

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Juliano Pozatti Moure

**AVALIAÇÃO DO DÉFICIT BILATERAL NOS EXERCÍCIOS DE FLEXÃO DE
COTOVELOS E EXTENSÃO DE JOELHOS**

Porto Alegre

2011

Juliano Pozatti Moure

**AVALIAÇÃO DO DÉFICIT BILATERAL NOS EXERCÍCIOS DE FLEXÃO DE
COTOVELOS E EXTENSÃO DE JOELHOS**

Monografia apresentada à Escola de
Educação Física da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul como pré-requisito
para conclusão do curso de Bacharel em
Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2011

Juliano Pozatti Moure

**AVALIAÇÃO DO DÉFICIT BILATERAL NOS EXERCÍCIOS DE FLEXÃO DE
COTOVELOS E EXTENSÃO DE JOELHOS**

Conceito Final:

Aprovado em de de

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flávio de Souza Castro

Orientador:

Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

RESUMO

Execuções de exercícios com pesos podem ser de forma unilateral ou bilateral. Estudos demonstram um somatório das forças unilaterais maior do que valores bilaterais, apresentando um déficit bilateral (DBL). Este estudo teve por objetivo avaliar e verificar se há existência de DBL nos exercícios de flexão de cotovelos e extensão de joelhos em homens jovens, apresentando a magnitude deste déficit. Sua amostra se constitui em 24 sujeitos do sexo masculino, com idade média de $23,58 \pm 0,67$ anos. Para o exercício de extensão de joelhos foram utilizados apenas 20 sujeitos. Foram registrados os valores de força a partir da carga máxima e o número de repetições máximas, respectivamente, no teste de 1RM e 60% de 1RM. Por meio do software SPSS 17.0 verificou-se valores médios superiores não significativos no teste de 1RM para flexão de cotovelos no banco Scott unilateral ($28,29 \pm 0,79$) $p > 0,05$ se comparados aos valores para o mesmo exercício de forma bilateral ($27,79 \pm 0,84$) $p > 0,05$. Os valores de 1RM para extensão de joelhos foram superiores e significativos na forma unilateral ($62,95 \pm 0,97$) $p < 0,01$ comparativamente aos valores bilaterais ($70,8 \pm 1,97$) $p < 0,01$. Os resultados de déficit foram $-1,66 \pm 1,04$ e $-10,3 \pm 1,85$, respectivamente para flexão de cotovelos e extensão de joelhos. Foram verificados ainda valores médios inferiores não significativos no teste de 60% de 1RM para flexão de cotovelos unilateral ($17,67 \pm 0,63$) $p > 0,05$ se comparados a forma bilateral ($17,87 \pm 0,89$) $p > 0,05$. Para o exercício de extensão de joelhos em 60% de 1RM foram apresentados valores médios inferiores significativos na forma unilateral ($9,95 \pm 0,31$) $p < 0,05$ comparativamente aos da forma bilateral ($10,9 \pm 0,22$) $p < 0,05$. Os resultados da facilitação bilateral foram $3,54 \pm 4,33$ e $11,15 \pm 3,44$ respectivamente para flexão de cotovelos e extensão de joelhos. Por fim, estes resultados apontam que exercícios com cargas com intensidades máximas apresentam um ganho maior quando executados de forma unilateral, diferentemente dos realizados em intensidades inferiores, apresentando maior ganho na forma bilateral.

Palavras-chave: déficit bilateral, flexão de cotovelos, unilateral, bilateral, teste de 1RM, treinamento de força.

ABSTRACT

Execution of exercises with weights can be unilateral or bilateral. Studies show a sum of force unilateral greater than bilateral values, presenting a bilateral deficit (DBL). This study aimed to evaluate and check for existence of DBL in elbow flexion exercises and knee extension in young men, with the magnitude of this deficit. Your sample is constituted in 24 male subjects with a mean age of 23.58 ± 0.67 years. For the knee extension exercise were used only 20 subjects. We recorded the force values from the maximum load and maximum number of repetitions, respectively, in the 1RM test and 60% of 1RM. Through the software SPSS 17.0 was found non-significant higher mean values in the 1RM test for bending elbows on the bench Scott unilateral (28.29 ± 0.79) $p > 0.05$ compared to values for the same year so bilateral (27.79 ± 0.84) $p > 0.05$. The values for knee extension 1RM were significant in the upper and unilaterally (62.95 ± 0.97) $p < 0.01$ compared with bilateral values (70.8 ± 1.97) $p < 0.01$. The deficit results were -1.66 ± 1.04 and -10.3 ± 1.85 , respectively for elbow flexion and knee extension. We checked also not significant lower average values in the test 60% of 1RM for unilateral elbow flexion (17.67 ± 0.63) $p > 0.05$ compared to a bilateral (17.87 ± 0.89) $p > 0.05$. For the knee extension exercise at 60% 1RM were significant lower average values presented in unilaterally (9.95 ± 0.31) $p < 0.05$ compared with the bilaterally (10.9 ± 0.22) $p < 0.05$. The results of the bilateral facilitation were 3.54 ± 4.33 and 11.15 ± 3.44 respectively for elbow flexion and knee extension. Finally, these results suggest that exercise loads with intensities show a larger gain when performed unilaterally, unlike performed at intensities lower, with higher gain on a bilateral basis.

Keywords: bilateral deficit, elbow flexion, unilateral, bilateral 1RM test, strength training.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	8
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos.....	11
3. Revisão de Literatura.....	12
3.1. Treinamento de Força.....	12
3.2. Teste de uma Repetição Máxima (1RM).....	14
3.3. Déficit Bilateral (DBL).....	15
4. Metodologia.....	20
4.1. Problema de pesquisa:.....	20
4.2. Método:.....	20
4.3. População:.....	20
4.4. Amostra:.....	20
4.4.1. <i>Cálculo Amostral:</i>	20
4.4.2. <i>Critérios de Inclusão:</i>	21
4.5. Definição operacional das variáveis:.....	21
4.5.1. <i>Variáveis Independentes:</i>	21
4.5.2. <i>Variáveis dependentes:</i>	22
4.6.1. <i>Equipamentos para avaliação antropométrica:</i>	23
4.6.2. <i>Equipamentos para Teste de Força (1RM e repetições máximas):</i>	23
4.7. Desenho Experimental do Estudo:.....	23
4.8.1. <i>Avaliação de 1RM e número de repetições a 60% de 1RM:</i>	24
5. Análise Estatística	27
6. Resultados.....	29
7. Discussão	32
8. Conclusão.....	37

9. Referências Bibliográficas.....	38
10. Anexos	42
ANEXO 1	42
ANEXO 2	44

1. Introdução

A procura pela melhora da aptidão física tem se tornado cada vez mais uma necessidade da população. Atualmente há um maior entendimento do conceito de saúde e do que ser um indivíduo saudável significa. Com isto, o número de praticantes de algum tipo de atividade física vem crescendo de forma exponencial.

Diversas práticas de modalidades de atividade física vêm sendo procuradas nos últimos anos. Dentro destas modalidades há um tipo de treinamento específico e muito utilizado: o treinamento de força (TF). Há décadas, os praticantes desta modalidade utilizavam o TF somente para fim estético. Porém, esta via de treinamento vem ganhando grande espaço entre aqueles que têm por preocupação também a saúde e o bem-estar.

O aumento gradual da popularidade do TF nas últimas décadas foi causado, em grande parte, pela capacidade de oferecer benefícios à aptidão física e à saúde que não podem ser facilmente obtidos pelo treinamento aeróbico ou de flexibilidade. Além disso, a prática aumenta o desempenho tanto do atleta profissional quanto do amador. A aceitação cada vez maior deve-se principalmente aos reconhecidos benefícios para a saúde, incluindo o aumento da força, do volume muscular e manutenção da densidade mineral óssea (FLECK e JUNIOR, 2003).

A partir do TF são desenvolvidas adaptações neurais e morfológicas. As adaptações neurais são mais significativas no início do processo de treino. Dentro destas adaptações são vistas uma maior coordenação de um gesto motor, uma maior ativação de músculos agonistas, menor ativação de antagonistas, bem como uma maior sincronização e frequência de disparos de unidades motoras. Já as adaptações morfológicas se dão mais adiante no processo de treinamento, sendo a hipertrofia muscular a mais conhecida dentre elas.

Para obtenção de uma carga desejada para um tipo específico de TF – passando por resistência muscular, hipertrofia, força, potência – é necessária a aplicação de um teste mais condizente com a realidade possível. Inúmeras formas de avaliação podem ser realizadas, porém poucas podem ser aplicadas à prática comum no meio das salas de TF.

Dentre estes testes, é encontrado o teste de uma repetição máxima (1RM). O teste de 1RM busca encontrar a máxima carga movimentada com técnica adequada e em toda a amplitude do movimento específico (KNUTGEN e KRAEMER, 1987). Este teste apresenta alta correlação com a proposta quando aplicada à prática, sendo – entre os testes possíveis – um dos mais utilizados nas salas de TF.

