

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA BILATERAL DOS MÚSCULOS RETO FEMORAL E  
BÍCEPS FEMORAL (CABEÇA LONGA) NO AGACHAMENTO UTILIZANDO A  
TÉCNICA DO *BODY PUMP*<sup>®</sup>

FLÁVIO SÉRGIO MARQUES ALVES

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG  
Dezembro – 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA BILATERAL DOS MÚSCULOS RETO FEMORAL E  
BÍCEPS FEMORAL (CABEÇA LONGA) NO AGACHAMENTO UTILIZANDO A  
TÉCNICA DO *BODY PUMP*<sup>®</sup>

FLÁVIO SÉRGIO MARQUES ALVES

PROF. DR. GILMAR DA CUNHA SOUSA

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG  
Dezembro – 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA BILATERAL DOS MÚSCULOS RETO FEMORAL E  
BÍCEPS FEMORAL (CABEÇA LONGA) NO AGACHAMENTO UTILIZANDO A  
TÉCNICA DO *BODY PUMP*<sup>®</sup>

FLÁVIO SÉRGIO MARQUES ALVES

Aprovado pela Banca Examinadora em 14/12/04 . Nota: 100

---

Prof. Dr. Gilmar da Cunha Sousa  
(Membro nato da banca examinadora)

---

Profª. Ms. Daniela Cristina O. Silva  
(2º membro da banca examinadora)

---

Prof. Esp. Alexandre Gonçalves  
(3º membro da banca examinadora)

Uberlândia, 14 de dezembro de 2004.

Ofereço este trabalho, em agradecimento, à  
meus pais que sabem, realmente, como  
formar uma pessoa com princípios;

À minha irmã, Cíntia, por ser meu espelho;

À 53ª Turma de Ciências Biológicas pelo  
companheirismo de cada dia;

Ao pessoal da Anatomia Humana, os quais  
tanto admiro por seu trabalho e amizade.

## Resumo

O agachamento utilizado na técnica biomecânica do *Body Pump* (BP) se tornou mais uma base de pesquisa eletromiográfica, onde atletas e profissionais da saúde avaliam quais os benefícios e prejuízos obtidos na execução do movimento. O objetivo deste estudo foi comparar e analisar a atividade eletromiográfica bilateral dos músculos reto femoral (RF) e bíceps femoral (BF) durante a execução do agachamento livre no BP. Os 10 voluntários, professores de BP, desenvolveram agachamentos com a carga utilizada em aula, durante 5 min. sendo coletadas as atividades elétricas dos músculos, bilateralmente. Os registros foram obtidos, utilizando-se eletrodos de superfície, durante 12" em três fases da música (inicial – 0'; intermediária – 2'30; final – 4'48"). Os valores médio de RMS do RF e BF nas fases foram crescente, e decrescentes para os valores médios da frequência mediana. Concluiu-se que a técnica é eficaz para performance do RF e pouco eficaz para o BF, havendo necessidade de um trabalho suplementar para os músculos posteriores da coxa, e por ser um exercício fatigante, é necessário maiores preocupações para que os professores não lesionem a longo prazo devido ao número excessivo de aulas ministradas diariamente por cada profissional.

Palavras-chave: eletromiografia, agachamento, reto femoral, bíceps femoral, *Body Pump*

## **Introdução**

A eletromiografia (EMG) permite analisar o sinal elétrico resultante da contração muscular isolada ou de grupos musculares, podendo ser aplicada tanto na área clínica, na avaliação do alcance da doença neuromuscular ou do traumatismo, como na pesquisa básica, como um instrumento cinesiológico para estudo da função muscular [1,3,22].

Neste sentido, a EMG tem contribuído com a Educação Física, Fisioterapia e demais áreas da saúde, para a prescrição de exercícios, pois além das informações sobre a Anatomia e da Fisiologia muscular, é possível verificar o nível de participação de um músculo em determinado movimento [6], e ainda como um instrumento que permita analisar e confirmar se algumas metas terapêuticas estão sendo alcançadas.

Um exercício básico em qualquer programa de ginástica ou musculação é o agachamento, definido como o movimento número um da cultura física o qual solicita uma grande parte do sistema muscular, trabalhando, sobretudo, os músculos quadríceps e os posteriores da coxa [7]. Este exercício possui certo grau de dificuldade e deve ser realizado inicialmente sem carga ou com ajuda de um instrutor para que o indivíduo aprenda a técnica de execução e adquira coordenação intermuscular e intramuscular. A carga deve ser aumentada progressivamente para que possa realizar este exercício com segurança [6,16]. Desta forma podem ser desenvolvidos os músculos e articulações do quadril, da coxa, joelho, perna e tornozelo, por causa da moderada a alta atividade elétrica produzida, principalmente, pelos músculos quadríceps, posteriores da coxa e gastrocnêmio [12].

O exercício de agachamento tem sido aplicado em diversos tipos de aulas nas academias de ginástica, sendo um dos componentes principais no *Body Pump*, que é um

treinamento com pesos sincronizado às melhores músicas do momento, que visa desenvolver a força, a resistência muscular, gastar muitas calorias e definir a musculatura, além de melhorar a postura corporal e prevenir a osteoporose [5].

Vários estudos têm sido realizados envolvendo a análise dos músculos quadríceps e posteriores da coxa através da eletromiografia [8,10,11,13,23].

Assim, Escamilla [11] estudaram a atividade elétrica dos músculos quadríceps e posteriores da coxa no agachamento livre e no aparelho *Leg Press* (LP), e encontraram que o agachamento é mais eficiente do que o LP no envolvimento da atividade elétrica tanto no músculo quadríceps da coxa e quanto nos músculos posteriores da coxa. Neste mesmo estudo foi demonstrado que os músculos vastos têm atividade maior que o músculo reto femoral (RF) tanto no agachamento como no LP. Além disso, foi demonstrado que os músculos quadríceps e posteriores da coxa possuem maiores atividades na fase de extensão da perna no agachamento em comparação à fase de flexão.

