

MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES MUSCULARES EM EXERCÍCIOS RESISTIDOS: UMA ABORDAGEM APLICADA

José Ricardo Claudino Ribeiro

Mestre em Ciências da Educação/Faculdade de Motricidade Humana/Universidade Técnica de Lisboa
josericardocr@bol.com.br

RESUMO

As tarefas motoras do cotidiano, sejam elas relacionadas ao trabalho, ao lazer ou à prática de atividades físicas, normalmente necessitam da ação simultânea de diversos grupamentos musculares. O corpo humano é composto por mais de 650 músculos, com as mais diversificadas funções, entretanto, existem modalidades de treinamento físico, como a Musculação (ou, mais especificamente, o “Treinamento Resistido”), que tendem ao treinamento mais “isolado” dos grupos musculares, favorecendo o controle e o direcionamento da sobrecarga fisiológica provocada pelo exercício físico. Mesmo com a intenção de treinar os músculos de forma mais concentrada (isolada), um exercício, por mais “simples” que seja, envolve mais de um grupamento muscular, os quais são expostos à sobrecargas simultaneamente. Contudo, uma pergunta aparentemente de fácil resposta, porém, norteadas por diversos mecanismos que dificultam a objetividade e assertividade na afirmativa, diz respeito às “Funções Musculares”. O objetivo deste trabalho é apresentar e justificar um modelo de classificação e conceito das Funções Musculares, em exercícios usados no Treinamento Resistido, mais específico e eficaz para as análises e intervenções técnicas. A metodologia utilizada foi a elaboração de uma Revisão de Literatura, buscando entender as técnicas e métodos utilizadas para verificar as ações musculares, bem como as diferentes formas de classificação das Funções Musculares. A forma mais adequada para as intervenções técnicas nos exercícios da Musculação foi a que utiliza as subdivisões: Agonista: Primário e Secundário; Antagonista; Sinergista: Estabilizador Estático e Dinâmico; e Neutralizador.

Palavras-chaves: Primário, Agonista, Ação muscular, Secundário, Antagonista.

1. INTRODUÇÃO

A construção de um Modelo Teórico que pretende tratar das Funções Musculares envolve questões conceituais complexas, iniciando pela diversidade de expressões idiomáticas, algumas delas relacionadas ao delicado processo de tradução. Conceitualmente, o termo “Função Muscular”, muitas vezes se confunde com termos como “Contração Muscular” (SMITH et al., 1997; NORRIN & LEVANGIE, 2001; HALL, 2000), “Ativação Muscular” (BADILLO & AYESTÁRAN, 2001; NEWMAN, 2006) ou “Ação Muscular” (FLECH & KRAEMER, 2006; KOMI, 2003; NEWMAN, 2006).

Em nosso entendimento, o termo “Contração” sugere o emprego do prefixo “contra”, associado ao radical “ação”, portanto, será razoável utilizar em situações em que o músculo esteja agindo contra o sentido da resistência, ou seja, em uma ação de encurtamento do músculo, contra uma resistência. O termo “ativação” conota que um músculo está em alguma atividade e, principalmente, sugere quantificações, em relação ao aspecto tratado (por exemplo, “ativação elétrica” de um músculo, em μV). Este termo pode ser mais bem discriminado se associado ao termo “ação”, seguido pela descrição “concêntrica”, “excêntrica” ou “isométrica”. Já o termo “Função Muscular” nos parece mais apropriado para descrever (como o termo sugere, literalmente) a função que cada músculo exerce em uma tarefa motora, necessitando, portanto, descrever outro elemento desta tarefa, como a ação.