A partir de uma meta-análise realizada, Pereira e Gomes (2003) reportam uma boa confiabilidade dos testes de 1RM, alertando que é necessária cautela com quem será designado como avaliador de tal processo. A sua confiabilidade deverá variar conforme o sexo dos sujeitos e o exercício testado.

Para realização do teste de 1RM, primeiramente a carga é estipulada pela massa corporal do sujeito. Após isto, o indivíduo realiza o teste e caso faça mais do que uma repetição, é utilizado um fator de correção da carga relativo ao número de repetições que o sujeito realizou, a partir da tabela proposta por Lombardi (1989). O método de repetições máximas tem alta correlação com o teste de 1RM. Este método é aplicado para intensidades inferiores a 100% de 1RM e se torna um dos métodos mais fáceis para determinação da intensidade objetivada, justamente pelo fato de se adequar à situação cotidiana do treinamento (FLECK e KRAEMER, 2006).

Para a prescrição adequada de um treinamento é necessário uma organização seqüencial das variáveis relacionada com os objetivos do indivíduo. Uma destas variáveis é a seleção de exercícios. Esta, por sua vez, pode ser realizada de diversas formas. Relativo à lateralidade os exercícios podem ser executados de modo bilateral – contração contralateral simultânea – ou unilateral – contração contralateral não simultânea – podendo compor qualquer processo de treinamento, adequando com os objetivos especificados pelos praticantes. A partir da realização de exercícios de forma unilateral ou bilateral pode ser vista a ocorrência de um fenômeno chamado de déficit bilateral.

Segundo Kuruganti e Murphy (2008), o déficit bilateral (DBL) refere-se à diferença na capacidade de geração de força dos músculos quando eles são contraídos sozinhos ou juntamente com uma contração contralateral. O déficit ocorre quando a soma unilateral de força é maior que a bilateral.

A carga desenvolvida durante ações bilaterais parece ser menor do que a soma das cargas desenvolvida por cada membro (FLECK e KRAEMER, 1997 *apud*

CHAVES et al. 2004). Chaves et al. (2004) citam alguns estudos que demonstram que essa diferença está relacionada com a estimulação reduzida de unidades motoras, que poderia ser causada pela inibição dos mecanismos protetores, resultando em uma menor produção de força.

O DBL pode ser encontrado por meio de diferentes protocolos, variando seus resultados a partir da utilização de tipos de treinamento, desordens motoras, idade, fadiga, tipo de fibras ou, até mesmo, dominância de algum membro (JAKOBI e CAFARELLI, 1998).

A maioria dos estudos referentes a este fenômeno se dá em aparelhos isocinéticos e com a utilização de sinal eletromiográfico (EMG) (Chaves et al., 2004). Visto que nas salas de treinamento de força a utilização destes testes não é muito aplicada, o teste de 1RM parece ser um teste mais relacionado com os trabalhos de treinamento realizados no dia-a-dia.

Alguns estudos foram designados a avaliar o DBL a partir do teste de 1RM (MONTEIRO e SIMÃO, 2006; CHAVES et al, 2004), mesmo que em menor escala de estudos que avaliassem tal fenômeno com a utilização de outros testes. Ainda pela via do teste de 1RM, a utilização de intensidades inferiores a 100% de 1RM – que buscassem a resistência muscular para avaliar o DBL - é ainda menos difundida na literatura.

Portanto, há uma lacuna sobre a compreensão do DBL em cargas com intensidades não tão próximas de 100% de 1RM, como por exemplo, 60%. Este estudo tem, por finalidade, a intenção de investigar este assunto ainda não difundido na literatura, procurando identificar se há DBL nos músculos extensores de joelho e flexores de cotovelo em homens jovens a partir de 1RM e a 60% de 1RM.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

- Avaliar e verificar se há existência do Déficit Bilateral (DBL) nos músculos extensores de joelho e flexores de cotovelo em homens jovens a partir de 1RM (uma repetição máxima) e a 60% de 1RM.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o DBL nos flexores de cotovelo na rosca bíceps Scott a partir de 1RM na forma unilateral e bilateral.
- Avaliar o DBL nos flexores de cotovelo na rosca bíceps Scott a partir de 60% de 1RM na forma unilateral e bilateral.
- Avaliar o DBL dos extensores de joelho a partir de 1RM na forma unilateral e bilateral.
- Avaliar o DBL dos extensores de joelho a partir de 60% de 1RM na forma unilateral e bilateral.

3. Revisão de Literatura

3.1. Treinamento de Força

O treinamento de força (TF) é uma modalidade de exercícios resistidos na qual o indivíduo realiza movimentos contra uma força de oposição, como, por exemplo, os exercícios com pesos (BADILLO e AYESTARAN, 2001).

O TF tornou-se uma das mais populares formas de exercício para melhora da aptidão física de um indivíduo ou condicionamento de atletas. Kraemer e Fleck (2006) afirmam que os indivíduos praticantes de tal modalidade esperam que o TF produza determinados benefícios, tais como aumento de força, aumento da massa magra, diminuição da gordura corporal e melhoria do desempenho físico em atividades esportivas e da vida diária.

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2002) é visto ainda que o TF desenvolve respostas benéficas tanto para estética quanto para saúde e reabilitação. Durante o TF, para que ocorra resposta aos estímulos, os músculos respondem por meio de ação neural e morfológica.

A adaptação neural vem de forma predominante nas primeiras fases do TF, diferentemente das fases intermediárias e finais deste tipo de treinamento, em que as prioridades passam a ser as adaptações morfológicas (MORITANI e DeVRIES, 1979; ENOKA, 1997). Os ganhos de força podem ser adquiridos sem mudança estrutural no músculo, porém, não podem ser adquiridos sem a ocorrência das adaptações neurais (ENOKA, 1988).

Durante as primeiras semanas de início de qualquer programa de treinamento, a maioria dos ganhos de força e potência acontece por fatores neurais (FLECK e KRAEMER, 1999). Estes ganhos podem ser variados conforme diversos fatores, principalmente quando comparados indivíduos treinados com indivíduos destreinados.

Os ganhos de força a partir de ativação neural se dão a partir de vários fatores. Dentre eles é importante destacar uma maior ativação dos músculos agonistas, menor ativação dos músculos antagonistas, inibição de mecanismos reflexos protetores, aumento coordenativo do grupamento muscular, bem como um

aumento na frequência de disparos e sincronização das unidades motoras, tendo ligação direta com a ativação dos músculos agonistas.

A literatura afirma que a coativação varia de acordo com o treinamento e frequentemente diminui à medida que aumenta o nível de habilidade. As medidas de sincronização da unidade motora revelam mudanças na conectividade neuronal com o treinamento físico; a potencialização do reflexo varia entre os músculos, os indivíduos, e padrões de atividade (ENOKA, 1997).

Como citado anteriormente, as adaptações morfológicas acontecem um pouco mais tarde do que as adaptações neurais. As adaptações morfológicas primárias implicarão em um aumento das fibras musculares individuais e da área transversal de todo o músculo, secundários ao crescimento do tamanho e do número miofibrilares, o que resulta em hipertrofia muscular. Outras possíveis adaptações morfológicas podem incluir a hiperplasia de células musculares, mudanças nos tipos de fibras, densidade dos miofilamentos e da estrutura do tecido conjuntivo e tendões.

Essas alterações na área da fibra são dependentes de inúmeros fatores, como capacidade de resposta do indivíduo ao treino, intensidade e duração do programa, assim como a condição física do indivíduo antes do início do treinamento (MACDOUGALL, 1986).

Häkkinen et al. (1996) usaram ultrassom para analisar a área de secção transversal do quadríceps, que foi mensurada no ponto médio entre o trocânter maior do fêmur e o côndilo lateral do joelho, de homens e mulheres em diferentes idades. Os aumentos na área de secção transversal (AST), de ambas as pernas para quem treinou de forma bilateral, foram significativos para quase todos os grupos, não sendo apenas para homens de 50 anos, os quais aumentaram apenas a perna esquerda. Quanto ao treino unilateral, os aumentos na AST foram significativos para todos os grupos. Os resultados do estudo não mostraram diferença significativa entre o aumento dos grupos unilateral e bilateral, visto que houve um aumento relativo de 14% na média da AST, de ambas as pernas, nos grupos que treinaram bilateral comparado ao aumento de 11% na média do grupo unilateral. Contudo, não houve correlação significativa entre o aumento da AST e as mudanças nos valores de 1RM unilateral e bilateral.

A intensidade e a produção de potência estão altamente relacionadas com as ações musculares voluntárias máximas (FLECK e KRAEMER, 2006). Para que certas intensidades sejam bem calculadas e a periodização do treinamento seja bem estruturada é necessária a quantificação das cargas através de alguns testes. A utilização do teste de 1RM tem uma aceitação grande perante vários estudiosos da área, demonstrando, na prática, a capacidade de efetuação de movimentos com certas cargas próximas do máximo de força para aquela intensidade desejada.

