

Parâmetros de modulação na eletroestimulação neuromuscular utilizando corrente russa – Parte 2

Parameters of modulation in neuromuscular electrical stimulation using russian current – part 2

Revista Fisioterapia Ser – Ano 2 – nr 2 – Abr/Mai/Jun – 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 Iguaçu - RJ - CEP: 26260-000 Tel. (21) 9958-9474. Email: fabiborges2000@gmail.com

Resumo

Atualmente encontramos na literatura uma base para acreditarmos que a eletroestimulação com a corrente russa tem lugar nos diversos protocolos envolvendo terapêutica em varias áreas da fisioterapia. Entretanto, o que se vê na prática clínica é a ausência de uma metodologia com respaldo científico quanto aos parâmetros de modulação utilizados neste recurso eletroterapêutico. Assim, o presente artigo busca, através da revisão de achados científicos e também da prática clínica de seus autores, complementar as informações anteriormente publicadas sobre o tema, a fim de que os profissionais que utilizam a corrente russa tenham um maior respaldo para a utilização eficaz deste recurso terapêutico principalmente acerca dos parâmetros de modulação.

Palavras-chave: Eletroestimulação, corrente russa, modulação.

Abstract

Now we found in the literature a base for we believe that the electrical stimulation with the russian current has room in the several protocols involving therapeutics in you vary areas of the physiotherapy. However, what is observed in the practical clinic is the absence of a methodology with scientific endorsement such as parameters of modulation used in this resource electrical

therapeutic. The present study search, through the revision of scientific discoveries and also the practical clinic of its authors, to complete the information previously published concerning the theme, so that the professionals that use the Russian current have a larger backrest for the effective use of this therapeutic resource, mainly concerning the modulation parameters.

Key-words: Electrical stimulation, russian current, modulation

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

Introdução

No final da década de 1970 um pesquisador soviético chamado Yakov Kots divulgou resultados de trabalhos dando conta de que uma corrente interrompida de média frequência (2500 Hz) foi utilizada para aumento de força muscular na Contração Voluntária Máxima (CVM) dos atletas de elite soviéticos em até 40%^{1, 2}.

Os resultados obtidos por Kots sofreram tentativa de reprodução, com o uso da mesma forma de estimulação, mas a forma como os resultados da pesquisa soviética foram divulgados dificultou esta reprodução.

Atualmente a corrente russa vem sendo fabricada sem um consenso tecnológico unificado, muitas vezes motivado por um apelo mercadológico e/ou falta de conhecimento tecnológico, levando algumas empresas a disponibilizarem no mercado unidades de corrente russa construídas totalmente fora dos padrões técnicos descritos na literatura. Isto tem limitado a utilização deste tipo de recurso eletroterapêutico, principalmente quanto aos parâmetros de modulação empregados, pois esta ausência de unificação tecnológica tem dificultado a obtenção de uma linguagem única por parte dos profissionais que utilizam a corrente russa no momento de modularem seus aparelhos para o emprego correto e eficaz em seus pacientes.

Assim, o propósito deste artigo de revisão é complementar as informações publicadas anteriormente (Parte 1) acerca dos parâmetros de modulação envolvendo a prática clínica da corrente russa, contribuindo assim 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 eficazes para o trabalho eletroterapêutico.

Metodologia

O levantamento bibliográfico constituiu 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

Frequência

Na corrente russa encontramos dois tipos de frequência: Frequência portadora e frequência modulada. A frequência portadora é definida como a frequência de pulsos dentro dos bursts, ou seja, é a corrente de média frequência que vai gerar a corrente de baixa frequência para a estimulação muscular.

A frequência portadora encontra-se na faixa de 2500 Hz a 5000 Hz³, entretanto encontramos no mercado 2500 Hz como a frequência única predominante na grande maioria dos equipamentos construídos. Encontramos também uma parcela considerável de aparelhos oferecendo a frequência de 4000 Hz juntamente com a de 2500 Hz.