O Treinamento Físico possui importantes “Princípios”, que norteiam as prescrições e regulações das atividades físicas. Um destes Princípios é o da “Sobrecarga Eficaz” (WILMORE & COSTILL, 2001), o qual parte da premissa de que uma estrutura biologicamente ativa vive em constante processo de adaptação. Este

pode ser ascendente ou descendente, dependendo da relação entre os mecanismos estressores e a capacidade da estrutura (aqui, especificamente celular) de se recuperar do estresse precedente. Na modalidade de treinamento físico denominada Musculação, há uma busca constante pela definição de qual (ou, excepcionalmente, quais) grupos musculares recebem os maiores estresses funcionais (ou fisiológicos) agudos em um exercício, conseqüentemente, as maiores possibilidades de adaptações morfológicas aos tecidos. Pois, é baseado nesta perspectiva que os profissionais determinam as tarefas a serem executadas. Entretanto, há diversos fatores envolvidos neste conceito, ao quais dificultam a definição desta relação de exercício executado e grupamento muscular enfatizado.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar e justificar um modelo de classificação e conceito das Funções Musculares, em exercícios usados no Treinamento Resistido, mais específico e eficaz para as análises e intervenções técnicas.

2. METODOLOGIA

Nesta proposta de elaboração de um Modelo, foram usadas referências clássicas, a partir das concepções teóricas iniciais, buscando entender as principais técnicas utilizadas pelos diversos autores das principais áreas correlatas (Cinesiologia, Biomecânica, Anatomia e do próprio Treinamento Resistido), para justificar as suas diferentes concepções.

Para aumentar a sustentação teórica do referido modelo, também foram avaliados alguns estudos desenvolvidos com importantes tecnologias de mensuração, tais como a Ressonância Magnética (TECH, 1999), Eletromiografia (CASTRO & KOSSEL, 2003; McAW & FRIDAY, 1994) e Fibra Ótica (FRÖBERG et al., 2009; KOMI, 2003; PAUL et al., 2005).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU DISCUSSÕES

Diversos fatores, inter-relacionados, influenciam a complexa tarefa de “determinar” o grupamento muscular onde ocorrem as “maiores” adaptações agudas aos exercícios, tais como:

a) A capacidade de geração de força de um grupo muscular, influenciada pelo nível de estiramento em que este músculo se encontra, denominada “Curva Comprimento-Tensão” (EDMAN, 2003; ENOKA, 1994; ZATSIORSKY, 1999);

b) O fenômeno denominado “Recrutamento Seletivo” (SALE, 2003; NEUMANN, 2006; SMITH et al., 1997; HAKKINEN et al., 2001), em que parece haver uma “inteligência” muscular que impede que grupamentos antagônicos entrem em oposição cinesiológica. Em modelo animal, foi verificado que o sóleo e os gastrocnêmios de gatos são ativados de forma acentuadamente inversa quando os animais estavam na postura de repouso e em movimento mais rápidos de extensão de quadril, joelho e tornozelo (HODGSON, 1983);

c) O Drive Neural (ou Malha Neural), onde há uma tendência de mobilizar grupamentos musculares sinérgicos de forma diferenciada e paralelamente, conforme o direcionamento neuronal individual e/ou o treinamento das conduções neurais (SALE, 2003); e

d) A capacidade de recrutar os grupamentos musculares de forma mais eficaz para uma ação motora, denominado “Coordenação Intermuscular” (SALE, 2003).

Além dos aspectos citados acima, ainda há uma demanda técnica de entender as causas para uma ação motora indesejada na execução em um exercício físico. Tomemos como exemplo o movimento de Extensão de Quadril Unilateral, com os joelhos estendidos e “em 3 apoios”. Este exercício normalmente é usado para enfatizar o treinamento do Glúteo Máximo, entretanto, há diversos grupamentos musculares atuando simultaneamente, cada um com sua função definida. Caso haja um problema técnico na execução do movimento, a “Função Causal” deve ser identificada para que as devidas correções sejam efetuadas. Neste exercício, há músculos que desempenhem diferentes Funções, tais como: os que estabilizam o movimento (principalmente) nos planos sagital e longitudinal (adutores/abdutores do quadril e rotadores internos do quadril, respectivamente); os que impedem movimentos indesejados (dos três vastos); os que se opõe ao