3.2. Teste de uma Repetição Máxima (1RM)

A força máxima é a capacidade máxima de um músculo ou grupamento muscular de gerar tensão necessária para trabalhar uma carga ou estímulo dado. O teste de 1RM é utilizado para medição de tal capacidade, sendo definido como a maior carga que pode ser movida por uma amplitude específica de movimento uma única vez e com execução correta (PEREIRA e GOMES, 2003).

O teste de 1RM vem sendo amplamente utilizado como ferramenta para prescrição da intensidade de um exercício, podendo ser estimado o percentual de 1RM como carga relativa a um exercício de acordo com o objetivo do treinamento (FLECK e KRAEMER, 2006). Por ser de fácil acessibilidade, com baixo custo operacional e podendo ser realizado em populações de diversas experiências prévias com o TF, o teste de 1RM caracteriza-se por um método bem aceito na literatura (ACSM, 2002; ABADIE e WENTWORTH, 2000).

Desde que acompanhado por algum profissional da área, o teste de 1RM prediz a carga máxima que um sujeito pode trabalhar em qualquer articulação do corpo humano. É, também, uma das formas de avaliação mais utilizadas em pesquisas da área para avaliação da força máxima.

Faigenbaum et al. (2003) estudaram crianças saudáveis de 6 a 12 anos de idade e relataram não haver lesões durante o período do estudo e que o protocolo de avaliação foi bem aceito por todos que participaram do estudo, demonstrando eficácia e segurança em relação a este teste.

A confiabilidade do teste de 1RM parece ser moderada a alta, variando entre 0,79 e 0,99, de acordo com o sexo dos sujeitos e o exercício testado (PEREIRA e GOMES, 2003). Hoeger *et al.* (1990) apresentaram confiabilidade dos testes de 1RM

e de número máximo de repetições a 40, 60 e 80% de 1RM para sete exercícios diferentes. Encontraram coeficientes de correlação que variaram entre 0,79 e 0,98, apresentando, portanto, um alto nível de confiabilidade também para porcentagens inferiores a 100% de 1RM.

Muitos dos estudos referentes ao DBL utilizam o EMG para quantificação da força em contrações voluntária máximas (CVMs), não havendo muitos estudos que utilizem-se de 1RM para tal fim. Ohtsuki (1983) identificou em um estudo em que participaram 10 estudantes universitárias saudáveis. Foi medida a força muscular isométrica voluntária máxima durante a extensão e flexão do cotovelo de forma bilateral e unilateral. Encontrou uma alta correlação entre a força muscular e o sinal EMG. O estudo mostrou que na contração bilateral a amplitude de força desenvolvida pelo esforço voluntário máximo para ambos os braços foi reduzida. Isso acontece ao mesmo tempo em que a atividade elétrica do músculo agonista, extensores do cotovelo, também é reduzida. O estudo concluiu que em todos os casos a força bilateral foi menor do que a força unilateral.

Monteiro e Simão (2006) investigaram se havia déficit bilateral em mulheres entre 18 e 30 anos de idade em diferentes exercícios a partir da utilização de 10RM em exercícios de membros superiores e membros inferiores. Concluíram não haver DBL, pois as cargas obtidas no trabalho realizado pelos dois segmentos conjuntamente foram superiores ao somatório do trabalho unilateral.

É importante ressaltar que ainda que os estudos relacionados ao DBL sejam minoria (com a utilização do teste de 1RM), a quantificação do DBL com a utilização de intensidades inferiores a 100% de 1RM, que predizem a resistência muscular em um TF, é menor ainda.

3.3. Déficit Bilateral (DBL)

A literatura sobre o TF oferece uma ampla variedade de estudos e discussões relacionadas às complexidades de mecanismos neurais e motores. Um fenômeno interessante e relevante vem sendo discutido desde as últimas cinco décadas e chama-se Déficit Bilateral.

O DBL descreve a diferença na capacidade de gerar força dos músculos quando eles são contraídos isoladamente no momento em que são comparados com a contração simultânea deste mesmo conjunto de grupos musculares. O déficit ocorre quando a soma unilateral de força é maior que a força bilateral (KURUGANTI e MURPHY, 2008).

Bobbert et al. (2005) descrevem que uma variedade alta de pesquisadores realizou trabalhos relacionados ao DBL, analisando – na sua grande maioria - de forma isométrica e isocinética, membros superiores e membros inferiores. A maioria confirmou a existência de tal fenômeno (VANDERVOORT, SALE e MOROZ, 1984; VAN DIEË, OGITA e DE HAAN, 2003), outros não encontraram diferença significativa (JAKOBI e CAFARELLI, 1998) e a minoria ainda reportou uma facilitação bilateral (HOWARD e ENOKA, 1991).

O DBL existe tanto para grupos musculares grandes quanto pequenos, em uma variedade de padrões de movimento, em ambos os sexos e em indivíduos não-atletas e atletas, além de indivíduos com distúrbios motores (ARCHONTIDES e FAZEY, 1993; HENRY e SMITH, 1961; HOWARD e ENOKA, 1991; JAKOBI e CHILIBECK, 2001). É importante ressaltar que muitos estudos mostram que o DBL ocorre mais frequentemente em membros superiores do que em membros inferiores (HENRY e SMITH, 1961; KROLL, 1965; OHTSUKI, 1981; ODA e MORITANI, 1995). Quando tal fenômeno biológico é encontrado, alcança elevados percentuais, variando entre 3 a 25% da força total (OWKINGS e GRABINER, 1998; VANDERVOORT, SALE e MOROZ, 1984).

Algumas hipóteses são colocadas na literatura a fim de justificar o DBL. Duas delas parecem ter maior aceitação perante às pesquisas realizadas na área: a limitação neural e a seletiva inibição de unidades motoras.

Uma possível interferência entre os hemisférios cerebrais (ODA e MORITANE, 1995; TANIGUCHI et al., 2001) pode ser a explicação mais convincente. É importante ressaltar que as hipóteses citadas anteriormente caminham juntas e as contrações musculares se dão a partir da ativação do córtex cerebral do lado oposto. Portanto, a utilização de trabalhos de produção de força bilateral pode ocasionar uma limitação do trabalho ótimo de força (VAN DIEË, OGITA e DE HAAN, 2003) a

partir do menor recrutamento de unidades motoras (SERCHE, 1975; VANDERVOORT, SALE e MOROZ, 1987; OWINGS e GRABINER, 1998).

Monteiro e Simão (2006) ainda colocam que segundo alguns autores, o DBL pode estar associado aos seguintes aspectos: estimulação reduzida de unidades motoras, recrutamento neural diferenciado pelo efeito cruzado no trato extrapiramidal, diferenças de fibras dos membros, predominância de utilização de um membro em detrimento de outro, resultando menor produção de força.

Uma pesquisa realizada com 17 homens objetivou justificar se o DBL se dá por aspectos neurais ou mecânicos. A expressão do DBL foi estudada durante contrações evocadas reflexivamente induzindo um reflexo miotático com uma batida no tendão patelar. Suas descobertas a partir deste estudo evidenciam que o DBL também é expresso durante as contrações reflexivamente evocadas e poderia ser explicada por circuitos neurais inibitórios que operam no nível da medula espinal (KHODIGUIAN *et al.*, 2002). Também é possível que os impulsos aferentes do fuso muscular são fontes de potenciais vias inibitórias que permitem inibição recíproca dos músculos contralaterais durante ações musculares reflexivas bilaterais. Entretanto, foi visto que seus dados não revelam que esse mecanismo poderia explicar que o DBL pode ocorrer sob a condição de ativação voluntária máxima (KHODIGIAN *et al.*, 2002).

Outro estudo priorizou os aspectos biomecânicos para tal conhecimento acerca do DBL. Bobbert *et al.* (2003) realizaram uma pesquisa com oito homens saudáveis, que já tinham experiência com saltos (ex-praticantes de voleibol e ginástica), a fim de identificar uma possível contribuição de fatores não neurais pelo DBL em saltos do tipo *squat jump*. Cada sujeito realizou cerca de 30 saltos, alternando saltos bilaterais e saltos unilaterais (somente perna direita) com 1 minuto de descanso. Na realização dos saltos, a força de reação exercida sobre o solo foi medida com duas placas de quantificação de força, tendo como ponto de referência anatômico o plano sagital da posição, e os sinais EMGs analisados em seis músculos da extremidade distal direita. Os sujeitos apresentaram um déficit significativo na produção mecânica por perna no salto utilizando as duas pernas quando comparada com o salto utilizando apenas uma perna.