A corrente russa foi projetada para produzir bursts de corrente alternada modulada por tempo. Os bursts foram criados para permitir que uma corrente pulsada passe por alguns milissegundos e depois deixe de passar por alguns milissegundos, em um ciclo de repetição. Os bursts são chamados também de “envelopes” ou “rajadas” (Figura 1) e correspondem aos pulsos de uma corrente pulsada, por isso, tanto 10 bursts como 10 pulsos individuais são capazes de causar contrações isoladas, entretanto, a percepção dos bursts é diferente daquela de pulsos individuais³.

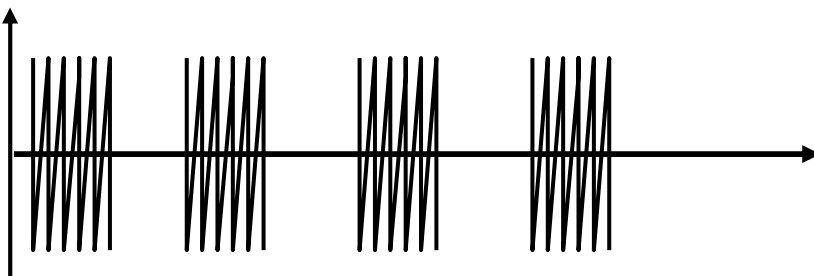


Figura 1- Representação gráfica dos bursts

Este relato nos deixa a vontade para buscar um eletroestimulador que atenda às nossas necessidades sem que nos deixemos levar por propagandas de estilo "sensacional" apregoando que a corrente russa é superior às outras formas de estimulação. Por isso, encontramos ótimos trabalhos envolvendo a eletroestimulação neuromuscular com o uso dos aparelhos de FES (Eletroestimulação Funcional). Brasileiro et al.⁴ apresentaram resultados mostrando não haver diferenças entre a produção de torque através de aparelhos de baixa frequência e a corrente russa.

O número de bursts por segundo (bps), assim como o número de pulsos por segundo, pode ser predeterminado pelo fisioterapeuta, de acordo com a capacidade modulatória do aparelho de corrente russa, e com os objetivos terapêuticos.

A eletroestimulação usando uma corrente cuja frequência portadora era de 2500 Hz, mostrou-se mais efetiva que aquelas de frequência portadora de 1000 Hz, para obtenção de uma força máxima (70% da contração voluntária máxima), quando foi utilizada diretamente sobre os músculos da panturrilha. Ambas as correntes estavam moduladas em 50 Bursts por segundo⁵. Delito et al.⁶ verificaram ganhos de força com percentual semelhante.

Segundo Harrelson et al.⁷ as frequências portadoras na faixa de 4000 Hz são consideravelmente mais altas do que o número de vezes que um nervo pode despolarizar-se por segundo. Portanto, podemos acreditar que devido ao excesso de estímulo na membrana neuronal a frequência de 4000 Hz seja útil para tratamentos que buscam um efeito analgésico. Os autores

relataram ainda que quanto mais alta for a frequência portadora, menor será a duração do pulso, ao passo que quanto menor for a frequência portadora, mais longa será a duração do pulso. Portanto, podemos acreditar que a frequência portadora na faixa de 2500 Hz seria bastante útil à estimulação neuromuscular. Alon³, no entanto, relatou que atualmente os aparelhos estão sendo construídos com capacidade para emitir pulsos mais curtos e com intervalo entre eles relativamente longos. Isto proporcionaria certa independência entre a frequência e a duração do pulso.

