

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

LEONARDO BRUNOZI STEVANATO

**AÇÕES DO MÚSCULO BÍCEPS
BRAQUIAL EM EXERCÍCIOS DE
MUSCULAÇÃO**

Campinas
2010

LEONARDO BRUNOZI STEVANATO

**AÇÕES DO MÚSCULO BÍCEPS
BRAQUIAL EM EXERCÍCIOS DE
MUSCULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Faculdade
de Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção
do título de Bacharel em Educação
Física.

Orientador: Antonio Carlos de Moraes

Campinas
2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF – UNICAMP

St46a Stevanato, Leonardo Brunozi.
Ações do músculo bíceps braquial em exercícios de musculação /
Leonardo Brunozi Stevanato. - Campinas, SP: [s.n], 2010.

Orientador: Antonio Carlos de Moraes.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de
Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Braço — músculos. 2. Musculação. 3. Biomecânica. 4.
eletromiografia. I. Moraes, Antonio Carlos de. II. Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

asm/fef

Título em inglês: Shares in the brachial bíceps muscle bodybuilding exercises.

Palavras-chaves em inglês (Keywords): Brachial bíceps. Bodybuilding. Biomechanics.
Electromyography.

Data da defesa: 23/11/2010.

LEONARDO BRUNOZI STEVANATO

AÇÕES DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL EM EXERCÍCIOS DE MUSCULAÇÃO

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Leonardo Brunozi Stevanato aprovado pela Comissão julgadora em: ____/____/____

Prof. Dr. Antonio Carlos de Moraes
Orientador

Prof. Dr. Miguel de Arruda

Campinas
2010

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, irmão e amigos que me deram fundamentos e conhecimentos para ser a pessoa a qual sou hoje.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço aos meus pais Maria Luiza e José Carlos que possibilitaram chegar até este ponto de minha vida e estar prestes a concluir minha graduação, dando continuidade a minha história como homem e cidadão.

Aos meus amigos e colegas que fiz ao longo da vida (os quais prefiro não citar o nome com medo de esquecer de alguém) que sempre caminharam ao meu lado, seja da faculdade, da academia, do COTUCA ou do Trash (vocês sabem o que isso quer dizer) sempre estando ao meu lado nos momentos bons, ruins, de confraternização ou apenas pra ir no Arraial e beber uma garrafa de Catuaba (sem comentários).

Ao meu irmão Eduardo que começou esta “brincadeira” de musculação a alguns anos atrás e hoje tornou-se uma paixão e motivo de esforço maior.

A minha cunhada Gabriela e parentes que tiveram paciência para me ouvir nos momentos em que precisava e um conselho.

Aos meus professores da faculdade e Orientador Antonio Carlos de Moraes que em minha opinião me deram o maior presente : o conhecimento.

Os professores Sidnei e Murilo da MD Fitness que me passaram seus ensinamentos e suas experiências de vida durante o tempo o qual estivemos trabalhando juntos.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

STEVANATO, Leonardo. Ações do músculo bíceps braquial em exercícios de musculação. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RESUMO

Atualmente a musculação tem se tornado uma prática altamente popular, sendo praticada por um grande número de pessoas em diferentes idades e níveis de aptidão física distintos. Boa parte do conhecimento relacionado à musculação ainda é passado adiante com grande empirismo, resultante em sua maior parte por meras observações, tentativas e erros. Tais atitudes tradicionalistas carecem de conhecimento científico que embasem suas execuções, a fim de promover maior segurança e desenvolvimento da musculação. Frequentemente nas academias, os exercícios utilizados para o desenvolvimento do músculo Bíceps Braquial são empregados em programas de treinamento, contudo, existem diferentes movimentos empregados para este fim, normalmente escolhidos de forma aleatória, pois não são analisadas suas particularidades, angulações e ativação. Esta revisão fundamenta com base em estudos biomecânico e eletromiográficos melhores critérios para as escolhas de tais exercícios e que justifiquem quais deles estejam mais de acordo com os objetivos de cada indivíduo, apoiando-se em dados científicos e não em conhecimento empírico.

Palavras-Chaves: Bíceps Braquial; Musculação; Biomecânica; Eletromiografia

STEVANATO, Leonardo. Ações do músculo bíceps braquial em exercícios de musculação. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

ABSTRACT

Currently the bodybuilding has become a highly popular practice, being practiced by a large number of people at different ages and different fitness levels. Much of the knowledge related to bodybuilding as it is passed on with great empiricism, resulting mostly by mere observation, trial and error. Such attitudes traditionalists lack of scientific knowledge on which to base their performances in order to promote greater security and development of bodybuilding. Often in the gym, the exercises used to develop the biceps muscle are employed in training programs, however, there are different movements used for this purpose, usually chosen at random because they are not considered its merits, angles and activation. This review examines the basis of biomechanical and electromyographic studies better criteria for the best choices that justify such exercises and which ones are more in line with the objectives of each individual, relying on scientific rather than empirical knowledge.

Key Words: Brachial Biceps, Bodybuilding, Biomechanics, Electromyography

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Movimentos da articulação do cotovelo.....	17
Figura 2 -	Braço de momento de força.....	18
Figura 3 -	Braço de momento de resistência.....	19
Figura 4 -	Força motiva e resistiva.....	20
Figura 5 -	Fatores produtores de torque.....	21
Figura 6 -	Produção de torque em diferentes angulações do cotovelo.....	22
Figura 7 -	Musculatura do bíceps braquial.....	30
Figura 8 -	Barra Reta.....	32
Figura 9 -	Barra W ou EZ.....	32
Figura 10 -	Barra Neura.....	33
Figura 11 -	Halteres.....	33
Figura 12 -	Início do Movimento de Rosca Concentrada.....	34
Figura 13 -	Final do Movimento de Rosca Concentrada.....	35
Figura 14 -	Início do Movimento de Rosca Bíceps na Polia.....	37
Figura 15 -	Final do Movimento de Rosca Bíceps na Polia.....	38
Figura 16 -	Início do Movimento de Rosca Direta.....	40
Figura 17 -	Final do Movimento de Rosca Direta.....	41
Figura 18 -	Início do Movimento de Rosca Scott no Aparelho.....	43
Figura 19 -	Final do Movimento de Rosca Scott no Aparelho.....	44
Figura 20 -	Início do Movimento de Rosca Scott.....	46
Figura 21 -	Final do Movimento de Rosca Scott.....	47
Figura 22 -	Início e Término do Movimento de Rosca Alternada (braços alternados)....	49
Figura 23 -	Posições de ombro investigadas e siglas adotadas no estudo.....	53
Figura 24 -	Torque Externo no exercício de rosca Scott, normalizado pelo torque máximo.....	57
Figura 25 -	Torque Externo no exercício de rosca Direta, normalizado pelo torque máximo.....	57
Figura 26 -	Torque Externo no exercício de rosca no banco inclinado, normalizado pelo torque máximo.....	58
Figura 27 -	Torque Externo no exercício de rosca Polia, normalizado pelo torque máximo.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tabela 1. Ativação das unidades motoras para porção longa do Bíceps Braquial.....	55
-------------------	---	----

SUMÁRIO

1. Introdução	14
2. Biomecânica	17
2.1 Articulação do Cotovelo	18
2.2 Braço de Momento de Força	18
2.3 Braço de Momento de Resistência	19
2.4 Força Motiva e Resistiva	19
2.5 Torque	20
2.6 Musculação e Biomecânica	22
2.7 Resistência Constante – Pesos Livres	23
2.8 Resistência Constante – Máquinas Específicas	24
2.9 Resistência Variável	24
3. Eletromiografia	25
3.1 Eletromiografia de Superfície	25
4. Bíceps Braquial	30
5. Exercícios para o Bíceps Braquial	32
5.1 Rosca Concentrada	34
5.2 Rosca Bíceps na Polia	37
5.3 Rosca Direta	40
5.4 Rosca Scott no aparelho	43
5.5 Rosca Scott	46
5.6 Rosca Alternada	49
6. Estudos Eletromiográficos	51
7. Estudos Biomecânicos	56
8. Considerações Finais	60
9. Referências	61

1 Introdução

Atualmente a musculação tem se tornado uma prática altamente popular no meio urbano, sendo praticada por um grande número de pessoas em diferentes idades e níveis de aptidão física distintos. Inicialmente era vista como uma maneira de melhoria da qualidade de vida a fim de desenvolver as estruturas músculo-esqueléticas tais como condições funcionais, ósseas, articulares e musculares, proporcionando melhorias em capacidades físicas como resistência, força e flexibilidade. Segundo BITTENCOURT (1984), quando bem orientada, a musculação representa uma importante profilaxia em relação às lesões músculo-articulares, sendo capaz de reduzir e evitar muitas das lesões desportivas, o que promoveria uma melhoria nas atividades físicas e tarefas da vida cotidiana, proporcionando mais conforto ou preparando o praticante para situações mais críticas. Além disso, o fator estético assume papel de destaque no meio social vigente contemporâneo, o qual a musculação se traduz em uma prática fundamental em busca de tais parâmetros corporais.

Segundo STOPANI (2008) o treinamento resistido ou musculação se refere a qualquer tipo de treinamento em que o corpo se movimenta contra algum tipo de força oposta, gerada por algum tipo de peso, por exemplo, pesos livres e máquinas, o que corrobora a idéia de SIMÃO (2004) onde a musculação caracteriza-se por incluir o uso regular de pesos livres, máquinas, peso corporal e outras formas de equipamento para melhorar a força, a potência e a resistência muscular.

Ao longo da prática da musculação, são incrementadas as capacidades físicas necessárias para a realização dos diversos tipos de exercícios utilizando-se de variáveis como carga, intervalos, velocidade, tempo de pausa, amplitude de movimento e contração muscular, podendo essa ser de caráter isométrico, isotônico ou isocinético. Tal repertório de variáveis transforma a musculação em uma atividade altamente versátil, contemplando diversas populações e objetivos variados, sejam eles de melhorias nas funções motoras, força, resistência muscular, potência, coordenação, velocidade, agilidade ou equilíbrio.

