

# DÉFICIT BILATERAL EM EXERCÍCIO MULTIARTICULAR PARA MEMBROS SUPERIORES

APARELHO LOCOMOTOR  
NO EXERCÍCIO E NO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

BILATERAL DEFICIT IN MULTIARTICULAR EXERCISE FOR  
UPPER EXTREMITIES

Fernando Nazário-de-Rezende<sup>1,2</sup>  
Eduardo G. Haddad<sup>1</sup>  
Gilmar da Cunha Sousa<sup>3</sup>  
Guilherme Goulart de Agostini<sup>3</sup>  
João Elias Dias Nunes<sup>3</sup>  
Moacir Marocolo Jr.<sup>1</sup>

1. UFTM – Programa de Mestrado em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – Uberaba – MG, Brasil.
2. FISIO2EX – Centro de Pesquisa e Avaliação Física em Performance Humana da Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC – Uberlândia, MG, Brasil.
3. CENESP – NIAFIS – FAEFI – UFU – Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil.

## Correspondência:

FISIO<sub>2</sub>EX-UNIPAC - Universidade  
Presidente Antônio Carlos  
Rua Barão de Camargos, 695 - Centro  
Uberlândia – MG, Brasil  
Cep: 38400-000  
Email: nazario\_rezende@hotmail.com

## RESUMO

A força muscular é um componente importante para a atividade física e para o desempenho das tarefas da vida diária. Um fenômeno observado geralmente é que a capacidade de geração de força máxima está comprometida quando os membros homólogos se contraem bilateralmente. Esse fenômeno é chamado de déficit bilateral. Assim, objetivou-se comparar a atividade elétrica do músculo deltoide, porção medial durante contrações unilaterais e bilaterais em um aparelho multiarticular de desenvolvimento articulado convergente, com 90% da carga voluntária máxima (CVM), em nove homens com idades entre 20 e 30 anos, estatura  $174 \pm 5$ cm e massa corporal  $78 \pm 15$ kg. Os sinais mioelétricos foram captados através da colocação de eletrodos ativos de superfície diferenciais da EMG System do Brasil, um eletrodo de referência (terra) e um módulo condicionador de sinais (eletromiógrafo), que forneceu dados numéricos em RMS (raiz quadrada da média) para análise dos resultados. Cada sinal coletado captou apenas a fase concêntrica do movimento e o mesmo teve duração de três segundos. Os resultados evidenciaram que durante exercício bilateral e unilateral com 90% da CVM, a atividade elétrica do membro não dominante predominou significativamente sobre o dominante ( $p = 0,018$ ). Quando somados os valores obtidos no trabalho do membro dominante com aqueles obtidos com o membro não dominante no exercício bilateral ( $2.231 \pm 504\mu\text{v}$ ) e comparados com os valores obtidos no trabalho unilateral ( $2.663 \pm 701\mu\text{v}$ ), o déficit bilateral foi encontrado ( $p = 0,018$ ). De acordo com nosso estudo, verificamos que o fenômeno do déficit bilateral se faz presente para o músculo deltoide médio no exercício multiarticular de desenvolvimento articulado convergente em indivíduos familiarizados em exercícios resistidos.

**Palavras-chave:** exercício multiarticular, déficit bilateral, EMG.

## ABSTRACT

*Muscular strength is an important component for physical activity and performance of activities of daily living. A phenomenon usually observed is that the capacity of generating maximum strength is compromised when the homologous extremities bilaterally contract. This phenomenon is called bilateral deficit. Thus, the aim of this work was to compare the electrical activity of the deltoid muscle, medial portion, during unilateral and bilateral contractions in a multiarticular machine of convergent articulated development, with 90% of maximum voluntary load (mvl), in nine men aged between 20 and 30 years, stature of  $174 \pm 5$ cm and body mass of  $78 \pm 15$  kg. The myoelectrical signals were obtained through placement of differential active surface electrodes by EMG System of Brazil, a reference electrode (ground) and a signal conditioner module (electromyograph), which provided numerical data in RMS (root median square) for results analysis. Each signal collected picked only the concentric phase of the movement and it had duration of three seconds. The results evidenced that during bilateral and unilateral exercise with 90% of MVL, the electric activity of the non-dominant extremity was significantly higher than in the dominant one ( $p = 0.018$ ). When the values obtained in the work of dominant extremity are summed with the work of non-dominant extremity in the bilateral exercise ( $2.231 \pm 504\mu\text{v}$ ) and compared with the values obtained in the unilateral work ( $2.663 \pm 701\mu\text{v}$ ), bilateral deficit was found ( $p = 0.018$ ). According to our study, it was verified that the bilateral deficit phenomenon is present in the medium deltoid muscle in the multiarticular exercise of convergent articulated development in individuals familiarized with resistance exercises.*

**Keywords:** multiarticular exercise, bilateral deficit, EMG.

## INTRODUÇÃO

A força muscular é um componente importante para a atividade física e para o desempenho das tarefas da vida diária. Um fenômeno observado geralmente é que a capacidade de geração de força máxima está com-

prometida quando os membros homólogos se contraem bilateralmente. Esse fenômeno é chamado de déficit bilateral, e ocorre quando a força voluntária máxima bilateral é menor que a soma das forças unilaterais dos membros direito e esquerdo quando se contraem isoladamente<sup>1,2</sup>.