Escamilla [9] também analisaram o exercício agachamento com o objetivo de quantificar a atividade elétrica dos músculos quadríceps da coxa e isquiotibiais, e encontraram que a atividade elétrica do músculo RF aumentou com a flexão da perna, com pico de atividade no ângulo de 83° a 95° de flexão da perna, e o bíceps femoral (BF) com pico entre 90° e 95° de flexão da perna.

Isear [14] verificaram o recrutamento dos músculos da extremidade inferior no exercício agachamento sem carga, através de EMG. Os autores constataram que a atividade elétrica dos músculos vasto medial e vasto lateral foi significativamente maior a atividade dos músculos posteriores de coxa.

No exercício agachamento com o posicionamento paralelo dos pés, o músculo vasto medial apresentou uma atividade maior em relação ao músculo BF [19].

A composição das fibras musculares, assim como seu tamanho tem sido descrito como importante influenciador dos valores da frequência dos sinais eletromiográficos, levando estes valores a decrescerem no transcorrer de exercícios [4,15], em resposta à isquemia e comandado pelo sistema nervoso central e periférico, mostrando que os músculos extensores e os flexores da perna fadigam simultaneamente durante exercícios isométricos de extensão da perna [15,17,21].

Mullany [21], analisando o exercício de extensão isométrica da perna em 25%, 50%, 75% e 100% da contração voluntária máxima com a perna flexionada a 75°, utilizando o teste *post-hoc* encontraram diferenças significativas entre os valores médios da frequência mediana dos músculos RF e BF entre as cargas.

Larsson [17], avaliaram a fadiga no exercício contração máxima na extensão da perna, e acharam que os valores médios da frequência mediana máxima do músculo RF foram de 103,5 Hz e final foi de 66,7 Hz. O músculo BF apresentou valores médios da frequência mediana máxima de 107,0 Hz e final de 74,0 Hz. Karlsson [15], avaliaram movimento de extensão da perna com contração isométrica máxima. Foi observado um decréscimo significativo nos valores da frequência mediana do músculo RF entre as três primeiras contrações e as 20 últimas contrações durante o teste.

Bilodeau [4], avaliaram o aumento da contração isométrica na extensão da perna com aumento gradual na força de 0 a 100% da contração voluntária máxima, e não observaram diferença significativa na média dos valores da frequência mediana dos músculos analisados, para as fases pré-fadiga e pós-fadiga, embora houvesse um decréscimo nos valores.



Dentro deste contexto, o propósito deste estudo é comparar e analisar a atividade eletromiográfica bilateral dos músculos RF e BF durante a execução do exercício agachamento livre, usando a técnica biomecânica empregada no *Body Pump*.

Desta forma, a análise eletromiográfica pode evidenciar as ações musculares de maneira mais precisa, vislumbrando a magnitude das ações de alguns músculos envolvidos na execução do agachamento no *Body Pump*, o que oferece subsídios teóricos e científicos aos profissionais de Educação Física e Fisioterapia, para que possam prescrever exercícios de acordo com os objetivos específicos de sua clientela, podendo discriminar as ações musculares envolvidas, determinar metas terapêuticas, de treinamento e condicionamento, confirmando sua eficácia.

## **Métodos**

Foram selecionados 10 voluntários adultos jovens (8 mulheres e 2 homens) professores de *Body Pump*, idade entre 20 e 35 anos, altura entre 1,68 e 1,82 m, saudáveis e sem histórico de doenças osteomioarticulares. O critério de inclusão no estudo foi baseado no tempo de treinamento, ou seja, os voluntários deveriam ter no mínimo seis meses de treinamento.

Os sinais eletromiográficos foram obtidos através de um eletromiógrafo computadorizado desenvolvido no Laboratório de Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, contendo as seguintes características: aquisição simultânea de até oito canais diferenciais, dispositivo com dois canais adicionais para células de carga e eletrogoniômetros, terra comum a todos os canais, filtros com faixa de passagem de 20 Hz e 1 kHz, estágio amplificador ajustável, possibilitando ganhos entre 100 vezes e 4960 vezes, isolamento galvânica (1,5 kV a 60 Hz)

entre o circuito eletrônico e o estágio que fica em contato com o usuário, impedância de entrada dos canais EMG de  $10\text{ G}\Omega$  em modo diferencial, 12 bits de resolução, taxa máxima de conversão de 330 kHz e faixa de entrada de  $-10\text{V}$  a  $+10\text{V}$ .

A atividade elétrica dos músculos foi captada em um tempo correspondente a 12 segundos de registro, e foi analisada utilizando-se o *software MyoSystem-Br1* (versão 2.9b), que transformou o potencial de ação dos músculos estudados em valores numéricos de RMS (Root Mean Square - Raiz Quadrada da Média), expressos em microvolts ( $\mu\text{V}$ ) e da frequência mediana, expressos em hertz (Hz).

Para captação dos sinais eletromiográficos foram utilizados eletrodos de superfície ativos (diferenciais simples), composto por duas barras paralelas de prata pura com 1 cm de comprimento e 1 mm de largura cada, com 1 cm de distância uma da outra. O sinal foi pré-amplificado no eletrodo ativo com ganho de 20 vezes. Foi utilizado um eletrodo terra (de referência), constituído de placa metálica de  $3\text{ cm}^2$ , comum a todos os canais, fixado na tuberosidade da tíbia e untado com pasta gel eletrocondutora para melhorar a condução dos sinais e eliminar eventuais interferências externas.

Para a realização do exercício agachamento foi utilizado uma barra de ferro com 1,5 m de comprimento e 1,5 Kg de massa. Nesta barra foram encaixadas anilhas de vários pesos (1, 2 ou 5 Kg).

Antes do início dos testes foi proferida uma explicação sucinta sobre o experimento e o exercício a ser executado. Todos os voluntários realizaram o movimento de agachamento em um tempo de cinco minutos (5'), tempo este referente à uma música específica da técnica do *Body Pump*, na qual os participantes realizam apenas exercícios de agachamento com várias combinações (1x1, 2x2, 3x1, 4x4; onde o

Os testes foram realizados de forma bilateral para obter parâmetros de comparação entre a atividade elétrica nas diferentes fases de coleta e acompanhar a evolução da possível fadiga muscular.