Apesar de tantos benefícios, boa parte do conhecimento relacionado à musculação ainda é passado adiante com grande empirismo, resultante em sua maior parte por meras observações, tentativas e erros. Tais atitudes tradicionalistas carecem de conhecimento científico que embasem suas execuções, a fim de promover maior segurança e desenvolvimento da musculação. Os estudos em biomecânica do exercício que analisam as

forças atuantes, angulações e métodos acrescentam grande aporte teórico e experimental sanando questões referentes à prática das atividades físicas. Segundo HATZE *apud* SUSAN HALL (1993) a Biomecânica seria “o estudo da estrutura e da função dos sistemas biológicos utilizando os métodos da mecânica”, analisando-se aspectos anatômicos e funcionais dos organismos biológicos através de princípios matemáticos e físicos.

Já outro campo também utilizado na melhoria da musculação encontra-se a eletromiografia (EMG) que se transformou numa essencial ferramenta de pesquisa, permitindo que os fisiologistas e os especialistas médicos determinassem o papel dos músculos durante movimentos específicos (MELO; CARARELLI, 1994). Através dela é possível determinar a atividade elétrica juntamente com a frequência de disparo em cada músculo mediante ao estímulo. Segundo BOMPA (2004) os exercícios que promovem a maior quantidade de atividade elétrica durante a contração muscular produzem os níveis mais altos de hipertrofia e força.

As práticas de musculação associadas aos pesos livres e aparelhos são responsáveis por proporcionar inúmeros tipos de movimentos que conseqüentemente ativam inúmeras articulações, angulações e grupamentos musculares. Contudo, no dia-a-dia em academias de musculação observamos o emprego de exercícios parecidos e que atuam sobre a mesma musculatura serem utilizados com poucos critérios que justifiquem seu emprego, já que a literatura não trás especificamente suas propriedades particulares, ao contrário, abordam o tema sob uma ótica geral. Devemos assim considerar que mesmo parecidos podem conduzir a adaptações músculo-esqueléticas diferentes, tendo em vista a capacidade músculo-esquelética de adaptar-se a demandas funcionais diferentes (HERZOG *et al.*, 1991).

Tradicionalmente nas academias, os exercícios utilizados para o desenvolvimento do músculo Bíceps Braquial são empregados com grande frequência em programas de treinamento, contudo, existem diferentes movimentos empregados para este fim, normalmente escolhidos de forma aleatória, pois não são analisadas suas particularidades, angulações e ativação.

Autores como HERZOG (1988) nos trazem os exercícios com a utilização de barras diferentes ou apenas com uma delas (KRAEMER, 2001), porém não esclarecem os motivos para suas utilizações.

Um fator usualmente pouco considerado seria a quantidade de torque externo utilizado em aparelhos e pesos livres para um mesmo grupo muscular, visto que a característica de resistência dos aparelhos e exercícios tem grande aplicabilidade no treinamento (KULIG, ANDREWS, HAY, 1984; HERZOG, 1988) e conhecer tais características tornam-se

necessárias durante a elaboração dos programas de treinamento específicos ao atleta ou população a fim de possibilitar a maior ativação muscular em um ângulo específico.

Esta revisão estabelece melhores critérios para as escolhas de tais exercícios e que justifiquem quais deles estejam mais de acordo com os objetivos de cada indivíduo, apoiando-se em dados científicos e não em conhecimento empírico.

2 BIOMECÂNICA

A biomecânica é o estudo dos movimentos dos organismos vivos (RASCH; BURKE, 1997), avaliando os efeitos da força – seja empurrando ou tracionando – sobre eles. A abordagem biomecânica dos movimentos pode ser qualitativa, com o movimento observado e descrito, ou quantitativa, significando que está sendo feita alguma medida do movimento (HAMILL; KNUTZEN, 1999). O conhecimento de vários princípios biomecânicos favorece a qualidade do programa de treinamento resistido, por proporcionar uma capacidade, ao profissional, de discernir e prescrever os melhores exercícios para cada cliente. O conhecimento dos movimentos possíveis e seguros de cada articulação do corpo humano, bem como dos graus de amplitude de cada movimento articular, proporciona uma importante diretriz para uma correta análise biomecânica e, conseqüentemente, cinesiológica.

As definições a seguir foram baseadas segundo CAMPOS (2000).

2.1 ARTICULAÇÃO DO COTOVELO

Caracteriza-se por ser uma articulação sinovial do tipo gínglimo, entre o úmero com o rádio e a ulna. Permite os movimentos de flexão e extensão sobre o eixo frontal no plano sagital, tendo uma amplitude relativa entre 145°, dependendo de fatores como limitações ósseas, tendíneas e hipertróficas dos flexores do cotovelo e punho.

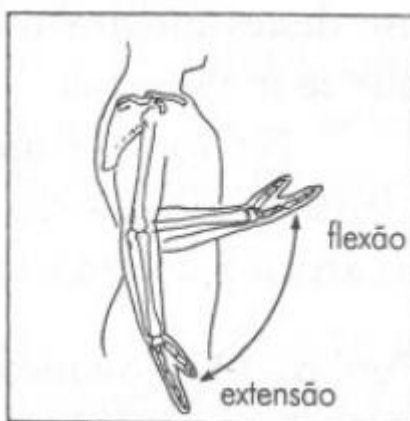


Figura 1. Movimentos da articulação do cotovelo.

Fonte : CAMPOS (2000)

As forças atuantes na avaliação do movimento humano podem ser definidas como a ação exercida por um objeto sobre outro (CAMPOS, 2000), podendo ser de caráter externo quando originam-se de fontes fora dos limites do corpo, ou ainda internas, quando exercidas internamente ao corpo, como a ação dos músculos e ligamentos. Em sua maioria, as forças internas tentam equilibrar ou superar as forças externas com a finalidade de execução dos movimentos desejados.

2.2 BRAÇO DE MOMENTO DE FORÇA

O Braço de Momento de Força é a distância entre o ponto de aplicação de força (inserção do músculo) com o eixo de rotação da articulação, sendo a menor distância entre o ponto de ação muscular com o eixo articular. Pode ser representado como uma linha perpendicular ao vetor de força que se encontra com o eixo de rotação da articulação.

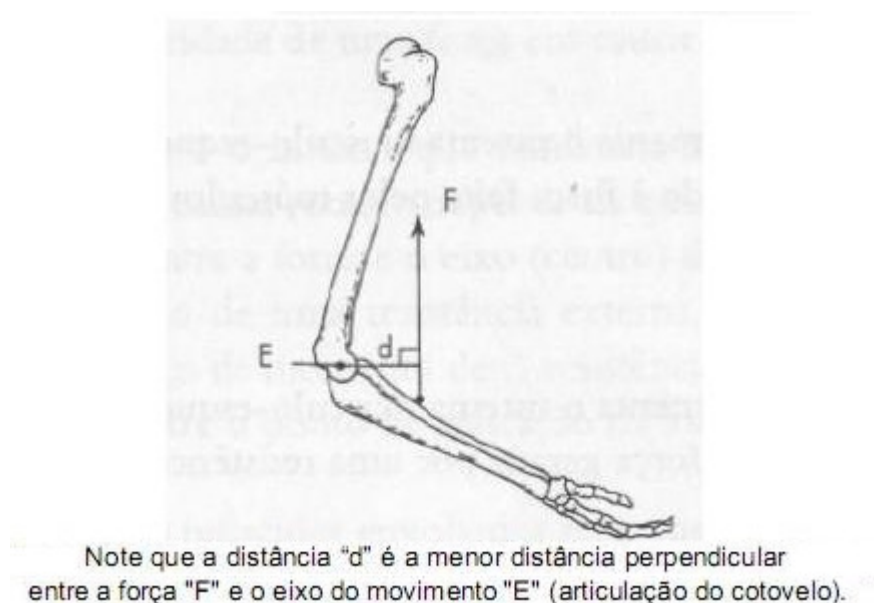
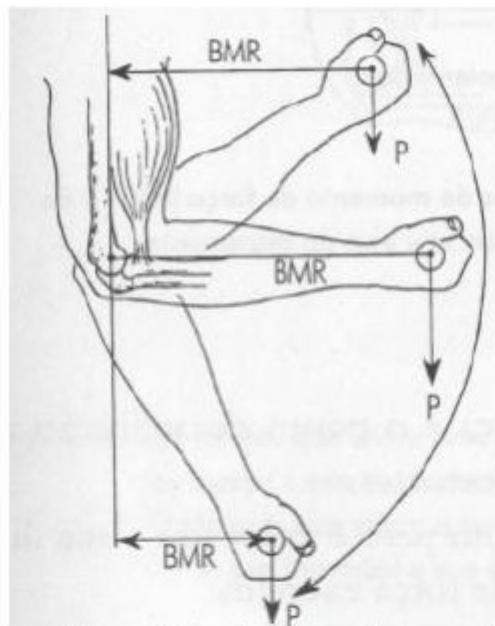


Figura 2. Braço de momento de força.

Fonte : CAMPOS (2000)

2.3 BRAÇO DE MOMENTO DE RESISTÊNCIA

Seria a distância horizontal entre a resistência e o eixo da articulação. Conforme a alavanca se movimenta e sua angulação de aplicação altera-se, ocorrerá conseqüentemente uma alteração no Braço de Momento de Resistência.



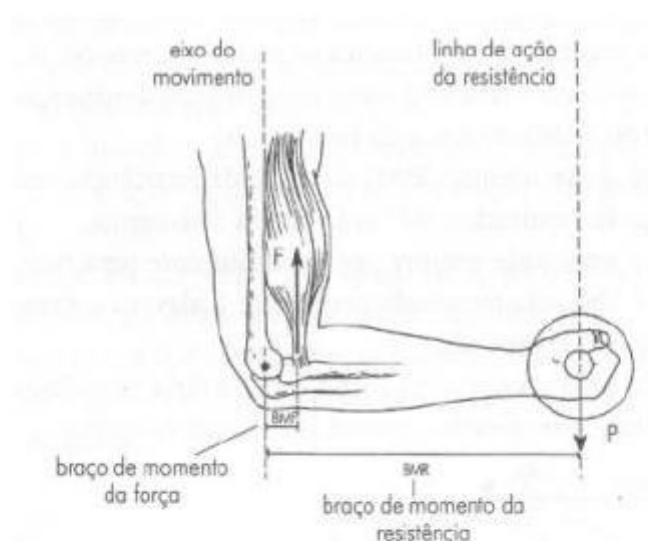
Enquanto o peso do objeto (P) permanece constante, a distância horizontal (BMR) entre o peso e o eixo do movimento (articulação do cotovelo) muda por todo o movimento, afetando diretamente o torque da resistência.

Figura 3. Braço de momento de resistência.