movimento (flexores do quadril); e os que estabilizam as estruturas que devem estar fixas (músculos que cruzam a cintura pélvica e a coluna vertebral, principalmente a região lombar). O entendimento destes fenômenos é importante para as devidas correções, como também para identificar “dominâncias” dinâmicas entre músculos. Isto, pelo fato de que o estresse tensional, associado ao estresse de alongamento do músculo, são os fatores fundamentais para a resposta celular de síntese proteica (GOLDSPINK et al., 1983). Respostas estas, bastante acentuadas em humanos no músculo tríceps braquial após 6 meses de Treinamento Resistido (MACDOUGALL et al., 1979). Todavia, há uma definição específica das Funções para cada ação motora. Diante disto, uma importante consideração diz respeito à necessidade de se compreender o potencial “Modelo de Funções Musculares”, bem como o conceito de uma condição relativa, em detrimento do que os modelos didáticos freqüentemente assumem como absoluta. Entre os autores analisados, verificamos três tendências bastante convergentes.

Norkin & Levangie (2001) classificam as Funções Musculares pela trajetória dos sarcômeros, relevando alguns aspectos fisiológicos. No mesmo conceito metodológico, Hall (2000) classifica como “principal” e utiliza algumas vezes o termo “ajuda” para classificar os músculos com menor participação no trabalho. Marques (2000), Hislop & Montgomery (1996) e Lacôte et al. (1987) classificam as ações pela trajetória dos sarcômeros, sem apresentarem justificativas científicas. A classificação das Funções Musculares baseada na trajetória dos sarcômeros atende bem às situações em que a trajetória da tensão muscular se encontra próxima do ângulo reto, em circunstâncias em que não haja mais de um músculo relevante como agonista e em músculos com a organização das fibras no sentido paralelo, ou seja, que haja uma relação mecânica “favorável”. Contudo, dificulta a análise em situações distintas das citadas, que são a maioria.

Há um segundo grupo de autores que utiliza técnicas e instrumentos bastante favoráveis à perspectiva científica, porém, não esgotam as discussões e descrições metodológicas acerca do desenvolvimento. Bompa & Conarcchia (2004) sugerem o termo “motores primários”, sem apresentação metodológica (apenas apontam para o uso da análise eletromiográfica em relação ao máximo), Fleck & Figueira Jr. (2003) utilizam a divisão por área ou grupamento muscular com algumas sugestões de prioridade sem apresentação metodológica. Delavier (2000), um ex-atleta de fisiculturismo e anatomista, classifica as ações musculares com sugestões de principais acionamentos musculares, porém, sem apresentar metodologia científica para tais sugestões. Tech (1999) classifica as ações como “grande uso”, “uso moderado” e “sem uso”, utilizando a ressonância eletromagnética como método, porém, sem apresentarem as condições metodológicas em que as verificações foram efetuadas. Smith et al. (1997) classificam os músculos como “principais”, o que seria semelhante ao conceito de agonista, porém, não justificam a metodologia, apesar de, em alguns casos, se basearem em estudos eletromiográficos. Uma tecnologia enfatizada na década de 90 foi o uso da fibra ótica para mensuração na tensão aplicada nos tendões, quando submetidos ao exercício (FRÖBERG et al., 2009; KOMI, 2003; PAUL et al., 2005). Questões éticas e dificuldade de acesso aos músculos profundos parece ter sido um dificultador da progressão do seu uso.

Um terceiro grupo de autores se baseia em conceitos mais convergentes à proposta analítica usada nas intervenções profissionais no Treinamento Resistido, tendo em vista que as intervenções técnicas nas execuções e prescrições das atividades necessitam estabelecer uma assertiva relação de causa-efeito. Em uma linha mais detalhada de conceitos, Sinnatamby (2006) opta por utilizar as subdivisões Agonista; Antagonistas; Fixadores (estabilizam as estruturas ósseas); e Sinergistas (auxiliam na execução dos movimentos no plano desejado); defende a ideia das funções relativas às atividades e de que um mesmo músculo pode desempenhar várias funções.