### **Análise estatística**

Os dados foram analisados usando o programa computadorizado *GraphPad Prism* (versão 3.0 – *GraphPad Software, Inc.*). Como os valores apresentaram distribuição normal (Gaussiana), testes paramétricos foram empregados em todas as análises.

A análise de variância ANOVA *One-Way* foi utilizada para a comparação das médias dos valores de RMS e da frequência mediana. Em todas essas análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de Tukey para verificar onde havia diferenças.

## **Resultados**

### **RMS da atividade elétrica**

Os valores de RMS da atividade elétrica dos músculos Bíceps Femoral Esquerdo (BF-Esq), Reto Femoral Esquerdo (RF-Esq), Bíceps Femoral Direito (BF-Dir) e Reto Femoral Direito (RF-Dir) em agachamento do *Body Pump* nas fases inicial (I), intermediária (II) e final (III) estão representados na Tabela 1.

A Tabela 1 mostra que, na fase I, os músculos RF-Dir e RF-Esq apresentaram maior valor médio de RMS em relação aos músculos BF-Dir e BF-Esq, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Na fase II, os músculos RF-Dir e

RF-Esq exibiram maior atividade elétrica, porém com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) apenas no antímero direito ( $42,6 \mu\text{V}$  para RF-Dir e  $19,3 \mu\text{V}$  para BF-Dir). Na fase III, o músculo RF-Dir mostrou atividade elétrica significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em relação ao BF-Dir ( $58,6 \mu\text{V}$  e  $20,6 \mu\text{V}$ , respectivamente).

A comparação entre os valores médios de RMS obtidos dos músculos BF-Esq, RF-Esq, BF-Dir e RF-Dir nas fases I, II e III está ilustrada na Figura 1.

Os músculos se comportaram de maneira semelhante, onde os valores médios de RMS aumentaram no transcorrer do exercício, com exceção do músculo RF-Esq que apresentou uma menor média do valor de RMS na fase II, embora não tenha havido diferenças estatisticamente significativa entre estes valores. O músculo reto femoral apresentou maiores valores da média de RMS em relação ao bíceps femoral. O RF-Dir foi o que apresentou maiores valores de RMS em todo o exercício.

### **Frequência Mediana**

Os valores da frequência da atividade elétrica dos músculos BF-Esq, RF-Esq, BF-Dir e RF-Dir em agachamento do *Body Pump* nas fases I, II e III estão representados na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores da frequência mediana dos músculos analisados, sendo que os maiores valores foram dos músculos analisados na coxa direita. Os músculos BF apresentaram maiores valores que o RF, na fase I.

Observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa na frequência mediana do sinal elétrico entre os músculos analisados na fase II, mas observa-se que os músculos RF apresentaram maiores valores da média da frequência em relação aos BF.

Os músculos analisados da coxa direita apresentaram maiores valores de que os da coxa esquerda.

O músculo RF-Esq apresentou maior valor da média da frequência mediana dentre os músculos analisados na fase I, embora não tenha tido diferença significativa entre quaisquer valores. O músculo BF-Dir apresentou maior média da frequência mediana em relação ao RF-Dir, e o RF-Esq apresentou maior média da frequência mediana em relação ao BF-Esq.

A comparação entre os valores médios da frequência mediana obtidos dos músculos BF-Esq, RF-Esq, BF-Dir e RF-Dir nas fases I, II e III está ilustrada na Figura 2.

Foi observada uma diminuição nos valores da frequência mediana para os músculos BF-Esq, BF-Dir e RF-Dir da fase I para a fase II (I – II) e da fase II para a fase III (II – III). O músculo RF-Esq comportou-se de maneira diferente, tendo um aumento nos valores da frequência mediana entre as fases I – II e II – III. Embora tenha havido tal diferença nos valores, a estatística não acusou diferença significativa.

## **Discussão**

Muitos estudos, envolvendo eletromiografia no exercício de agachamento, comparam os valores médios de RMS dos músculos estudados [8,9,11,12,19], mas poucos têm comparado estes valores na co-contracção dos músculos quadríceps da coxa e posteriores da perna, neste exercício [12,19]. Alguns estudos analisaram os valores médios de RMS para estes músculos, e mostraram que o quadríceps obteve maiores valores que os posteriores [8,9,11,19], mas nem todos citam estes valores [8,9].

Os valores médios de RMS da atividade elétrica do músculo reto femoral (RF) foram maiores que os valores do biceps femoral (BF) no exercício de agachamento analisado neste estudo, o que concorda com o estudo de Escamilla [9] onde compararam a atividade elétrica de músculos da coxa em exercícios de agachamento, *Leg Press* e mesa extensora. McCaw e Melrose [19] reuniram nove voluntários, os quais realizaram exercícios de agachamento em diferentes posições de pé e descreveram as estatísticas dos valores integrados da EMG (IEMG) para os seis músculos analisados. Dentre os seis músculos, o RF apresentou maiores valores de IEMG comparados com o BF. Escamilla [12], analisando os músculos da coxa, observaram maiores valores médios de RMS para o músculo RF, e o BF se comportou da mesma forma, embora com valores menores. Estes trabalhos coincidem com os resultados obtidos neste trabalho, onde o músculo RF contribuiu com 67%, da atividade eletromiográfica utilizada nas três diferentes fases do exercício (fases inicial, intermediária e final), e o músculo BF contribuiu com 33%, demonstrando uma maior contribuição do músculo RF em relação ao BF na execução do exercício agachamento na técnica empregada no *Body Pump*, quando comparados apenas estes dois músculos.

Escamilla [8], encontrou em seu estudo que os valores médios da EMG foram significativamente maiores na fase de extensão da perna comparados com a fase de flexão da perna, onde o músculo quadríceps da coxa foi mais ativado nos maiores ângulos de flexão da perna, e os músculos posteriores foram mais ativados nos menores ângulos na fase de flexão da perna. Nosso estudo não avaliou a atividade elétrica dos músculos separando as fases de extensão ou flexão, mas sim, no movimento completo, onde foram evidenciadas as respostas do padrão de comportamento dos músculos, com o RF sendo mais ativado que o BF durante todo o exercício.