Além deste fato, tem-se constatado que a composição das fibras musculares se modifica ao ser exposta a um período prolongado de excitação produzida por correntes elétricas. Esta modificação pode depender principalmente da frequência com que se despolariza o nervo motor por meio de corrente elétrica^{8,9}. Na maioria dos casos, se reduz a velocidade de contração das células musculares. Com esta modificação a fibra muscular adquire a função ou a característica de fibra tônica, ou seja, torna-se mais vermelha e a capilarização aumenta. Mas nem sempre esta mudança é desejada, principalmente quando se necessita de função dinâmica do músculo. A modificação é reversível desde que, passemos a trabalhar estes músculos com funções mais dinâmicas, pois a estrutura da fibra muscular se adapta à função conforme o músculo é utilizado funcionalmente. Com isso entende-se que a frequência de despolarização da fibra muscular é o fator determinante para as propriedades características da fibra muscular, e que esta plasticidade está ligada à frequência de estimulação, sendo esta uma propriedade inerente às células musculares. Nem mesmo parece ser necessário evocar um potencial de ação na célula muscular, pois a transformação das fibras musculares também ocorre com estimulação subliminar. Isto mostra também uma dependência similar à frequência⁸.

A maioria dos trabalhos descritos para mudanças na composição da fibra muscular relata a utilização de aparelhos com correntes de baixa frequência. Sultan et al¹⁰ observaram transformação de fibras fásicas em tônicas em músculos de coelhos adotando como modulação 10 Hz de frequência, com pulsos de 0,2 ms de duração. Patel et al¹¹ verificaram aumento da capacidade oxidativa dos dorsiflexores de coelho utilizando eletroestimulação a 10 Hz. Egginton & Hudlicka¹² ao estimularem o músculo tibial anterior de ratos, com uma frequência de 10 Hz, verificaram um aumento do fluxo de sangue muscular nos estágios iniciais de estimulação motivado por um crescimento capilar. Theriault et al¹³ relataram que a resistência à fadiga muscular pode ser significativamente alterada de com eletroestimulação de baixa frequência (8 Hz). Com este protocolo os autores verificaram uma melhora na resistência muscular dos extensores do joelho em sedentários.

Segundo Hoogland⁸ a utilização da corrente russa, quanto à plasticidade muscular, permite:

- a) Fortalecimento muscular sem que haja modificação na composição da fibra muscular, utilizando-se frequência portadora entre 2000 e 3000Hz;
- b) Fortalecimento do músculo com o objetivo de modificar a composição da fibra muscular, utilizando-se uma frequência portadora em torno de 4000 Hz;
- c) Excitação subliminar prolongada para modificar a composição da fibra muscular, sem que haja o fortalecimento do músculo.

O autor não deixou muito claro a forma de atuação fisiológica diferenciada da estimulação com 2500 Hz ou 4000 Hz, para que haja a transformação ou não da fibra muscular. Além disso, não encontramos pesquisas que mostrem claramente resultados elucidativos quanto à utilização prática do músculo após sua transformação. Portanto, este objetivo terapêutico ainda não se constitui como algo prioritário nos diversos tipos de atividade eletroterapêutica.

A frequência modulada da corrente russa é definida como a frequência de bursts por segundo (bps). É a corrente de baixa frequência que será utilizada para a estimulação neuromuscular dos tipos de fibras musculares distintas. Normalmente os parâmetros de modulação dos aparelhos

fabricados no Brasil vão de 0 a 100 Hz (e até 150 Hz), mas alguns aparelhos trazem ainda um parâmetro fixo de 50 Hz (como proposto anteriormente no aparelho usado por Kots na década de setenta).

Para quase todos os músculos esqueléticos se necessita uma frequência mínima de 7 Hz para provocar uma contração tetânica. Frequências inferiores provocam contrações simples (espasmódica)¹⁴. As contrações tetânicas mais agradáveis são obtidas com uma frequência entre 40 e 80 Hz¹⁵. Delitto et al.¹⁶ sugeriram frequências entre 30 e 80 Hz como ideais para a eletroestimulação neuromuscular.

Salgado¹⁷ fez menção a alguns achados na literatura relatando que com o avanço dos conhecimentos sobre a fisiologia da contração muscular induzida por eletroestimulação e com a modernidade dos aparelhos podemos recrutar seletivamente as fibras musculares. Assim, com uma frequência inferior a 20 Hz, o trabalho é mais direcionado para a endurance muscular (fibras do tipo I - lentas), diminuindo de maneira significativa a fadiga muscular. A estimulação de baixa frequência, a 10 Hz, promove um aumento da capacidade aeróbica oxidativa das fibras do tipo I (majoritárias nos músculos extensores), levando a um aumento de vascularização. Se o nosso objetivo for trabalhar as fibras rápidas, necessitamos apenas aumentar a frequência de estimulação para valores compreendidos entre 35 e 70 Hz.

