

Parâmetros de modulação na eletroestimulação neuromuscular utilizando corrente russa – Parte 1

Parameters of modulation in neuromuscular electrical stimulation using russian current – part 1

Revista Fisioterapia Ser – Ano 2 – nr 1 – Jan/Fev/Mar – 2007

¹Fábio dos Santos Borges, ²Fabiana Barroso de Souza, ³José Tadeu Madeira de Oliveira, e ⁴Alexsander Roberto Evangelista.

¹Fisioterapeuta, mestre em Ciências Pedagógicas, docente da Universidade Estácio de Sá (UNESA-RJ) e Universidade Iguazu (UNIG-RJ), fisioterapeuta do Hospital Central do Exército-RJ;

²Fisioterapeuta das Prefeituras Municipais de Campos dos Goitacazes (RJ) e de São João da Barra (RJ);

³Fisioterapeuta, docente da Universidade Iguazu (UNIG-RJ), mestre em Parasitologia;

⁴Fisioterapeuta do Clube de Regatas Vasco da Gama (RJ).

Endereço para correspondência: Prof. Ms. Fábio Borges, - Universidade Iguazu - Coordenação de Fisioterapia - Av. Abílio Augusto Távora nº 2134 - Nova Iguazu - RJ - CEP: 26260-000 Tel. (21) 9958-9474. Email: fabioborges2000@gmail.com

Resumo

A corrente russa vem se constituindo, atualmente no Brasil, num dos aparelhos mais comercializados para os diversos segmentos da fisioterapia (traumato-ortopedia, desportiva, dermato-funcional, ginecologia e obstetrícia), levando um grande número de profissionais a utilizarem esta forma de corrente sob diversas maneiras com os mais variados protocolos. Entretanto, o que se vê na prática clínica é a ausência de uma metodologia com respaldo científico quanto aos parâmetros de modulação utilizados na corrente russa. Em virtude da diversidade destes parâmetros moduláveis dividimos o assunto em duas partes. Assim, o presente artigo busca através da revisão de achados científicos e também da prática clínica de seus autores, propiciar aos profissionais que utilizam a corrente russa um maior respaldo para a exploração eficaz desta técnica de eletroestimulação, através da explanação de algumas peculiaridades que envolvem os parâmetros de modulação no aparelho de corrente russa.

Palavras-chave: Eletroestimulação, corrente russa, modulação.

Abstract

The Russian current comes constituting, in Brazil, one of the devices more commercialized for the diverse segments of the physical therapy, leading a great number of professionals to use this current form under several ways with the most varied protocols. However, what is observed in the practical clinic is the absence of a methodology with scientific endorsement such as parameters of modulation in the Russian current. Because of the diversity of these modulation parameters we divided the subject in two parts. The present study search through the revision of scientific discoveries and also the practical clinic of its authors, to propitiate the professionals that use the Russian current a bigger knowledge of this electrical stimulation technique, through the explanation of some peculiarities that involve the modulation parameters in the apparel of Russian current.

Key-words: Electrical stimulation, russian current, modulation

Introdução

Na década de 1970 trabalhos foram publicados dando conta de que uma corrente interrompida de média frequência (2500 Hz) foi utilizada para prover maior ganho de força muscular que aquela obtida através da contração muscular voluntária. Esta forma de corrente foi denominada de corrente russa, e sua técnica terapêutica foi chamada de estimulação russa. Tudo isso justificado pelo fato do seu uso ter sido investigado por um pesquisador soviético chamado Yakov Kots. Seu uso notabilizou-se por ter sido empregado na equipe olímpica russa, associada ao treinamento clássico, com muito sucesso. Kots defendeu um regime de trabalho para aumento de força muscular que podia aumentar a Contração Voluntária Máxima (CVM) dos atletas de elite por até 40%¹. Mas, infelizmente, os únicos detalhes dos trabalhos de Kots foram breves notas de conferência, traduzido do idioma russo e não prontamente acessíveis².

A partir daí surgiram outros trabalhos empregando a corrente russa na busca de reproduzir os resultados soviéticos. Entretanto o que se viu foram conflitos entre os diversos resultados alcançados, não deixando muito claro a forma ideal de se trabalhar com esta forma de corrente com o objetivo de se alcançar os melhores resultados.

Atualmente a corrente russa vem se popularizando no Brasil, por conta de um apelo contundentemente mercadológico, onde o que se vê são empresas sem um mínimo de conhecimento tecnológico oferecerem aos consumidores unidades de eletroestimulação russa construídos totalmente fora dos padrões técnicos descritos na literatura. Isto tem limitado a utilização da eletroestimulação, como também gerado confusão quanto aos parâmetros de modulação empregados, pois nem as empresas conseguem reunir condições para passar aos seus clientes as informações que eles precisam para operar eficazmente a corrente russa.