Siff & Verkhoshansky (2012a; 2012b) usam um conceito semelhante, com os termos Agonista: Principal e Auxiliar; Antagonista; Sinergistas: Estabilizador Dinâmico e Estático e Neutralizador. Além de considerarem a descrição de Estabilizadores articulares Dinâmicos e Estáticos. Nesta mesma linha, Palastanga et al. (2012) tratam como Primário (sinônimo de agonista), Antagonista e Sinergista (que permite a realização do movimento corretamente).

Um aspecto implícito nos conceitos destes autores diz respeito ao parâmetro usado para classificar a condição “primária” de um músculo em uma atividade. Tendo em vista que em cada exercício há um pré-conceito das Funções de cada músculo, entretanto, isto não é (e nem deveria ser) uma regra. Sendo assim, se torna simples entender que a condição de ser “primário”, depende do referencial usado para tal definição. A

concepção destes autores sugere que (por exemplo), embora o quadríceps seja “esperado” a atuar como Primário no exercício Agachamento (certamente pela tendência Normal da população), se o exercício for interrompido por uma exaustão ou fadiga do Glúteo Máximo (ou dos Paravertebrais), irá gerar duas considerações importantes: a incerteza do nível de estresse fisiológico a que foi submetido o quadríceps; e a decisão do profissional responsável pela prescrição de se manter ou alterar a técnica (ou até o próprio exercício) para que sua expectativa seja alcançada. Além destes aspectos, este Modelo estimula e clarifica a possibilidade de “manipularmos” o sistema de alavancas corporais para aumentarmos a participação de um Agonista Secundário em diversas situações do treinamento em que, mesmo continuando a serem Secundários, podem ser usados com uma maior participação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das evidências e limitações das técnicas e instrumentos para a classificação das Funções Musculares, confrontados com as tendências, conceitos e justificativas dos autores consultados, a proposta mais específica e eficaz para a análise e intervenção nas atividades usando como meio o Treinamento Resistido, deve contemplar as diversas situações motoras específicas desta modalidade.

Para esta descrição, a classificação mais completa que sustenta o referido modelo subdivide as Funções Musculares conforme descrito abaixo e ilustrado na Figura 1.

AGONISTA: músculos que participam da ação cinesiológica de oposição à resistência:

Primário: o grupamento muscular, (normalmente, mas, não necessariamente) “Agonista”, que recebe o maior estresse funcional relativo. Na maioria das situações operacionais, no Treinamento Resistido, este estresse é relacionado à fadiga ou exaustão. Neste caso, entende-se por “estresse funcional relativo” o nível de exigência do exercício em relação à capacidade de cada músculo envolvido na atividade; e

Secundário: os “primários” que não são levados às condições de estresse citadas anteriormente.

ANTAGONISTA: músculos que se opõe ao movimento cinesiológico em questão.

SINERGISTA: músculos ativados simultaneamente aos dois grupos citados, porém, não agem nas Funções de “Agonista” ou “Antagonista”:

Neutralizador: músculos que “travam” uma articulação para que outro músculo, essencialmente biarticular, atue em outra articulação e

Estabilizador:

Estático: músculos que agem para manter segmentos corporais estáticos. Em situações específicas de baixa Resistência de Força e considerando o parâmetro de verificação (relacionado à fadiga ou exaustão), há possibilidade de um grupamento muscular que desempenha a Função de Estabilizador Estático receber o maior estresse funcional (relativo). Como exemplo, podemos citar os paravertebrais sendo levados à exaustão em exercícios como o Agachamento; ou

Dinâmico: músculos ativados para que o movimento se realize no plano desejado.

