
O ALONGAMENTO MUSCULAR

Parte I - A interação neuromuscular

Odete Fátima Sallas Durigon *

Durigon, O.F.S. O alongamento muscular. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, 2 (1) : 40-4, jan. / jul., 1995.

RESUMO : Este artigo discute os mecanismos fisiológicos envolvidos no alongamento muscular, ressaltando aspectos de importância a serem levados em conta durante a utilização deste recurso fisioterápico.

DESCRITORES : Alongamento muscular. Fisioterapia.

INTRODUÇÃO

O alongamento muscular é um procedimento de rotina na clínica fisioterápica e, em geral, o fisioterapeuta preocupa-se com os componentes osteomioarticulares envolvidos, procurando controlar o posicionamento do paciente de modo a isolar o grupo muscular que se pretende trabalhar, de maneira a proteger as demais estruturas corporais, conduzindo-se com cautela com relação à força com a qual procede a mobilização, se passiva, ou no controle dos movimentos compensatórios, quando ativo.

Contudo, o que aparentemente parece ser um procedimento muito simples, na verdade

envolve um mecanismo extremamente complexo de regulação periférica do movimento, o qual nem sempre é compreendido quanto mais bem explorado.

Ao alongarmos um músculo, interferimos com a circuitaria do reflexo miotático, que tem como função primária, entre outras, a proteção da estrutura muscular.

O conhecimento dos mecanismos de controle da motricidade nos ensina que, na realidade, a morfologia e fisiologia deste arco reflexo constitui a via final comum para as informações eferentes segmentares ou suprasegmentares, que em última análise produzem a expressão motora dos comportamentos, quer de caráter postural ou dinâmico

* Professora Assistente do Curso de Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência : Rua Cipotânia, nº 51 - Cidade Universitária - 05360-000 São Paulo, SP.

Os receptores sensoriais envolvidos no controle do comprimento muscular são os fusos musculares, que, por estarem entremeados em paralelo com as fibras do músculo, são alongados em conjunto com elas, causando uma deformação mecânica que estimula as terminações primárias e secundárias do receptor. A estimulação causa descargas que ao chegar à medula são interpretadas dentro do contexto motor vigente, podendo gerar desde uma simples resposta miotática até complexos ajustes motores. Alguns fisiologistas arrolam os órgãos tendinosos de Golgi na intermediação da resposta ao alongamento, em virtude de eles se situarem nas inserções proximal e distal do músculo, que são tensionadas durante os grandes alongamentos. Contudo, os estudos eletrofisiológicos demonstram que a frequência dos impulsos nestes receptores durante o alongamento é muito baixa, enquanto aquela provocada pelos fusos musculares é intensa.^{4, 5} Uma revisão destes conceitos básicos poderá ser encontrada em várias publicações.^{1, 3, 6, 7}

A especialização dos fusos musculares é tal que pode, além do grau de alongamento, informar sobre sua velocidade e se é de caráter estático ou dinâmico.

Quando o músculo é alongado ou liberado do alongamento, identificamos duas fases de alteração de seu comprimento uma fase dinâmica, que corresponde ao período em que o comprimento do músculo está se alterando, e uma fase estática, quando o músculo está estabilizado em novo comprimento. A terminação primária é muito mais ativa durante a fase dinâmica e a secundária muito mais ativa durante a fase estática.

A velocidade do alongamento é outra informação gerada pelo fuso, dada à capacidade e de a terminação primária de responder

com descarga proporcional à variação de velocidade. Quanto maior a velocidade de alongamento, maior a frequência de impulsos gerados nas fibras aferentes pela terminação, para um mesmo grau de alongamento, e, conseqüentemente, a resposta reflexa é mais intensa.

Adicionalmente, as terminações primárias são mais sensíveis a pequenas e rápidas alterações do comprimento do músculo como as causadas pelo *tapping* ou pela "vibração", sendo, portanto, esta a base fisiológica dos principais efeitos gerados por esses tipos de manobra.⁵ Assim, pelo padrão de atividade dessas terminações, o SNC pode reconhecer e diferenciar entre um alongamento em andamento, posição final alongada, retorno ao comprimento inicial e todas as demais possíveis graduações intermediárias. Essas informações, somadas às demais registradas pelos sensores articulares e cutâneos, constituem o referencial sobre o qual o programa de um dado movimento é elaborado, corrigido ou reforçado.

O comportamento do conjunto neuromuscular durante o alongamento.