Harrelson et al.⁷ explicaram que uma razão para a eletroestimulação ser mais eficaz aos pacientes do que apenas o exercício, reside na diferença nos padrões de recrutamento e de acionamento (disparo) entre a eletroestimulação e as contrações musculares voluntárias. Em uma contração voluntária, o recrutamento das unidades motoras no músculo esquelético obedece a um determinado padrão à medida que o influxo do SNC determina o início da contração. Já no início da reabilitação, o treinamento típico com exercícios normalmente envolve um peso mais baixo, para evitar o estresse excessivo da articulação lesionada. Portanto, as fibras de contração rápida seriam recrutadas apenas raramente (pois só seriam recrutadas com esforço suplementar), assim sendo, receberiam poucos efeitos de treinamento em virtude deste exercício. Com a eletroestimulação a articulação pode ser estabilizada e as fibras de contração rápida podem ser recrutadas com cada contração. Starkey¹⁸ relatou que a estimulação elétrica estimula os nervos motores de grande diâmetro do tipo II a se contraírem antes das fibras do tipo I. Como as fibras do tipo II são capazes de produzir mais força, o vigor da contração aumenta.

Segundo Hoogland⁸, para trabalharmos um músculo que tenha função postural (musculatura estática - fibras tônicas), ou para que possamos modificar a composição da fibra muscular para, por exemplo, aumentar sua capacidade oxidativa, é necessário usar uma frequência portadora em torno de 4000 Hz, com uma frequência modulada mais baixa, na ordem de 20 Hz a 30 Hz, isto garante o avermelhamento das fibras em questão. Scott¹⁹ mencionou esta estimulação com frequência modulada de 10 Hz.

Se desejarmos que este músculo tenha ou realize uma função mais dinâmica (fibras fásicas) é necessário que seja usado uma frequência modulada mais alta, na ordem de 50 Hz a 150 Hz, isto garante que as fibras musculares tornem-se brancas⁸.

Scott¹⁹ relatou também que dependendo da frequência adotada na estimulação, as fibras fásicas podem adotar comportamento e características de fibras tônicas, e isto poderia ser mantido se se mantivesse a estimulação e a função do músculo.

Num estudo comparativo, frequências de 50 a 100 Hz produziram maior torque que estimulação com 20 Hz²⁰. Soares et al.²¹ compararam o aumento da força de preensão obtida em indivíduos sadios utilizando estimulação elétrica neuromuscular de baixa e média frequência, e verificaram que o uso da estimulação com correntes de média frequência proporcionou ganhos de força maiores que aqueles providos pela corrente de baixa frequência.

Ciclo

Uma caracterização extremamente associada dos padrões de estimulação interrompidos usados em muitas aplicações clínicas está incluída no conceito *do ciclo de trabalho* (*Duty cycle* ou *taxa de repetição*). O ciclo de trabalho da estimulação russa é a razão do tempo em que o burst é fornecido, para a soma deste mesmo tempo com o tempo em que o burst deixa de ser fornecido, multiplicado por 100, e é expresso por uma porcentagem^{22,23}.

$$\text{Ciclo (\%)} = \frac{\text{Período de Burst}}{\text{Período de Burst} + \text{Período sem Burst}} \times 100$$

Exemplo: se o tempo do burst é igual a 10 segundos e o tempo sem burst é igual a 30 segundos, o ciclo para tal padrão de estimulação seria 25%.

Normalmente os aparelhos nacionais são construídos com um parâmetro de ciclo fixo de 50%. Mas podemos encontrar também aparelhos que fornecem parâmetros moduláveis de ciclos que giram em torno de 20%, 30 % (ou 33%), e 50%.