Jakobi e Cafarelli (1998) investigaram se havia DBL nos extensores de joelhos. Utilizaram 20 sujeitos em torno de $27,5 \pm 1,78$ anos de idade para discorrer sobre a hipótese de que o DBL poderia resultar de um decréscimo da atividade muscular dos agonistas, incremento da atividade dos antagonistas ou a combinação de ambos. Procuravam determinar se os extensores de joelho destes homens jovens seriam capazes de gerar a mesma quantia de força numa extensão bilateral isométrica quanto em uma extensão unilateral isométrica. Não encontraram diferenças entre contrações bilaterais ou unilaterais, alegando que os dados deste experimento não fornecem evidências de alterações na atividade dos agonistas e antagonistas durante contrações unilaterais e bilaterais.

Kuruganti e Murphy (2008) procuraram determinar se havia DBL em um exercício de isometria de extensão de joelhos utilizando EMG. Com uma amostra de seis jovens atléticos com idades em torno de $22,3 \pm 2,9$ anos, encontraram DBL entre 11,7% até 5,6%, sendo similar a outros estudos (CRESSWELL e OVENDAL, 2002; VAN DIË, OGITA e DE HAAN, 2003) que utilizaram a amplitude do sinal eletromiográfico durante a extensão unilateral e bilateral de joelho para avaliar o DBL.

Como visto, a maioria dos estudos reportam contrações voluntárias máximas de forma isométrica, utilizando, na maioria das vezes, o EMG como quantificação do DBL. Chaves et al. (2004) citam que outros estudos abordando o DBL demonstram haver uma contraposição nos resultados, provavelmente devido às diversas variáveis envolvidas. Uma das causas prováveis dessas diferenças seria a forma de avaliação através de EMG, devido a sua baixa sensibilidade de avaliação em certos agrupamentos em função do volume das massas musculares (HOWARD e ENOKA, 1991).

A forma como o exercício vai ser aplicado pode ser um fator significativo para a explicação da presença ou ausência do DBL. Jakobi e Chilibeck (2001) colocam que estudos com a utilização do movimento dinâmico consideravelmente reportam o DBL. A diferença entre a soma unilateral e o torque bilateral nos estudos referenciados por eles foi de aproximadamente 10%. Ainda, segundo Jakobi e Chilibeck (2001), estudos que não encontraram DBL durante movimentos dinâmicos são uma exceção (VANDERVOORT, SALE e MOROZ, 1984; HAKKINEN et al., 1997).

A velocidade de execução pode ser outro fator determinante para o acarretamento do DBL. Vandervoort, Sale e Moroz (1984) analisaram este fenômeno por meio de trabalhos isométricos e dinâmicos de alta e baixa velocidades. O DBL em alta velocidade na forma unilateral foi superior que o DBL em baixa velocidade. Porém, no trabalho de DBL dinâmico de baixas velocidades não foram encontradas diferenças significativas referentes ao DBL. O mesmo serviu para o trabalho isométrico.

Ainda referente ao estudo citado (VANDERVOORT, SALE e MOROZ, 1984), os músculos com uma proporção relativamente alta de fibras de contração rápida, podem desenvolver relativamente mais força em velocidades elevadas, entretanto fatigam mais rapidamente do que o mesmo grupo muscular com uma proporção relativamente alta de fibras de contração lenta. Assim, se as contrações voluntárias máximas bilaterais são caracterizadas por uma menor ativação das unidades motoras (UMs) de contração rápida, então os músculos envolvidos deveriam ter um comportamento como uma “preparação de contração lenta”. Ou seja, a condição bilateral deveria mostrar um melhor declínio na força, com o aumento da velocidade de contração, mas uma menor fatigabilidade em relação com a condição unilateral.

A utilização de testes de 1RM não parece ser a mais utilizada na literatura acerca das análises do DBL. Ainda em menor proporção é demonstrada a utilização de porcentagens inferiores a 100% de 1RM. Embora reconheçamos a importância dos testes de 1RM em diversos contextos, no que diz respeito às situações habituais de treinamento, o trabalho de força geralmente é conduzido com maior número de repetições (MONTEIRO e SIMÃO, 2006).

4. Metodologia

4.1. Problema de pesquisa:

- Existe déficit bilateral nos exercícios de flexão do cotovelo e extensão de joelho em 1RM e a 60% de 1RM?

4.2. Método:

Foi adotada uma metodologia semi-experimental, em que um mesmo grupo de sujeitos foi avaliado em diferentes condições (unilateral e bilateral) para dois exercícios.

4.3. População:

A população foi composta por homens jovens, com idade entre 18 a 30 anos, saudáveis e que não praticam treinamento de força há, pelo menos, 3 meses.

4.4. Amostra:

A Amostra foi do tipo não aleatória e voluntária. Foi selecionada por meio de comunicação oral para a participação dos protocolos de avaliação. Os sujeitos foram informados sobre os procedimentos metodológicos desta investigação desde o início dos procedimentos. Aqueles que se adequaram nos critérios de inclusão e dela aceitaram participar assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO). Os voluntários compareceram em datas e horários pré-estabelecidos para as sessões de coleta de dados. Este estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS nº20234.

4.4.1. Cálculo Amostral:

A amostra foi definida a partir do cálculo amostral, baseado no estudo de Monteiro e Simão (2006) e Monteiro, Simão e Araújo (2001) para verificar a existência do DBL a partir de 1RM e de 60% de 1RM. Optou-se pela utilização destes estudos como referência para o cálculo amostral, pois estes se assemelham com a metodologia e as variáveis em questão no presente estudo, apesar de não ter sido encontrado nenhum estudo que utilizasse o 60% de 1RM para avaliar o DBL.

O cálculo foi realizado para amostras pareadas no programa PEPI versão 4.0, em que foi adotado um nível de significância de 0,05, com um poder de 85%. Com base nos desvios padrão e nas diferenças entre as médias obtidas nos estudos acima citados, o cálculo realizado demonstrou a necessidade de um “n” amostral de, no mínimo, 20 indivíduos para análise do DBL.

Sendo assim, foi adotado um “n” de 24 indivíduos. No entanto, para o exercício de extensão de joelho o “n” foi de 20 indivíduos, pois para quatro sujeitos não foi possível avaliar o 1RM bilateral no equipamento de extensão de joelho por falta de carga.

4.4.2. Critérios de Inclusão:

- Homens jovens, com idade entre 18 e 30 anos;
- IMC indicando massa corporal normal (entre 20-24,9 Kg/m²);
- Destreinados, sem ter praticado treinamento de força no período inferior a três meses do início do estudo.
- Saudáveis (sem limitações físicas ou problemas músculo-esqueléticos que contra-indiquem a realização de exercícios de força).

4.5. Definição operacional das variáveis:

4.5.1. Variáveis Independentes:

- Exercício de força de extensão de joelhos, realizado na cadeira extensora da marca *Taurus* (Porto Alegre, Brasil) de resistência variável das seguintes formas:
 - Extensão de joelho unilateral: realização da extensão do joelho, partindo do ângulo de 90° do joelho até a extensão total (0°), de cada membro inferior separadamente. O ritmo de execução foi determinado por um metrônomo, indicando 2 segundos para a contração concêntrica e 2 segundos para a contração excêntrica.
 - Extensão de joelho bilateral: realização da extensão do joelho, partindo do ângulo de 90° do joelho até a extensão total (0°), com contração

simultânea dos dois membros inferiores. O ritmo de execução foi determinado por um metrônomo, indicando 2 segundos para a contração a concêntrica e 2 segundos para a contração excêntrica.

- Exercício de força flexão de cotovelos, realizado no banco Scott com peso livre (rosca bíceps Scott), das seguintes formas:
 - Flexão do cotovelo unilateral com: realização da flexão do cotovelo, partindo da extensão total (0°) até o ângulo correspondente à máxima flexão possível do cotovelo, de cada membro superior separadamente. O ritmo de execução foi determinado por um metrônomo, indicando 2 segundos para a contração concêntrica e 2 segundos para a contração excêntrica.
 - Flexão do cotovelo bilateral: realização da flexão do cotovelo, partindo da extensão total (0°) até o ângulo correspondente à máxima flexão possível do cotovelo, com contração simultânea dos dois membros superiores. O ritmo de execução foi determinado por um metrônomo, indicando 2 segundos para a contração concêntrica e 2 segundos para a contração excêntrica.

4.5.2. Variáveis dependentes:

- As variáveis dependentes abaixo referem-se à extensão de joelhos e flexão de cotovelos:
 - A produção de força máxima dinâmica obtida pelo teste de 1RM unilateral e bilateral;
 - A resistência muscular obtida pelo teste de número de repetições a 60% de 1RM unilateral e bilateral;
 - Déficit Bilateral avaliados pelos testes de 1RM e 60% de 1RM e quantificado pela fórmula do IB – descrita nos Protocolos de Avaliação.

4.6. Equipamentos:

4.6.1. Equipamentos para avaliação antropométrica:

- Balança eletrônica digital portátil da marca *Camry* (Guangdong, China)
- Balança de cilindro com braço de metal da marca *Asimed* (Barcelona, Espanha), com estadiômetro de resolução 1mm (para medir estatura).