Ao abordarmos um músculo com manobras que causam o seu alongamento, obteremos, em princípio, como reação normal, aumento da resistência ao movimento, de caráter puramente reflexo, denominado *reação de alongamento*, que aos poucos vai-se diluindo com adaptação do fuso muscular.

No paciente neurológico em que geralmente há alteração do tono muscular, essa reação expressa-se por maior incremento no tono, motivo pelo qual o fisioterapeuta costuma dizer que o alongamento inicialmente

causa hipertonia muscular nesses pacientes. Entendemos que, por se tratar de um mecanismo normal de reação fisiológica, essa alteração transiente não deve ser interpretada como "piora do quadro tônico", tratando-se apenas de uma reação de maior proporção em função do desequilíbrio pré-existente, não se justificando sua contra-indicação para esse tipo de paciente; *qualquer* outro procedimento empregado gerará esse mesmo padrão de resposta até que o fuso muscular hiperativo se adapte à solicitação, o que, em linguagem fisioterápica, denomino *dessensibilização do fuso muscular hiperativo*, que engloba a propriedade de *adaptação* do receptor mais o mecanismo de *habituação*, que é uma forma de aprendizado que ocorre sempre que um dado tipo de estimulação é aplicada em intensidade e frequência regulares.*

Contudo, qualquer variação ocorrida em um desses parâmetros é imediatamente detectada pelo fuso, que intervém na nova situação respondendo à estimulação em nível segmentar ou envolvendo controle suprasegmentar, dependendo do comportamento vigente.

Evidentemente, os processos citados acima ocorrem em qualquer organismo, intacto ou lesado (com exceção das lesões periféricas), quando o arco reflexo está comprometido, expressando-se diferentemente segundo a situação de base.

Acrescenta-se que o fuso muscular, como qualquer outro receptor, pode sofrer *modulação eferente*, explicando a permissividade do fuso ao alongamento, ainda que na vigência de dor, sem que o reflexo miotático reaja defensivamente, impedindo o alongamento pretendido quando o procedimento é reali-

zado voluntariamente ou com permissão do paciente.

O treinamento da elasticidade muscular incrementa a extensibilidade do músculo como um todo. Embora pareça óbvia, tal afirmação é procedente, uma vez que é conceito corrente que o alongamento fortalece o músculo.

Evidentemente, quando se utiliza o esforço ativo, acaba por ocorrer um incremento da capacidade contrátil do músculo, que não se traduz, necessariamente, por aumento da força muscular.

O fortalecimento somente ocorre quando se utiliza carga máxima ou supra máxima, quando são mobilizados os mecanismos de recrutamento das unidades motoras e o aumento da sua frequência de descarga. Dificilmente o esforço do alongamento constitui carga máxima, ocorrendo, então, se tanto, um aumento na resistência muscular em função da repetição ou do aumento do tempo de duração dos exercícios.

O fortalecimento pode, excepcionalmente, ser obtido dessa forma em pacientes neurológicos, explorando-se o reflexo de estiramento para tanto. Tal procedimento, contudo, é motivo de grande polêmica entre fisioterapeutas, mas nossos protocolos clínicos têm mostrado sua eficiência. Entretanto, não nos deteremos nesta questão por fugir ao escopo deste trabalho. Os dados preliminares referentes a esses protocolos foram parcialmente divulgados.²

CONCLUSÕES

A partir do que foi exposto podemos adotar pequenas precauções que facilitam a execução dos procedimentos de alongamento e, portanto, a sua eficiência. Muitas destas

medidas o próprio bom senso já se encarregou de garantir, uma vez que o terapeuta aprende qual a melhor forma de abordar determinado músculo por tentativa e erro, ou pela experiência prática acumulada, embora nem sempre saiba explicar o porquê.

A primeira medida é realizar lenta e gradualmente o movimento evitando uma resposta mais intensa do arco reflexo. Em segundo lugar, a adoção de um padrão de repetição rítmico, regular em intensidade e frequência, conduz mais facilmente o receptor à adaptação e à *habituação*. Ambos tornam possível um comportamento quase passivo do sistema nervoso em relação à atividade em andamento, facilitando o trabalho do fisioterapeuta, especialmente no caso dos pacientes neurológicos. O envolvimento do comando voluntário durante a atividade evoca o mecanismo de controle eferente sobre a informação sensorial, incorporando maior controle do fuso, mantendo-se, contudo, a capacidade de proteção, já que a atividade dos motoneurônios gama modifica-se de acordo com as prioridades que são identificadas graças a comparação entre as informações aferentes e as eferentes. Assim, é recomendável a utilização do alongamento ativo sempre que pertinente. Em nossa opinião, a forma mais eficiente de alongamento ativo é a utilizada no método de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNMP).¹¹ Especificamente no procedimento de estabilização rítmica (ER), e não na combinação contrair - relaxar - alongamento passivo (por se tratar de um movimento passivo aplicado num período de relaxamento), que causará uma forte reação do fuso contrária ao movimento e gerará um momento de força de grande risco.

