3.7)	-25.4 (-34.2 to -16.6)	19.15; <0.01
Flexion	41.2 (13.8)	68.8 (25.0)	94.3 (37.4)	92.3 (35.9)	-27.6 (-43.7 to -11.6)	-2.0 (-7.4 to 3.3)	-51.1 (-73.7 to -28.1)	11.17; <0.01
Extension	28.7 (14.6)	60.9 (21.3)	80.2 (20.1)	80.1 (22.4)	-32.3 (-45.8 to -18.7)	-0.1 (-7.2 to 7.0)	-51.4 (-67.4 to -35.4)	21.47; <0.01

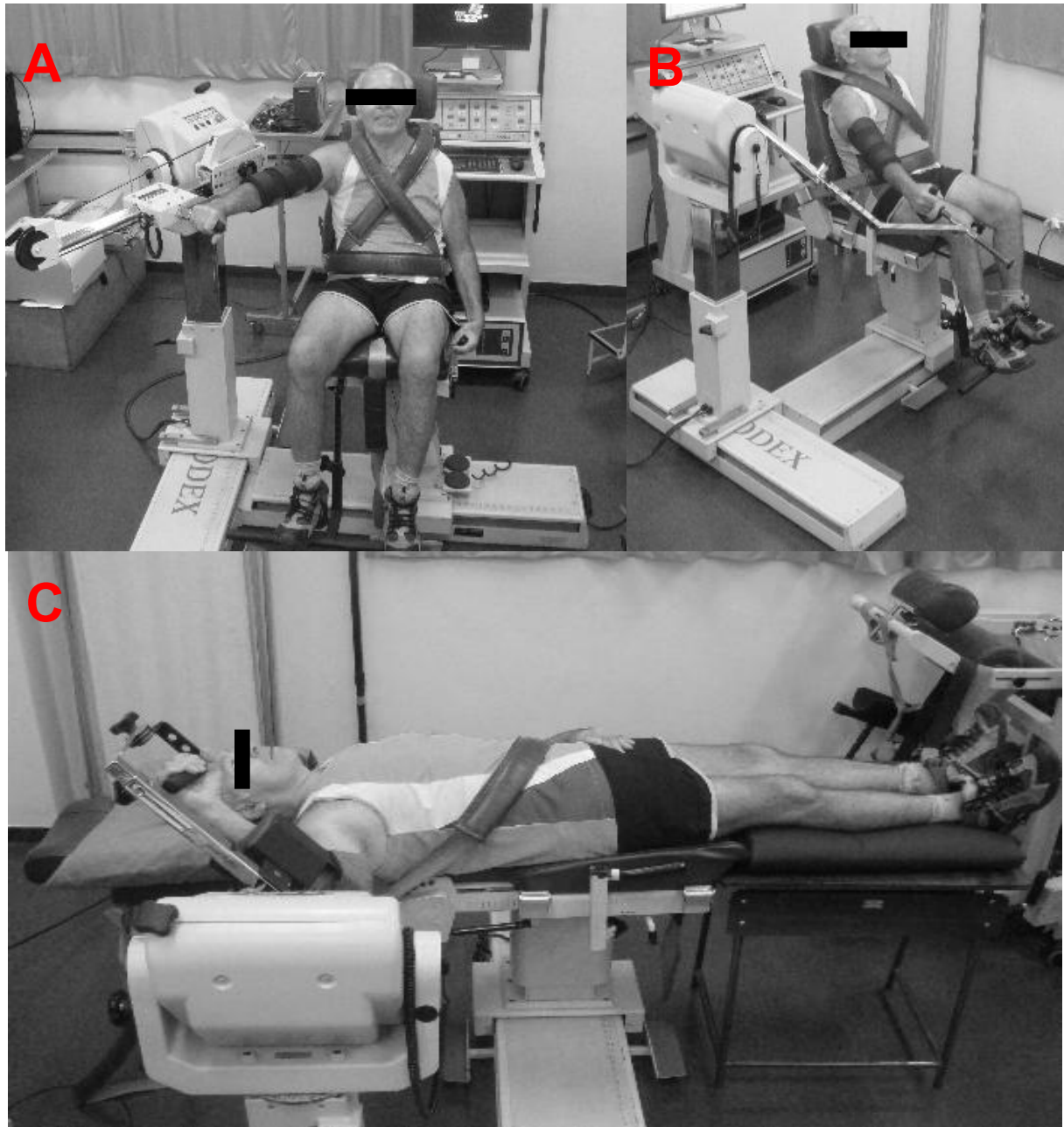


Fig. 1. Experimental set-up for the isokinetic measurements: (A) Scapular protraction-retraction; (B) Shoulder flexion-extension; and (C) Shoulder external-internal rotation.