4.6.2. Equipamentos para Teste de Força (1RM e repetições máximas):

- Metrônomo da marca *Quarts* (Guangdong, China) para o controle do ritmo nos testes.
- Goniômetro com resolução de 1° para ajustar angulação das articulações no início do teste.
- Banco Scott que foi utilizado para o exercício de flexão de cotovelo.
- Equipamento de resistência variável da marca *Taurus* (Porto Alegre, Brasil).

4.7. Desenho Experimental do Estudo:

Os indivíduos participaram das sessões descritas abaixo com um intervalo mínimo de 24 horas para descanso a fim de evitar fadiga muscular que pudesse vir a afetar a realização dos testes:

- Sessão 1: Os indivíduos tiveram sua massa corporal e estatura medidos. Participaram de familiarização com o protocolo de testes utilizados. A familiarização consistiu em apresentar os objetivos do projeto e passar alguns procedimentos metodológicos adotados durante os testes, por exemplo, a execução e o tempo de execução de cada movimento.
- Sessão 2: Foram realizados os testes de 1RM com os sujeitos nos exercícios de extensão de joelhos no equipamento de resistência variável de extensão dos joelhos e de flexão de cotovelos no equipamento banco scott. Executados de forma bilateral e unilateral, aleatoriamente, por meio de um sorteio realizado no momento.
- Sessão 3: Foram realizados os re-testes de 1RM com os sujeitos nos exercícios de extensão de joelhos e flexão de cotovelos, nos mesmos

aparelhos descritos na sessão 2. Após isto, foram realizados os testes de 60% de 1RM. Executados também de forma bilateral e unilateral, aleatoriamente, por meio de um sorteio realizado no presente momento.

- Sessão 4: Foram realizados os re-testes de 60% de 1RM. Executados também de forma bilateral e unilateral, aleatoriamente, por meio de um sorteio realizado no presente momento.

4.8. Protocolos de Avaliação:

4.8.1. Avaliação de 1RM e número de repetições a 60% de 1RM:

O teste de 1RM foi realizado em uma sessão, tendo os indivíduos já passados pela sessão de familiarização. A familiarização foi realizada para minimizar os efeitos da aprendizagem do exercício para o teste de 1RM (HATFIELD *et al.*, 2006).

Para determinar a carga inicial de cada indivíduo para cada exercício foi usado o método de tentativa e erro, baseado nas informações do próprio avaliado, até ser atingido um número inferior a 10RM, sendo a carga então corrigida pela tabela de Lombardi (LOMBARDI, 1989), obtendo-se desta forma a 1RM estimada. Esta carga foi novamente testada e, se necessário fosse, o mesmo procedimento seria realizado, com um intervalo de no mínimo 3 minutos, assim se procedendo até a obtenção de 1RM.

Para o aquecimento específico de cada exercício, realizado antes do teste, os indivíduos realizaram uma série com 10 repetições utilizando a metade da carga inicial estimada para o teste e usando uma velocidade auto-selecionada. Depois desse aquecimento foi permitido aos sujeitos 2 minutos de descanso e logo após foi iniciado o teste.

Os indivíduos foram orientados a realizar os exercícios com o maior número de repetições possível, não passando de 10 repetições, no ritmo de execução pré-determinado de 2 segundos para cada fase, controlado por um metrônomo.

Caso o indivíduo conseguisse realizar mais de 10 repetições o teste seria interrompido e seria dado um intervalo de pelo menos 3 minutos de descanso (FLECK e KRAEMER, 2006; SAKAMOTO e SINCLAIR, 2006). O procedimento se repetiu até ser encontrada a carga máxima de cada exercício, não ultrapassando o

número 5 de tentativas por sessão, para minimizar os efeitos da fadiga (SAKAMOTO e SINCLAIR, 2006).

Após a definição do 1RM, foi dado um intervalo de no mínimo 24 horas para minimizar a influência da fadiga muscular e se iniciou a sessão do teste de 60% de 1RM. Neste, verificou-se quantas repetições máximas o indivíduo foi capaz de realizar com 60% do valor de 1RM (60% de 1RM). Os indivíduos foram instruídos a realizar o número máximo de repetições em um ritmo de execução controlado por um metrônomo que foi ajustado na cadência de 60 bpm (batimentos por minuto), na razão de 30 repetições por minuto em cada fase (concêntrica e excêntrica). A falha foi definida como a incapacidade de executar a extensão/flexão completa. Foram realizados os testes – já descritos acima – e os re-testes, realizados na sessão posterior ao teste em que foi encontrada a carga máxima tanto para o teste de 1RM quanto para o de 60% de 1RM. Para os períodos de descanso entre os testes foram estabelecido 3 minutos entre os testes de 1RM, 5 minutos entre teste de 1RM e teste de 60% de 1RM e 15 minutos entre testes de 60% de 1RM, quando fosse necessário.

Equipamentos: os sujeitos realizaram o teste de 1RM e de número de repetições a 60% de 1RM do exercício de extensão de joelhos em uma cadeira extensora da marca *Taurus*, de resistência variada, e de flexão de cotovelos no banco Scott (rosca bíceps Scott) com peso livre.

Para os testes, os sujeitos iniciaram a execução partindo da extensão de joelhos do ângulo de 90° do joelho até a máxima extensão de joelhos (0°) e da extensão total (0°) até a flexão total do cotovelo (120° aproximadamente). Dois observadores estavam presentes para orientar e avaliar se a extensão foi máxima e se o movimento foi executado dentro do seu padrão correto. Todos os sujeitos realizaram o teste de 1RM e de 60% de 1RM para cada uma das três condições: unilateral direita (ULD), unilateral esquerda (ULE) e bilateral (BL). A ordem foi randomizada entre os exercícios e, depois, entre as condições de cada exercício.

4.8.2. Avaliação DBL:

Para avaliação da magnitude do DBL – em 1RM - foi utilizada uma fórmula do estudo de Howard e Enoka (1991), em que foi calculado um índice bilateral (BI) para

cada variável, força (Blf) e EMG (Ble). O BI é apresentado como valor médio e foi adotado a denominação IB. O IB (%) foi calculado do seguinte modo:

$$IB(\%) = \left[100x \left(\frac{\textit{bilateral}}{\textit{unilateral} \rightarrow \textit{direito} + \textit{unilateral} \rightarrow \textit{esquerdo}} \right) - 100 \right]$$

Para avaliação da magnitude do DBL – em 60% de 1RM – foi utilizada uma adaptação da fórmula do estudo de Howard e Enoka (1991). Foram colocados, ao contrário da fórmula do 1RM, o número de repetições bilaterais divididos pela média unilateral, que ocorreu a partir da soma do número de repetições para o lado direito e o número de repetições para o lado esquerdo, sendo dividido, portanto, por dois, como apresentado abaixo:

$$IB(\%) = \left[100x \left(\frac{\textit{bilateral}}{\textit{média} \rightarrow \textit{unilateral}} \right) - 100 \right]$$

Para ambas as fórmulas foi definido que um IB diferente de zero indica uma diferença entre os desempenhos unilaterais e bilaterais. Um IB < 0% ressalta que o desempenho bilateral é pior que a soma unilateral, acarretando em um DBL. Já um IB > 0% ressalta que o desempenho bilateral é melhor que a soma unilateral, acarretando, portanto, em uma facilitação bilateral.

5. Análise Estatística

Os dados serão apresentados em média e desvio-padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparar os valores de 1RM bilateral com a soma dos 1RM unilaterais e para comparar o número de repetições a 60% de 1RM bilateral com a média do número de repetições a 60% de 1RM unilateral foi utilizado o Teste t pareado. O nível de significância adotado foi de 0,05. Os dados foram analisados no *software* SPSS (versão 17.0). A associação entre teste e re-teste de 1RM e 60% de 1RM foi realizada a partir do índice de correlação intraclasse (ICC).

6. Resultados

6.1. Caracterização da Amostra

A Tabela 1 apresenta os dados da caracterização da amostra composta por 24 sujeitos do sexo masculino, que participou dos testes de flexão de cotovelos no banco Scott e extensão de joelhos. Os valores estão apresentados em média e desvio padrão (DP), sendo que entre parênteses estão apresentados os valores mínimos e máximos.

Tabela 1 - Caracterização da Amostra

Idade (anos) ($X \pm DP$)	Massa corporal (Kg) ($X \pm DP$)	Estatura (m) ($X \pm DP$)
23,58 \pm 0,67 (18 – 30)	75,87 \pm 1,85 (59 – 100)	1,80 \pm 0,01 (1,69 – 1,96)

6.2. Respostas do exercício de flexão de cotovelo no Banco Scott

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados médios e seus desvios padrão para o exercício de flexão de cotovelo no Banco Scott na avaliação do DBL pelo teste de 1RM, sendo que entre parênteses pode-se observar o valor mínimo e máximo; além disso, pode-se observar o IB (%) para o mesmo teste. O “n” destes testes foi de 24 sujeitos. Não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) na soma das cargas uni com a carga bilateral. Foi calculado um IB para o teste, sendo este -1,66% ($\pm 1,04$). Por representar um IB $< 0\%$, foi encontrado um DBL neste teste. O ICC desta resposta foi de 0,95 a 0,97.