Assim, o propósito deste artigo de revisão é contribuir para que os fisioterapeutas possam reunir as condições necessárias para manipular os equipamentos de corrente russa cientes das diversas peculiaridades envolvendo as características tecnológicas do aparelho e principalmente adotar parâmetros de modulação razoáveis para o trabalho eletroterapêutico, baseados nas pesquisas publicadas e na prática clínica de seus autores.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico constitui a análise de periódicos, obtidos através da Rede Mundial de Computadores, via Bireme/ Medline e Lilacs, além de acesso a sites especializados no assunto, onde foram cruzadas as palavras-chave: Corrente russa / *russian current*; eletroestimulação / *electrical stimulation*; e tipos de fibras musculares / *muscle fiber type*. A revisão também contou com a consulta a livros, pesquisados em livros do acervo particular dos autores.

A pesquisa foi realizada no período de Janeiro/2004 a jun/2005, onde foram selecionados materiais datados de 1977 a 2003.

RESULTADOS

Modulação

Modulação é uma variação ordenada dos ajustes empregadas nos equipamentos, com o objetivo de obter a máxima eficácia quanto aos resultados pretendidos³. As modulações mais comuns nos diversos aparelhos de eletroestimulação giram em torno dos ajustes de intensidade de corrente (amplitude), rampas de subida (rise) e descida (decay), duração (largura) de pulso, frequência portadora e modulada, ciclo (duty cycle), sustentação e repouso (tempo ON e tempo OFF), forma de onda, etc.

Nos equipamentos de corrente russa (principalmente os fabricados no Brasil) as modulações normalmente encontradas são os ajustes de *intensidade*, que se constitui na escolha da saída de corrente (quantidade de fluxo de elétrons) em miliamperes, para o eliciamento da contração muscular; as modulações de rampa de *subida* e de *descida*, que são aumentos ou diminuições cíclicos e seqüenciais que podem ocorrer na largura do pulso, mas que são característicos mesmos da intensidade (amplitude); a *freqüência modulada*, que é utilizada para diferenciar as unidades motoras que se objetiva priorizar na estimulação; a *freqüência portadora*, que se caracteriza pela freqüência da corrente introdutória do estímulo excitomotor; a *sustentação* e o *repouso*, caracterizados pelo tempo que a corrente é transmitida para os tecidos, assim como deixa de fazê-lo; e o modo de estimulação relacionado ao regime de saída de corrente nos canais, onde se pode optar, por exemplo, pela saída de corrente em todos os canais ao mesmo tempo, pela saída em apenas um grupo de canais alternadamente com outro grupo de canais, etc.

Para alcançar a modulação ideal dentro de um contexto terapêutico podemos encontrar disponíveis no mercado, estimuladores de controle analógico, que são aqueles que permitem o ajuste dos parâmetros de estimulação principalmente através do uso de botões rotatórios ou mostradores. Esses controles de estimuladores são de natureza mecânica (p.ex., potenciômetros). Os estimuladores de controle digital, por outro lado, são aqueles que permitem o ajuste através do uso de botões de girar, empurrar ou de interruptores sensíveis à pressão. Em geral, os aparelhos com design de controle digital incluem alguma forma de display visual (p.ex., uma tela de cristal líquido (LCD), que permite que o fisioterapeuta selecione os parâmetros ideais de trabalho, a partir de um menu de estimulação disponível). Os estimuladores com design digital, em sua maioria, estão sendo construídos com seu funcionamento eletrônico baseado em microprocessadores ou microcontroladores⁴.

Corrente russa

O termo *Corrente Russa* foi aplicado aos eletroestimuladores com uma saída de corrente de onda senoidal com uma freqüência portadora de aproximadamente 2.500 a 5.000 Hz, modulada de forma a produzir 50 bursts por segundo (bps)⁵. Essa forma de estimulação foi promovida comercialmente como "estimulação russa"^{4, 6, 7}.

Segundo Alon⁵ é improvável que o motivo para se usar uma freqüência portadora de 2.500 Hz seja apenas o fato de que tal freqüência seja única em relação ao conforto da estimulação, mas que essa freqüência foi escolhida porque uma freqüência na faixa de 2.500 Hz implica em pulsos cujas durações estão na ordem de 50 a 200 microsegundos, pois representa uma faixa relacionada a uma estimulação relativamente confortável. Hooker² mencionou que a faixa de duração de pulso gira em torno de 50 a 250 microsegundos. Entretanto Protas et al.⁹ mencionaram algumas limitações da corrente russa que incluíam uma percepção mais desconfortável, em virtude da duração de pulso ser fixa (de modo que ajustes individuais para o conforto dos pacientes não eram possíveis); e uma

freqüência de pulsos fixa nos aparelhos mais antigos (o que limitava muito o número de procedimentos clínicos oferecidos).