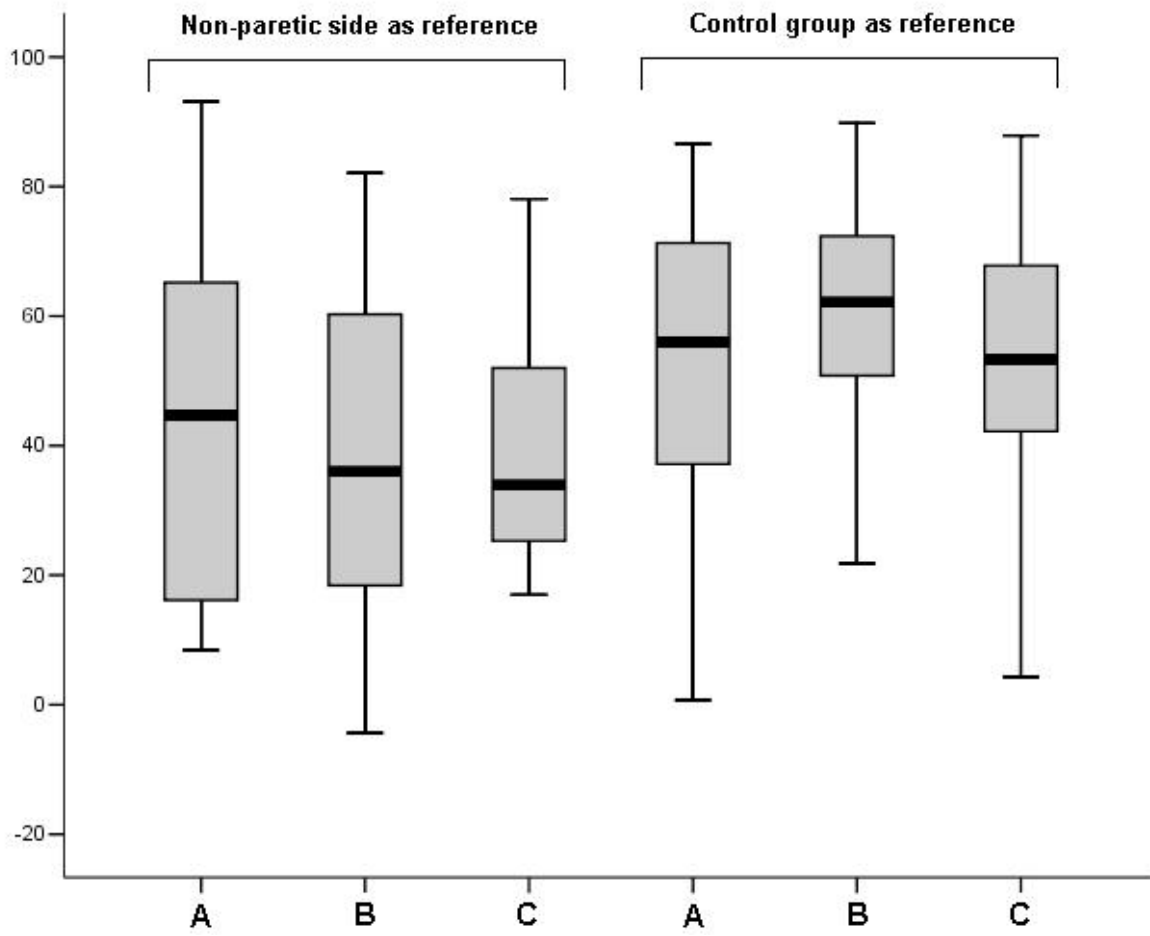


Fig. 2. Patterns of distribution of the residual deficits, in percentage, of the paretic upper limb using the non-paretic side and the control group as references: (A) Shoulder external rotation; (B) Scapular protraction; and (C) Shoulder flexion.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo investigou o desempenho muscular isocinético (pico de torque e trabalho) dos grupos musculares relacionados aos movimentos de protração e retração escapulares, flexão, extensão e rotações medial e lateral de ambos os ombros em indivíduos com e sem sequelas motoras decorrentes de AVE. Foi analisado, ainda, o padrão de distribuição do déficit residual relacionado ao trabalho isocinético durante um movimento predominantemente gleno-umeral (rotação lateral de ombro), um movimento predominantemente escapular (protração) e um movimento associado (flexão de ombro) para melhor compreender os determinantes das deficiências motoras e funcionais relacionadas ao MS parético.

A análise dos dados indicou efeitos de interação entre grupos e lados em todas as medidas de desfecho primário do estudo, demonstrando que apenas o MS parético apresentou diminuição significativa na capacidade de gerar e manter força muscular durante os movimentos. Esses resultados sugerem que os profissionais da área de reabilitação devam priorizar o MS parético durante o processo de intervenção, com objetivo de modificar parâmetros estruturais relacionados à força muscular para, então, permitir a emergência de adequadas habilidades funcionais.

Adicionalmente à fraqueza muscular caracterizada em movimentos predominantemente gleno-umerais, o presente estudo demonstrou que indivíduos com hemiparesia crônica apresentaram diminuição na capacidade de gerar e sustentar a força produzida durante movimentos predominantemente escapulares. Em acordo, a comparação entre os padrões de distribuição do déficit residual do trabalho isocinético não demonstrou diferenças significativas entre as três diferentes condições avaliadas. Tais achados sugerem que as alterações em musculatura

escapular após o AVE podem influenciar negativamente o desempenho funcional do complexo do ombro dessa população durante atividades de vida diária e devem ser considerados no processo de avaliação. Dessa forma, é possível hipotetizar que indivíduos com hemiparesia crônica possam se beneficiar de programas de fortalecimento muscular direcionados à musculatura escapular, em adição aos exercícios usualmente direcionados à musculatura gleno-umeral.