Na prática clínica, normalmente quando optamos pela modulação de 50%, temos uma estimulação mais “agressiva”, em relação à de 20%, sob o ponto de vista de intensidade de estimulação e também da sensação referida pelo paciente. Normalmente utiliza-se 20% em pacientes na fase aguda de sua recuperação ou em pacientes hipersensíveis á estimulação elétrica. E opta-se pelo parâmetro de 50% em pacientes crônicos ou na maioria dos casos da fisioterapia dermato-funcional, em que as clientes normalmente não se encontram numa situação de patologia, e sim estética.

Nas pesquisas realizadas por Kots, na década de setenta, foram utilizados ciclos de 50%^{5,24}.

Protocolos

Brasileiro et al.²⁵ mencionaram estudos envolvendo eletroestimulação neuromuscular que preconizaram a utilização de intensidade máxima tolerada por um tempo de contração de 10 e 15 segundos, com um repouso de 30 e 60 segundos. Proporcionando, com isso, um número de quinze contrações por sessão, podendo ocorrer até três sessões por dia.

Kots e Xvilon²⁴ recomendaram que a estimulação elétrica deveria ser utilizada como adjunto ao exercício, com o objetivo de aumentar a habilidade do músculo para gerar força. Pesquisas realizadas com a corrente russa mostraram que a eletroestimulação associada à contração voluntária produziu maiores resultados quanto ao ganho de força muscular^{16, 26,27}. Daí, portanto, pode haver a necessidade de orientarmos os pacientes a contraírem sequencial ou simultaneamente o músculo eletroestimulado durante a contração eliciada eletricamente. Atualmente, esta prática vem crescendo nos diversos protocolos visando o fortalecimento e tonificação muscular, inclusive nos tratamentos da fisioterapia dermato-funcional, onde existe uma cultura de trabalho basicamente passivo, em que a contração é eliciada apenas pela corrente elétrica, ou seja, a cliente normalmente não realiza nenhum tipo de contração voluntária.

Segundo Ward & Shkuratova² existem explicações para um maior ganho de força com a associação da contração voluntária e a eletroestimulação neuromuscular. Primeiramente, os autores relataram que com a combinação da aplicação sequencial de exercício voluntário e estimulação elétrica (o paciente realiza a contração voluntária durante o tempo OFF da contração eletroestimulada), a quantidade total de exercício é maior. Além disso, também mencionaram que exercício e estimulação elétrica preferencialmente recrutaram tipos de fibra diferentes (a contração voluntária recruta fibras vermelhas e a eletroestimulação, fibras brancas).

Segundo Hooker²⁸, o atleta pode ser instruído a trabalhar com a contração eletricamente induzida, mas o esforço voluntário não é necessário para o sucesso desse tratamento. Apesar disto, atualmente o uso simultâneo vem se tornando comum no meio daqueles que buscam o fortalecimento muscular com eletroestimulação.

O trabalho de "reeducação muscular" normalmente está indicado diante de uma *inibição muscular* pós cirurgia ou lesão. A atrofia dos contatos sinápticos que permanecem sem uso por longos períodos é teorizado como uma fonte dessa "alienação sensoriomotora". A adição da estimulação elétrica do nervo motor fornece um uso artificial das sinapses inativas e ajuda a restabelecer um maior equilíbrio do sistema normal quando a informação sensorial ascendente for reintegrada aos padrões de controle do movimento. Estimular o músculo a contrair-se causa um aumento no estímulo sensorial daquele músculo²⁹. Hooker²⁸ fez menção a alguns parâmetros de modulação para uma estimulação efetiva neste tipo de acometimento muscular: tempo ON de 1 a 2 segundos, associada a um tempo OFF de 4 a 10 segundos; o indivíduo deve alternar as contrações musculares voluntárias com contrações induzidas pela corrente (aplicação sucessiva); o tempo total de tratamento deve ser de aproximadamente 15 minutos, mas podendo ser repetido várias vezes por dia.