Mullany [21], analisando o exercício de extensão isométrica da perna em 25%, 50%, 75% e 100% da contração voluntária máxima com a perna flexionada a 75°, encontraram diferenças significativas entre os valores médios da frequência mediana dos músculos RF e BF entre as cargas, o que não coincide com os resultados de nosso experimento, que não mostrou diferenças significativas entre as fases de execução do movimento. É necessário um estudo complementar, onde se avalie um tempo maior do exercício agachamento empregando a técnica biomecânica do *Body Pump* para verificar se haverá diferenças estatisticamente significativa nos valores médios da frequência mediana, e se possível, a partir de que instante inicia-se a fadiga muscular.

Larsson [17] avaliaram a fadiga no exercício contração máxima na extensão da perna, e acharam que os valores médios da frequência mediana máxima do músculo RF foram de 103,5 Hz e os valores da frequência mediana final foi de 66,7 Hz. O músculo BF apresentou valores médios da frequência mediana máxima de 107,0 Hz e final de 74,0 Hz. Em nosso estudo os máximos valores médios da frequência mediana dos músculos RF e BF apresentaram valores de 74,7 Hz e 76,3 Hz, respectivamente. Os valores médios da frequência mediana apurada nos músculos RF e BF na fase III do experimento foram de 64,9 Hz e 68,9 Hz, respectivamente. A diferença nos valores médios da frequência mediana comparados com o nosso trabalho se deve aos exercícios diferentes executados, mas a coincidência na diminuição destes valores mostra um início de fadiga muscular, onde a atividade elétrica dos músculos começa a cair, sendo necessário um aumento na ativação de um maior número de fibras musculares para que se execute o movimento com a mesma intensidade.

Karlsson [15] avaliaram movimento de extensão da perna com contração isométrica máxima, e foi observado um decréscimo significativo nos valores da

freqüência mediana do músculo RF entre as três primeiras contrações e as 20 últimas contrações durante o teste. Os resultados desta pesquisa, em exercícios empregando a técnica do agachamento no *Body Pump*, demonstraram uma queda nos valores médios da freqüência mediana, com exceção do músculo RF-Esq, embora não tenha apresentado diferença significativa, com a diminuição dos valores médios da freqüência mediana durante a coleta de dados da fase I para a fase III no tempo total de 5 minutos, pode-se deduzir um início de fadiga muscular. Porém, uma aula de *Body Pump* dura em média 50 minutos e são utilizados, basicamente, 10 músicas, o que nos deixa preocupados pelo fato da maioria dos professores de *Body Pump* ministram de três a quatro aulas por dia, algumas vezes, aulas consecutivas. Provavelmente a exceção da queda dos valores da freqüência mediana apresentados no RF-Esq está relacionada a um maior apoio no membro direito na execução do movimento, o que levou o RF-Dir a apresentar um maior índice de fadiga.

Bilodeau [4] avaliaram o aumento da contração isométrica na extensão da perna com aumento gradual na força de 0 a 100% da contração voluntária máxima, e não observaram diferença significativa na média dos valores da freqüência mediana dos músculos analisados, para as fases pré-fadiga e pós-fadiga, embora houvesse um decréscimo nos valores. Tais resultados assemelham-se com os encontrados em nosso estudo, mostrando que os músculos diminuem seus valores médios da freqüência mediana em virtude de uma menor propagação dos impulsos nervosos.

Moraes [20] analisaram a atividade elétrica do músculo RF no exercício de extensão da perna na cadeira extensora com aumento progressivo da carga e observaram que a média dos valores de RMS da atividade elétrica do RF aumenta até uma certa carga, a partir da qual o músculo apresenta um decréscimo nestes valores, indicando a



necessidade de se recrutar mais fibras musculares para continuar o movimento no exercício, mostrando dificuldade em desenvolver o movimento o que é considerado o começo do processo de fadiga muscular. Em nosso estudo, os valores médios de RMS também aumentaram no decorrer das fases, com exceção do músculo RF-Esq que apresentou decréscimo nos valores médios da fase I – II e acréscimo nos valores médios de II – III. O músculo RF-Dir apresentou um aumento significativo da fase II – III, nos valores médios de RMS da atividade elétrica. Provavelmente nossos valores médios de RMS não diminuíram por ter sido pequeno o tempo de execução do exercício para a detecção da fadiga através do RMS, embora a diminuição nos valores médios da frequência mediana verificada neste estudo, possam ser indícios de fadiga muscular.

Os valores médios de RMS da atividade elétrica encontrada neste trabalho confirmam que o músculo RF tem maior atividade elétrica no exercício de agachamento comparado com o músculo BF, sendo, portanto, o músculo RF mais ativado na execução do exercício e por isso caracterizado como agonista no movimento, e o BF por ser menos ativado exerce função sinergista, controlando o movimento. Estes fazem co-contracção, sendo bastante ativados eletricamente quando iniciado o movimento de flexão da perna e diminuindo sua atividade ao final do movimento ou extensão total da perna.

Não foram encontrados trabalhos publicados que avaliassem o exercício agachamento empregando a técnica biomecânica do *Body Pump*, através da Eletromiografia, por isso enfrentamos dificuldade na comparação e discussão dos resultados desta pesquisa com as de outros autores, sendo necessários outros estudos que analisem o comportamento muscular em várias fases de uma aula completa empregando a técnica do *Body Pump*.

Paulo, 1996.

- [2]. ARAÚJO, R. C.; AMADIO, A. C. *Análise biomecânica de ativação das porções superficiais do m.quadriceps femoral durante contrações excêntricas e concêntricas*. Rev.Bras.Fisiot., Rio de Janeiro, 1996.