Ensaio clínico aleatorizado são, então, necessários para verificar a eficácia de programas de fortalecimento muscular progressivo no complexo do ombro de indivíduos com hemiparesia em variáveis relacionadas os domínios de estrutura e função do corpo, bem como seus efeitos na capacidade de realizar atividades funcionais com o MS parético.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pesquisador: Lucas Rodrigues Nascimento, Esp. (031) 3313-7949
Orientadora: Prof. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, PhD. (031) 3409-7403

TÍTULO DO PROJETO

DESEMPENHO MUSCULAR ISOCINÉTICO DO COMPLEXO DO OMBRO DE INDIVÍDUOS HEMIPARÉTICOS CRÔNICOS.

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido no Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, para avaliar a capacidade de produzir força nos músculos do braço de indivíduos que sofreram derrame e comparar com a força de indivíduos que não sofreram derrame.

Endereço: Departamento de Fisioterapia: Avenida Antônio Carlos, 6627, 3o andar – Campus Pampulha - Belo Horizonte – Minas Gerais - CEP: 31270-901 - **Telefone:** (31) 3409-4783

Este estudo irá avaliar a força músculos que realizam os principais movimentos dos seus ombros e o nível de utilização dos mesmos nas suas atividades cotidianas.

Uma entrevista inicial será administrada para coleta dos seus dados clínicos e pessoais. Será realizado um exame físico para avaliar suas condições antes dos testes e um questionário contendo perguntas sobre a utilização dos seus braços durante as atividades que você habitualmente realiza.

A força muscular de alguns músculos dos seus braços será avaliada de modo dinâmico para melhor refletir as situações diárias de sua vida. Para tanto, você será adequadamente posicionado em um aparelho denominado dinamômetro isocinético e fará a familiarização com o instrumento antes de realizar os testes. Após esse período, você irá fazer quatro movimentos específicos com o seu braço em duas diferentes velocidades. Durante os procedimentos, sua imagem poderá ser registrada por meio de fotos ou vídeos, sem identificação do seu rosto, para posterior apresentação em apresentações e publicações de natureza técnico-científicas relacionadas ao projeto de pesquisa.