Segundo Jakobi e Chilibeck<sup>1</sup>, o déficit bilateral tem recebido atenção considerável na literatura. Segundo os autores supracitados, muitos estudos dinâmicos encontraram déficit bilateral, considerando que estudos isométricos são mais numerosos e controversos.

A literatura relacionada com os exercícios resistidos referencia o déficit bilateral como uma leve diminuição neural no recrutamento de unidades motoras durante o desenvolvimento de trabalhos bilaterais, quando comparados à soma de trabalhos unilaterais<sup>2</sup>. Este déficit tem sido estudado por meio da força e da eletromiografia, comprovado na maioria das vezes com a utilização de exercícios uniarticulares<sup>3-7</sup> sendo controversos com relação à EMG e força em exercícios multiarticulares para membros inferiores e superiores<sup>3,8</sup>.

A relação entre a aquisição de força em função da execução de contrações unilaterais e bilaterais foi estudada por Schantz *et al.*<sup>3</sup> e Dieën *et al.*<sup>7</sup>, que afirmaram que uma contração muscular unilateral resulta em aumento significativo de atividade neuromuscular, enquanto que uma contração bilateral resulta em queda desta atividade.

Quando analisado o fator carga, potência e repetições máximas até a exaustão, Simão *et al.*<sup>9,10</sup> e Chaves *et al.*<sup>11</sup> verificaram a existência de déficit bilateral relacionado com a carga máxima, não ocorrendo o mesmo no que diz respeito à potência muscular máxima<sup>9</sup>. Supõe-se que as contrações máximas uni e bilaterais caracterizam-se quanto à sua ativação neuromuscular, pelo recrutamento de diversos grupos musculares ou em diversas frequências por meio de um processo paralelo de coordenação intermuscular. Entretanto, sabe-se que a coordenação intramuscular é fator determinante do desempenho em esportes em que são utilizadas contrações voluntárias unilaterais máximas<sup>12</sup>.

Estudos relacionados com o déficit bilateral e exercícios uni e multiarticulares foram feitos por Schantz *et al.*<sup>3</sup>, que verificaram diminuição de 10% na força isométrica voluntária máxima durante a extensão da perna bilateral (multiarticular) e uma superioridade bilateral de 4% nos exercícios de extensão de joelho (uniarticular) quando comparado à soma unilateral. Diferenças estas que não foram acompanhadas pelo sinal mioelétrico, que obteve comportamento similar durante contrações uni e bilaterais para o exercício multiarticular.

Alguns estudos demonstraram que a atividade do córtex motor em um hemisfério reduz o fluxo motor máximo para o hemisfério oposto, sendo este um possível fator limitante da *performance* em esforços bilaterais. Esta inibição pode ocorrer quando músculos homólogos em membros contralaterais são ativados simultaneamente<sup>4,7</sup>.

Herbert e Gandevia<sup>13</sup> sugerem que o déficit bilateral em grandes músculos ocorre devido a problemas de manutenção da postura e consequentemente menor eficiência na transmissão da força.

Porém, pouco é sabido sobre o fenômeno do déficit bilateral e sua relação com diferentes cargas durante execução de exercícios multiarticulares para o membro superior em praticantes de exercícios resistidos. Desta forma, novos testes relacionados com o déficit bilateral devem ser realizados utilizando exercícios multiarticulares para membro superior, visando melhor compreensão deste fenômeno, pois segundo Gardiner<sup>14</sup> os mecanismos pelos quais o déficit bilateral ocorre ainda permanecem desconhecidos. Assim, nossa hipótese é que o déficit bilateral se mostre evidente pelo maior número de músculos envolvidos no mesmo trabalho.

Sabendo da importância de um diagnóstico correto no que diz respeito ao déficit bilateral e os exercícios resistidos, este estudo foi desenvolvido com objetivo de comparar os sinais eletromiográficos emitidos pelo músculo deltoide médio direito (DMD) e pelo deltoide médio esquerdo (DME) durante contrações uni e bilaterais realizadas em exercício multiarticular com 90% da CVM.