O Retardamento da atrofia, por meio da manutenção do tecido muscular, após uma lesão que impede o exercício muscular normal, pode ser realizado através da substituição de uma contração muscular volitiva pela contração eletricamente estimulada (a estimulação elétrica reproduz os eventos físicos e químicos associados com a contração muscular voluntária normal, ajudando a manter a função muscular normal). Neste caso, a intensidade da corrente deve ser tão alta quanto puder ser tolerada, podendo ser aumentada durante o tratamento, quando acontecer alguma acomodação sensorial²⁸. Segundo Swearingen³⁰, a estimulação elétrica é um meio de recrutar de forma potencialmente preferencial as unidades motoras mais rápidas, mais do que se poderia usualmente ativar por meio de uma contração voluntária. Esta capacidade de direcionar a intervenção para o recrutamento de unidades motoras mais rápidas pode ser uma vantagem clínica no tratamento de indivíduos com problemas que afetam preferencialmente as fibras musculares de contração rápida, como, por exemplo, em indivíduos mais velhos, naqueles expostos a altas e/ou contínuas terapias com drogas esteroidais ou naqueles com histórias de abuso de álcool, doenças renais em estágio terminal e artrite reumatóide, dentre outros. Hooker²⁸ orientou que para este trabalho, a contração deve ser capaz de movimentar o membro até o limite antigravidade ou de alcançar 25% ou mais da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do torque normal de um músculo. A frequência de estimulação deve estar no limite da tetania (20 a 85 Hz). O tempo ON entre 6 a 15 segundos e o tempo OFF de 1 a 2 minutos. Deve ser dado ao músculo algum tipo de resistência, como a gravidade ou resistência externa, oferecida pela adição de pesos ou fixando-se a articulação de forma que a contração se torne isométrica. O tempo total de tratamento deve ser de 15 a 20 minutos, ou o tempo necessário para permitir um mínimo de 10 contrações; alguns protocolos tiveram êxito com 3 conjuntos de 10 contrações. O tratamento pode ser repetido duas vezes por dia.

Para o fortalecimento muscular, a intensidade da corrente deve ser alta o bastante para permitir o músculo desenvolver 60% do torque desenvolvido na contração isométrica voluntária máxima (CIVM). A frequência de estimulação deve estar no limite da tetania (20 a 85 pulsos por segundo). O tempo ON deve estar na faixa de 10 a 15 segundos e o tempo OFF deve estar entre 50 segundos a 2 minutos. A frequência de sessões de estimulação elétrica deve ser programada pelo menos três vezes por semana. Geralmente, os ganhos de força continuarão durante o curso do tratamento, mas pode ser necessário aumentar as intensidades para manter o ritmo com os torques da contração voluntária máxima²⁸. Segundo Swearingen³⁰ a corrente russa é um exemplo de estimulação efetiva para aumentar a força muscular, mas outras formas de onda com características apropriadas podem ser equivalentes ou mais efetivas.

Soares et al.²¹ utilizaram correntes de média frequência (2000 Hz) moduladas em baixa (50 Hz), com 2 segundos de rampa de subida/descida, com 5 segundos de tempo ON e 10 segundos de tempo OFF, por 20 min. diários, 3 vezes por semana, e verificaram ganhos de força de preensão maiores que quando comparados á estimulação de baixa frequência (65 Hz) nos mesmos grupos musculares.

Signorelli et al.³¹, através de revisão de literatura, postularam um protocolo para estimulação de cotos de MMII, visando fortalecimento dos músculos residuais com a seguinte modulação: frequência portadora de 2500 Hz; frequência modulada de 20 Hz (fibras tônicas) e 50 Hz (fibras fásicas), dividindo o tempo de estimulação entre estes dois parâmetros; tempo ON de 10 a 15 seg., e tempo OFF de 50 a 120 seg.; tempo total da sessão variando de 30 a 40 min., de acordo com a tolerância do paciente; 3 vezes por semana, podendo até ocorrer diariamente.