Fonte : CAMPOS (2000)

2.4 FORÇA MOTIVA E RESISTIVA

São forças que movimentam o sistema músculo-esquelético, sendo a força motiva aquela gerada pelos músculos e a resistiva a proveniente de uma resistência externa.



Forças motiva (F) e resistiva (P), braços de momento de força (BMF) e da resistência (BMR), linha de ação da resistência e eixo do movimento.

Figura 4. Força motiva e resistiva.

Fonte : CAMPOS (2000)

2.5 TORQUE

O Torque é a força que tende a virar ou rodar os objetos, considerando-se para isso a quantidade de força aplicada e a distância entre essa e o eixo de rotação. Segundo CAMPOS (2000), no caso de uma resistência externa, a própria resistência é a força, e o braço de momento desta resistência é a menor distância perpendicular entre o ponto de aplicação da força e o eixo de rotação da articulação, já para os músculos envolvidos num movimento, a ação do músculo é a força e o braço de momento desta força é a menor distância perpendicular entre a linha de ação da força muscular e o eixo de rotação da articulação. A fórmula para se determinar o torque em uma articulação seria:

$$T = F \times BM$$

onde T (valor do Torque em N/m), F (Força em Newtons) e BM (Braço de Momento em Metros)



Figura 5. Fatores produtores de torque.

Fonte : CAMPOS (2000)

A quantidade de força muscular aplicada está diretamente relacionada ao braço de momento do músculo (distância do eixo de rotação com a linha de ação muscular) e o braço de momento de resistência, pois com a variação da força aplicada e do braço de momento, o torque será variável, já que durante o movimento ocorrem mudanças em ambos os braços. A combinação destas mudanças, incluindo o comprimento do músculo e braço de momento (EM) em cada ângulo do movimento, produz diferentes torques em diferentes posições articulares (CAMPOS, 2000).



O torque gerado pela força da contração dos flexores do cotovelo é mostrado em diferentes ângulos. Note que a maior produção de força é a 90° de flexão, quando o bíceps tem o maior braço de momento de toda a amplitude do movimento.

Figura 6. Produção de torque em diferentes angulações do cotovelo.

Fonte : CAMPOS (2000)

2.6 MUSCULAÇÃO E BIOMECÂNICA

A fim de compreender o uso da biomecânica em salas de musculação e conseqüentemente nos exercícios realizados nela, é importante ter alguns conceitos claros, como o fato da gravidade ser a força resistiva mais utilizada neste meio, tanto com os pesos livres como nos aparelhos e do braço momento de resistência ser sempre horizontal. Deste modo o torque produzido por um implemento teria como resultado a multiplicação de seu peso com a distância do braço de momento de resistência, porém durante a realização dos movimentos, embora o peso não se altere a medida do tempo, o braço de momento de resistência muda conforme a angulação em relação ao eixo de movimento da articulação. Sendo assim, quando o peso encontra-se horizontalmente mais próximo do centro da articulação (menor braço de momento de resistência), exerce um menor torque resistivo, sendo seu contrário verdadeiro, quando maior a distância do peso ao centro da articulação, maior será o torque. Há instantes em que o peso está acima ou abaixo do centro da articulação, nesta hora, o braço de momento de resistência torna-se nulo e conseqüentemente não a produção de torque.

Segundo CAMPOS (2000) durante os exercícios de musculação, várias articulações variam suas amplitudes, na intenção de diminuir o torque resistivo de uma articulação específica. Estas alterações são praticamente inconscientes e por isso o profissional da musculação deve estar sempre atendo à técnica de execução dos exercícios para a eficácia dos mesmos e para a prevenção de lesões.

Esses conhecimentos são imprescindíveis para uma correta aplicação das técnicas nos exercícios resistidos, juntamente com a sua compreensão para análises e prescrição do treinamento.

2.7 RESISTÊNCIA CONSTANTE – PESOS LIVRES

Trata-se do tipo de resistência mais utilizado nas academias de musculação, como halteres, barras, anilhas, bolas medicinais e caneleiras. Como seu peso não se altera a medida dos movimentos é considerada como uma resistência constante. Porém, pelo fato da ação gravitacional ser estritamente vertical, é conveniente o posicionamento corporal de maneiras diferentes com o intuito de que a força muscular seja realizada no sentido contrario aquela exercida pelo peso do implemento.

Alguns músculos que realizam movimentos horizontais não são afetados pelos pesos livres, a menos que o posicionamento do corpo os coloque a realizar um movimento contra a gravidade.

Com os pesos livres há uma maior necessidade de estabilização das estruturas envolvidas no movimento, o que conseqüentemente aumenta o nível de atividade muscular. Esse é um dos principais motivos da utilização dos pesos livres ao invés do treino em máquinas.

2.8 RESISTÊNCIA CONSTANTE – MÁQUINAS ESPECÍFICAS

Constituem a grande maioria dos aparelhos encontrados na musculação. Caracterizam-se por apresentarem os pesos dispostos em barras que correm por um trilho vertical puxadas por um cabo que ao passar por um ou mais polias mudam a direção da força aplicada (embora o peso exerça uma força para baixo, com as polias ela pode ser direcionada para outras direções), proporcionam um movimento da alavanca em uma posição benéfica ao usuário.

Nestes aparelhos não são tão exigidos elementos como equilíbrio, estabilização e coordenação inter-muscular, já que a estrutura da máquina coloca o usuário em uma posição conveniente ao movimento a ser realizada, podendo assim serem treinados grupos musculares isolados. Proporciona uma maior segurança, pois exige menor habilidade do praticante e possibilita maior velocidade em sua utilização e preparo.

2.9 RESISTÊNCIA VARIÁVEL

O torque produzido em um segmento por um grupo de músculos depende do ângulo de inserção muscular em relação ao osso e sua distância da articulação (braço de momento), bem como da relação força-comprimento dos músculos e da velocidade de encurtamento muscular (CAMPOS, 2000).

Nas máquinas de resistência variável, o torque é alterado durante a execução do movimento, fato este proporcionado pela existência de roldanas ovaladas fazendo com que o braço de momento de resistência se altere, proporcionando diferentes resistências ao longo da amplitude do movimento e conseqüentemente a vantagem de proporcionar um maior torque na angulação onde o músculo é capaz de realizar maior força.

3 ELETROMIOGRAFIA

Foi Luigi Galvani, em 1791, quem fez o primeiro relato sobre as propriedades elétricas dos músculos. Porém, somente anos mais tarde é que a ciência desenvolveu tornando confiável e válido o registro de tal atividade (SULLIVAN, 1993).

A aquisição e conversão gráfica desta atividade são conhecidas como eletromiografia e pode ser definida como o estudo da função muscular por meio da análise do sinal elétrico emanado durante as contrações musculares (BASMAJIAN e DE LUCA, 1985).

A eletromiografia (EMG) se transformou numa essencial ferramenta de pesquisa, permitindo que os fisiologistas e os especialistas médicos determinassem o papel dos músculos durante movimentos específicos (MELO e CARARELLI, 1994).

3.1 ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE

A contração muscular é iniciada por cargas elétricas que atravessam as membranas das fibras musculares; esse movimento do fluxo dos íons pode ser estimado na pele através do eletromiograma de superfície (EMGS) (KOBAYASHI MATSUI, 1983; MORITANI et al., 1982; MORITANI e DEVRIES, 1987). Um EMGS representa toda a atividade elétrica das unidades motoras e a frequência de seus índices de disparo em cada músculo que está sendo examinado (DE LUCA et al., 1982; MORITANI e DEVRIES, 1987).

Segundo DE LUCA (2002), atualmente há três aplicações comuns do sinal EMG. São elas:

- Para determinar o tempo de ativação do músculo; quer dizer, quando começa e termina a excitação muscular;
- Para calcular a força produzida pelo músculo;
- Para obter um índice da taxa em que um músculo fadiga por meio da análise do espectro de frequência do sinal.

Um dos aspectos do sinal EMG superficial é que quando retificado e sua amplitude é qualitativamente relacionada com a quantidade de torque (ou força) mensurada em uma articulação, uma relação qualitativa exata é indefinível. Para usar o sinal efetivamente, é necessário primeiro entender tanto quanto possível às fontes dos sinais, bem como o que o influencia. (LOW e REED, 2001). A fim de assegurar a fidelidade do sinal eletromiográfico

são importantes alguns cuidados, como a estabilização, normalização e redução de interferências no sinal.

Os fatores que podem alterar o sinal EMG podem ser agrupados em três categorias segundo DE LUCA (1997), as quais seriam: fatores causais, intermediários e determinantes.

Os fatores causais são aqueles que têm um efeito básico ou elementar no sinal. Estes estão divididos em dois grupos: extrínsecos e intrínsecos. Os fatores causais extrínsecos são aqueles associados com a estrutura do eletrodo e sua colocação na superfície da pele acima do músculo (DELUCA, 1997). Eles incluem:

- 1) a configuração do eletrodo que inclui: i) a área e a forma das superfícies de detecção dos eletrodos que determinam o número de unidades motoras ativas que são detectadas em virtude do número de fibras musculares nas suas vizinhanças. ii) a distância entre as superfícies de detecção do eletrodo que determinam a largura da configuração diferencial do eletrodo;
- 2) a localização do eletrodo com respeito aos pontos motores no músculo e às junções miotendíneas que influencia as características da amplitude e frequência do sinal detectado;
- 3) a localização do eletrodo na superfície do músculo com relação ao limite lateral do músculo que determina a possível quantidade de interferência que pode ser detectada pelo eletrodo;
- 4) a orientação das superfícies de detecção em relação às fibras musculares que afeta o valor da velocidade mensurada de condução dos potenciais de ação e, conseqüentemente, a amplitude e frequência do sinal.

Os fatores causais intrínsecos são as características fisiológicas, anatômicas e bioquímicas do músculo. Ao contrário dos fatores extrínsecos, eles não podem ser controlados devido às limitações do conhecimento e da tecnologia atual (DELUCA, 1997). Eles incluem:

- 1) o número de unidades motoras ativas em determinado tempo de contração que contribui para a amplitude do sinal detectado;
- 2) a composição da fibra muscular que determina a mudança no pH do líquido intersticial do músculo durante a contração;
- 3) o fluxo sanguíneo no músculo que determina a taxa de metabólitos que são removidos durante a contração;
- 4) o diâmetro da fibra que influencia a amplitude e a velocidade de condução dos potenciais de ação que constituem o sinal;

- 5) a profundidade e localização das fibras ativas no músculo em relação às superfícies de detecção do eletrodo; esta relação determina a filtração espacial, e conseqüentemente, às características da amplitude e frequência do sinal detectado;
- 6) a quantidade de tecido entre a superfície do músculo e o eletrodo que afeta a filtração espacial do sinal;
- 7) outros fatores que estão ainda para serem identificados, como o comprimento da zona de despolarização e o fluxo de íons através da membrana, etc.