## MÉTODOS

### Amostra

O músculo deltoide médio (DM) foi analisado uni e bilateralmente através da eletromiografia em nove homens com idades entre 20 e 30 anos, estatura  $174 \pm 5$ cm e massa corporal  $78 \pm 15$ kg. Como critério de inclusão no estudo, todos os voluntários eram praticantes de exercícios resistidos a pelo menos três meses e sem histórico de doenças musculares ou articulares que pudessem interferir nos resultados.

### Procedimentos gerais

Antes de realizar os registros eletromiográficos, os voluntários receberam informações sobre a pesquisa, e foram submetidos a procedimentos de familiarização. Os voluntários passaram por explicações e simulações sobre a postura mais adequada para a realização do exercício, posição inicial e final de cada movimento, velocidade da execução e o comando verbal dado pelo operador do eletromiógrafo. Em seguida, assinaram um termo de consentimento de participação no estudo e publicação dos resultados de acordo com a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da UFTM sob o número de protocolo 2.230.

Com intuito de estabelecer uma preparação muscular específica, os voluntários executaram três séries de 15 repetições sem carga.

### Teste de carga voluntária máxima

Todos os voluntários foram submetidos um dia antes da coleta a um teste de carga voluntária máxima (CVM) bilateral concêntrico, realizado segundo Nazário-de-Rezende *et al.*<sup>15</sup>. Durante o teste a carga foi acrescida variando entre 1 e 2kg a cada tentativa. A carga adotada para o experimento foi de 90% da máxima a qual todos os voluntários se submetiam durante as sessões de treinamento que antecederam a data do experimento.

### Eletrodo

Para captação da atividade elétrica (EMG) do músculo deltoide medial durante contrações unilaterais e bilaterais foram realizadas limpeza e tricotomia da pele. Os eletrodos utilizados foram de superfície ativos diferenciais simples (Lynx Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP, Brasil), compostos por duas barras retangulares paralelas, de prata pura (Ag), cada uma com 10mm de comprimento, 1mm de largura e distanciadas 10mm entre si; cápsula de resina acrílica de 20mm de largura por 41mm de comprimento e 5mm de espessura; cabo de um metro de comprimento; ganho de 20 vezes; índice de rejeição pela modulação comum (CMRR – *Common Mode Rejection Ratio*) de 93dB e um eletrodo terra placa (Bio-logic Systems Corp. – SP Médica, Científica e Comercial Ltda., São Paulo, SP, Brasil), composto por um disco de aço inoxidável, medindo 30mm de diâmetro e 1,5mm de espessura e cabo de 1m anexado, que foi posicionado na cabeça da ulna dos voluntários, com intuito de eliminar interferências externas<sup>16,17</sup>.

Os eletrodos foram fixados sobre a pele, posicionados aproximadamente a  $4 \pm 2$ cm distantes da margem lateral do acrômio, em uma região em que se tornava nítido um maior volume do ventre muscular da porção média do músculo deltoide.

### Eletromiógrafo

A coleta EMG dos músculos estudados foi obtida por meio de um módulo condicionador de sinais (eletromiógrafo), com aquisição simultânea de até oito canais diferenciais, impedância de entrada de canais de  $10G\Omega$  em módulos diferenciais, 12 bits de resolução, filtro com faixa de passagem de 20Hz a 5Hz e RRC de 93db a 60Hz, faixa de

entrada de -10a +10v e um sistema de aquisição de dados (AIC-EMG) que forneceu dados numéricos em RMS (raiz quadrada da média) para análise dos resultados. O eletromiógrafo foi ajustado com ganho de 4.960 vezes, garantindo, assim, a amplificação necessária para o processo de conversão analógico-digital e número de amostra de 6.000 e frequência por canal de 2.000Hz, resultando em um tempo total de aquisição de três segundos.

### Goniômetro

Para mensuração dos ângulos da articulação do joelho e cotovelo, foi utilizado um goniômetro universal de plástico da marca CARCI com 35cm de comprimento, utilizado antes da execução dos testes, quando o voluntário já se encontrava posicionado no aparelho.

Para a articulação do joelho, o parafuso do goniômetro foi colocado sobre o côndilo lateral do fêmur, alinhado lateralmente no eixo longitudinal da coxa, desde o trocânter maior até o côndilo lateral e no eixo entre a cabeça da fíbula até o maléolo lateral. Na articulação do cotovelo o goniômetro foi alinhado ao longo da linha média lateral do úmero, da cabeça do úmero até o epicôndilo lateral e da linha média do rádio até o processo estilóide do rádio<sup>18</sup>.

Os ângulos articulares dos membros superiores e inferiores, no início do movimento, não foram exatamente delimitados, porém as posições da articulação do joelho ( $106^\circ \pm 5^\circ$ ) e do cotovelo ( $105^\circ \pm 5^\circ$ ) foram semelhantes àquelas adotadas em suas rotinas de treinamento.