Na prática clínica, a corrente russa também pode ser utilizada como recurso analgésico, principalmente quando não se dispõe de um aparelho de TENS (classicamente usado para eletroanalgesia). Adota-se como modulação principal a frequência portadora de 4000 Hz. Em casos crônicos, emprega-se frequência modulada de 1 a 5 Hz, com intensidade de corrente suficiente para provocar pequenas contrações musculares (similar ao TENS acupuntura). Em casos agudos utiliza-se uma frequência modulada de cerca de 100 Hz e amplitude de corrente a nível de subliminar motor, ou seja, sem provocar contração muscular (similar ao TENS convencional).

Além dos parâmetros relacionados à modulação da corrente propriamente dita, a técnica de colocação dos eletrodos também têm papel importante. Brasileiro et al.²⁵ mencionaram que a contração muscular eletroestimulada tem por base não só a amplitude da corrente, mas também o tamanho dos eletrodos, assim como sua adequada fixação. Segundo os autores, o tamanho do eletrodo é de grande importância, pois eletrodos muito pequenos podem gerar intenso desconforto sensorial antes da contração muscular; e os eletrodos muito grandes podem distribuir a corrente para músculos ou nervos que não se constituem com alvos do tratamento. O ideal são eletrodos grandes para grandes grupamentos musculares (quadríceps, por exemplo).

Podem ocorrer relatos de desconforto e intolerância à eletroestimulação, mesmo adotando-se intensidades terapêuticas para eliciar a musculatura. Recomendam-se alguns dias de adaptação, utilização de baixa intensidade nas sessões iniciais, e tempo de contração menor que 10 segundos²⁵. Acrescentamos ainda utilizar ciclos de trabalho com baixo percentual, adotar mudanças estratégicas nas frequências de modulação (alternar valores durante a sessão), e utilizar de rampas de subida maiores (2 segundos).

Conclusão

Verificamos por esta revisão, que os relatos científicos sobre a utilização da eletroestimulação empregando a corrente russa, ainda estão envoltos de distorções quanto aos resultados e aos parâmetros adotados. Apesar disto, verificamos também a qualidade da corrente russa como um excelente recurso terapêutico quando o objetivo for a eletroestimulação neuromuscular, e que cabe ao fisioterapeuta adquirir o conhecimento das características técnicas do aparelho que está manipulando e, principalmente, de seus parâmetros de modulação, devendo associar esses conhecimentos às necessidades de seu paciente, assim como das suas reações antes, durante e após a utilização da corrente, a fim de que possa prover a máxima resposta fisiológica para aquilo a que se propõe o tratamento.

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- Alon, G. *Os Princípios da Estimulação Elétrica*. In: Nelson RM, Hayes KW, Currier DP. *Eletroterapia Clínica*. São Paulo: Editora Manole; 2003. p. 55-58
- 4- Brasileiro, JS, Castro, CES, Parizotto, NA, Ortiz, MCS. *Estudo Comparativo Entre a Capacidade de Geração de Torque e o Desconforto Sensorial Produzido por Duas Formas de Estimulação Elétrica Neuromuscular em Sujeitos Sadios*. Anais do I Congresso Brasileiro de Pesquisas em Fisioterapia e suas Aplicações. 2001: São Carlos-SP. Brasil. p. 13
- 5- Andrianova GG, Kots YM, Marmyanov VA, Xvilon VA. *Primenenie elektrostimulatsii dlia trenirovki mishechnoj sili*. Novosti Meditsinskogo Priborostroeniia. 1971;3:40-47.
- 6- Delitto A, Brown M, Strube MJ, et al. *Electrical stimulation of quadriceps femoris in an elite weight lifter: a single-subject experiment*. Int Journal Sports Medicine. 1989;10:187-191
- 7- 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
- 8- Hoogland, R. - *Strengthening and Stretching of Muscles Using Electrical Current* - B.V. Enraf Nonius. Holanda. 1988
- 9- McArdle, WD, Katch, FI, Katch, VL. *Fisiologia do Esforço - Energia, Nutrição e Desempenho Humano* - Ed. Guanabara Koogan - 3ª Ed. - Rio de Janeiro - 1992. pp. 233-35
- 10- Sultan, K. R. ; Dittrich, B. T. ; Leisner, E.; Paul, N.; Pette, D. Fiber type-specific expression of major proteolytic systems in fast- to slow-transforming rabbit muscle. Am J Physiol Cell Physiol. 2001. Vol. 280, Issue 2, C239-C247, February
- 11- Patel TJ, Cuizon D, Mathieu-Costello O, Friden J, Lieber RL. Increased oxidative capacity does not protect skeletal muscle fibers from eccentric contraction-induced injury. Am J Physiol. 1998 May;274(5 Pt 2):R1300-8.
- 12- Egginton, S. & Hudlicka, O. Early changes in performance, blood flow and capillary fine structure in rat fast muscles induced by electrical stimulation. J Physiol. 1999 Feb 15;515 (Pt 1):265-75.
- 13- Theriault, R., Boulay, M.R., Theriault, G., Simoneau, J.A. Electrical stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscles. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1996;74(4):311-7.
- 14- 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
- 15- Adel, RV & Luykx, RHJ. *Eletroterapia de Frecuencia Baja y Media* - Enraf Nonius. 1990
- 16- Delitto A, Rose SJ, McKowen JM, Lehman RC, Thomas JA, Shively RA. *Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery*. Physical Therapy.. 1988;68:660-663.
- 17- Salgado, ASI. *Eletrofisioterapia - Manual Clínico*. Ed. Midiograf. Londrina. 1ª Ed. 1999