Estes aparelhos de freqüência fixa assemelham-se àqueles empregados no estudo proposto por Kots na década de setenta, entretanto, ainda hoje encontramos algumas empresas nacionais que fabricam aparelhos com essas mesmas limitações características. Apesar disso, já há um avanço tecnológico com relação à melhoria no design e estrutura eletrônica dos aparelhos nacionais.

Com uma nova estruturação física para a construção de aparelhos de corrente russa, o uso clínico pôde incluir o controle da dor e, se usada corretamente, poder-se-á obter um alívio efetivo da dor durante mobilizações ou exercícios para aumento do arco de movimento articular. Essas aplicações dependem de eliciamento principalmente de estimulação sensorial⁵.

A forma de onda da corrente russa encontrada no aparelho empregado nos trabalhos descritos por Kots¹ era a senoidal. Swearingen¹⁰ citou a onda em dente de serra como constituinte do aparelho de corrente russa. Segundo o autor os pulsos bifásicos desta onda dente de serra atendem às exigências do sistema nervoso, pois há uma taxa rápida de mudança e uma alta freqüência de pulsos dentro de cada burst, o que reduz o risco de acomodação dos axônios. Segundo Hooker⁸, atualmente, existem duas formas de ondas básicas na corrente russa: uma onda senoidal e um ciclo de onda quadrada com um intervalo intrapulso fixo. Entretanto, encontramos também em grande parte dos aparelhos fabricados no Brasil outras formas de onda empregadas comumente em aparelhos de TENS e FES (Eletroestimulação Funcional), principalmente pulsos bifásicos assimétricos, com uma fase triangular e outra retangular. Isto nos parece uma estratégia mercadológica de construção de aparelhos, pois para a indústria é mais interessante comercialmente dispor aos seus clientes um aparelho de corrente russa que venha construído também com o TENS e o FES. Para isto aproveitam a construção de circuitos eletrônicos já consagrados em sua formatação para TENS/FES e adicionam o modo estimulação russa utilizando a mesma forma de onda bifásica assimétrica.

Quanto a isso, Alon⁵ postulou que os pulsos simétricos com um intervalo interfase são os preferidos para a estimulação dos motoneurônios. Kantor et al.¹¹ verificaram que foi preciso menor intensidade de corrente para estimular nervos periféricos com uma forma de onda bifásica assimétrica, em relação a outras formas de onda, e também houve menor irritabilidade na pele comparada à utilização de pulsos monofásicos. Delitto e Rose¹² fizeram uma avaliação do conforto relativo entre três formas de onda diferentes (triangular, sinusoidal e quadrada), produzidas por aparelhos de corrente russa (2500 Hz, com 50 *bursts por seg.*) e descobriram que a percepção de um indivíduo para o desconforto muda enquanto a forma de onda de estimulação varia, e que as "preferências individuais" existiam para cada forma de corrente. Outras pesquisas mostraram resultados semelhantes quando compararam a corrente russa (onda senoidal de 2.500Hz, com 50 *bursts por seg.*) com corrente "pulsada única"^{13, 14}. Os pesquisadores concluíram que os indivíduos preferiram as formas de onda pulsada únicas.

Existem no Brasil, por questões meramente comerciais, empresas e fisioterapeutas que fazem distinção acerca da terminologia "*corrente russa*" e "*estimulação russa*", apregoando que a corrente original utilizada nos trabalhos de Kots, que utilizava 50 burst/s de freqüência modulada, foi denominada de *corrente russa*, e que hoje com o advento de pesquisas acerca da eletroestimulação neuromuscular, o que suscitou o surgimento de aparelhos com parâmetros de freqüência modulada variando de 1 até 100 Hz, a corrente passou a se chamar *estimulação russa*.

Acreditamos que isto se constitui em informação com grande apelo mercadológico sem nenhum embasamento histórico-científico quanto à nomenclatura apropriada para o tipo de estimulação ou o aparelho com as características daquele utilizado por Kots na década de setenta, pois Harrelson et al.⁶, Robinson⁴ e Starkey⁷ fizeram menção à corrente utilizada por Kots denominando-a de *estimulação russa*. Portanto, preferimos acreditar que a terminologia corrente russa e estimulação russa referem-se a um tipo de equipamento e/ou técnica de eletroestimulação que estão enquadrados dentro de um mesmo contexto tecnológico e terapêutico, não havendo

qualquer diferença entre as formas de utilização da estimulação com correntes de 2500 Hz (e/ou 4000 Hz) de frequência portadora, modulada em bursts por segundo.