- [3]. BASMAJIAN, J. V.; De LUCA, C. J. Upper Limb. In: Basmajian, J. V.; De Luca, C. J. *Muscles Alive: their function revealed by electromyography*. 5. ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1985: 276-281.
- [4]. BILODEAU, M., SCHINDLER-IVENS, S., WILLIAMS, D.M., CHANDRAN, R., SHARMA, S.S. *EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women*. Journal of Electromyography and Kinesiology 13 (2003) 83-92.
- [5]. BODY SYSTEMS - LATIN AMÉRICA. *BODY SYSTEMS*. Disponível em: <<http://www.bodysystems.net>>. Acesso em: 20 Nov, 2004.
- [6]. BOMPA, T. O. *Treinamento de Força Consciente*. Tradução Dilmar Pinto Guedes. 1ª ed. São Paulo: Phorte Editora. 2000.
- [7]. DELAVIER, F. *Guia dos movimentos de musculação -- abordagem anatômica*. Tradução: Dr. Marcos Ikeda. 2ª ed. São Paulo: Ed. Manole, 2000: 78-79.
- [8]. ESCAMILLA, R. F., FRANCISCO, KAYES, A. C. A. V., SPEER, K. P., and MOORMAN, C. T. *An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts*. Med. Sci. Sports Exerc. 34 (4) (2002) 682-688.
- [9]. ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., ZHENG, BARRENTINE, N., S. W., WILK, K. E., and ANDREWS, J. R. . *Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises*. Med. Sci. Sports Exerc. 30 (4) (1998) 556-69.
- [10]. ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., LOWRY, T. M., BARRENTINE, S. W., and ANDREWS, J. R. *A three-dimensional biomechanical analysis of the squat during varying stance widths*. Med. Si. Sports Exerc. 33 (6) (2001a) 984-998.
- [11]. ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., ZHEN, G. N., LANDER, J. E., BARRENTINTE, S. W., ANDREWS, J. R., BERGEMANN, B. W., and MOORMAN, C. T. *Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press*. Med. Sci. Sports Exerc. 33 (9) (2001b) 1552-1566.
- [12]. ESCAMILLA, R. F. *Knee biomechanics of the dynamic squat exercise*. Med. Sci. Sports Exerc. 33 (1) (2001c) 127-141
- [13]. FLANAGAN, S., SALEM, G. J., WANG, M.-Y., SANKER, S. E., and GREENDALE, G. A. *Squatting Exercises in Older Adults: Kinematic and Kinetic Comparisons*. Med. Sci. Sports Exerc. 35 (4) (2003) 635-643.

## Anexos

### Tabelas

**Tabela 1.** Valores de RMS da atividade elétrica dos músculos Bíceps Femoral e Reto Femoral, durante a execução do exercício agachamento livre, usando a técnica biomecânica empregada no *Body Pump*, nas fases: inicial, intermediária e final.

Voluntário	RMS											
	Músculos											
	BF-Esq			RF-Esq			BF-Dir			RF-Dir		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	8,6	7,8	9,5	24,2	23,3	25,6	9,3	12,3	10,5	19,7	19,8	21,9
2	8,4	11,3	13,1	18,0	35,8	40,5	9,7	10,8	11,2	16,6	30,6	43,7
3	14,0	13,5	16,7	39,9	33,5	29,0	23,4	20,6	25,9	37,5	46,1	21,8
4	32,3	34,8	34,0	50,9	21,6	29,5	24,6	23,1	24,6	14,7	15,6	35,3
5	17,2	19,5	21,5	16,3	19,6	20,6	7,8	9,0	10,1	19,3	32,3	34,2
6	30,5	28,7	27,4	86,9	56,7	49,5	28,3	27,9	24,3	57,7	92,2	146,9
7	20,5	20,7	35,5	39,1	40,3	27,8	27,2	34,2	38,3	130,7	76,3	126,6
8	16,6	18,6	27,0	1,8	2,1	3,4	11,5	13,4	16,7	20,5	19,8	24,4
9	15,9	14,4	20,4	38,7	60,8	93,6	15,3	16,8	23,9	32,4	41,9	63,4
10	25,7	34,2	34,9	25,3	32,0	38,2	15,3	25,3	20,0	38,5	51,6	67,6
<b>Média</b>	<b>19,0</b>	<b>20,3</b>	<b>24,0</b>	<b>34,1</b>	<b>32,6</b>	<b>35,8</b>	<b>17,2</b>	<b>19,3</b>	<b>20,6</b>	<b>38,8</b>	<b>42,6<sup>a</sup></b>	<b>58,6<sup>a</sup></b>
<b>DP</b>	<b>8,3</b>	<b>9,4</b>	<b>9,3</b>	<b>23,4</b>	<b>17,5</b>	<b>23,8</b>	<b>7,9</b>	<b>8,3</b>	<b>8,8</b>	<b>35,0</b>	<b>25,2</b>	<b>44,4</b>

BF-Esq = Bíceps Femoral Esquerdo; RF-Esq = Reto Femoral Esquerdo; BF-Dir = Bíceps Femoral Direito; RF-Dir = Reto Femoral Direito; I = Fase inicial; II = Fase intermediária; III = Fase final; DP = Desvio Padrão; Valores amostrados em  $\mu\text{V}$ .

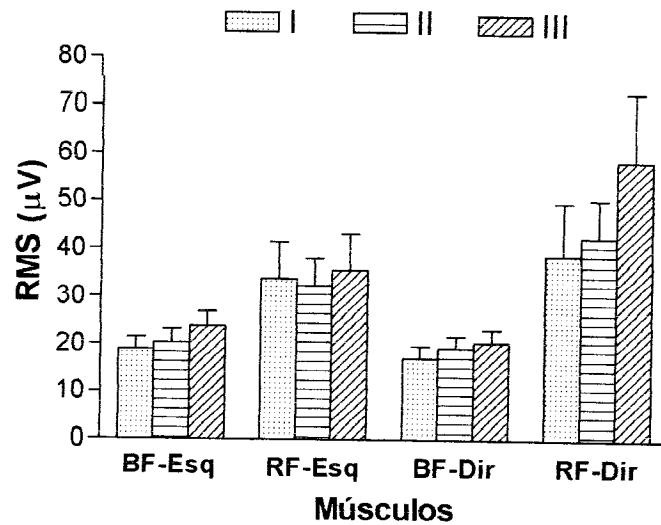
<sup>a</sup>  $p < 0,05$  em relação a BF-Dir como determinado pelo teste de Tukey.