- 18- Starkey, C. *Recursos Terapêuticos em Fisioterapia* - Ed. Manole - 1ª Ed. 2001. p. 247
- 19- Scott, O. *Ativação dos Nervos Motores e Sensitivos*. In: Eletroterapia de Clayton. Kitchen, S. e Bazin, S. 10ª Edição. Ed. Manole. São Paulo. 1998. pp. 115
- 20- Kramer, J. Effect of Electrical Stimulation Current frequencies on Isométric Knee Extension Torque. *Physical Therapy*. 1987. 67(1):31-38
- 21- Soares, AV, Pagliosa, F, Oliveira, GO. *Estudo Comparativo entre a Estimulação Elétrica Neuromuscular de Baixa e Média Freqüência para o Incremento da Força de Preeensão em Indivíduos Sadios Não-Treinados*. *Fisioterapia Brasil*. 2002. Vol. 3. Nr.6. Nov/Dez.
- 22- 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.
- 23- 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
- 24- Kots, YM, Xvilon, VA. *Trenirovka mishechnoj sili metodom elektrostimulatsii: soobschenie 2, trenirovka metodom elektricheskogo razdrazenii mishechi*. *Teor Pract Fis Cult*. 1971;4:66-72
- 25- Brasileiro, JS, Castro, CES, Parizotto, NA. *Parâmetros manipuláveis Clinicamente na Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM)*. *Fisioterapia Brasil*. 2002. Vol. 3. Nr.1. Jan/Fev.
- 26- 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.
- 27- Snyder-Mackler L, Delitto A, Stralka SW, Bailey SL. *Use of electrical stimulation to enhance recovery of quadriceps femoris muscle force production in patients following anterior cruciate ligament reconstruction*. *Physical Therapy*. 1994;74:901-907.
- 28- Hooker, DN. *Correntes elétricas estimulantes*. In: Prentice, WE. *Modalidades Terapêuticas em Medicina Esportiva*. Ed. Manole. 4ª Edição. 2002. p. 88-105
- 29- Lomo, T. & Slater, C. *Control of acetylcholine sensitivity and synapse formation by muscle activity*. *Journal Physiology*. 1978. 275:391
- 30- 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
- 31- Signorelli, MC, Cancellor, M, Mazzucco, Kurban, E. *Protocolo para Fortalecimento do Membro Residual Através de Eletroestimulação Neuromuscular com Modulação Russa em Amputações Transtibiais Proximais*. *Reabilitar*, São Paulo. 2003. Ano 5, nº 18, p.40-43, Jan/Mar.