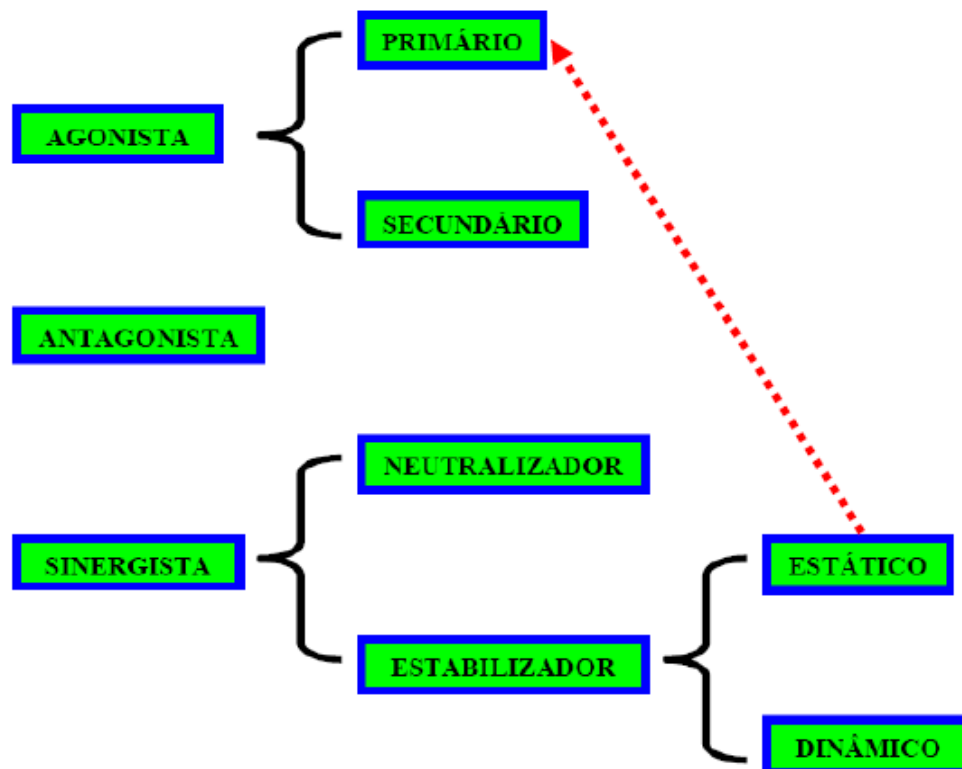


Figura 1: Modelo de Funções Musculares.

5. REFERÊNCIAS

- BADILLO, G.; AYESTARÁN G.. **Fundamentos do Treinamento de Força**: Aplicação ao Alto Rendimento Desportivo. 2ª. Ed. São Paulo: Artmed, 2001.
- BOMPA, T. O; CORNACCHIA, L. J. **Treinamento de Força Consciente**. 2ª Ed. São Paulo: Phort, 2004.
- CASTRO, F. S.; KOSSEL, M. V. Análise eletromiográfica da porção longa do músculo bíceps braquial em quatro posições de ombro. In: **Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto, 2003.
- DELAVIER, F. **Guia dos movimentos de musculação**: abordagem anatômica. 3. ed. São Paulo: Manole, 2002.
- EDMAN, K. A. P. Contractile Performance of Skeletal Muscle Fibres. In: KOMI, P. V. **Strength and Power in Sport**. Blackwell Scientific publications, London, 169-179, 2003.
- ENOKA, R. M. **Neuromechanical Basis of Kinesiology**. 2ª Ed. USA: Human Kinet, 1994.
- FLECK, S. J.; FIGUEIRA JÚNIOR, A. **Treinamento de Força para Fitness e Saúde**. São Paulo: Phorte Editora, 2003.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FRÖBERG A., KOMI P, ISHIKAWA M, MOVIN T, ARNDT A. Force in the Achilles Tendon During Walking With Ankle Foot Orthosis. **The American Journal of Sports Medicine**. Vol. X, No. X, 2009.