Tabela 2 - Resposta da flexão de cotovelo em 1RM em Kg

1RM da soma Unilateral ($X \pm DP$)	1RM Bilateral ($X \pm DP$)	IB (%) ($X \pm DP$)
28,29 \pm 0,79 (22-36)	27,79 \pm 0,84 (22-36)	-1,66 \pm 1,04 (-10+10)

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados médios e seus desvios padrão para o exercício de flexão de cotovelo no Banco Scott na avaliação do teste de 60% de 1RM – analisando o número de repetições, sendo que entre parênteses pode-se observar o valor mínimo e máximo; além disso, pode-se observar o IB (%) para o mesmo teste. O “n” para estes testes foi de 24 sujeitos. Não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) do teste de 60% de 1RM na flexão de cotovelo de forma unilateral, obtido pela média do número de repetições do braço esquerdo e direito, de 17,37 ($\pm 0,63$), comparado com o número de repetições do teste de 60% de 1RM na forma bilateral, de 17,87 ($\pm 0,89$). Foi calculado um IB para o teste, sendo este 3,54 ($\pm 4,33$). Por representar um IB $> 0\%$ foi, portanto, encontrado uma facilitação bilateral neste teste. O ICC para esta resposta foi de 0,89 a 0,93.

Tabela 3 - Resposta da flexão de cotovelo em 60% de 1RM em nº de repetições

60% de 1RM da média Unilateral ($X \pm DP$)	60% de 1RM Bilateral ($X \pm DP$)	IB (%) ($X \pm DP$)
17,37 $\pm 0,63$ (12-23)	17,87 $\pm 0,89$ (12-28)	3,54 $\pm 4,33$ (-33+59)

6.3. Resposta do exercício de extensão de joelho

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados médios e seus desvios padrão para o exercício de extensão de joelho na avaliação do DBL pelo teste de 1RM, sendo que entre parênteses pode-se observar o valor mínimo e máximo, além disso, pode-se observar o IB (%) para o mesmo teste. O “n” para estes testes foi de 20 sujeitos. Foi encontrada diferença significativa ($p < 0,01$) do teste de 1RM extensão de joelho de forma unilateral, obtido através da soma das cargas deslocadas com as pernas direita e esquerda, de 62,95 ($\pm 0,97$), comparado com a carga do teste de 1RM na forma bilateral, de 70,8 ($\pm 1,97$). Foi calculado um IB para o teste, sendo este -10,3% ($\pm 1,85$). Por representar um IB $< 0\%$ foi, portanto, encontrado um DBL neste teste. O ICC foi de 0,95 a 0,98.

Tabela 4 - Resposta da extensão de joelho em 1RM em Kg

1RM da soma Unilateral (X±DP)	1RM Bilateral (X±DP)	IB (%) (X±DP)
62,95 ±0,97* (53-69)	70,8 ±1,97 (57-87)	-10,3 ±1,85 (-28+2)

*diferença significativa entre a soma das cargas de 1RM unilateral e a carga de 1RM bilateral ($p < 0,01$)

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados médios e seus desvios padrão para o exercício de extensão de joelho na avaliação do teste de 60% de 1RM – analisando o número de repetições, sendo que entre parênteses pode-se observar o valor mínimo e máximo; além disso, pode-se observar o IB (%) para o mesmo teste. O “n” para estes testes foi de 20 sujeitos. Foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) do teste de 60% de 1RM na extensão de joelho de forma unilateral, obtido a partir da média do número de repetições da perna direita com a perna esquerda, de 9,95 ($\pm 0,31$), comparado com o número de repetições do teste de 60% de 1RM na forma bilateral, de 10,9 ($\pm 0,22$). Foi calculado um IB para o teste, sendo este 11,15 ($\pm 3,44$). Por apresentar um IB $> 0\%$ foi encontrado, portanto uma facilitação bilateral. O ICC foi de 0,91 a 0,94.

Tabela 2 - Resposta da extensão de joelho em 60% de 1RM

60% de 1RM da média Unilateral (X±DP)	60% de 1RM Bilateral (X±DP)	IB (%) (X±DP)
9,95 ±0,31* (9-13)	10,9 ±0,22 (9-13)	11,15 ±3,44 (-15+47)

*diferença significativa entre a soma das cargas de 1RM unilateral e a carga de 1RM bilateral ($p < 0,05$)

7. Discussão

No presente estudo não foi encontrada diferença significativa no DBL da flexão de cotovelo a partir da utilização do teste de 1RM apesar de apresentar valores para o IB de $-1,66\% \pm 1,04$. Estes dados vão de encontro com as hipóteses sobre baixas velocidades de execução de membros inferiores de Vandervoort, Sale e Moroz (1984), aonde não foram encontradas diferenças significativas em exercícios de extensão de joelhos.

Na realização do mesmo exercício a partir da carga de 60% de 1RM, não foi encontrada diferença significativa, mesmo que o IB apresentasse uma facilitação bilateral, apresentando valores para o IB (%) de $3,54 \pm 4,33$. Essa característica encontrada é suportada pelo estudo de Monteiro e Simão (2006), no qual a fadiga adquirida pela realização de um número elevado de repetições pode ser uma das explicações para tal fenômeno.

Já no exercício de extensão de joelhos foi apresentado um DBL a partir da utilização do teste de 1RM, que reportou o IB (%) igual a $-10,3 \pm 1,85$, havendo diferença significativa ($p < 0,01$) entre os valores uni e bilaterais para 1RM, indo de encontro com o trabalho realizado por Chaves et al. (2004).

Na realização de 60% de 1RM o IB (%) encontrado foi igual a $11,15 \pm 3,44$, reportando uma facilitação bilateral, reportando, ainda, uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre estes valores. Mais uma vez, a fadiga adquirida pela realização de um número elevado de repetições parece ser a explicação mais adequada para este resultado. Esta faixa de carga imprime um número elevado de repetições, o que pode ocasionar em uma maior acidose quando comparado ao 1RM (MONTEIRO e SIMÃO, 2006).

Monteiro e Simão (2006) realizaram uma investigação acerca do DBL utilizando-se de um protocolo de 10RM na flexão de cotovelo. Concluíram não haver DBL, pois a carga obtida de forma bilateral foi superior as cargas na forma unilateral. A maior parte dos estudos realizados envolveu protocolos de curta duração para medida de força, tendo assim o grau de fadiga diminuído pela predominância do sistema ATP-CP, enquanto em testes de força com intensidades inferiores a 100% de 1RM a acidose é mais elevada.

Outro fator que pode explicar a referida resposta para o teste de 1RM para os exercícios de extensão de joelhos se comparada a flexão de cotovelos é a maior utilização da contração unilateral da musculatura durante ações naturais do ser humano, como, por exemplo, a caminhada. Este estímulo contínuo nas articulações pode causar uma adaptação específica ao membro, tornando a forma unilateral mais utilizada durante ações do dia-a-dia. Esta afirmação corrobora com as afirmações de McCurdy (2005), da mesma forma que Howard e Enoka (1981), em que asseveram que um estímulo unilateral usado de forma freqüente pode ser preponderante para um aumento do DBL, assim como as adaptações são específicas ao estímulo originado.

É salientado ainda que os resultados podem ser alterados pelos tipos de fibras referentes a cada membro (MORITANI e DE VRIES, 1979), recrutamento neural diferenciado pelo efeito cruzado (HAKINEN et al., 1996), ou pela predominância de utilização de um membro em detrimento de outro (VANDERVOOT, SALE e MOROZ, 1984).

Em um estudo de Howard e Enoka (1991), foram analisados e comparados os déficits de três grupos de sujeitos (destreinados, ciclistas e levantadores de peso). Todos os sujeitos realizaram testes de 1RM para exercícios uni e bilaterais, em que foi observado que houve um déficit bilateral no grupo dos sujeitos destreinados, enquanto que os ciclistas não apresentaram déficit bilateral e os levantadores de peso mostraram uma facilitação bilateral. Esses resultados podem indicar que quando são realizados exercícios bilaterais esse déficit pode ser reduzido, entretanto, quando são realizados apenas exercícios unilaterais esse déficit tende a aumentar. Parece ainda não ser evidente a demonstração de tal fenômeno em indivíduos que o realizam na maioria da sua rotina de treino exercícios de forma bilateral, assim como é observado em levantadores de peso.

Portanto, as adaptações ao treino são específicas e dependentes do tipo de estímulo que está sendo originado. Programas de TF compostos por exercícios executados de forma bilateral podem diminuir o bloqueio do córtex cerebral e aumentar o recrutamento de UMs na contração bilateral, diminuindo o déficit, por exemplo, para a extensão de joelhos (KURUGANTI et al., 2005; TANIGUCHI, 1998). Já exercícios unilaterais tendem a aumentar o DBL, devido à estimulação de apenas um hemisfério cerebral.