Nesta categoria, foram incluídas também as características de estimulação das unidades motoras (que incluem a ação das taxas de estimulação das unidades motoras e qualquer interação entre as taxas de estimulação) e a contração da unidade motora. Estes dois últimos efeitos causais são também fatores determinantes e afetam o sinal EMG diretamente.

Os fatores intermediários representam fenômenos físicos e fisiológicos que são influenciados por um ou mais fatores causais, e que afetam os fatores determinantes (DE LUCA, 1997). Eles incluem:

- 1) aspectos da faixa de filtragem do eletrodo, que é uma característica própria de uma configuração diferencial do eletrodo;
- 2) o volume de detecção do eletrodo que determina o número e peso dos potenciais de ação da unidade motora que compõe o sinal;
- 3) superposição dos potenciais de ação no sinal EMG detectado que influencia as características da amplitude e da frequência do sinal;
- 4) interferência de músculos próximos que contamina o sinal e pode desencaminhar a interpretação da informação do sinal;
- 5) a velocidade de condução dos potenciais de ação que se propagam através das membranas das fibras musculares; a velocidade de condução afeta as características da amplitude e da frequência do sinal;
- 6) o efeito de filtragem espacial devido à relativa posição do eletrodo e das fibras musculares ativas.

Os dois últimos fatores são enfaticamente importantes porque afetam drasticamente as características do sinal. Como a distância entre as fibras ativas e as superfícies de detecção dos eletrodos varia, dois importantes detalhes surgem. Primeiro, as características de filtragem espacial da organização de detecção mudam, desse modo alterando as características da amplitude e da frequência dos potenciais de ação da unidade motora que são dentro do volume de detecção do eletrodo. Segundo, o movimento relativo do eletrodo e das fibras

ativas pode ser suficiente para gerar uma nova localização de unidades motoras dentro do volume de detecção do eletrodo e remover algumas unidades motoras do volume de detecção. Esta consideração exige que, se as fibras musculares mudem de comprimento durante a contração, então a posição do eletrodo deve mudar similarmente. Com as atuais técnicas de detecção, é difícil satisfazer esta condição porque o eletrodo está fixado a superfície da pele que não muda de comprimento de acordo com as fibras musculares durante a contração. Então, por razões práticas, a estabilidade do sinal pode ser alcançada apenas se a contração se mantém isométrica. Se a estabilidade do sinal não é uma consideração para a análise que está sendo realizada, como a determinação do tempo de ativação, então a limitação para contração isométrica não precisa ser uma preocupação.

Os fatores determinantes são aqueles que têm um suporte direto da informação do sinal EMG e da força registrada. Eles incluem:

- 1) o número de unidades motoras ativas;
- 2) a força de contração da unidade motora;
- 3) a interação mecânica entre as fibras musculares;
- 4) a taxa de disparo das unidades motoras;
- 5) o número de unidades motoras detectadas;
- 6) a amplitude, a duração e a configuração dos potenciais de ação das unidades motoras;
- 7) a estabilidade de recrutamento das unidades motoras.

Levando em consideração todos os fatores que influenciam o sinal EMG, podemos ter segurança nas mensurações as quais o eletrodo, que não detecta significativa interferência dos músculos adjacentes, é colocado na superfície do músculo entre a zona de inervação e a junção miotendínea com o propósito de determinar quando um músculo está em atividade ou não ou descrever se o músculo está aumentando ou diminuindo sua produção de força após um período de tempo quando o processo de fadiga do músculo não afeta significativamente as características do sinal. Se, entretanto, as circunstâncias mudam desta condição específica, a interpretação torna-se complicada e é necessário cuidado.

As configurações dos eletrodos de superfície podem ser:

- Monopolar: onde um eletrodo é colocado sobre o feixe muscular de interesse e o outro eletrodo (chamado de referência) é colocado num ponto não afetado pela atividade do feixe muscular de interesse, mede-se então a diferença de potencial entre estes dois pontos.
- Bipolar: consiste em colocar dois eletrodos sobre a região que se deseja estudar e o terceiro eletrodo chamando terra é colocado num local não afetado pela atividade da região de interesse. Mede-se agora a diferença de potencial elétrico entre os dois eletrodos que estão

sobre a região de interesse, tomando-se como referência o eletrodo terra. Desta forma é possível a utilização de amplificadores diferenciais de alto ganho, o que em última análise melhoram significativamente a relação sinal-ruído, uma vez que os ruídos presentes nos cabos que levam o sinal dos eletrodos ao condicionador são subtraídos pelo amplificador diferencial (THOMAS et al. 1999).

4 BÍCEPS BRAQUIAL

Segundo DANGELO e FATTINI (2004), o bíceps braquial é o mais superficial do mm. anteriores do braço e, como o nome indica, possui duas cabeças de origem, uma longa e outra curta. O m. deltóide cobre as extremidades proximais de ambas as porções, mas abaixo dele elas estão unidas e proeminentes, sendo a porção longa, a lateral, e a porção curta, a medial. O tendão de inserção, único, apresenta uma expansão medial, a aponeurose bicipital, cuja borda medial, espessa, pode ser palpada com facilidade, logo acima do cotovelo flexionado.



Figura 7. Musculatura do bíceps braquial.

Fonte : <http://www.bodybuilding.com.es/bodybuilding-musculo-biceps-braquial.html>

Músculo Bíceps Braquial (PUTZ e PABST, 2000) :

- Inervação : Nervo musculocutâneo (Plexo braquial, Parte infraclavicular)
- Origem : Cabeça longa : Tubérculo supraglenoidal , lábio glenoidal (Tendão estende-se livremente através da articulação do ombro)
Cabeça curta: Ápice do proc.coracóide (lateral do M. coracobraquial)
- Inserção : Tuberosidade do rádio (Bolsa bicipitorradial) e, pela aponeurose do M. bíceps braquial, na fáscia do antebraço.
- Função : Articulação do Ombro:
 - Cabeça longa: Abdução, anteversão, rotação medial (interna)
 - Cabeça curta: Adução, anteversão, rotação medial (interna)
 - Ambas as Partes: Suportam o peso do braçoArticulação do cotovelo: Flexão, supinação

5. EXERCÍCIOS PARA O BÍCEPS BRAQUIAL

Tanto a literatura quanto o dia-a-dia nas academias de ginástica nos apresentam inúmeros exercícios para o Bíceps Braquial, juntamente com suas variações no que se referem ao movimento, tipos de implementos a serem utilizados, posições do corpo e aparelhos específicos.

Em relação ao tipo de barra, as mais comuns a serem utilizadas são a barra reta, barra olímpica (maior e mais pesada que a barra reta), a barra W ou EZ que possibilita diferentes posicionamentos da articulação radioulnar quando empunhada e a barra neutra, onde as mãos ficam em uma posição neutra durante sua utilização.

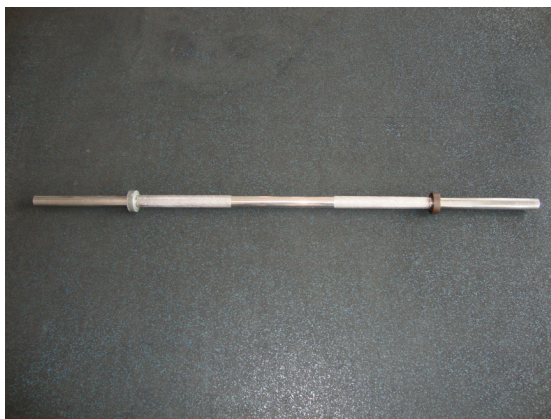


Figura 8. Barra Reta

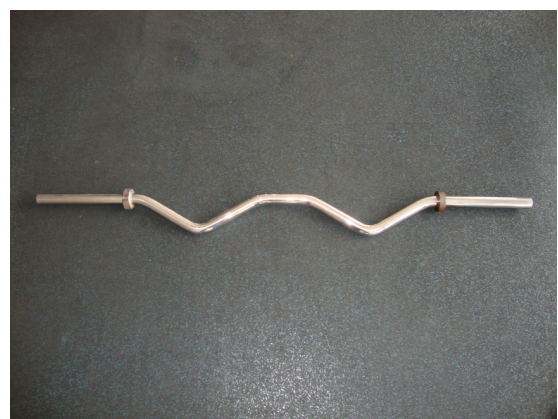


Figura 9. Barra W ou EZ

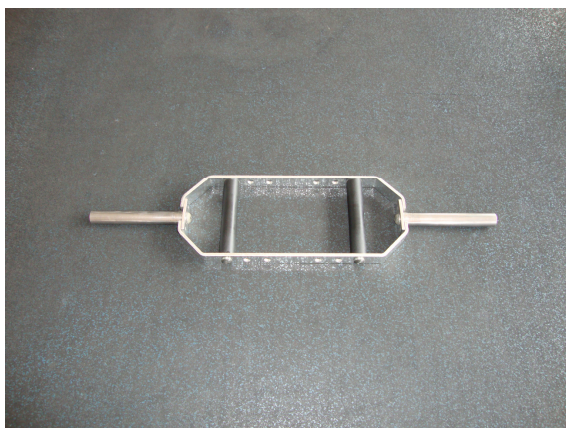


Figura 10. Barra Neura



Figura 11. Halteres

Também podem ser utilizados halteres para a realização dos movimentos, permitindo os movimentos dos braços independentemente uns dos outros, juntamente com diferentes posicionamentos corporais, tais como em pé, sentado ou ainda utilizando um banco com inclinação regulável.

A seguir segue uma descrição dos exercícios mais empregados no treinamento para Bíceps, juntamente com suas variações.

5.1 ROSCA CONCENTRADA

Descrição do movimento (DELAVIER, 2000):

Sentado, com um halter mantido em supinação, o cotovelo apoiado sobre a face interna da coxa:

- inspirar e realizar uma flexão do antebraço, expirar no fim do esforço.

Este exercício de isolamento permite o controle do movimento na sua amplitude, sua velocidade e sua correção. Ele trabalha principalmente o bíceps e o braquial.