Todos os testes serão realizados no Laboratório de Performance Humana do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Para manter a confidencialidade dos seus registros, o investigador Lucas Rodrigues Nascimento colocará uma identificação numérica nos seus questionários e em suas avaliações, sendo que apenas o investigador e a sua orientadora terão conhecimento do nome correspondente a esta identificação, ou seja, sua identidade não será revelada. Seus dados serão apresentados em relatórios estatísticos agrupados sem qualquer identificação individual. Os dados serão armazenados sob cuidado e manejo restrito aos pesquisadores responsáveis, para uso exclusivo desta pesquisa, com guarda em local apropriado no Depto. de Fisioterapia da UFMG por cinco anos, após o qual serão descartados.

Os testes e procedimentos adotados não apresentam riscos específicos além daqueles presentes no seu dia-a-dia. Durante o teste, você pode sentir cansaço e caso isto aconteça, períodos de repouso serão permitidos entre um teste e outro. Qualquer tipo de desconforto vivenciado durante os testes deve ser revelado, para que os pesquisadores tomem as devidas providências com o objetivo de minimizá-lo.

Você não obterá benefícios imediatos ao participar dessa pesquisa. Na realidade, você estará contribuindo para a nossa melhor compreensão de como a força muscular dos seus braços se apresenta em indivíduos que sofreram derrame. Com isso, poderemos planejar estratégias de tratamento mais adequadas para pessoas que apresentam disfunções relacionadas a essa doença. Você não receberá nenhuma forma de pagamento pela participação no estudo. Custos de transporte para o local dos testes e seu retorno poderão, se necessários, ser arcados pelos pesquisadores.

A sua participação no estudo é voluntária e você tem o direito de retirar-se por qualquer motivo e a qualquer momento, sem necessidade de justificativa prévia. Garantimos a ausência de prejuízos acadêmicos e sociais caso você se recuse ou desista de participar dessa pesquisa.

Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar, por favor, preencha o consentimento abaixo.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____

li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo que os objetivos, procedimentos e linguagem técnica satisfatoriamente explicados. Tive tempo suficiente, para considerar as informações acima e tive a oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de agora, ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que venha a ter com relação à pesquisa com:

Lucas Rodrigues Nascimento (31) 3313-7949 (31) 9292-7878

Prof. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela (31) 3409-7403

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (31) 3409-4592

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627, Pampulha, BH/MG Campus – UFMG – Unidade Administrativa II – 2º andar.

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

Assinatura do Participante

Data: _____

End: _____

Responsáveis

Lucas Rodrigues Nascimento

Pesquisador

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela

Orientadora

APÊNDICE B

Ficha de Avaliação

1. DADOS DEMOGRÁFICOS

Nome: _____ Sexo: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Nome acompanhante: _____ Telefone: _____

Endereço: _____

Data de Nascimento: _____ Idade (anos): _____ Naturalidade: _____

Estado civil: _____ Mora com: _____

Escolaridade: _____

Formação: _____ Ocupação: _____

Em geral, o senhor diria que a sua saúde é:

() Excelente () Muito boa () Boa () Razoável () Ruim

QP: _____

Altura: _____ Peso: _____ IMC: _____

2. DADOS CLÍNICOS DO AVE

() Um episódio de AVE

() Mais de um episódio de AVE

Data: _____

() Data da última: _____

Tempo de evolução (meses): _____ Tempo de evolução (meses): _____

() Isquêmico

() Hemorrágico

() Isquêmico

() Hemorrágico

() HP esquerda

() HP direita

() HP esquerda

() HP direita

Tempo de estadia hospitalar: _____ Tempo de estadia hospitalar: _____

Reabilitação: Fisio: _____ TO: _____ Fono: _____ Outro: _____

3. DADOS CLÍNICOS GERAIS

Membro superior dominante pré-AVE: () D () E

Membro superior dominante pós-AVE: () D () E

Uso de órtese em membro superior: () Sim () Não Qual: _____

Número de medicamentos em uso: _____

Descrição: _____

Numero de doenças associadas: _____

Descrição: _____

Atividade física: () Sim () Não Qual: _____ Frequência: _____

() Déficit visual () Déficit auditivo () Afasia *Tipo:* _____ () Disartria

4. DADOS CLÍNICOS ESPECÍFICOS

Força Muscular de preensão palmar D: _____ = _____ N

Força Muscular de preensão palmar E: _____ = _____ N

Tônus de Flexores de Cotovelo (*Ashworth*): _____

Pontuação motora na Escala de *Fugl-Meyer*: _____ pontos MMSS

Pontuação MAL-BRASIL: _____ qualidade do uso
_____ quantidade de uso

Comentários:

ANEXO A**Aprovação do Comitê de Ética**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 0539.0.203.000-09

**Interessado(a): Profa. Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 21 de janeiro de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Desempenho muscular isocinético do complexo do ombro de indivíduos hemiparéticos crônicos**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

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

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

ANEXO B

Normas para submissão de manuscrito no *Clinical Biomechanics*

Aims

Clinical Biomechanics aims to strengthen the link between clinic and laboratory by publishing biomechanics research which helps to explain the causes of musculoskeletal disorders and provides knowledge contributing to improved management.

Scope

Clinical Biomechanics explores all facets of musculoskeletal biomechanics with an emphasis on clinical management. The role of basic and medical science is recognized in a clinical context. The readership of the journal closely reflects its contents, being a balance of scientists, engineers and clinicians.

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Instructions for Authors

Contributions falling into the following categories will be considered for publication and are accepted on the understanding that they have not been published previously, not are under consideration for publication in any other journal.

Papers - scientific reports within the scope of the journal. The length should not normally exceed 4000 words with around six figures/tables (large data tables and multi-part figures are generally best placed in Supplementary Data - see below). Reports focused on validity/reliability of methods in the absence of an experimental application are not acceptable. Reports on model development should address a specific question of clinical interest or report a novelty not yet understood. Reports of implant tests should involve a clinical application, not solely a laboratory test.

Submissions are screened by an editorial panel; if considered suitable for the journal, two or more peer reviewers will be allocated. Only a proportion of scientifically acceptable papers can be accepted for publication, so authors should be aware that submissions requiring extensive revisions are unlikely to be offered the opportunity to revise and resubmit. In cases where the original reviewers disagree, the editor may opt to obtain further opinion. Appeals can only be considered where the authors can identify an irregularity in the review process: it is not acceptable simply to state that the reviewers' concerns can be addressed.

Authors are invited to submit to the journal online <http://ees.elsevier.com/clbi/>. You will be guided through the creation and uploading of the various files. Once the uploading is done, the system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revisions, will be by e-mail.

Enquiries about the suitability of potential articles should be sent to the Editor: Prof Kim Burton, *Clinical Biomechanics*, 30 Queen Street, Huddersfield HD1 2SP, UK Tel: +44(0)1484 535200; fax: +44(0)1484 435744; e-mail: kim@spineresearch.org.uk

When submitting a paper you are expecting a number of colleagues to review your work. As a matter of courtesy you should ensure your manuscript is neatly presented as well as complying with the journal's requirements. Submissions will be returned immediately without review if they do not follow **all** these guidance notes.

- English language; double spaced; single sided; page-numbered and line-numbered.

- A title page including name(s) of author(s), qualifications, institute and correspondence addresses should be provided. Also provide a word count for the abstract and the main text (excluding reference list), and give the number of Tables and Figures.
- When compiling the author list for a manuscript, please list only those members of the team who have made a significant contribution to the work. To assist the Editor in accepting a list of more than five authors, a statement detailing the part played by each author must be included in the cover letter.

The difficulties facing authors whose native language is not English is appreciated. Nevertheless, it is the authors' responsibility to ensure correct use of English (through a scientific translator or similar). It is also the responsibility of the author to check the manuscript carefully for errors prior to submission.

The Journal has a list of topics used to classify papers. During the online submission process, authors must select as many as are relevant to their paper. These classifications are included in issue 1 of each volume, and as a PDF file on the Journal's homepage http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/30397/description#description

- An accompanying cover letter should include:
 - (a) information on any duplicate publication elsewhere of any part of the work;
 - (b) a statement of any commercial relationships which may lead to a conflict of interests;
 - (c) a statement that the typescript has been read and agreed by all authors;
 - (d) name, address and e-mail of the corresponding author.
 - (e) a reference to any closely related paper you have previously published in *Clinical Biomechanics*.