GOLDSPINK, D.F.; GARLICK, P.J.; MCNURLAN, M.A. Protein turnover measured in vivo and in vitro in muscles undergoing compensatory growth and subsequent denervation atrophy. **Biochemical Journal**. 210: 89–98, 1983.

HÄKKINEN K, PAKARINEN A, KRAEMER WJ, HÄKKINEN A, VALKEINEN H, ALEN M. : Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J Appl Physiol**. 91(2):569-80, 2001.

HALL, Susan J. **Biomecânica Básica**. 3^a Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

HISLOP, H. J.; MONTGOMERY, J. **Provas de Função Muscular**. 6^a. Edição: Guanabara Koogan, 1996.

HODGSON, J.A. The relationship between soleus and gastrocnemius muscle activity in conscious cats a model for motor unit recruitment? **Journal of Physiology**. 337: 553–562, 1983.

KOMI, P. Strength and Power in Sport. *London*, Blackwell Scientific publications, London, 2003.

LACÔTE, M.; CHEVALIER, A. M.; MIRANDA, A.; BLETON, J. P.; STEVENIN, P. **Avaliação Clínica da Função Muscular**. Rio de Janeiro: Ed. Manole, 1987.

MACDOUGALL, J.D.; SALE, D.G.; MOROZ, J.R.; ELDER, G.C.B.; SUTTON, J.R.; HOWALD, H. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. **Medicine and Science in Sports**. 11: 164–166, 1979.

MARQUES, A. P. **Cadeias Musculares: Um Programa para Ensinar Avaliação Fisioterapêutica Global**. São Paulo: Editora Manole, 2000.

McCAW, S. T.; J. J. FRIDAY. A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. **J Strength Cond Res**. 8(4): 259-264, 1994.

NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para a Reabilitação Física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

NORKIN, C. C.; LEVANGIE, P. K. **Articulações: Estrutura e Funções**. 2^a. Ed. Rio de Janeiro: Ed. Revinter, 2001. 498p.

PALASTANGA, N; FIELD, D.; SOAMES, R. **Anatomia y Movimiento Humano**, 2000. Disponível em : <http://books.google.com/books?id=a5iSQyjVBPkC&pg=PP1&dq=Palastanga&hl=pt-BR#PPA15,M1>. Acesso em maio de 2012.

PAUL, J., ZHAO, L., NGOI, B. K. A. Fiber-optic sensor for handgrip-strength monitoring: conception and design. **Applied Optics**. Vol. 44, No. 18: 20, 2005.

SALE, D. G. Neural Adaptation to Strength Training. In: KOMI, P. V. Strength and Power in Sport. **Blackwell Scientific publications**, London, 169-179, 2003.

SIFF, M. C. e VERKHOSHANSKY, Y. **Super Entrenamento**. 2^a Ed. em: <http://books.google.com/books?id=u0nWTjgeuREC&printsec=frontcover&dq=Verkhoshansky+e+Siff&hl=pt-BR#PPA1,M1>. Acesso em maio de 2012a.

SIFF, M. C; VERKHOSHANSKY, Y. **Supertreinamento. Paidotribo**, 2000. 563p. Disponível em: http://books.google.com/books?id=fkx2m_5fjyIC&pg=PA139&dq=SIFF,+MC%3B+VERKHOSHANSKY&hl=pt-BR#PPA144,M1. Acesso em mar. 2012b.

SINNATAMBY, C. S. **Lasty`s Anatomy: Regional and Applied**. Eleventh Ed. Churchill Livingstone Elsevier, 2006.

SMITH, L. K.; WEISS, E. L. ; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 5^ª Ed. São Paulo: Manole, 1997.

TESCH, P. A. **Musculação: Estética, Preventiva, Corretiva e Terapêutica**. Análise Cinesiológica Através da Ressonância Magnética. 1^ª Ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2^ª Ed. São Paulo: Manole, 2001.

ZATSIORSKY, V. M. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. 1^ª Ed. Phorte Guarulhos Editora, 1999.