**Tabela 2.** Valores da Frequência da atividade elétrica dos músculos Bíceps Femoral Esquerdo, Reto Femoral Esquerdo, Bíceps Femoral Direito e Reto Femoral Direito durante a execução do exercício agachamento livre, usando a técnica biomecânica empregada no *Body Pump*, nas fases: inicial, intermediária e final.

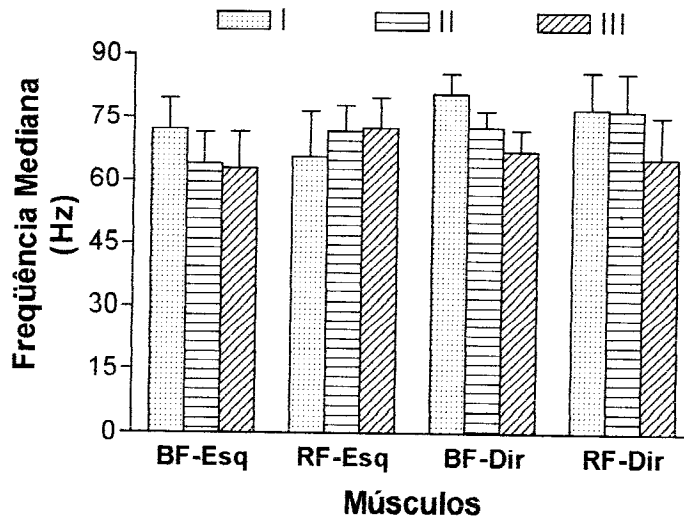
Voluntário	Frequência mediana											
	Músculos											
	BF-Esq			RF-Esq			BF-Dir			RF-Dir		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	90,6	70,5	79,1	89,5	79,6	86,7	71,0	67,3	64,9	65,3	64,7	62,6
2	60,2	40,2	36,5	54,4	63,4	80,4	82,0	80,7	69,4	84,1	85,7	82,4
3	54,4	56,2	37,0	103,0	84,1	54,7	50,2	54,7	59,2	103,7	98,1	75,7
4	90,1	81,6	88,1	17,2	77,7	89,9	77,5	81,2	77,5	65,2	64,1	28,2
5	89,8	71,7	81,2	78,7	75,4	75,2	97,7	93,7	94,9	89,7	93,6	85,4
6	61,2	62,1	58,2	31,9	49,2	61,9	72,6	67,9	65,9	40,7	20,7	22,3
7	20,6	15,0	11,1	104,2	93,7	90,0	102,7	53,3	39,7	22,5	39,4	20,0
8	89,7	88,0	81,0	45,7	28,1	13,5	96,8	65,9	51,7	105,1	114,4	101,0
9	67,6	68,2	63,7	30,6	74,9	82,7	76,0	76,4	73,1	102,5	93,9	96,3
10	96,2	87,1	92,5	103,0	89,7	88,0	79,8	83,1	74,5	91,7	90,8	81,4
<b>Média</b>	<b>72,0</b>	<b>64,1</b>	<b>62,8</b>	<b>65,8</b>	<b>71,6</b>	<b>72,3</b>	<b>80,6</b>	<b>72,4</b>	<b>67,1</b>	<b>77,1</b>	<b>76,5</b>	<b>65,5</b>
<b>DP</b>	<b>23,8</b>	<b>22,5</b>	<b>26,9</b>	<b>33,8</b>	<b>19,9</b>	<b>23,9</b>	<b>15,5</b>	<b>12,9</b>	<b>15,0</b>	<b>28,2</b>	<b>29,0</b>	<b>30,9</b>

BF-Esq = Bíceps Femoral Esquerdo; RF-Esq = Reto Femoral Esquerdo; BF-Dir = Bíceps Femoral Direito; RF-Dir = Reto Femoral Direito; I = Fase inicial; II = Fase intermediária; III = Fase final; DP = Desvio Padrão; Valores amostrados em  $\mu\text{V}$ .