Figura 12. Início do Movimento de Rosca Concentrada.



Figura 13. Final do Movimento de Rosca Concentrada.

Detalhes do exercício e enfoque anatômico (EVANS, 2007) :

- Pegada : A pegada com o dorso das mãos voltado para baixo posiciona a mão em supinação; assim maximiza a contração do bíceps.
- Trajetória : A posição do braço propriamente dita (com relação ao chão) muda o enfoque do esforço. Quando o braço está vertical (ombro diretamente acima do cotovelo), a resistência aumenta com a elevação do haltere e o esforço se concentra na parte superior do bíceps (i. e., pico). Com o braço em ângulo inclinado (cotovelo à frente do ombro), a resistência no início do movimento é máxima. Assim, o efeito é direcionado para a seção inferior do bíceps no cotovelo.

- Amplitude de Movimento : O repouso do braço contra a coxa impede o movimento do ombro, sendo um modo excelente de isolar o bíceps.
- Posição do Corpo : O torso deve permanecer imóvel, apoiado pela mão livre sobre a coxa oposta.

5.2 ROSCA BÍCEPS NA POLIA

Descrição do movimento (DELAVIER, 2000):

Em pé, frente ao aparelho, a alça segura em supinação:

- Inspirar e realizar uma flexão dos antebraços, expirar no final do movimento.

Este exercício permite localizar bem o esforço sobre o bíceps e favorece uma intensa congestão do músculo.



Figura 14. Início do Movimento de Rosca Bíceps na Polia.



Figura 15. Final do Movimento de Rosca Bíceps na Polia.

Detalhes do exercício e enfoque anatômico (EVANS, 2007) :

- Espaçamento das mãos : A pegada mais aberta que a largura dos ombros concentra o esforço na região interna do bíceps (cabeça curta), enquanto a pegada fechada trabalha a parte externa do bíceps (cabeça longa).
- Pegada : Usando uma barra reta, a pegada com o dorso das mãos voltada para baixo é fixada em supinação (palmas das mãos voltadas para cima). Usando uma barra EZ, a pegada muda de completa supinação para uma pegada menos supinada, praticamente neutra (palmas das mãos voltadas para dentro). Essa posição das mãos é menos desgastante na articulação do punho e tende a enfatizar a parte externa (cabeça longa) do bíceps e do músculo braquial.

- Posição do Corpo : Fique em pé, em uma posição ereta e com a coluna vertebral reta.
- Amplitude de movimento : A fixação dos cotovelos contra os lados do corpo impede o movimento no ombro, sendo um modo excelente de isolar o bíceps.
- Resistência : Aos contrário das roscas com haltere de barra ou haltere fixos, em que a resistência varia durante o levantamento, o uso do cabo e da polia proporciona uma resistência uniforme ao longo de todo movimento.

Este exercício por ser realizado utilizando-se uma barra reta presa ao cabo do aparelho onde ambos os braços realizam o movimento ao mesmo tempo, porém também possibilita a opção de conectar ao aparelho pegadores individuais para cada braço, assim, o movimento pode ser realizado de forma individual.

5.3 ROSCA DIRETA

Descrição do movimento (DELAVIER, 2000):

Em pé, as costas bem eretas, a barra segura com as mãos em supinação com um afastamento um pouco superior a largura dos ombros:

- Inspirar e, em seguida, flexionar os antebraços, através de uma contração isométrica dos músculos glúteos, abdominais e espinhais, para não oscilar o tronco. Expirar no final do movimento.

Este exercício solicita principalmente o bíceps do braço, o braquial e, numa menor extensão, o braquiorradial, o pronador redondo e o conjunto dos flexores do punho e dos dedos.



Figura 16. Início do Movimento de Rosca Direta.



Figura 17. Final do Movimento de Rosca Direta.

Detalhes do exercício e enfoque anatômico (EVANS, 2007) :

- Espaçamento das mãos : A pegada mais aberta concentra o esforço na região interna do bíceps (cabeça curta), enquanto a pegada fechada trabalha a parte externa do bíceps (cabeça longa).
- Pegada : Com uma barra reta, a pegada com o dorso das mãos voltada para baixo fica fixada em supinação (palmas das mãos voltadas para cima). A pegada pode ser ajustada, se for utilizada uma barra EZ.
- Trajetória : A barra deve se mover para cima e para baixo em um arco próximo ao corpo. Para isolar o bíceps, o movimento deve ocorrer no cotovelo e não no ombro.

- Amplitude de Movimento : A interrupção do movimento alguns graus antes da completa extensão dos cotovelos mantém tensão no bíceps durante a descida do haltere.
- Posição do Corpo : Em pé, corpo ereto, com a coluna vertebral reta. Frequentemente usa-se a inclinação do torso como método de “trapaça” no lançamento do peso para cima com o uso do momento. Uma leve inclinação para frente facilita a fase inicial da flexão de braços. Uma leve inclinação para trás ajuda a completar a fase final da repetição.
- Variação – Rosca com barra EZ : A execução da rosca direta com uma barra EZ muda a pegada. Da pegada completamente supinada (palmas das mãos voltadas para cima) as mãos trocam para uma pegada menos supinada, praticamente neutra (palmas das mãos voltadas para dentro). Essa posição das mãos enfatiza a cabeça longa (externa) do bíceps e o braquial, sendo menos árdua para a articulação do punho.

Também pode ser realizado com a utilização de halteres independentes para cada braço, contudo a dinâmica do movimento continua a mesma. Outra variação seria realizar a pegada de forma pronada (dorso das mãos voltadas para cima), modo este que propicia maior enfoque para os músculos extensores do antebraço e dos dedos. Nesta variação o exercício é comumente conhecido como Rosca Inversa.

5.4 ROSCA SCOTT NO APARELHO

Descrição do movimento (DELAVIER, 2000):

Sentado no aparelho, a barra segura em supinação, os braços estendidos, e o cotovelos repousando sobre o apoio:

- Inspirar e flexionar os braços, expirar no final do movimento.

É um dos melhores exercícios para sentir o trabalho do bíceps do braço. Os braços estando colocados sobre o apoio, é impossível trapacear. Na partida, a tensão muscular é intensa. Por essa razão, é necessário ter cuidado, aquecendo bem os músculos, utilizando cargas leves e não estender os braços completamente para evitar o risco de tendinite.

Este movimento também trabalha o braquial e, numa menor extensão, o braquirradial e o pronador redondo.



Figura 18. Início do Movimento de Rosca Scott no Aparelho.



Figura 19. Final do Movimento de Rosca Scott no Aparelho.

Detalhes do exercício e enfoque anatômico (EVANS, 2007) :

- Espaçamento das mãos : A pegada aberta concentra o esforço na região interna do bíceps (cabeça curta), enquanto a pegada fechada trabalha a parte externa do bíceps (cabeça longa).
- Pegada : Uma barra angulada é menos desgastante para a articulação do punho.
- Trajetória : Dependendo do aparelho, uma almofada inclinada para o braço concentrará o esforço na parte inferior do bíceps, enquanto uma almofada horizontal plana enfatizará o pico na parte média do bíceps.

- Amplitude de Movimento : O esforço se concentra no bíceps inferior durante a fase inicial do exercício de rosca, transferindo-se então para o bíceps médio (pico) durante o levantamento de peso.

- Resistência : Aos contrário das roscas diretas com haltere de barra ou haltere fixos, em que a resistência varia durante o levantamento, o aparelho proporciona uma resistência uniforme ao longo de todo movimento.

- Variação – Rosca direta em aparelho, uso de almofada horizontal : Contrastando com a almofada inclinada para o braço, com o uso de uma almofada horizontal para o braço a trajetória se concentrará no pico do bíceps.

Outra Variação – Rosca direta em aparelho, uso de um braço : A execução do exercício com um braço de cada vez melhora o enfoque e o isolamento.

5.5 ROSCA SCOTT

Descrição do movimento (DELAVIER, 2000):

Sentado ou em pé, os braços apoiados sobre o banco “Larry Scott”:

- Inspirar e realizar uma flexão dos antebraços. Portanto devemos cuidar para que os músculos sejam bem aquecidos e utilizar cargas moderadas num primeiro momento.



Figura 20. Início do Movimento de Rosca Scott.



Figura 21. Final do Movimento de Rosca Scott.

Detalhes do exercício e enfoque anatômico (EVANS, 2007) :

- Pegada : Usando uma barra reta, a pegada com o dorso das mãos voltado para baixo fixa-se em supinação (palmas das mãos voltadas para cima). É possível ajustar a pegada usando uma barra EZ.
- Trajetória : Com os braços apoiados em uma ângulo inclinado, a resistência é máxima no início do exercício; portanto, o esforço fica orientado para a seção inferior do bíceps, perto do cotovelo.
- Amplitude de movimento : O repouso dos braços no banco inclinado impede os movimentos dos ombros e, assim, ajuda a isolar o bíceps. Se o movimento for interrompido alguns graus

antes da completa extensão do cotovelo, isso manterá a tensão do bíceps durante a descida do haltere.

- Posição do Corpo : Ajuste a altura do assento, de modo que a axila fique confortavelmente contra a margem superior da almofada.

- Variação – Rosca Scott com barra EZ : Com o uso de uma barra EZ, a pegada muda da posição de completa supinação (palma das mãos voltadas para cima) para uma pegada menos supinada, praticamente neutra (palma das mãos voltadas para dentro). Essa posição das mãos tende a concentrar o esforço na parte externa do bíceps (cabeça longa) do bíceps e no músculo braquial, sendo menos desgastante para a articulação do punho.

5.6 ROSCA ALTERNADA

Descrição do movimento (DELAVIER, 2000):

Sentado, com um haltere e cada mão, mantido em semi-pronação;

- Inspirar e flexionar os antebraços sobre os braços, realizando uma rotação do punho para o exterior antes da chegada do antebraço na horizontal;
- Concluir a flexão elevando os cotovelos, expirar no final do movimento.

Este exercício solicita o braquirradial, o bíceps do braço. O feixe anterior do deltóide e, numa menor extensão, o coracobraquial e o feixe clavicular do peitoral maior.



Figura 22. Início e Término do Movimento de Rosca Alternada (braços alternados).