Tempo de contração (*ON Time* ou *Tempo ON*) e de repouso (*OFF Time* ou *Tempo OFF*)

Podemos modular o tempo em que a corrente passa para os tecidos, assim como o tempo em que ela cessa sua passagem. *ON Time* ou *Tempo ON* é o tempo em que um trem de pulsos ou uma série de bursts é fornecido em uma aplicação terapêutica, ou seja, quando há a contração muscular. *OFF Time* ou *Tempo OFF* é o tempo entre trens de pulsos ou uma série de bursts, ou seja, é quando cessa a contração muscular¹⁵.

Normalmente encontramos nos aparelhos fabricados no Brasil, parâmetros que giram em torno de 1 a 30 minutos (às vezes até 60 minutos).

Este tipo de modulação está revestido de uma importância muito grande, pois se constitui num dos principais pontos dos diversos protocolos utilizados em prática clínica, assim como em pesquisas. Entretanto, verificamos através da literatura e também pela utilização clínica, que a eleição do tempo de contração (T.ON) e de repouso (T.OFF) está associada a alguns fatores como, por exemplo, o condicionamento da musculatura que está sendo estimulada, o processo de agudização ou cronificação da doença, a qualidade tecnológica de construção do estimulador, e das experiências pessoais do fisioterapeuta. Portanto verificamos, apesar de existirem alguns relatos baseados em pesquisas, que esses parâmetros de modulação são extremamente pessoais em relação ao profissional que está atuando terapêuticamente.

Em 1971 Kots e Xvilon¹⁶ utilizaram, com a corrente russa, um protocolo chamado de regime "10/50/10", que correspondia a 10 segundos de tempo "ON", 50 segundos de tempo "OFF", e um tempo total de 10 minutos por sessão.

Eles concluíram que um tempo "ON" máximo de 10 segundos com um tempo "OFF" de 50 segundos eram desejáveis para que não ocorresse fadiga durante a eletroestimulação (caracterizada por uma diminuição do torque). Também por esse motivo, Brasileiro et al.¹⁷ mencionaram, baseando-se na literatura, um tempo ON de 60 seg. e um tempo OFF de 10 seg. como ideais. Snyder-Mackler et al.¹⁸ verificaram fortalecimento de quadríceps com 10 seg. ligado e 2 minutos em repouso.

Borges e Valentin¹⁹ utilizaram 6 seg. de contração eletroestimulada com 6 seg. de OFF time em músculo reto-abdominal de puérperas com 15 dias pós-parto. Evangelista et al.²⁰ utilizaram 9 seg. de ON time por 9 seg. de OFF time em região abdominal de voluntárias sadias. Em ambos os estudos não houve sinais de fadiga.

Verificamos através dos relatos, uma variedade de protocolos condicionando o tempo de contração e de repouso a diversos fatores. Dentre eles a fadiga, ocasionada pela eletroestimulação mantida em alta intensidade sem que haja um intervalo entre as contrações suficiente para evitar a produção de ácido láctico e conseqüentemente sua instalação¹⁷. Notamos também que esta personalização do protocolo está condicionada, muitas vezes, a paradigmas terapêuticos pessoais daqueles que pesquisam e que intencionam buscar a forma ideal de trabalho, desde que não proporcionem lesões, fadiga, dores, etc., após ou durante a eletroestimulação e consigam atingir seus objetivos terapêuticos.

Rampa de subida (*Rise*) e descida (*Decay*)

Uma outra modulação encontrada mais frequentemente na estimulação elétrica clínica é a modulação de *rampa*. A rampa determina um aumento ou diminuição gradativa da duração de pulso, da amplitude de pulso, ou ambos, dentro de um determinado período de tempo, variando normalmente de 1 a 5 segundos, permitindo assim um aumento ou diminuição gradual da contração

muscular. O aumento progressivo da carga do pulso é chamado de rampa de subida ou *Rise*, e a diminuição gradual da carga até o fim do tempo ON é chamada de rampa de descida ou *Decay* (Figura 1)^{5,15}.

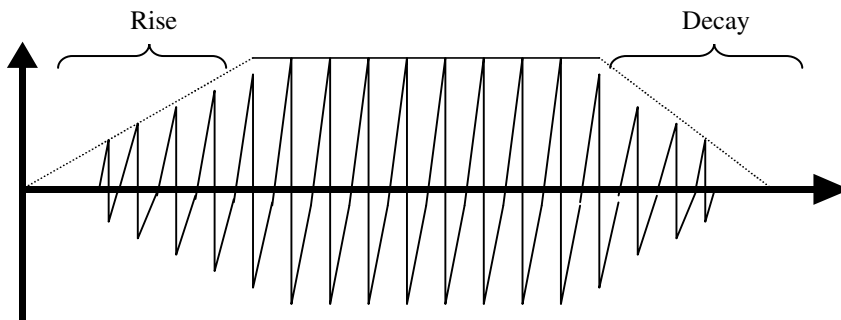


Figura 1. Aspecto da rampa de subida e de descida.