McCurdy et al. (2005) não encontraram diferenças nos grupos que treinaram de forma unilateral e bilateral durante oito semanas de treinamento no exercício agachamento livre. Ambos os grupos aumentaram força, embora os aumentos de força tenham sido mais visíveis no modo referente ao que foi executado no treinamento. Reforçando a idéia de que as adaptações são específicas ao estímulo originado.

O DBL parece também ser decorrente de uma menor ativação das fibras do tipo II, ocorrida nos exercícios bilaterais. Este fato é bem exposto por Vandervoort, Sale e Moroz (1984) que citam, a partir de análises referentes ao seu estudo, que foi demonstrado que as CVMs da forma bilateral de execução do movimento de extensão de joelho foram menores que a soma unilateral de execução do mesmo movimento, tanto na utilização de contração isométrica quando na contração dinâmica. O grande declínio de força encontrado neste estudo foi na CVM a partir de contrações dinâmicas de altas velocidades, em combinação com uma menor fatigabilidade na condição bilateral, suportando as hipóteses de que há uma redução na ativação nas UMs das fibras de contração rápida.

As interações inibitórias entre os lados direito e esquerdo do corpo são conhecidas por produzirem vários efeitos acerca do desempenho motor do corpo humano (OHTSUKI, 1983). Van Diën, Ogita e De Haan (2002) relatam que alguns estudos mostraram que a atividade do córtex motor em um hemisfério reduz o trabalho motor máximo para uma devida contração do hemisfério oposto, sugerindo que esta inibição é um fator limitante no desempenho do trabalho bilateral. Monteiro, Simão e Araújo (2001) afirmam que o DBL está associado com a estimulação reduzida de unidades motoras, que poderia ser causada pela inibição de mecanismos protetores, resultando em uma menor produção de força.

Como evidenciado por Chaves et al. (2004) muitos estudos obtiveram dados referentes ao DBL por meio de treinamentos. Diferentemente do estudo proposto aqui, que coletou os dados a partir de avaliações que não tivessem um fim de treinamento.

Diferenças nas metodologias utilizadas nos estudos referenciados também , portanto, pode ser um fator de tamanha diversidade nos resultados. A maioria dos estudos realizou avaliações do DBL a partir de equipamentos isocinéticos

(VANDERVOORT, SALE e MOROZ, 1984; JAKOBI e CAFARELLI, 1998), enquanto o estudo aqui apresentado foi avaliado a partir de equipamento de resistência dinâmica variável ou com peso livre (MONTEIRO e SIMÃO, 2006). Chaves et al. (2004) ainda citam que uma das causas prováveis dessas diferenças encontradas na maioria dos estudos da literatura seria a forma de avaliação através do sinal EMG, devido à sua baixa sensibilidade de avaliação em certos grupamentos em função do volume das massas musculares, não colocando em observação todos os músculos envolvidos na ação.

As diferenças de contração devem ser levadas em conta quanto às metodologias aplicadas nos estudos. Contrações de ordem dinâmica, quando comparadas com as contrações isométricas, maximizam a influência negativa no resultado, amplificadas pela dificuldade de posicionamento do indivíduo, estabilização do movimento e das articulações.

A maioria dos estudos que investigaram o DBL está associada intimamente com a utilização de testes que visem avaliação através do sinal EMG sobre CVMs. O sinal EMG quantifica os resultados de comandos neurais enviados ao músculo e providenciaria evidências de mecanismos neurais responsáveis pelo DBL (KURUGANTI e MURPHY, 2008). O objetivo principal deste estudo foi avaliar e verificar se há existência de DBL nos exercícios de extensão de joelhos e flexão de cotovelos a partir da utilização dos testes de 1RM e 60% de 1RM. A escolha por estes testes se deu por avaliarem duas manifestações diferentes de força, a força máxima e a resistência muscular, respectivamente, além de serem de fácil aplicação e que possam ser realizados em ambientes não laboratoriais.

O DBL é um fenômeno amplamente discutido na literatura sobre o treinamento de força. É visto que muitos estudos apresentam o DBL como significativo, enquanto outros não o observaram, assim como alguns pesquisadores encontraram até mesmo uma facilitação bilateral. Diferentes vias metodológicas aplicadas podem ser primordiais para o aparecimento de resultados tão diferentes nas referências acerca deste fenômeno. Alguns estudos utilizaram atletas, não atletas, sedentários, mulheres ou homens, caracterizando diversas populações envolvidas nas pesquisas, acarretando, portanto, em uma grande dificuldade de comparação dos resultados. Diferenças metodológicas nas formas de avaliação, com a utilização ou não de treinamentos, de exercícios de ordem isométrica ou

dinâmica, até mesmo da forma isocinética, de resistência dinâmica variável ou peso livre são os maiores indicadores para não se observar consenso quanto à ocorrência do DBL.

Neste estudo foi visto, claramente, o aparecimento de DBL nos testes de 1RM para extensão de joelhos a partir dos cálculos do IB. Porém, é importante ressaltar que embora pelo cálculo do IB tenha aparecido um DBL para a flexão de cotovelo, este foi de pequena magnitude, tendo, portanto, para este exercício uma diferença não significativa. O exercício de extensão de joelhos apresentou um déficit calculado pelo IB de magnitude considerável, havendo diferença significativa entre as cargas uni e bilaterais.

Já para os testes de 60% de 1RM foi encontrado, para ambos os exercícios – flexão de cotovelos e extensão de joelhos - uma facilitação bilateral, nos quais os exercícios de ordem bilateral tiveram facilidade de executar maior número de repetições do que os exercícios de ordem unilateral.

Portanto, tornou-se claro o aparecimento do DBL em situações que exigissem o deslocamento da carga máxima dos sujeitos para os exercícios de extensão de joelhos. Porém, para o exercício de flexão de cotovelos no banco Scott o DBL não foi evidenciado de maneira significativa, apesar de este fenômeno ter sido encontrado pelo cálculo do IB.

Entretanto, não foi encontrado DBL, ocorrendo, até mesmo, uma facilitação bilateral nas situações que exigissem um número alto de repetições, mostrando que a fadiga muscular pode ser um dos indicativos para o não aparecimento do DBL.

Ademais, torna-se necessário um maior número de estudos referentes a este fenômeno, para que as justificativas nele encontradas possam ser aplicadas à prática. Em conjunto, a utilização de testes mais aplicados à prática para seu entendimento – como o teste de 1RM – nas metodologias que deverão ser aplicadas mais adiante, tornará a compreensão do DBL, caso este seja encontrado, mais uniforme e fidedigna.

8. Conclusão

Apesar de não ser o objetivo principal da pesquisa, a diferença significativa na apresentação de déficit bilateral para o teste de 1RM no exercício de extensão de joelhos se comparado com o exercício de flexão de cotovelos – que não apresentou diferença significativa – pode se dar pelo fato de uma maior utilização dos grupamentos musculares responsáveis por caminhadas e deslocamentos de forma unilateral durante o dia-a-dia. Esta hipótese demonstra uma capacidade de treinamento destes grupamentos a partir de ações mecânicas repetidas a todo momento pelo ser humano.

Ainda, tornou-se claro que a utilização de um treino unilateral para exercícios que envolvam os extensores de joelhos em intensidades próximas a 100% de 1RM são uma boa escolha quanto a seleção de exercícios, pois estes parecem gerar melhores respostas quando comparados com o exercício bilateral. Já para os exercícios de flexão de cotovelos no banco Scott, não foi apresentada uma diferença significativa para estas intensidades citadas acima. Porém, a utilização de um treino unilateral para intensidades que necessitem de um número de repetições altas não parece ser uma boa escolha quando comparada com o treino bilateral para os exercícios que envolvam os extensores de joelhos, apresentando, este, uma diferença significativa. Os exercícios uni e bilaterais de flexão de cotovelos não apresentaram diferença significativa, não havendo um consenso sobre qual a melhor alternativa para um treinamento.

9. Referências Bibliográficas

ABADIE, B. R., WENTWORTH, M. C. Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females. Journal of Exercise Physiology, online, 3, 1-7.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exercise 2002; 34: 364 – 80.

ARCHONDITES, C., FAZEY, J. A. Inter-limb interactions and constraints in the expression of maximum force: a review, some implications and suggested underlying mechanisms. Journal of Sports Sciences, 11 (2) 1993.

BADILLO, J. J. G., AYESTARÁN, E. G. Fundamentos do treinamento de força: Aplicação ao alto rendimento desportivo. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2001.

BOBBERT, M. F., WENDY, W. G., JAN, N. J., L. J. RICHARD C. Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. Journal of Applied Physiology, 100: 493 – 499, 2005.