Por outro lado, a estabilização rítmica envolvendo contração alternada de agonistas e antagonistas beneficia-se do mecanismo de inervação/inibição recíproca, reduzindo a atividade do fuso para um nível mínimo, porém operante. Parece incongruente a utilização de uma técnica de estabilização para a nossa finalidade, mas os praticantes desse método terapêutico conhecem a abrangência e a versatilidade dos procedimentos propostos por Kabat¹¹ um profundo conhecedor dos trabalhos de Sherrington.⁷ A ER da FNMP envolve outros mecanismos, que não são objetos de nossa análise neste momento que serão discutidos na parte II, a ser publicada em um próximo número.

No contexto do princípio da especificidade do treinamento, já discutido, vale a pena destacar os procedimentos de alongamento treinando isolada mais simultaneamente a capacidade de alongamento estático e de alongamento dinâmico isto é, alongamento nas posturas ou posicionamentos e durante os movimentos em que estão envolvidos os músculos que se deseja alongar. Dada a especificidade das terminações sensoriais do fuso muscular para essas duas possibilidades, a opção por apenas uma das formas de trabalho é incompleta e, por isso, menos eficiente.

Culminando, deve-se trabalhar a amplitude total do movimento, em diferentes velocidades de execução, dada a possibilidade de ocorrerem diferentes tipos de descargas dos receptores fusais em resposta à variação na velocidade do movimento.

Esta última recomendação é fundamental, principalmente para recuperação e prevenção das recidivas das lesões de atletas e dançarinos, e deveria ser necessariamente trabalhada durante o período de sua preparação em suas respectivas modalidades.

Durigon, O. S. O alongamento muscular. Pt.I. A interação neuromuscular. *Rev.Fisioter. Univ. São Paulo*, 2 (1) : p. 40-4, jan./ jul., 1995.

Durigon, O. F. S. Muscle stretching. *Rev.Fisioter.Univ.S.Paulo*, v. 2, n. 1, p. 40-4, jan. / jul., 1995.

ABSTRACT : This article discuss the physiological mechanisms involved in the muscle stretch, focusing important aspects to be considered when applying this physical resource.

KEY WORDS : Physical therapy. Muscle stretching.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brodal, A. *A anatomia neurológica com correlações clínicas*. 3. ed. São Paulo, Roca, 1984.
2. Durigon, O. F. S., Souza Jr., J. A. Comparação de dois procedimentos: alongamento e carga no manejo da espasticidade. In : *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - SBPC*, 46, Vitória, 1994. *Anais*.
3. Kamde, E. R., Schwartz, J. H. Jessel, T. M. *Principles of neural science* .3. ed. New York : Elsevier, 1991.
4. Matthew. P. B. C. Muscle spindles: their messages and their fusimotor supply. In : Brooks, V.B. *Handbook of physiology*. Bethesda : .American Physiological Society, 1981. v. 3
5. Matthew, P. B. C. Muscle spindles and their motor control. *Physiol. Rev.* v. 44, p. 219 -88, 1964.
6. Mouncastle, V. B. *Fisiologia médica*. 13. ed. Rio de Janeiro : Guanabara, 1982.
7. Sherrington, C. S. *The integrative action of the nervous system*. New Haven : Yale University Press, 1911.
8. Timo-Iaria, C. Comportamentos. In : Mello-Aires, M. *Fisiologia básica*. Rio de Janeiro : Guanabara, 1985.
9. Valbo, A. B. Discharge patterns in human muscle spindle afferents during isometric voluntary contractions. *Acta Physiol. Scand.*, v. 80, p. 52-66, 1970.
10. Valbo, A. B. Basic patterns of muscle spindle discharge in man. In : Taylor, A., Prochazka, A. *Muscle receptors and movement*. London : Macmillan, 1981. p.219-28, 263-75.
11. Voss, D. E., Ionta, M. K., Myers, B. J. *Facilitação neuromuscular proprioceptiva* .3. ed. São Paulo : Panamericana, 1987. 388p.

Recebido para publicação : 20/03/95

Aceito para publicação : 19/04/95