No passado, as modulações de rampa eram referidas como *tempo de transição e tempo de queda*. Contudo, esses dois termos são usados hoje para descrever características de pulso único, não as variações nas características de uma série de pulsos¹⁵.

A rampa tem como função dar um aspecto mais fisiológico à contração eletroestimulada, pois diferentemente das correntes sem rampas, ditas correntes de pulso brusco, a contração inicia e termina de forma abrupta, proporcionando desconforto e receio ao paciente, pois em algumas vezes o mesmo se assusta quando a corrente se inicia ou termina. Segundo Robinson⁴, em aplicações visando à estimulação neuromuscular, a inclusão de uma rampa de subida no bordo anterior de um trem de pulsos leva em conta o restabelecimento gradual das fibras do nervo motor e sucessivamente o aumento gradual na contração muscular, resultando no aumento suave da força contrátil do músculo. Este início gradual de estimulação produz contrações musculares que, copiam com mais rigor aquelas produzidas nas atividades funcionais durante a contração muscular voluntária e o início gradual tem um caráter mais confortável para o indivíduo submetido à estimulação.

Os aparelhos que permitem o controle manual das rampas de subida e descida, na qual o fisioterapeuta pode eleger os tempos de cada uma delas independentemente do tempo ON, são considerados clinicamente superiores aos outros aparelhos, nas quais o tempo de rampa é parte integrante do tempo ON.

Na prática clínica, muitas vezes quando se ajusta a rampa de subida, adota-se o mesmo valor para a rampa de descida (isso muitas vezes é imposto pelo design eletrônico do aparelho).

Normalmente utiliza-se 3 segundos de rampa de subida em início de tratamento visando dar conforto e segurança ao paciente que está se submetendo pela primeira vez a um tipo de sensação, para muitos, desagradável. Com a adaptação do paciente ao estímulo e a confiança na terapêutica os valores de rampa de subida normalmente passam para 2 segundos. O uso de 2 segundos de rampa de descida tem se estabelecido como usual na prática clínica na maioria dos protocolos.

Intensidade (amplitude)

Os controles de amplitude de corrente são rotulados de "intensidade" ou "voltagem" e num determinado aparelho os números expressos no controle de emissão de corrente, variando de 1 a 10, por exemplo, indicam o nível de saída de estimulação do mais baixo ao mais alto. A amplitude de

corrente adotada nos diversos protocolos para a corrente russa estão condicionados aos parâmetros de modulação encontrados nos vários tipos de aparelho e à forma de trabalhar de cada profissional.

Quanto aos aparelhos, os analógicos possuem escalas numéricas que não informam a dosagem ótima (em miliamperagem) que está sendo empregada (estas informações, na maioria das vezes, não constam nem nos manuais técnicos dos aparelhos). Já os aparelhos com displays digitais, microcontrolados ou microprocessados, normalmente informam a quantidade de corrente que está sendo empregada no eliciamento da contração muscular.

Apesar da possibilidade de encontrarmos um tipo ou outro, sabe-se que a corrente é calculada em Coulomb/segundo, na qual Coulomb é a unidade de medida da carga elétrica e 1 segundo representa o intervalo de tempo no qual se calcula o fluxo da corrente. A média da quantidade de fluxo de corrente em 1 segundo é uma corrente média chamada de RMS_A . Um excesso de corrente RMS_A pode causar lesão, enquanto uma corrente RMS_A insuficiente não eliciará a resposta fisiológica esperada. Na prática clínica deve se utilizar uma densidade de corrente RMS_A mais baixa capaz de produzir a resposta fisiológica desejada. Uma corrente desnecessariamente alta aumenta o desconforto do paciente e diminui a eficiência do estimulador². No entanto, na corrente russa a corrente RMS_A (cerca de 50-100 mA), é sempre igual a aproximadamente 70% da corrente de pico. E para se reduzir a saída desta corrente RMS_A , o fabricante da corrente russa escolheu uma forma de onda senóide modulada em tempo, 50 bursts por segundo, criando um intervalo interbursts de 10 ms. Esses bursts reduzem um pouco a corrente RMS_A e permitem que se aumente a amplitude e, portanto, a carga da fase, fazendo com que se consiga uma estimulação motora muito intensa (Figura 2)^{5,8}.

Segundo Hooker⁸ quando gerada com o efeito *burst*, a corrente total é diminuída. Isto permite maior tolerância da intensidade da corrente pelo indivíduo. Quanto mais as intensidades aumentam, mais nervos motores são estimulados, aumentando a magnitude da contração.