#### Equipamento de desenvolvimento articulado convergente

Para a determinação da carga em uma repetição máxima (1RM) e execução do exercício bilateral, foi utilizado para o estudo um aparelho denominado Desenvolvimento Articulado Convergente da marca MASTER. Tal máquina simula o desenvolvimento realizado com alteres.

### Realização do movimento

Os voluntários se posicionaram no aparelho, sentados com o tronco e cabeça apoiados no encosto e os pés posicionados no solo. Após a seleção da carga com o voluntário já posicionado, foram fixados os eletrodos sobre os músculos estudados. O movimento iniciava com os braços do voluntário em semiabdução, os antebraços em flexão no plano frontal, as mãos posicionadas em pronação e a cabeça ereta com os olhos voltados para frente (figura 1).

O movimento ocorreu com a abdução do braço e extensão do antebraço simultaneamente acompanhando o trajeto permitido pela máquina, sendo esta a fase concêntrica do exercício que teve duração de três segundos.

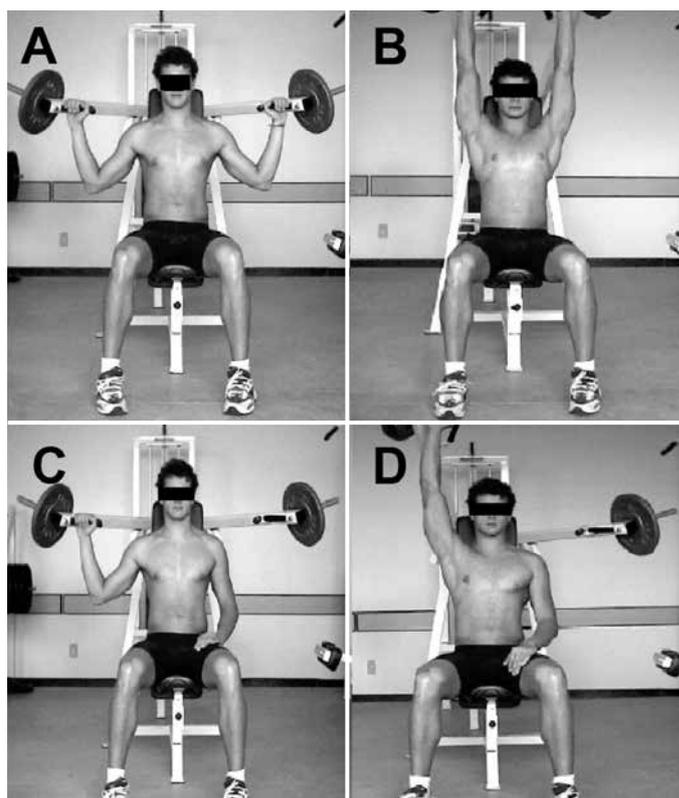
A coleta dos dados foi realizada de acordo com Hakkinen *et al.*<sup>5</sup>, sendo os testes bilaterais executados antes dos unilaterais. Para cada teste (uni e bilateral) foram utilizadas médias eletromiográficas de três tentativas com intuito de maximizar a precisão de nossa coleta sendo utilizada a média da análise estatística.

### Intervalo de recuperação

Foi determinado que os voluntários no dia anterior dos registros EMG não realizassem nenhum tipo de treinamento com intuito de evitar possíveis efeitos da fadiga e alterações nos resultados. Os voluntários, após o término do movimento, permaneceram sentados, mantiveram os membros superiores para baixo paralelos ao tronco e relaxados durante cinco minutos de descanso entre as tentativas, tanto para os registros EMG quanto para os testes de CVM a fim de evitar ou minimizar os efeitos da fadiga e repor suas fontes energéticas<sup>6</sup>.

### Análise estatística

Inicialmente foi realizado o teste de normalidade *Shapiro-Wilk's W test*. Após a realização deste teste foi verificada a normalidade de

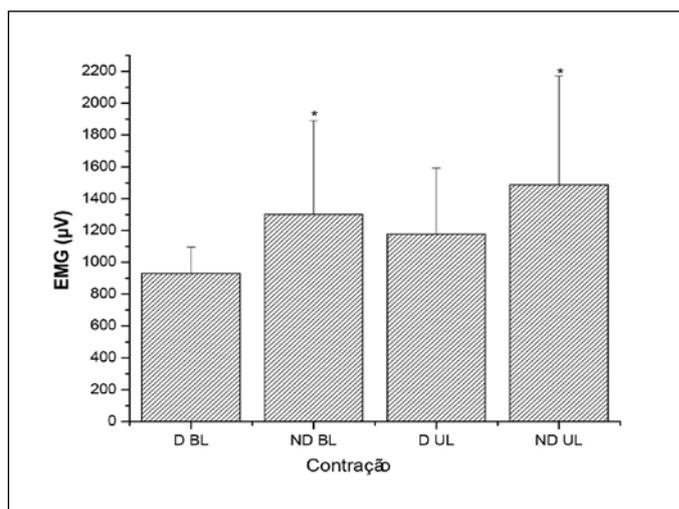


**Figura 1.** Exercício de desenvolvimento articulado convergente: início do movimento bilateral (A) e término do movimento bilateral (B); início do movimento unilateral (C) e término do movimento unilateral (D).