Detalhes do exercício e enfoque anatômico (EVANS, 2007) :

- Pegada : A rosca com o haltere fixo trabalha principalmente o bíceps de duas formas : flexão do cotovelo e supinação do antebraço. Assim, para que a contração do bíceps seja maximizada, supine a mão (palma voltada para cima) enquanto o haltere é levantado.
- Espaçamento das mãos : Em vez de agarrar o haltere no meio da barra, deslize a palma da mão de modo que o polegar fique repousando contra o lado interno do disco do haltere. Essa mudança de pegada aumenta a carga sobre o bíceps durante a supinação, ativando mais fibras musculares durante a rotação do haltere.
- Trajetória : Posicione o torso na vertical, com a coluna vertebral reta. Frequentemente utiliza-se uma inclinação do torso como método de “trapaça” no lançamento do peso para cima com o uso do momento. A ligeira inclinação para a frente facilita a fase inicial do exercício de rosca. Aligeira inclinação para trás ajuda a completara a fase final da repetição.
- Amplitude de movimento : Utilize completa amplitude de movimento de cotovelo.

Esse exercício pode ainda ser realizado em pé ou com um banco de inclinação regulável (Rosca Banco Inclinado), existindo também a opção de realiza-lo sem a rotação do haltere, apenas com a pegada em supinação sendo sustentada ao longo de todo movimento, ou ainda utilizando-se uma pegada neutra (mãos em semi-pronação) sem rotação. Neste caso existe uma ênfase na ativação do músculo braquiorradial e recebe o nome de Rosca Martelo.

6 ESTUDOS ELETROMIOGRÁFICOS

A eletromiografia (EMG) constitui numa essencial ferramenta de pesquisa, permitindo que os fisiologistas e os especialistas médicos determinassem o papel dos músculos durante movimentos específicos (MELO e CARARELLI, 1994). Através dela é possível determinar a atividade elétrica juntamente com a frequência de disparo em cada músculo mediante ao estímulo. Segundo BOMPA (2004) os exercícios que promovem a maior quantidade de atividade elétrica durante a contração muscular produzem os níveis mais altos de hipertrofia e força.

De um modo geral, a maioria dos exercícios realizados para o Bíceps Braquial oferecem grande margem para variações, dentre elas a opção entre a empunhadura em supinação, pronação ou neutra da articulação radioulnar. Tal fato desenvolve-se pela utilização de diferentes tipos de barras (reta, EZ ou W e neutra), halteres ou variações dos implementos compostos nos aparelhos específicos. No entanto, autores nos apresentam os exercícios com a utilização de barras diferentes (HERZOG, 1988) ou apenas com uma delas (KRAEMER, 2001), porém não esclarecem os motivos para suas utilizações. Assim o profissional responsável pela prescrição do treinamento freqüentemente nutre a dúvida por qual melhor variação dos utensílios seria mais viável para desenvolver os resultados esperados.

Estudos nos revelam (WIRHED, 1986; CALAIS-GERMAIN; LAMOTTE, 1991) que para ocorrer uma maior funcionalidade da função de flexão do cotovelo, a posição de supinação revela-se mais adequada quando em comparação as demais posições da articulação radioulnar, sendo o Bíceps Braquial melhor estimulado quando encontra-se nesta posição do que nas posições neutra ou de pronação (HALL, 1993; SMITH ET AL., 1997; LIMA; PINTO, 2006). Dessa maneira é interessante para uma maior ativação do Bíceps Braquial exercícios onde esteja presente a posição de supinação da articulação radio-ulnar, como na Rosca Direta, Rosca Concentrada ou Rosca Scott com a barra reta.

Pelo fato do Bíceps Braquial realizar também a função de supinação do cotovelo, movimentos onde ambas as funções (flexão e supinação) estejam conjugadas, ocorreria uma facilitação na atividade de estimulação (CALDWELL; JAMINSON, 1993), presentes em exercícios como a Rosca Alternada com Rotação ou Rosca Direta com Halteres com Rotação.

Alguns pontos que devem ser salientados seriam que em exercícios com a posição radioulnar neutra, como a Rosca Martelo, o músculo Braquirradial terá sua maior ativação na tarefa de flexionar o cotovelo (HALL, 1993) e o músculo Braquial que também tem por tarefa flexionar o cotovelo tem sua ação inalterada independentemente da posição da articulação radio-ulnar (HALL, 1993; KENDALL; MCCREARY; PROVANCE, 1995; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

Já o Bíceps Braquial quando solicitado em exercícios com a radioulnar em pronação (em uma Rosca Inversa, por exemplo) terá uma menor ativação quando em comparação com as posições neutra e supinada.

Estudos de LOSS et al. (2010), tendo por base a eletromiografia e duas teorias distintas sobre a explicação da inibição do Bíceps Braquial quando em pronação da articulação radioulnar nos trazem resultados que mostram a aplicação de uma teoria (RASCH; BURKE, 1997) onde a diminuição na produção de força do Bíceps Braquial nessa situação decorreria por uma interferência do Sistema Nervoso Central na propagação de impulsos a musculatura com o objetivo de impedir o movimento de supinação da articulação. Sendo o Bíceps um potente músculo supinador, quando recrutado para realizar a tarefa de flexão do cotovelo, conseqüentemente deveria também realizar o movimento de supinação, movimento esse que é indesejado, já que o objetivo do exercício seria realizar a flexão do cotovelo em pronação. Nesse caso é o sistema nervoso central que, em razão dos impulsos aferentes dos músculos pronadores, por meio de uma alça de retroalimentação negativa aos centros de controle do bíceps braquial, reduz a ativação desse músculo para impedir que a articulação radioulnar seja supinada. (LOSS et al., 2010).

Contudo, analisar apenas a ativação do Bíceps Braquial frente a diferentes posições da articulação radioulnar não é suficiente para abordar toda a gama de variações existentes durante a realização dos exercícios.

Durante a prescrição do treinamento resistido ao Bíceps, é comum encontrar movimentos que envolvam diferentes posições da articulação do ombro, algumas vezes em flexão, como na Rosca Scott, em extensão (Rosca Banco Inclinado) ou ainda em abdução (variações principalmente feitas no cabo). Pelo fato do Bíceps Braquial possuir características anatômicas específicas onde participa das articulações do ombro, cotovelo e radioulnar, é comum o aparecimento de dúvidas a respeito de sua ativação frente às diferentes posições que estas articulações estejam no momento da realização do exercício, fato este presente em grande parte dos movimentos descritos na literatura, no entanto sem uma abordagem satisfatória que permitam seus devidos empregos com comprovações científicas.

Para determinar se existe uma posição do ombro onde exista uma maior produção de força e levando em consideração a relação de força muscular com a atividade eletromiográfica, a EMG torna-se uma ferramenta importante na verificação das hipóteses apresentadas.

Com o objetivo de solucionar tal problemática, (KOSSEL et al., 2009) realizou um estudo afim de verificar a ativação eletromiográfica da Porção Longa do Bíceps Braquial (PLBB) frente a diferentes posições da articulação do ombro. Junto a isso verificou também se ocorreria maior eficácia da PLBB quando desempenhada a função de flexão do cotovelo associada à flexão do ombro em comparação com a flexão de cotovelo isoladamente, visto que a função do Bíceps Braquial corresponderia a flexão da articulação do cotovelo e auxílio na flexão do ombro.

Para isso utilizou eletromiografia de superfície na PLBB e dinamometria isométrica em nove indivíduos do sexo masculino.

Foram testadas sete posições de ombro com o individuo realizando Contrações Voluntárias Máximas Isométricas (CVMI), articulação do cotovelo a 90° de flexão e radioulnar na posição neutra.

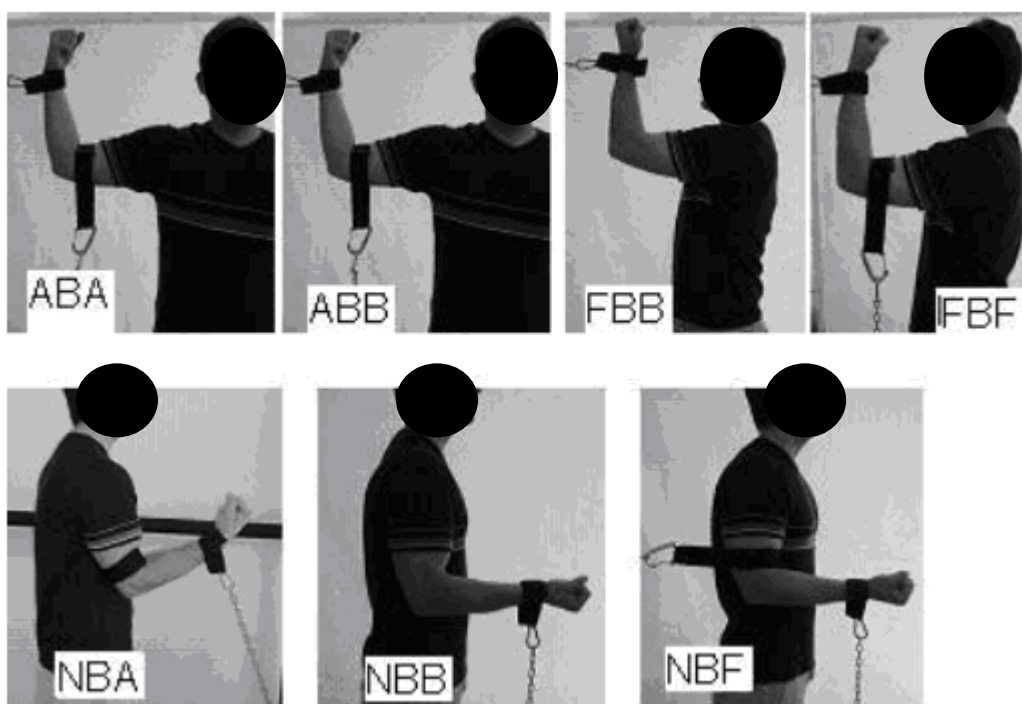


Figura 23. Posições de ombro investigadas e siglas adotadas no estudo.

Fonte : KOSSEL et al. (2009)

Descrição das Posições de Ombro (KOSSEL et al., 2009):

NBB (Neutro + Bíceps Braquial) – ombro na posição neutra, indivíduo executa a CVMI apenas dos flexores do cotovelo;

NBF (Neutro + Bíceps Braquial + Flexores do ombro): ombro na posição neutra, indivíduo executa a CVMI simultânea dos flexores do cotovelo e flexores do ombro;

ABA (Abdução + Bíceps Braquial + Abdutores): ombro em abdução e rotação externa de 90°, indivíduo executa a CVMI simultânea dos flexores do cotovelo e abdutores do ombro;

ABB (Abdução + Bíceps Braquial): ombro em abdução e rotação externa de 90°, indivíduo executa a CVMI apenas dos flexores do cotovelo;

FBF (Flexão + Bíceps Braquial + Flexores): ombro em 90° de flexão, indivíduo realiza a CVMI simultânea dos flexores do cotovelo e flexores do ombro.