Além disso, em virtude dos valores da duração de pulso encontrados na corrente russa (50 a 200 microsegundos), devemos utilizar uma maior amplitude de corrente, para compensar esta duração mais curta a fim de que se consiga eliciar uma estimulação muscular através dos nervos periféricos [5]. Entretanto, deve-se estar atento, pois a intensidade associada com esta duração de corrente poderia ser considerada como dolorosa⁸.

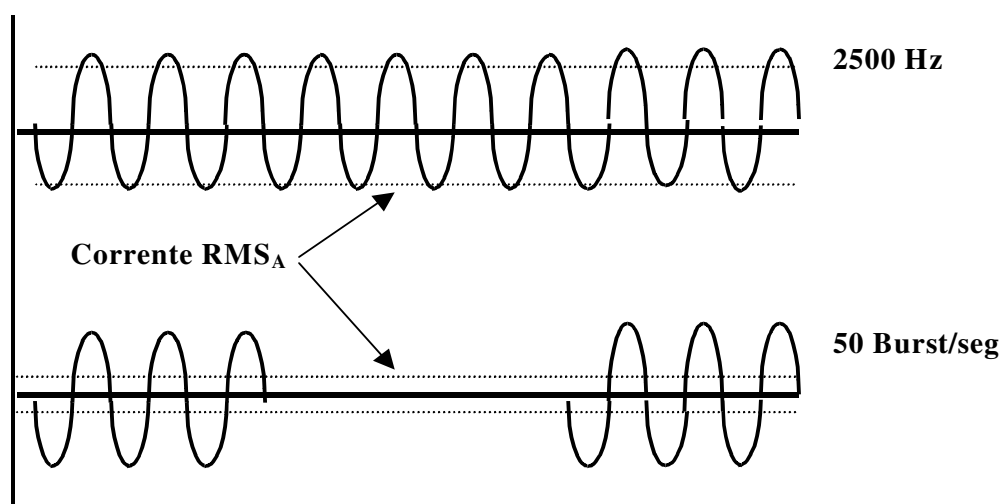


Figura 2. Formatação eletrônica da Corrente Russa por bursts onde há uma redução da RMS_A

Os usuários de aparelhos de estimulação russa devem estar cientes de que os rótulos numéricos encontrados nos potenciômetros ou displays muitas vezes têm pouca relação com a amplitude de estimulação exata ou relativa que está sendo aplicada em um indivíduo. Em outros casos, os controles podem ter marcação não-numérica relacionada à amplitude de saída ou podem ter uma marcação que reflete as características não-lineares do controle. A informação precisa sobre mudanças de saída relativas na corrente ou na voltagem, enquanto os controles de amplitude são ajustados, pode ser obtida somente observando-se medidores analógicos ou digitais disponíveis em alguns aparelhos ou monitorando-se a saída de corrente do estimulador através de um osciloscópio⁴. Por isso, devemos entender que de acordo com a qualidade do padrão tecnológico de construção dos aparelhos, alguns deles irão nos mostrar escalas de intensidade que variam de 0 a 200 mA, que poderão corresponder à corrente de pico e não à RMS_A , que possui valores mais baixos; ou então corresponder a valores bastante imprecisos que não refletem a realidade eletrônica ao nível de intensidade da corrente que está sendo mostrada no display.

Orienta-se trabalho de eletroestimulação com a máxima intensidade de corrente tolerada, pois há uma dependência da intensidade da contração eliciada eletricamente com o ganho de forma muscular. Num estudo com 52 pacientes após reconstrução do ligamento cruzado anterior, Snyder-Mackler et al.¹⁸ descreveram uma relação dose-resposta para a eletroestimulação neuromuscular. Eles verificaram que quanto maior a força de contração evocada eletricamente, maior era a recuperação do quadríceps femoral após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. A intensidade de contração estava relacionada linearmente com a força do músculo quadríceps femoral somente para intensidades de contração produzida acima de 10% da força de contração voluntária máxima.

Isto talvez se explique através do relato de Swearingen¹⁰ que mencionou que o aumento da intensidade do estímulo elétrico proporciona um alcance profundo da corrente no tecido. Ainda neste contexto, Hooker⁸, relatou ocorrer a despolarização de mais fibras por meio de dois métodos. Primeiramente, as fibras de limiares mais altos, dentro do alcance do primeiro estímulo, são despolarizadas pelo estímulo de intensidade mais alta; segundo, as fibras com o mesmo limiar, porém mais profundas na estrutura, só são despolarizadas pelo alcance profundo da corrente.