todos os grupos amostrais. Para a comparação dos dois músculos (deltoide médio direito somado ao esquerdo bilateralmente e unilateralmente) com carga de 90% da CVM para os nove voluntários, foi aplicado o teste *t* aos dados em questão, sendo o nível de significância estabelecido em  $p < 0,05$  ou 5%. O programa estatístico utilizado foi o Statistica 6.0 EUA.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos das análises da média dos valores de RMS da atividade elétrica dos nove voluntários e para cada músculo evidenciaram que, durante exercício bilateral e unilateral com 90% da CVM, a atividade elétrica do membro não dominante predominou significativamente sobre o dominante como mostrado na figura 2 tabela 1.



**Figura 2.** Média e desvio padrão dos valores de RMS da atividade elétrica do membro dominante bilateral (D BL) e não dominante bilateral (ND BL), dominante unilateral (D UL) e não dominante unilateral (ND UL) com 90% da CVM para os nove voluntários. \* ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Valores expressos em RMS ( $\mu\text{V}$ ) da atividade elétrica do músculo deltoide (porção média) durante contrações unilaterais e bilaterais realizadas com 90% da CVM. \* ( $P < 0,05$ ).

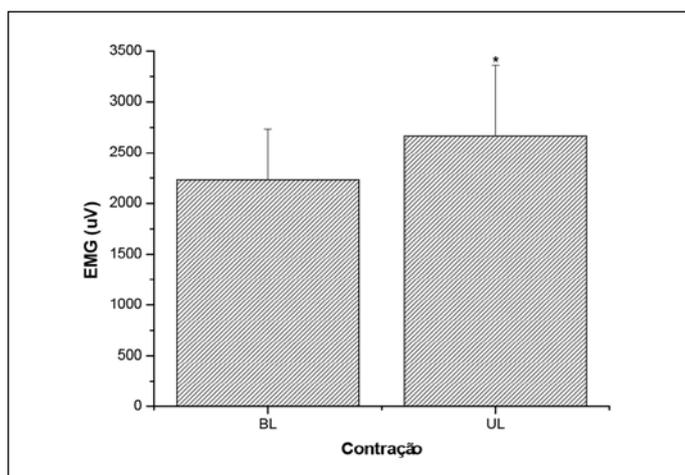
Voluntário	Contração muscular expressa em ( $\mu\text{V}$ )	
	Deltoide/bilateral	Deltoide/unilateral
1	3.038	3.309
2	2.758	3.426
3	1.888	1.950
4	2.036	2.020
5	1.910	2.093
6	1.659	1.778
7	1.817	3.209
8	2.158	2.747
9	2.813	3.439
Med/desv pad	2+231 $\pm$ 504	2.663 $\pm$ 701*

Quando somados os valores EMG dos dois membros obtidos no trabalho bilateral e comparados aos valores obtidos unilateralmente também pela soma dos dois membros, foram encontradas diferenças significativas entre as duas variáveis analisadas ( $P = 0,018$ ) (tabela 2 e figura 3).

Na comparação relacionada com a lateralidade entre o deltoide dominante bilateral *versus* deltoide dominante unilateral mostrou-se tendência ao déficit bilateral com  $p = 0,054$ . Já na comparação entre o deltoide não dominante bilateral com o deltoide não dominante unilateral, os resultados foram significativamente maiores para o trabalho unilateral com  $p = 0,015$ .

**Tabela 2.** Valores expressos em RMS ( $\mu\text{V}$ ) da atividade elétrica do músculo deltoide (porção média) durante contrações unilaterais e bilaterais realizadas com 90% da CVM. \* ( $P < 0,05$ ).