FBB (Flexão + Bíceps Braquial): ombro em 90° de flexão, indivíduo realiza a CVMI apenas dos flexores do cotovelo;

NBA (Neutro + Bíceps Braquial + Abdutores do ombro) – ombro em aproximadamente 10° de flexão, de modo a possibilitar a passagem da corrente com a célula de carga em frente ao abdome, indivíduo executa a CVMI simultânea dos flexores do cotovelo e abdutores do ombro;

Segundo KOSSEL et al. (2009), de modo específico, a posição FBB apresentou significativamente maior ativação em relação às posições NBA e NBB; a posição ABB em relação à posição NBF e a posição ABA em relação à posição NBF. Estes resultados podem ser considerados consistentes com a literatura (SAKURAI et al., 1998; KIDO et al., 2000). Embora a metodologia do presente estudo não seja exatamente a mesma encontrada nos estudos revisados.

Como descrito nos resultados de KOSSEL et al. (2009) a flexão de ombro possibilitou uma maior ativação em comparação com as demais e posições neutras, seguida pela abdução e rotação externa. Tais fatos indicam uma maior possibilidade de tratamento a patologias do

ombro com menor risco de reincidências durante o tratamento cinesioterapêutico, visto que cada caso deve ser analisado individualmente. Além disso, não é aconselhado um aporte de resistência simultânea na articulação do cotovelo e ombro ao mesmo tempo para o fortalecimento do Bíceps Braquial, visto que os resultados mostram uma menor ativação eletromiográfica com esse tipo de execução, quando comparado a apenas o movimento de flexão do cotovelo.

Os movimentos realizados apenas com a flexão do cotovelo são mais comuns na prática dos exercícios para o Bíceps Braquial e corrobora em grande parte a descrição abordada pela literatura, porém serve de alerta para que não sejam feitas modificações nos exercícios com o falso intuito de que pelo fato do Bíceps auxiliar a flexão do ombro este seria mais ativado quando concatenado uma flexão de cotovelo a uma flexão de ombro com carga.

Contudo, os resultados de KOSSEL et al. (2009) nos dizem que a flexão do cotovelo realizado quando o ombro está em flexão sem resistência (posição FBB, ombro em 90° de flexão, indivíduo realiza a CVMI apenas dos flexores do cotovelo) promove uma maior ativação do Bíceps Braquial, fato este encontrado em exercícios como o Rosca Scott com Barra ou no Aparelho, variando conforme a angulação que o aparelho promova a articulação do ombro. Este fato também pode ser demonstrado segundo a análise do % de EMG Max. sugerida por BOMPA (2000) com estudos realizados em 1998 e documentados em Serious Strength Training, copiado com permissão de BOMPA e CORNACCHIA, 1988 (tabela 1), onde a Rosca Scott (com barra olímpica) possui a maior atividade eletromiográfica dentre os exercícios revisados para o Bíceps Braquial.

Tabela 1. Ativação das unidades motoras para porção longa do Bíceps Braquial.	
Exercícios	% do EMG Max.
Rosca Scott (com barra olímpica)	90
Rosca Inclinada sentado com haltere (alternada)	88
Rosca em pé (barra olímpica/empunhadura próxima)	86
Rosca em pé com halteres (alternada)	84
Rosca concentrada com halteres	80
Rosca em pé (barra olímpica/empunhadura afastada)	63
Rosca em pé com barra EZ (empunhadura afastada)	61

7 ESTUDOS BIOMECÂNICOS

Um fator pouco abordado o qual a literatura nos trás poucas referências seria a quantidade de torque externo utilizado em aparelhos e pesos livres para um mesmo grupo muscular, visto que a característica de resistência dos aparelhos e exercícios tem grande aplicabilidade no treinamento (KULIG, ANDREWS, HAY, 1984; HERZOG, 1988) e conhecer tais características tornam-se necessárias durante a elaboração dos programas de treinamento específicos ao atleta ou população a fim de possibilitar a maior ativação muscular em um ângulo específico.

SANTOS et al. (2010) comparou os diferentes picos de torque externo entre quatro exercícios comumente realizados durante o treinamento para Bíceps na musculação : Rosca Direta, Rosca Scott, Rosca Banco Inclinado e Rosca Polia. Obteve como resultado que a Rosca Scott apresenta seu pico de torque externo em 60° de flexão do cotovelo, a Rosca Direta a 75°, Rosca Banco Inclinado a 90° e a Rosca Polia a 100° de flexão do cotovelo.

Sabe-se que durante a realização do movimento torque será variável, já que ocorrem mudanças nos braços de momento do músculo e de resistência e que com a combinação destas mudanças, incluindo o comprimento do músculo e braço de momento em cada ângulo do movimento, se produz diferentes torques em diferentes posições articulares (CAMPOS, 2000). Quando o antebraço estiver em uma posição horizontal paralela ao solo, neste ponto existirá uma maior braço de momento de resistência e conseqüentemente um maior pico de torque externo.

Segundo SANTOS et al. (2010), nesse aspecto, o ângulo de flexão do ombro torna-se preponderante, pois define o ângulo de flexão do cotovelo onde ocorrerá o alinhamento do antebraço com a horizontal. Nos exercícios Rosca Direta e Rosca Polia, o ângulo de flexão do ombro foi 15°. Já no Rosca Scott o ângulo de flexão do ombro foi de 75°, com o braço formando um ângulo de 30° com a linha de ação da gravidade. No Rosca Banco Inclinado o ângulo de flexão do ombro foi de - 45°, ou seja, 45° de hiperextensão do ombro, com o braço posicionando-se perpendicularmente ao solo.

Os resultados obtidos por SANTOS et al. (2010) graficamente foram :

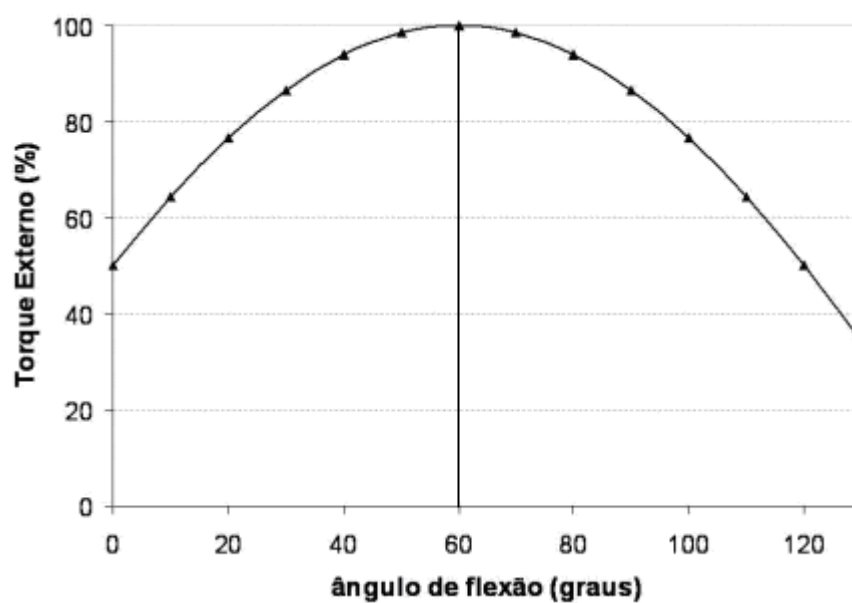


Figura 24. Torque Externo no exercício de rosca Scott, normalizado pelo torque máximo.

Fonte : SANTOS et al. (2010)

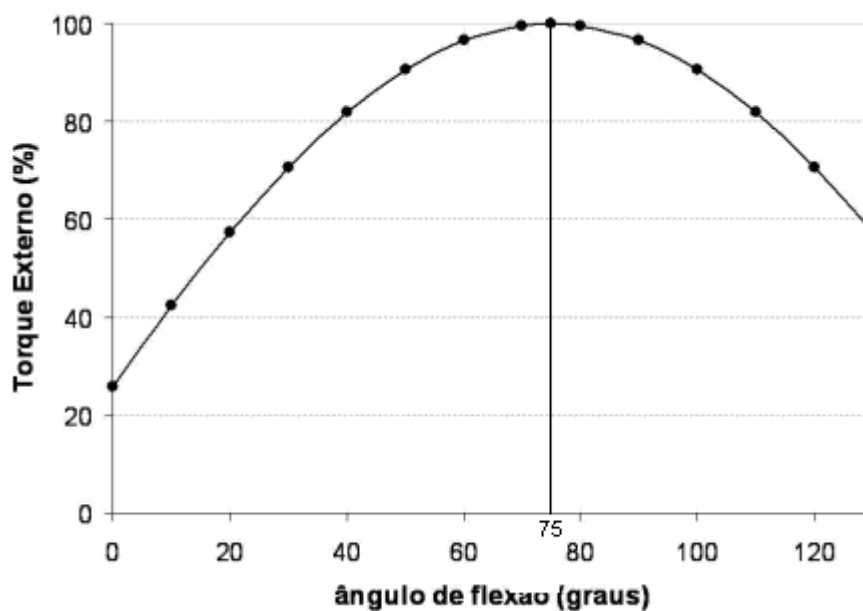


Figura 25. Torque Externo no exercício de rosca Direta, normalizado pelo torque máximo.