Embora haja relatos associando a intensidade da contração estimulada com a força ganha, na prática clínica, algumas vezes nos deparamos com queixas de dor, vindas do paciente, durante a eletroestimulação com doses de intensidade mais altas. Isto muitas vezes acontece em virtude do aumento excessivo da amplitude da corrente diante de pouca ou nenhuma contração muscular. Quanto a isso, deve-se observar, por exemplo, se há uma grossa camada de gordura subcutânea, muito comum nos tratamentos da fisioterapia dermato-funcional, onde as áreas mais trabalhadas são as regiões glútea e abdominal. Neste caso a gordura atua como "isolante" para corrente elétrica, dificultando sua chegada até os tecidos excitáveis. Orienta-se deslocar os eletrodos para as regiões mais excitáveis na pele (ponto motor ou emergência nervosa) ou modificar a técnica de aplicação (tamanho e/ou tipo dos eletrodos, meio de acoplamento dos eletrodos, modulação dos parâmetros de eletroestimulação, etc.).

Devemos, portanto, primar pela intensidade contrátil gerada pelo músculo e não pela intensidade da corrente produzida pelo aparelho.

Regime de emissão de corrente nos canais de saída

Normalmente os aparelhos possuem locais apropriados para introdução ou conexão de "plugs" ou "tomadas" específicos, encontrados nas extremidades dos cabos para conexão dos eletrodos. Esses locais são chamados canais de saída de corrente.

Dependendo da formatação eletrônica do aparelho, podemos modular o regime de saída de corrente nos diversos canais. Segundo Robinson⁴ há três maneiras comuns de estimulação para serem coordenadas quando vários canais, por exemplo, são aplicados em uma única abordagem

terapêutica. Primeiro, o aparelho pode ser ajustado para que todos os canais forneçam estimulação ininterrupta (sem *OFF Time*) para todo o período de tratamento. Este padrão de estimulação é geralmente chamado de *modo de estimulação contínuo* (bastante utilizado para protocolos visando analgesia). A segunda maneira se dá pelo fato de muitos aparelhos poderem ligar e desligar a saída de corrente para todos os canais ao mesmo tempo. A corrente é emitida pelos canais, durante um período, de acordo com o ajuste do tempo ON, e conseqüentemente cessa, em todos os canais, por um período de acordo com o ajuste do tempo OFF. Esse modo de estimulação é chamado de *modo sincrônico (sincronizado), simultâneo ou interrompido*, e é empregado normalmente para estimulação de músculos ou grupamentos musculares isolados. A terceira maneira na qual a saída de corrente é regulada através dos canais é alternar a estimulação entre grupos de canais, ou seja, um grupo de canais permite a saída de corrente enquanto outro grupo de canais está desligado e vice-versa. Esse padrão de estimulação em dois canais é geralmente chamado de *modo alternado ou recíproco*. Este modo permite o recrutamento de músculos agonistas e antagonistas de um membro, ou a estimulação, num mesmo momento, de músculos localizados em segmentos corpóreos distintos (Ex.: Estimulação dos quadríceps, de ambos os membros, num mesmo momento).

Alguns aparelhos fabricados no Brasil apresentam apenas o modo sincronizado. Isto limita a aplicação terapêutica da eletroestimulação neuromuscular, pois os grupamentos musculares serão estimulados todos ao mesmo tempo, podendo produzir contrações de agonistas e antagonistas ao mesmo tempo, ou tornando a contração muscular pouco fisiológica. Além disto, nos tratamentos de fisioterapia dermatofuncional, onde normalmente são estimulados vários músculos ao mesmo tempo, se houver a contração muscular associada à movimentação articular, pode parecer um ato esdrúxulo pelo fato de várias articulações estarem se movimentando ao mesmo tempo.

Existe ainda um outro padrão de saída de corrente nos canais, comumente encontrado nos aparelhos destinado à terapêutica de fisioterapia dermatofuncional, tendo como principal indicação a drenagem de líquidos. Neste tipo de aparelho, onde existem vários canais (6, 8, 10 e até mais), a corrente é emitida num canal, em seguida no canal vizinho (após cessar a saída de corrente no canal anterior), a seguir no próximo canal, e assim sucessivamente. Este tipo de estimulação é chamado de estimulação *seqüencial*.

Embora não tenhamos encontrado relatos científicos comparando a drenagem linfática provida manualmente com a obtida através da eletroestimulação seqüencial, há um consenso dos profissionais que se valem da drenagem linfática para a mobilização de líquidos de que esta manobra provida por aparelhos de eletroestimulação é muito menos eficaz que a manobra feita manualmente.