Voluntário	D BL	ND BL	D UL	ND UL
1	618 $\pm$ 23	2.420 $\pm$ 169	680 $\pm$ 17	2.629 $\pm$ 110
2	973 $\pm$ 101	1.785 $\pm$ 436	1.287 $\pm$ 111	2.139 $\pm$ 112
3	747 $\pm$ 11	1.141 $\pm$ 33	808 $\pm$ 48	1.142 $\pm$ 13
4	826 $\pm$ 34	1.210 $\pm$ 63	728 $\pm$ 9	1.292 $\pm$ 56
5	1.150 $\pm$ 126	760 $\pm$ 136	1.204 $\pm$ 83	889 $\pm$ 93
6	1.023 $\pm$ 193	636 $\pm$ 14	1.142 $\pm$ 134	636 $\pm$ 12
7	991 $\pm$ 14	826 $\pm$ 89	1.950 $\pm$ 204	1.259 $\pm$ 91
8	1.045 $\pm$ 313	1.113 $\pm$ 176	1.608 $\pm$ 148	1.139 $\pm$ 54
9	1.001 $\pm$ 73	1.812 $\pm$ 113	1.178 $\pm$ 42	2.261 $\pm$ 128
Med/Desvpad	930 $\pm$ 167	1.300 $\pm$ 589*	1.176 $\pm$ 416	1.487 $\pm$ 684*



**Figura 3.** Valores expressos em RMS ( $\mu\text{V}$ ) da atividade elétrica do músculo deltoide (porção média) durante contrações unilaterais e bilaterais realizadas com 90% da CVM. \* ( $P < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Para melhorar o âmbito das discussões relacionadas com o déficit bilateral e verificar possível eficiência motora unilateral e bilateral no recrutamento de fibras musculares, algumas dúvidas devem ser esclarecidas quanto à aplicação do termo déficit bilateral. Foi notado que este fenômeno pode ser encontrado através da EMG<sup>4</sup>, na força<sup>3</sup> e até na relação EMG/força<sup>7</sup> e estudado com relação a repetições máximas<sup>19</sup>. Então, para um melhor entendimento, podemos definir déficit mioelétrico bilateral como leve ou acentuada diminuição no sinal EMG (recrutamento de UMs) durante o desenvolvimento de trabalhos bilaterais quando comparados à soma de trabalhos unilaterais. Já déficit de força bilateral pode ser definido como diminuição na quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar durante o desenvolvimento de trabalhos bilaterais quando comparados à soma de trabalhos unilaterais. O déficit de resistência de força bilateral pode ser definido como uma menor capacidade de manutenção de força durante repetições bilaterais sucessivas até a exaustão comparadas ao somatório de repetições unilaterais.

A literatura não é consensual quanto ao fenômeno do déficit bilateral em exercícios multiarticulares para membros superiores e inferiores<sup>5,20,21</sup>. Nossa hipótese era que um déficit mioelétrico não seria evidente para exercícios complexos tais como o desenvolvimento articulado convergente (isto é, extensão do antebraço combinada abdução do braço). Esta hipótese foi baseada em revisões da literatura que mostraram estudos contraditórios quanto ao aparecimento do déficit bilateral mioelétrico em exercícios multiarticulares para membros superiores e inferiores como no *leg press* (membro inferior). Schantz *et al.*<sup>3</sup> encontraram diminuição de 10% na força isométrica voluntária máxima durante extensão da perna bilateral (multiarticular) quando comparado à unilateral sem diferenças no sinal elétrico do músculo vasto lateral, possivelmente por maior eficiência mecânica no recrutamento de fibras musculares durante contrações unilaterais comparadas às bilaterais.

Taniguchi<sup>20</sup> encontrou déficit de força bilateral para o *leg press* e *bench press* em homens e em mulheres, assim como Janzen *et al.*<sup>21</sup>, que verificaram existência de déficit bilateral relacionado com a carga máxima (kg) tanto para o *leg press* quanto para o exercício de puxada sem a utilização de análise eletromiográfica. Secher *et al.*<sup>8</sup> encontraram déficit bilateral em exercícios multiarticulares como o *leg press* (membro inferior), mas não para a *bench press* (membro superior/multiarticular) em um grupo de voluntários mais novos.

Janzen *et al.*<sup>21</sup> relatam em seu estudo que o déficit bilateral aparece devido à inibição neural durante tarefas bilaterais comparado às contrações unilaterais, sendo o sistema nervoso mais envolvido durante contrações que envolvem exercícios multiarticulares, consequentemente, os exercícios que envolvem o movimento de articulações múltiplas podem ser mais suscetíveis a um déficit bilateral do que os exercícios que envolvem o movimento em uma única articulação. Nossos resultados suportam esta hipótese e podem ser explicados pela análise EMG de um músculo agonista em exercício multiarticular, o qual favorece o maior nível de coordenação intermuscular para ambas as contrações em indivíduos treinados em exercícios resistidos, desta forma, facilitando o desempenho motor para os exercícios unilaterais. Porém, é necessário que mais sinergistas entre si sejam avaliados pois trata-se de um exercício multiarticular que apresenta diferentes momentos de força em diferentes articulações em toda amplitude de movimento.