- The Abstract should start on a new page, and must be in structured format. The following section headings (in *italics*) should each start a new line: *Background, Methods, Findings, Interpretation*. Please give an idea of the effect size of the results of hypothesis tests rather than simply quoting the statistical significance. The interpretation paragraph should explain how the findings add to understanding of the topic and outline the clinical implications. Only universally accepted and understood abbreviations are allowed in the Abstract (e.g. CT, MR), but no specialties or author-defined abbreviations (e.g. OA, osteoarthritis; TKR, total knee replacement etc). References are not permitted. The abstract should not exceed 250 words in total. Keywords should be added for indexing.

- The main text should be divided into appropriate headings, e.g. Introduction, Methods, Results, Discussion, Conclusions. Subheadings may also be used, and review papers may use other formats. The technical basis of new experiments should be fully detailed; previously used methods should also be described briefly, together with reference to previous publications. Statistical methods should be detailed where appropriate. Footnotes are not permitted.

- Ensure all acronyms/abbreviations are defined at first use. The use of many abbreviations in the text makes reading difficult and tiring: keep to a minimum. For products ensure the source details are complete (company, city, country) [All US addresses must include USA].

- Authors must suggest two or more referees although the choice is left to the Editors. Please supply the address and e-mail address. Papers will be reviewed by at least two referees and their comments will be made known to the corresponding author.

- In a separate file labelled "Conflict of Interest Statement" all authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organisations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding.

- All sources of funding should be declared as an acknowledgement at the end of the text. Authors should declare the role of the study sponsors, if any, in the study design, in the collection, analysis and interpretation of data: in the writing of the manuscript; and in the decision to submit the manuscript for publication. If the study sponsors had no such involvement, the authors should so state.

References: Must follow the **Harvard** style and should be listed alphabetically at the end of the text. Please consult an issue of the journal for the details of how references should be formatted.

Text: All citations in the text should be referenced:

1. Single author - the author's name (without initials unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors - both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors - first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

In-text citation styles: Citations may be made directly (or parenthically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically. Multiple citations to a single point are generally not required and can impact on readability: if unavoidable, they must come at the end of a sentence.

References should be restricted to those that are retrievable through normal library sources. References to conference proceedings, internal reports and theses are only appropriate when they have been published and readily can be retrieved. Otherwise the reference should be in-text as (Author name, year, personal communication). Around 30 references is typical for original papers, though review papers will be more extensively referenced.

Tables

These must be provided as a separate file. Each table should begin on a separate page and should be numbered as Table 1, Table 2 etc., each with its fully explanatory title above the table with footnotes (if any) beneath. Vertical rules and shading should be avoided.

Figures

The final reproduction will be either single or double column; single column is preferred: please scale your originals accordingly. Ensure legibility of all components, and avoid excessive "white space". All figures to be referred to as Figure 1, Figure 2 etc. Legends to figures to be listed together on a separate page.

Figures and Tables must be constructed and labelled in such a way that they may be understood without reference to the text.

Scientific measurements

Avoid the +/- symbol both in tables and text - use for example "mean xx (SD yy)". Ensure statistical abbreviations are in correct case and style (e.g., capital italic for *P*). Use n for number. SI units must be used. Conventions for abbreviations can be found in *Units, Symbols and Abbreviations* (available from the Royal Society of Medicine, www.rsmpress.co.uk). Confidence intervals are preferred over just *P* values; their use is described in *Statistics with Confidence* (BMJ Books, 2000).

Ethics

Work on human beings that is submitted to Clinical Biomechanics should comply with the principles laid down in the Declaration of Helsinki; Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Adopted by the 18th World Medical Assembly, Helsinki, Finland, June 1964, amended by the 29th World Medical Assembly, Tokyo, Japan, October 1975, the 35th World Medical Assembly, Venice, Italy, October 1983, and the 41st World Medical Assembly, Hong Kong, September 1989. For all studies involving human or animal participants. The manuscript should contain a statement that the work has been approved by the appropriate ethical committees related to the institution(s) in which it was performed and that subjects gave informed consent to the work. Studies involving experiments with animals must state that their care was in accordance with institution guidelines. Patients' and volunteers' names, initials, and hospital numbers should not be used.