CHAVES, C., GUERRA, C., MOURA, S., NICOLI, A., FÉLIX, I., SIMÃO, R. Déficit bilateral nos movimentos de flexão e extensão de perna e flexão de cotovelo. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v. 10, n. 6, p. 505-508, 2004.

CRESSWELL, A., OVENDAL, A. Muscle activation and torque development during maximal unilateral and bilateral isokinetic knee extensions. Journal of Sports Medicine Pshysiology. 42(1): 19-25, 2002.

ENOKA, R. M. Neural adaptations with chronic physical activity. Journal of Biomechanics, v. 30, n. 5, p. 447-455, 1997.

ENOKA, R. M. Neuromechanical basis of kinesiology (2^a Ed.). Campaign Illininois: Human Kinetics, 1998.

FAIGENBAUM, A. Youth resistance training. Research Digest. 4(3), 2003 Sept

FLECK, S., KRAEMER, W. J. Designing Resistance Training Programs. 2ed. New York, Human Kinetics, 1997.

FLECK, S., KRAEMER W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular 3ª ed. Porto Alegre. Artmed, 2006.

FLECK, S., JUNIOR, A. Treinamento de força para fitness e saúde. São Paulo: Editora Phorte, 2003.

HÄKKINEN, K., KALLINEN, M., LINNAMO, V., PASTINEN, U. M., NEWTON, R. U., KRAEMER, W. J. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. Acta Physiology Scandinavian, v. 158, p. 77-88, 1996

HATFIELD, D. L et al. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 20(4), p. 760-766. 2006.

HOEGER, W. W. K., HOPKINS, D. R., BARETTE, S. L., HALE, D. F. Relationship between repetitions and selected percentagens of one repetition maximum: A comparison between untrained and trained males and females. Journal of Applied Sport Science Research, 4, 47-54, 1990.

HOWARD, J. D.; ENOKA, R. M. Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. J. Appl. Physiol. v. 70, n. 1, p. 306-316, 1991.

JAKOBI, J. M., CAFARELLI, E. Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. Journal of Applied Physiology, v.84, p. 200-206, 1998.

JAKOBI, J. M., CHILIBECK, P. D. Bilateral and unilateral contractions: Possible differences in maximal voluntary force. Canadian Journal of Applied Physiology, v.26(t): p.12-33, 2001.

KHODIGUIAN, N., CORNWELL, A., LARES, E., DICAPRIO, P. A., HAWKINS, S. A. Journal of Applied Physiology. 94: 171-178, 2002.

KNUTTGEN, H. G., KRAEMER W. J. Terminology and measurement in exercise performance. J Appl Sport Sci Res 1987; 1: 1-10.

KROLL W. Central facilitation in bilateral versus unilateral isometric contractions. *American Journal of Physiology Medicine*; 44: 218-23, 1965.

KURUGANTI, U., PARKER, P., RICKARDS, J., TINGLEY, M., SEXSMITH, J. Bilateral isokinetic training reduces the bilateral leg strength deficit for both old and young adults. *European Journal of Applied Physiology*, v. 94, p. 175-179, 2005.

KURUGANTI, U; MURPHY, T. Bilateral deficit expressions and myoelectric signal activity during submaximal and maximal isometric knee extensions in young, athletic males. *European Journal of Applied Physiology*, v.102, p. 721-726, 2008.

MACDOUGALL, J. D. Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. *Human Muscle Power*. Champaign, Ill: Human Kinetics, 1986.

MCCURDY, W., LANGFORD, G. A., DOSCHER, M. W., WILEY L. P., MALLARD, K. G. The effects of short-term unilateral and bilateral lower body resistance training on measures of strength and power. *Journal of Strength Conditioning Research*; 19: 9-15, 2005.

MONTEIRO, W. D.; SIMÃO, R. Existe déficit bilateral na realização de 10RM em exercícios de braços e pernas?. *Rev. Bras. Med. Esporte*. v. 12, n. 3, p. 115-118, 2006.

MONTEIRO W. D., SIMÃO, R., ARAUJO C. G. S. Maximal muscle power in unilateral and bilateral elbow flexion. *Rev Bras Med Esporte*. 2001;7(5):157-62

MORITANI T., DEVRIES H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine* 58(3):115-130, 1979.

ODA, S.; MORITANI, T. Maximal isometric force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans. *Eur. J. Appl. Physiol*. v. 69, p. 240-243, 1994.

OHTSUKI, T. Decrease in human voluntary isometric arm strength induced by simultaneous bilateral exertion. *Elsevier Biomedical Press*. v. 7, p. 165-178, 1983.

OWINGS, T. M.; GRABINER, M. D. Fatigue effects on the bilateral deficit are speed dependent. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 30, n. 8, p. 1257-1262, 1998.

PEREIRA, M., GOMES, P. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas tendências. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v. 9, nº 5 – Set/Out, 2003.

SAKAMOTO , A., AND SINCLAIR P. J. **Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press.** *Journal of Strength Conditional Research*, v. 20(3), p. 523-527, 2006.

SECHER N.H., RORSGAARD S., SECHER O. **Contralateral influence on recruitment of curarized muscle fibers during maximal voluntary extension of the legs.** *Acta Physiology Scandinavian*, v. 103, p. 456-462, 1978.

TANIGUCHI, Y. Relationship between the modifications of bilateral deficit in upper and lower limbs by resistance training in humans. *Eur. J. Appl. Physiol*. v. 78, p. 226-230, 1998.

VANDERVOORT, A. A; SALE, D. G; MOROZ, J. Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *Journal of Applied Physiology*. v. 56, n. 1, p. 46-51, 1984.

VAN DIËN, J.H.; OGITA, F.; HAAN, A. Reduced neural drive in bilateral exertions: a performance-limiting factor? *Med. Sci. Sports Exerc*. v. 35, n. 1, p. 111-118, 2003.

10. Anexos

ANEXO 1

Questionário de informações Prévias:

Nome: _____ Idade: _____

Data de nascimento: _____

Endereço: _____ CEP: _____

Cidade: _____ Telefones: _____

Email: _____

1) Pratica ou já praticou treinamento de força?

2) Qual o membro inferior dominante?

3) Há quanto tempo não realiza treinamento de força?

4) Realiza algum outro tipo de treinamento esportivo e/ou exercício que utilize demasiadamente os membros inferiores? Qual?

5) Realiza com freqüência algum tipo de atividade diária que utilize os membros inferiores intensamente?

6) Apresenta algum tipo de doença que possa impedir ou dificultar a prática de exercícios físicos?

() hipertensão () doenças cardíacas

() diabetes () problemas músculo-esqueléticos () Outros; Qual? _____

7) Sente ou já sentiu algum desconforto com a prática de exercícios físicos?

(8) Utiliza algum tipo de medicamento? Quais?

ANEXO 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador do documento de identidade número _____, concordo voluntariamente em participar do estudo AVALIAÇÃO DO DÉFICIT BILATERAL NOS EXERCÍCIOS DE FLEXÃO DE COTOVELO E EXTENSÃO DE JOELHOS, que envolverá a execução de exercícios de força durante um período de 4 sessões com a utilização de pesos adicionais e testes de força. Entendo que os testes que realizarei têm por objetivo comparar e avaliar a ativação muscular entre exercícios bilaterais e unilaterais de flexão do cotovelo e extensão de joelho.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido sob a coordenação do professor Ronei Silveira Pinto e executado pelo aluno Juliano Pozatti Moure. Estou ciente de que as informações obtidas no decorrer desta investigação serão utilizadas na construção de um trabalho científico, e que todas as informações dos indivíduos avaliados utilizadas deverão ser mantidas em sigilo.

Eu, por meio deste, autorizo a realizarem os seguintes procedimentos:

- Aplicação de um questionário específico sobre informações pessoais, histórico de atividade física e de saúde;
- Avaliação das minhas medidas corporais;
- Testes de força máxima (1RM), de resistência muscular (60% de 1RM) de extensão de joelho e flexão de cotovelo;

Entendo que o professor Ronei Silveira Pinto e o graduando Juliano Pozatti Moure irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a estes procedimentos pelos telefones (51)3308-5894 e/ou (51)93140753.

Entendo que durante os testes nos exercícios de força poderá haver riscos, desconforto e cansaço muscular temporário, havendo possibilidade de mudanças anormais de minha frequência cardíaca e pressão sanguínea durante os testes e período de treinamento. Porém, entendo que posso interromper os testes e treinamento a qualquer momento, sob meu critério.

Entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo.

Entendo que os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e caso sejam publicados, os dados não serão associados a minha pessoa.

Estou ciente de que estará disponível uma linha telefônica para Assistência Médica de Emergência 192, assim como o professor Ronei Silveira Pinto e o graduando Juliano Pozatti Moure se responsabilizarão por qualquer assistência, quando necessária.

Entendo ainda que, caso julgue ter havido a violação de algum dos meus direitos, poderei fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 3308.3629.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Nome completo: _____

Assinatura : _____