Oda e Moritani<sup>4</sup> estudaram o déficit bilateral durante força isométrica e atividade mioelétrica da mão. Estes autores concluíram que o déficit bilateral para força e EMG está associado à redução dos movimentos relacionados com o potencial cortical, sugerindo que este déficit bilateral é causado por uma inibição inter-hemisférico. Conclusões similares foram

tomadas por Dieën *et al.*<sup>7</sup>, que testaram a hipótese de que a inibição inter-hemisférico pode resultar em uma redução do *drive* neural em esforços bilaterais quando comparado a esforços unilaterais, tanto em pequenos como em grandes músculos, sendo o déficit eletromiográfico semelhante ao déficit de força. Concluiu-se que a redução do *drive* neural foi a causa do déficit bilateral, limitando a *performance* em contrações máximas.

Apesar da impossibilidade de comparações, nossos achados são discordantes aos de Schantz *et al.*<sup>3</sup> no qual o déficit mioelétrico bilateral também não foi encontrado, possivelmente porque neste estudo o autor analisou um único músculo do quadríceps isoladamente.

A redução ou eliminação do déficit bilateral poderia ser considerada uma adaptação neural ao treinamento de força, indicando habilidade acrescida para ativar agonistas em movimentos bilaterais. Embora atividades bilaterais reduzam o déficit, o desempenho em exercícios unilaterais pode constituir uma estratégia importante com intuito de conservar a força, especialmente em situações de assimetria relevante<sup>7</sup>.

Em crianças pré-púberes, a hipótese de déficit bilateral para membro superior foi testada por Germain *et al.*<sup>22</sup> na ação de flexão isométrica do braço dominante. Foi demonstrado que nenhuma atividade muscular diminuiu ou mudanças no recrutamento foram consideradas evidentes nos parâmetros eletromiográficos. Concluiu-se que não ocorreu déficit bilateral, tanto de força quanto de recrutamento. Estes dados não estão de acordo com os obtidos por este trabalho. Entretanto, a falta de experiências com exercícios de força por parte destas crianças e a análise de apenas um músculo podem influenciar os resultados acima citados. É importante categorizar os movimentos estudados para estabelecer consistência, uma vez que o déficit bilateral é um fenômeno instável, sua presença deve ser considerada no contexto do movimento estudado seja ele uni ou multiarticular para membro superior ou inferior.

Behm *et al.*<sup>23</sup> estudaram o aumento da ativação muscular bilateral versus unilateral com contrações multi e uniarticulares em voluntários treinados e não treinados em exercícios resistidos. Foram testadas as ativações isométricas do quadríceps entre os exercícios extensão do joelho simples e o agachamento. Não foram encontradas diferenças significantes entre a contração voluntária máxima da perna dominante durante exercício uni e multiarticular de extensões da perna. Porém, em voluntários não treinados, a perna não dominante durante extensões do joelho multiarticular exibiu menor força que a perna dominante. Segundo estes autores, o déficit bilateral pode se expressar devido à menor confiança no membro não dominante, dados estes que não vêm

de encontro aos nossos achados, uma vez que se tornou perceptível que o lado não dominante apresentou atividade elétrica significativamente maior que o lado dominante para contrações bilaterais. Isso provavelmente foi alcançado por maior *drive* neural para o membro não dominante, pela existência de possíveis deficiências nos níveis de coordenação intermuscular durante o movimento causando maior recrutamento de unidades motoras. Dados opostos foram encontrados por Simão *et al.*<sup>9,10</sup> e Chaves *et al.*<sup>11</sup>, nos quais não houve diferenças unilaterais em carga e potência muscular máxima<sup>6</sup>.

Para os nossos achados, algumas considerações devem ser feitas. O lado não dominante pode ter apresentado maior atividade elétrica, pois a falta de coordenação intermuscular promove menor recrutamento sinérgico, exigindo assim maior recrutamento de unidades motoras do agonista.

Tassi *et al.*<sup>24</sup> analisaram o comportamento bilateral de um músculo da coxa, e, contrariamente aos nossos achados, verificaram fortes potenciais do membro dominante sobre o não dominante. Para estes autores o membro dominante é mais exigido em situações diárias, proporcionando desenvolvimento muscular considerável em relação aos músculos de membros não dominantes. Deste modo, a solicitação muscular diária contribui para a assimetria anatômica e funcional.

É possível que com o efeito crônico do treinamento de força e com a melhoria do padrão de recrutamento das unidades motoras as diferenças entre as contrações musculares de lados opostos se tornem menos evidentes, talvez pelo efeito de transferência neural citado por Moritani e De Vries<sup>25</sup>, Sale<sup>2</sup>, Simão<sup>6</sup>, Brentano e Pinto<sup>26</sup>. Destes dados pode-se concluir que uma adaptação ao treinamento crônico de força elimine o déficit bilateral.