Fonte : SANTOS et al. (2010)

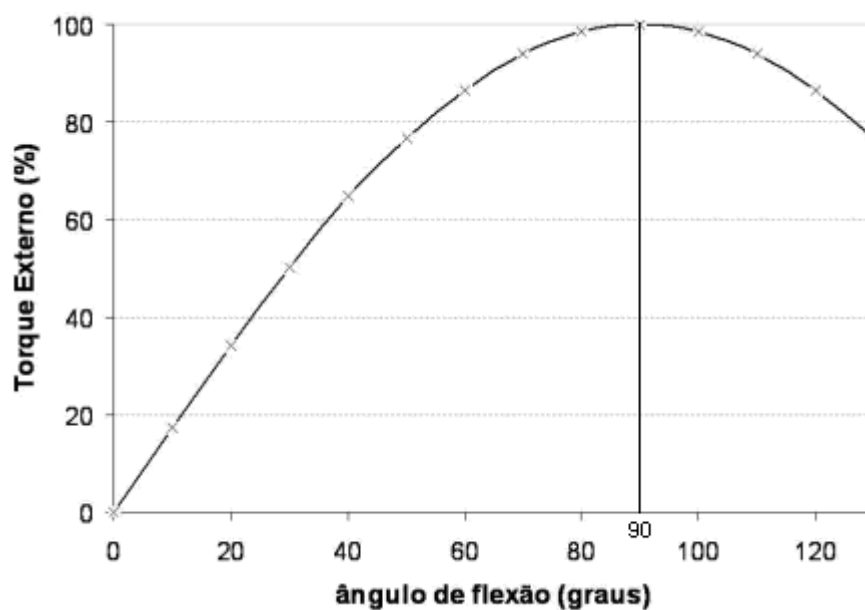


Figura 26. Torque Externo no exercício de rosca no banco inclinado, normalizado pelo torque máximo.

Fonte : SANTOS et al. (2010)

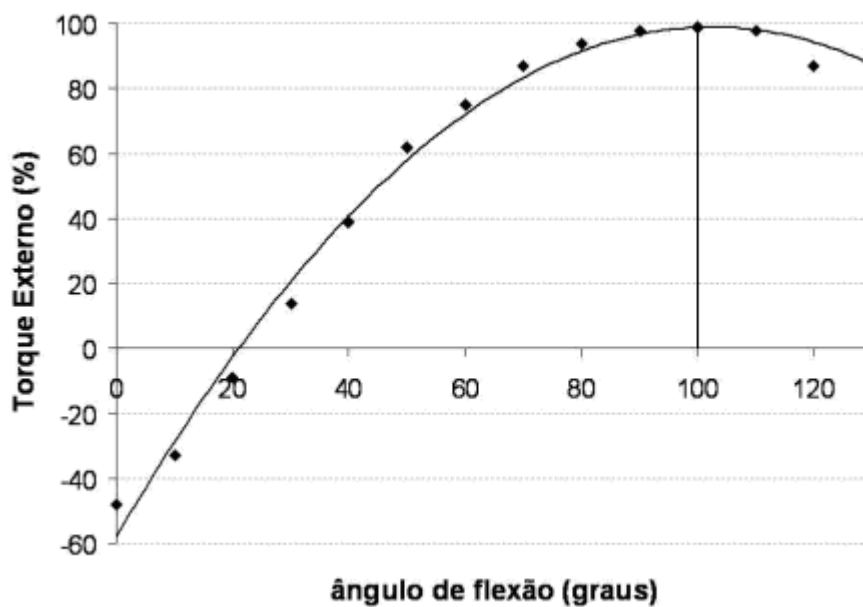


Figura 27. Torque Externo no exercício de rosca Polia, normalizado pelo torque máximo.

Fonte : SANTOS et al. (2010)

No caso do exercício Rosca Polia podemos observar que até 20° existe um torque negativo, ou seja, a favor do movimento devido a posição e angulação do cabo de resistência do aparelho em relação ao antebraço. Nesse exercício, a distância a qual o indivíduo posiciona-se do equipamento, a altura e o comprimento do antebraço do indivíduo alteram a característica de torque externo (SANTOS et al., 2010). Tal característica nos permite uma alteração na produção de torque externo que seja mais específica aos objetivos pretendidos pelo praticante.

O conhecimento do torque externo produzido por diferentes exercícios é benéfico ao treinamento possibilitando a realização da melhor escolha para determinadas situações. Caso um atleta em decorrência de sua modalidade pretenda ter seu pico de torque externo em uma angulação específica, por exemplo, a 60° de flexão de cotovelo, neste caso seria melhor recomendado o emprego da Rosca Scott que produz um maior torque na angulação correspondente, o que torna o treinamento e adaptações mais condizentes aquele praticante.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a grande variedade de exercícios existentes para treinamento do Bíceps Braquial, conhecer suas peculiaridades representa um fator chave no que diz respeito ao objetivo previsto para cada praticante. Tais fatores podem determinar o ritmo de desenvolvimento muscular, treinabilidade ou ainda de reabilitação quando empregado corretamente dentro de um programa específico.

Constatou-se que a posição da articulação radioulnar em supinação revelou-se mais adequada quando em comparação as demais, gerando uma maior estimulação da musculatura do Bíceps Braquial sendo recomendados exercícios onde essa esteja presente, como na Rosca Direta, Rosca Concentrada ou Rosca Scott com a barra reta. Juntamente a esse fator, a flexão de ombro possibilitou uma maior ativação em comparação com as demais posições neutras, abdução e rotação externa, fato esse explorado em exercícios como a Rosca Scott.

Em relação a produção de torque externo de cada movimento, cada um mostra características específicas e pode ser inserido no programa de treinamento onde mais se aproxime da especificidade da modalidade para a produção de torque em determinadas angulações.

Pode-se variar dependendo do estabelecimento onde realizados, os tipos de implementos e aparelhos, porém cabe ao profissional de Educação Física interpretar e analisar os recursos disponíveis para atender a demanda exigida por seus alunos. Esse trabalho procurou abordar tal problemática a fim de proporcionar maiores horizontes para análises e aplicações baseados em dados cientificamente comprovados em exercícios para o Bíceps Braquial e não no conhecimento empírico adquirido ao longo do dia-a-dia sem um real embasamento.

9 REFERÊNCIAS

- BASMAJIAN, J.; DE LUCA, C. **Muscles alive**: their functions revealed by electromyography. 5th ed. Baltimore: William & Wilkins, 1985. 561p.
- BITTENCOURT, N. **Musculação**: uma abordagem metodológica (2^a Ed.). Rio de Janeiro: Sprint, 1984..
- BOMPA, T. O. **Treinamento de força consciente**. São Paulo: Phorte, 2000.
- CALAIS-GERMAIN, B.; LAMOTTE, A. **Anatomia para o movimento**: bases de exercícios. São Paulo: Manole, 1991. v.2.
- CALDWELL, G. E.; JAMINSON, C. muscle synergies and isometric torque production: influence of supination and pronation level on elbow flexion. **Journal of Neurophysiology**, v. 3, n. 70, p. 947-960, 1993.
- CAMPOS, M. A. **Biomecânica da musculação**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- DÂNGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia básica dos sistemas orgânicos**: com a descrição dos ossos, juntas, músculos, vasos e nervos. São Paulo: Atheneu, 2004.
- DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.
- _____. Surface Electromyography: Detection and Recording. Delsys Inc., 2002. Disponível em: http://www.delsys.com/KnowledgeCenter/Tutorials_Technical%20Notes.html. Acesso em: 21 nov 2009.
- _____. et al. Behavior of human motor units in different muscles during linearly varying contractions. **J Physiol**, London, v. 329, p. 113-128, 1982.
- EVANS, N. **Anatomia da musculação**. São Paulo: Manole, 2007.
- HALL, S. **Biomecânica básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
- HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.
- HERZOG, W. A method for the determination of the force-length relation of selected in vivo human skeletal muscles. **Pflügers Arch**. v. 411, p. 637-641, 1988.
- _____. et al. Moment-length relations of rectus femoris muscles of speed skaters/cyclists and runners. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 23, n. 11, p. 1289-1296, 1991.

- KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos, provas e funções**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1995.
- KIDO, T. et al. The depressor function of biceps on the head of humerus in shoulders with tear of the rotator cuff. **J Bone Joint Surg**, v. 82-b, p. 416-419, 2000.
- KOBAYASHI M. H. 1983. Analysis of myoelectric signals during dynamic and isometric contraction. **Electromyong Clin Neurophysiol**, v. 26, p. 147-160, 1983.
- KOSSEL, M. V. et al. Análise eletromiográfica da porção longa do bíceps braquial em diferentes posições do ombro. [s.l.]: **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 3, n. 2, p. 167-176, 2009.
- KRAEMER, W. J. **Treinamento de força para jovens atletas**. São Paulo: Manole, 2001.
- KULIG, K.; ANDREWS J, H. J. Human strength curves. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, p. 417-466, 1984.
- LIMA, C. S.; PINTO, R. S. **Cinesiologia e musculação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- LOSS, J. F. et al.. Função do bíceps braquial durante flexão de cotovelo com radioulnar em pronação. Campinas: **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, v. 31, n. 2, p. 31-44, jan. 2010.
- LOW, J.; REED, A. **Eletroterapia explicada: princípios e prática**. 3. ed.. São Paulo: Manole, 2001. 472p.
- MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Re-examination of the relationship between the surface integrated electromyogram (IEMG) and force of isometric contraction. **Am J Physiol Med**, v. 57: 263-277, 1987.
- MORITANI, T.; MURO, M.; NAGATA, A.. 1986. Intramuscular and surface electromyogram changes during muscle fatigue. **J Appl Physiol**, v. 60, p. 1179-1185, 1986.
- MELO, G. L.; CARARELLI, E. **Exercise physiology laboratory manual**, 25, 1994.
- PUTZ, R.; PABST, R. **Sobotta: atlas de anatomia humana**,. 21. ed.. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. v.1.
- RASCH, P. J.; BURKE, R. K. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. 5. ed.. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- SAKURAI, G. et al. Electromyographic analysis of shoulder joint function on the biceps brachii muscle during isometric contractions. **Clin Orthop**, v. 354, p. 123-131, 1998.
- SANTOS, A. B. et al. **Comparação do torque de resistência externo de exercícios de flexão do cotovelo**. Disponível em: <http://www2.rc.unesp.br/eventos/educacao_fisica/biomecanica2007/upload/32-1-B-ABS%20Torque%20Flexores.pdf>. Acesso em: 09 out. 2010.
- SIMÃO, R. **Treinamento de força na saúde e qualidade de vida**. São Paulo: Phorte 2004.

SMITH, L. K.; WEISS, E. L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia clínica de Brunnstron**. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.

SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia: avaliação e tratamento**. 2. ed. Editora São Paulo: Manole, 1993. 775p.

STOPPANI, J. **Enciclopédia de musculação e força**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

THOMAS, C. A. K. et al. Eletromiógrafo com conversor A/D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 8., Florianópolis, 1999. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 1999. p. 363-367.

WIRHED, R. **Atlas de anatomia do movimento**. São Paulo: Manole, 1986.