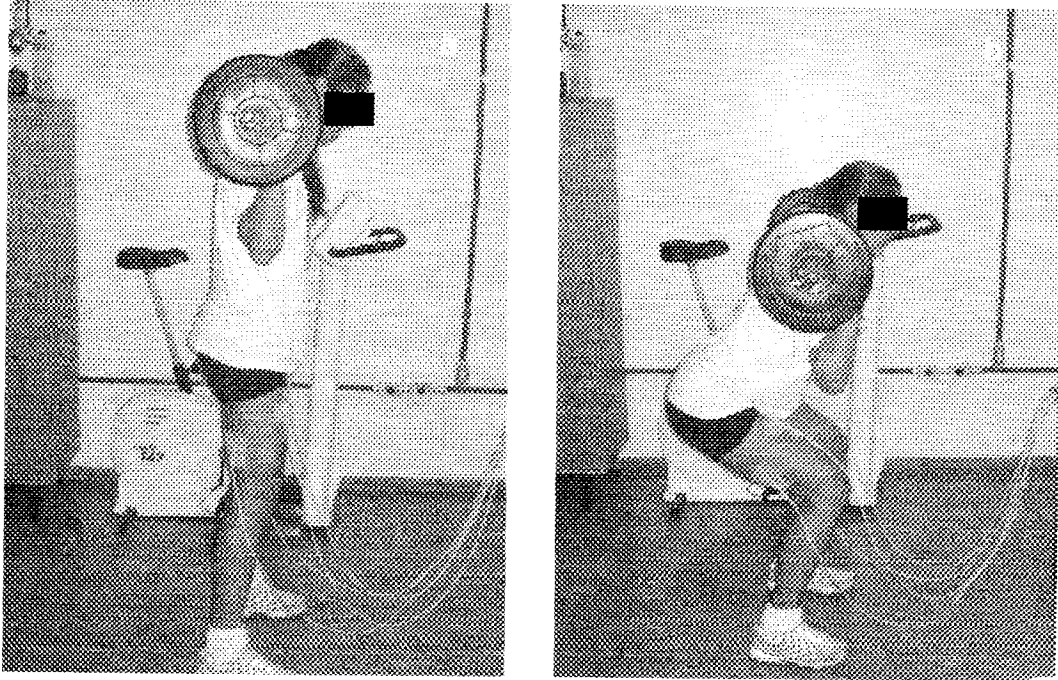
## Figuras



**Figura 1.** Comparação entre os valores de RMS (expressos em  $\mu\text{V}$ ) da atividade elétrica dos músculos Bíceps Femoral Esquerdo (BF-Esq); Reto Femoral Esquerdo (RF-Esq); Bíceps Femoral Direito (BF-Dir); Reto Femoral Direito (RF-Dir), nas fases: inicia (I); intermediária (II); final (III) no exercício agachamento pela técnica biomecânica do *Body Pump*. As barras representam a média e o desvio padrão.



**Figura 2.** Comparação entre os valores da frequência mediana (expressos em  $\mu\text{V}$ ) da atividade elétrica dos músculos Bíceps Femoral Esquerdo (BF-Esq); Reto Femoral Esquerdo (RF-Esq); Bíceps Femoral Direito (BF-Dir); Reto Femoral Direito (RF-Dir), nas fases: inicia (I); intermediária (II); final (III) no exercício agachamento pela técnica biomecânica do *Body Pump*. As barras representam a média e o desvio padrão.



**Figura 3.** Posição inicial (a) e final (b) do voluntário no agachamento 2x2 pela técnica biomecânica do *Body Pump*.

# Journal of Electromyography & Kinesiology

## Guide for Authors

The Instructions for Authors can also be found on the Internet: access under <http://www.elsevier.com/locate/jelekin>.

The *Journal of Electromyography and Kinesiology* aims to provide a single, authoritative forum for the publication of original research and clinical studies on muscle contraction and human motion through combined or separate mechanical and electrical detection techniques. Some of the key topics covered include: control of movement; muscle and nerve properties; electrical stimulation; sports and exercise; rehabilitation; muscle fatigue; joint biomechanics; motion analysis; measures of human performance; neuromuscular diseases; physiological modelling; posture and movement. The Journal welcomes the submission of original papers, reviews and letters to the Editors. The Journal will also publish book reviews and a calendar of forthcoming events.

## PUBLICATION CONDITION

A manuscript submitted to this journal can only be published if it (or a similar version) has not been published and will not be simultaneously submitted or published elsewhere. A violation of this condition is considered as fraud, and will be answered by appropriate sanctions against all authors. Two manuscripts are considered similar if their subjects concern the same hypothesis, question or goal, addressed with the same scientific methodology.

## REFEREEING

All contributions are read by two or more referees to ensure both accuracy and relevance, and amendments to the script may thus be required before final acceptance. On acceptance, contributions are subject to editorial amendment to suit house style.

## COPYRIGHT

All authors must sign the 'Transfer of Copyright' agreement or, where authors work for an organisation that does not permit such assignment, a standard licence agreement, before the article can be published. This transfer agreement enables Elsevier Ltd to protect the copyright material for the authors, but does not relinquish the author's proprietary rights. The copyright transfer covers the exclusive rights to reproduce and distribute the article, including reprints, photographic reproductions, microfilm or the right to adapt the article for use in conjunction with computer systems and programs, including reproduction or publication in machine-readable form and incorporation in retrieval systems. If excerpts (for example figures) from copyrighted works are included the author is responsible for obtaining written permission from the copyright holder prior to submitting the final version of the paper. Full credit must be given to such courses.

Further details regarding copyright issues can be found on the Internet at the following address: <http://www.elsevier.com/homepage/authors/?main=/homepage/about/ita/copyright.shtml>.

## PREPARATION OF SCRIPTS

All publications will be in English. Authors whose 'first' language is not English should arrange for their manuscripts to be written in idiomatic English before submission. Please also ensure that your manuscript has been thoroughly checked for errors **prior** to submission.

Authors in Japan please note: Upon request, and if the author feels that it is necessary, Elsevier Japan will provide authors with a list of specialised people who can check and improve the English of their manuscript

(before submission). Please contact our Tokyo office: Elsevier Japan, 1-9-15 Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-0044. Tel: (03)-5561-5032; Fax: (03)-5561-3045.

You should have your contribution typed in double-line spacing, on one side only of A4 paper. Do not underline anything and leave wide margins. Please also add line numbers to your submitted manuscript (e.g. 5, 10, 15 etc.) and number every page.

EMG data should be collected and presented according to the 'Standards for Reporting EMG Data' printed at the back of each issue of this journal.

All authors should sign a cover note to acknowledge that they have read, and approve of, the content of the manuscript as submitted.

### **SUBMISSIONS**

An original along with three copies of the manuscript are required and these should be sent to:

#### **For the Americas, Europe, Africa and the Middle East:**

Professor M. Solomonow, Department of Orthopaedic Surgery, Louisiana State University Medical Center, 2025 Gravier St, No. 400 New Orleans, LA 70112, USA; Tel.: (504) 568-2551, Fax: (504) 599-1144

#### **For the Far East and Australia:**

Professor T. Moritani, Laboratory of Applied Physiology, The Graduate School of Environmental Studies, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan; Tel: 81 75 753 6888, Fax: 81 75 753 6734

Please include a cover letter indicating the name, address, telephone number, and fax number of the individual to whom correspondence and proofs are to be addressed. All manuscripts will be acknowledged upon receipt at the Editorial office.

No page charges are made to authors for material published.

#### **Arrangement of papers**

You should arrange your contribution in the following order:

1. Title page including the article title, author(s), affiliation(s), keywords and one author identified for correspondence
2. A 200 word abstract outlining the purpose, scope and conclusions of the paper
3. The text, suitably divided under headings
4. Acknowledgements (if any)
5. References
6. Tables (each on separate sheet)
7. Captions to illustrations (grouped on a separate sheet or sheets)



8. Illustrations, each on a separate sheet containing no text.

All submissions should be accompanied by a declaration signed by each author that the paper has not been previously published or submitted for consideration elsewhere.