Em termos práticos, para a prescrição de treinamento neuromuscular com utilização de exercícios resistidos multiarticulares pode-se utilizar como estratégia a prática de exercício unilateral visando maior nível de coordenação intramuscular para sujeitos treinados.

## CONCLUSÃO

De acordo com nosso estudo, verificamos que o fenômeno do déficit bilateral se faz presente para o músculo deltoide médio no exercício multiarticular de desenvolvimento articulado convergente em indivíduos familiarizados em exercícios resistidos.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

- Jakobi JM, Chilibeck Pd. Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Can J Appl Physiol* 2001;26:12-33.
- Sale DJ. Neural Adaptation to Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1988;20:135-45.
- Schantz PG, Moritani T, Karlson E, Johansson E, Lundh A. Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension. *Acta Physiol Scand* 1989;136:185-92.
- Oda S, Moritani T. Movement-related cortical potentials during handgrip contractions with special reference to force and electromyogram bilateral deficit. *Eur Jour Appl Physiol* 1995;72:1-5.
- Häkkinen K, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UN, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand* 1996;158:77-88.
- Simão R. Déficit bilateral – Comparação das cargas máximas no trabalho uni e bilateral. *Revista Baiana de Educação Física* 2001;2:15-21.
- Dieën, JHV, Ogita F, Haan, F. Reduced Neural Drive in Bilateral Exertions: A Performance-Limiting Factor? *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:111-8.
- Secher NH, Rube N, Elers J. Strength of two- and one-leg extension in man. *Acta Physiol Scand* 1988;134:333-9.
- Simão R, Monteiro WD, Araújo CGS. Potência Muscular Máxima na Flexão do Cotovelo Uni e Bilateral. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:157-62.
- Simão R, Lemos A, Viveiros LE, Chaves CPG, Polito MD. Força muscular máxima na extensão da perna uni e bilateral. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2003;2:47-57.
- Chaves CPG, Guerra CPC, Moura SRG, Nicoli AIV, Félix I, Simão R. Déficit bilateral nos movimentos de flexão e extensão de perna e flexão do cotovelo. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10.
- Kroll W. Central facilitation in bilateral versus unilateral isometric contractions. *Am J Phys Med* 1965;44:218-23.
- Herbert RD, Gandevia SC. Muscle Activation in Unilateral and bilateral efforts assessed by motor nerve and cortical stimulation. *J Appl Physiol* 1996;80:1351-6.
- Gardiner PF. Neuromuscular aspects of physical activity. Champaign: Human Kinetics, 2001.
- Nazario-de-Rezende F, Sousa GC, et al. Electromyographic study of the rectus femoris and biceps femoris (long head) muscle during bilateral isotonic contraction in a 45° Leg Press Apparatus. *Biosci. Journal* 2006;22:95-104.
- Portney, L. Eletromiografia e testes de velocidades de condução nervosa. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 2a. ed. São Paulo: Manole, 1993;183-223.
- Mathiassen SE, Winkel J, Hagg GM. Normalization of Surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies. *J Electromyogr Kinesiol* 1995;4:197-226.
- Gary L, Harrelson ED. Mensuração na reabilitação. In: Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. *Reabilitação Física das Lesões Desportivas*. 2a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000;42-60.
- Monteiro WD, Simão R. Existe déficit bilateral na realização de 10 RM em exercícios de braços e pernas? *Rev Bras Med Esporte* 2006;12.
- Taniguchi Y. Relationship between the modifications of bilateral deficit in upper and power limbs by resistance training in humans. *Eur J Appl Physiol* 1998;78:226-30.
- Janzen CL, Philip D, Chilibeck K, Shawn Davison. The effect of unilateral and bilateral strength training on the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. *Eur J Appl Physiol* 2006;97:253-60.
- Germain P, Germain Y, Taoutaou Z, Mimouni N, Halin R, Buttelli O. Déficit bilatéral chez l'enfant prépubère non entraîné Bilateral Deficit for untrained prepubertal children. *Science & Sports* 2004;19:43-7.
- Behm DG, Power KE, Drinkwater EJ. Muscle activation is enhanced with – and uniarticular bilateral versus unilateral. *Can J Appl Physiol* 2003;28:38-52.
- Tassi N, Filho JG, Gonçalves M, Vitti, M, Krool LB. Electromyographic behavior of the Biceps Femoris muscle during knee extension and flexion performed on the leg press. *Bras J Morphol Sci* 1998;15:17-22.
- Moritani MAT, De Vries HA. Neural Factors Versus Hypertrophy in the Time Course of Muscle Strength Gain. *Am J Phys Med* 1979;58:115-30.
- Brentano MA, Pinto RS. Adaptações neurais ao treinamento de força. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 2001;6:65-77.