Conclusão

Pudemos verificar inicialmente, através desta parte da revisão, que os relatos científicos sobre alguns aspectos acerca da modulação empregando a corrente russa, estão envoltos de distorções quanto aos parâmetros adotados. Porém verificamos também que apesar da divergência entre algumas publicações e a prática clínica dos autores deste estudo, a corrente russa ainda obedece aos preceitos básicos da terapêutica por eletroestimulação, e que nesta parte do estudo ficou evidenciado que devemos atentar para a resposta terapêutica satisfatória, devendo para isso adotar os parâmetros de modulação adequados a cada situação terapêutica específica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Kots, YM. *Electrostimulation*. Canadian-Soviet exchange symposium on electrostimulation of skeletal muscles, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada, December. 1977; 6-15.
- 2- Ward, AR & Shkuratova, N. *Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments*. Physical Therapy. 2002. Vol 82 · Number 10 · October

- 3- Gerleman, D & Barr, JO. *Instrumentação e Segurança do Produto*. In: Nelson RM, Hayes KW, Currier DP. *Eletroterapia Clínica*. São Paulo: Editora Manole; 2003. p. 28-29.
- 4- Robinson, AJ. *Instrumentação para eletroterapia*. In: Robinson, A. J. & Snyder-Mackler, L. - *Eletrofisiologia Clínica - Eletroterapia e teste eletrofisiológico* - Ed. Artmed - 2ª Ed. - Porto Alegre - 2001. p. 45-68
- 5- Alon, G. *Os Princípios da Estimulação Elétrica*. In: Nelson RM, Hayes KW, Currier DP. *Eletroterapia Clínica*. São Paulo: Editora Manole; 2003. p. 55-58
- 6- Harrelson, GL, Weber, MD, Leaver-Dunn, D. *O Uso das Modalidades na Reabilitação*. In: Andrews, R., Harrelson, G. L. & Wilk, K. E. - *Reabilitação Física das Lesões Desportivas* - 2ª Ed. - Ed. Guanabara Koogan - 2000 - p. 92
- 7- Starkey, C. *Recursos Terapêuticos em Fisioterapia* - Ed. Manole - 1ª Ed. 2001. p. 247
- 8- Hooker, DN. *Correntes elétricas estimulantes*. In: Prentice, WE. *Modalidades Terapêuticas em Medicina Esportiva*. Ed. Manole. 4ª Edição. 2002. p. 88-105
- 9- Protas, EG, Dupny, T, Gardea R. *Electrical Stimulation for strength training*. *Physical Therapy*.; 1984. 64:751-752.
- 10- Swearingen, JV. *Estimulação Elétrica para Aprimorar e Restabelecer a Performance Muscular*. In: Nelson RM, Hayes KW, Currier DP. *Eletroterapia Clínica*. São Paulo: Editora Manole; 2003. p.147-166
- 11- Kantor, G., Alon, G, Ho, HS. *The Effects of Selected Stimulus Waveforms on Pulse and Phase Characteristics at Sensory and Motor thresholds*. *Physical Therapy*. 1994. 74(10):951-961
- 12- Delitto A. & Rose, SJ. *Comparative comfort of three waveforms used in electrically eliciting quadriceps femoris contractions*. *Physical Therapy*. 1986;66:1704-1707.
- 13- Bowmami BR & Baker LL. *Effects of waveform parameters on comfort during transcutaneous neuromuscular electrical stimulation* *Annals Biomedic Engineering* 1985;13:59-74.
- 14- Grimby G, & Wigerstad-Lossing I. *Comparison of high-and low-frequency muscle stimulators*. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 1989;70:835-838.
- 15- Robinson, AJ *Conceitos básicos em eletricidade e terminologia contemporânea em eletroterapia*. In: Robinson, A. J. & Snyder-Mackler, L. - *Eletrofisiologia Clínica - Eletroterapia e teste eletrofisiológico* - Ed. Artmed - 2ª Ed. - Porto Alegre - 2001. p. 35-39
- 16- Kots, YM, Xvilon, VA. *Trenirovka mishechnoj sili metodom elektrostimuliatsii: soobschenie 2, trenirovka metodom elektricheskogo razdrazenii mishechi*. *Teor Pract Fis Cult*. 1971;4:66-72
- 17- Brasileiro, JS, Castro, CES, Parizotto, NA. *Parâmetros manipuláveis Clinicamente na Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM)*. *Fisioterapia Brasil*. 2002. Vol. 3. Nr.1. Jan/Fev.
- 18- Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. *Strength of quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament*. *Journal Bone Joint Surgery American*. 1995;77:1166-1173.
- 19- Borges, FS & Valentin, E. *Tratamento da Flacidez e Diástase do Reto-Abdominal no Puerpério de Parto Normal com o Uso de Eletroestimulação muscular com Corrente de Média Freqüência - Estudo de caso*. *Rev. Brasileira de Fisioterapia Dermato-Funcional*. 2002. Vol.1 Nr.1
- 20- Evangelista, AR, Vilard, NP, Rocha, JC, Furtado, CS, Alves, BMO. *Estudo Comparativo do Uso da Eletroestimulação na Mulher Associada com Atividade Física Visando a Melhora da Performance Muscular e Redução do Perímetro abdominal*. *Fisioterapia Brasil*. 2003. Vol. 4. Nr.1. Jan/Fev.