### **TEXT**

Subdivide your paper in the simplest way possible, consistent with clarity using the standard format of introduction, methods, results and discussion.

### **TABLES**

Number tables consecutively throughout the paper (with Arabic numerals) referring to them in the text as Table 1, Table 2 etc. with a caption at the top of each table. Avoid the use of vertical rules. Tables should not duplicate results presented in graphs.

### **ILLUSTRATIONS**

All illustrations should be identified with the author's name and figure number marked in pencil.

#### **Line illustrations**

Articles may be published more quickly if illustrations are supplied to the required standards, authors should not be deterred if they are unable to meet these standards as illustrations can be redrawn in-house. The originals must be supplied on separate sheets, with two photocopies. Illustrations will be reduced in size photographically, typically to fit one or two columns of the journal and this should be borne in mind to ensure that lines and lettering remain clear when reduced. If you label the original illustrations do so in black ink using a suitable stencil. Lower case letters should be used throughout, with an initial capital letter for the first word only. If suitable stencils are unavailable label a photocopy, not the original illustrations, and our studio will complete the work to the correct standard. If your illustrations are computer-generated follow the lettering standards as above and supply the blackest possible laser printout.

For full instructions on the electronic submission of artwork, please visit the following web address:  
<http://www.elsevier.com/locate/authorartwork>.

#### **Graphs**

The minimum amount of descriptive text should be used on graphs and drawings (label curves, points, etc, with single-letter symbols). Descriptive matter should be placed in the figure caption. Scale grids should not be used in graphs, unless required for actual measurements. Graph axes should be labelled with variables written out in full, along the length of the axes, with the unit in parentheses (for example, Time(s)). A table is usually more satisfactory for recording data.

#### **Photographs**

Supply glossy, black and white, unmounted prints or 35 mm transparencies, plus two photocopies. A scale, where appropriate, should be marked on the photographs or included in the caption.

Colour reproduction is available if the author is willing to bear the additional printing costs.

### **REFERENCES**

The reference list should be constructed alphabetically. Where more than one reference has the same first author, use the next named author to construct the list alphabetically. For identical author groups, list the references by date. References should be cited in the text using the first author name plus the year of the paper, eg Solomonow et al, 2004, in square brackets. References cited more than once should use the same number each time. References should be in the following form:

#### *Journal article*

[7] Paivio A, Jansen B, Becker LJ. Comparisons through the mind's eye. *Cognition* 1975;37(2):635-47

#### *Book*

[10] Strunk W, White EB. *The elements of style*. 3rd ed. New York: Macmillan, 1979

#### *Article or chapter in edited book*

[2] Gurman AS, Kniskern DP. Family therapy outcome research: knowns and unknowns. In: Gurman AS, Kniskern DP, editors. *Handbook of family therapy*. New York: Brunner/Mazel, 1981:742-75.

Please ensure that references are complete, in that they include where relevant, author's name, article or book title, volume and issue number, publisher, year and page reference. Journal titles should appear in full.

### **UNITS AND ABBREVIATIONS**

SI units and their accepted abbreviations should be used.

### **CONTRIBUTIONS ON DISK**

Authors **must** submit a computer disk (5.25" or 3.5" HD/DD disk) containing the final version of the papers along with the final manuscript to the Editorial Office. Please observe the following criteria:

1. Specify what software was used, including which release (e.g. Wordperfect 4.0).
2. Specify what computer was used (either IBM compatible PC or Apple Macintosh).
3. Include the text file and separate table and illustration files, if available.
4. The file should follow the general instructions on style/arrangement and, in particular, the reference style of this journal as given in these Instructions for Authors.
5. The file should be single-spaced and should use the wrap-around end-of-line feature (i.e. no returns at the end of each line). All textural elements should begin flush left, no paragraph indents. Place two returns after every element such as title, headings, paragraphs, figure and table callouts, etc.
6. Please keep a back-up disk for reference and safety.
7. Please refer to the following web address for full instructions on electronic submission <http://www.elsevier.com/locate/disksub>. The corresponding author will be notified of acceptance by email or letter and the accepted manuscript and disk will be sent by the Editor to Elsevier, for publication.

### **CHECKLIST**

Have you told readers, at the outset, what they might gain by reading your paper?

Have you made the aim of your work clear?

Have you explained the significance of your combination?

Have you set your work in the appropriate context by giving sufficient background (including a complete set of relevant references) to your work?

Have you addressed the question of practicality and usefulness?

Have you identified future developments that may result from your work?

Have you structured your paper in a clear and logical fashion?

### **PREPARATION OF SUPPLEMENTARY DATA**

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our Author Gateway at <http://authors.elsevier.com>.

### **PROOFS**

Proofs will be sent to the author (first named author if no corresponding author is identified on multi-authored papers) by PDF wherever possible and should be returned within 48 hours of receipt, preferably by e-mail. Corrections should be restricted to typesetting errors; any other amendments made may be charged to the author. Any queries should be answered in full. Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are returned to us in one all-inclusive e-mail or fax. Subsequent additional corrections will not be possible, so please ensure that your first communication is complete. Should you choose to mail your corrections, please return them to: Log-in Department, Elsevier, Stover Court, Bampfylde Street, Exeter, Devon EX1 2AH, UK.

### **OFFPRINTS AND REPRINTS**

The principal author will receive 25 offprints of the paper and a copy of the published issue free of charge. Extra offprints copies (minimum 50) can be ordered prior to publication. Reprints (minimum 50) can be ordered at any time from the Reprints Department, Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK.

### **AUTHOR ENQUIRIES**

For enquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit the Author Gateway from Elsevier at <http://authors.elsevier.com>. The Author Gateway also provides the facility to track accepted articles and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed, as well as detailed artwork guidelines, copyright information, frequently asked questions and more.

Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided after registration of an article for publication.