

# ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DO NERVO FRÊNICO EM PACIENTES SUBMETIDOS AO IMPLANTE DO MARCA-PASSO DIAFRAGMÁTICO

*Renata Pozo<sup>1</sup>, Leonardo Cysneiros da Costa Reis<sup>2</sup>, Landulfo Silveira Junior<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba/Fisioterapia, Rua Shishima Hifumi - 2911, renata\_pozo@terra.com.br

<sup>2</sup>Médico - Pneumologista, Avenida Santos Dumont - 38, leonardocreis@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade do Vale do Paraíba/IP&D, Rua Shishima Hifumi - 2911, landulfo@univap.br

**Resumo- Introdução:** Pensando nos pacientes condenados a prótese ventilatória devido lesão frênica por lesão medular, Glenn et al \*(1978) estudou e desenvolveu um dispositivo capaz de gerar estímulo frênico e por consequência contração diafragmática. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho consta de todo o histórico, conhecimento da técnica e os benefícios que ela proporciona aos pacientes com insuficiência respiratória crônica que necessitam de suporte ventilatório constante. **Metodologia:** O trabalho consta de um levantamento bibliográfico do tipo revisão, analisando os artigos mais relevantes cientificamente, desde os preconizadores da técnica até os atuais avanços das pesquisas. **Resultados:** Os resultados indicam que pode ser possível usar o marca-passo diafragmático como um método de treinamento para prevenção de atrofia muscular por desuso do diafragma durante períodos prolongados de ventilação mecânica. **Conclusão:** Os resultados indicam que elegendo um protocolo adequado de seleção de pacientes e domínio da técnica, é possível manter a independência ventilatória em pacientes com disfunção diafragmática por lesão do nervo frênico.

**Palavras-chave:** marca-passo diafragmático, estimulação elétrica, diafragma, nervo frênico, lesão medular.

**Área do Conhecimento:** reabilitação.

## Introdução

Segundo dados recentes fornecidos pela Universidade de Cleveland (Ohio) nos EUA a estimativa de pessoas acometidas por lesões medulares chegaram em torno de 200.000 no ano de 2004; subestima-se que a cada ano há a ocorrência de 10.000 novos casos, dentre esses 4.2% resultantes em insuficiência respiratória aguda em longo prazo.

Pensando nos pacientes condenados a prótese ventilatória devido lesão frênica, Glenn et al (1978) estudou e desenvolveu um dispositivo capaz de gerar estímulo frênico e por consequência contração diafragmática. Este dispositivo foi denominado de marca-passo diafragmático e está indicado para pacientes portadores de disfunções musculares diafragmática cujo nervo frênico esteja íntegro. O mecanismo de transmissão é baseado na geração de impulsos através do implante cirúrgico de um dispositivo ao redor do ramo frênico que recebe um sinal codificado, através de uma antena e de um transmissor externo de radiofrequência.

Com embasamento nos artigos analisados, nenhum destes citaram o tratamento fisioterapêutico nos casos estudados; seguindo um critério de tratamento multidisciplinar, a fisioterapia é de total importância em todas as fases da reabilitação, seja no pré e pós-operatório, a fim de preparar a musculatura respiratória principal e acessória anteriormente ao

procedimento cirúrgico, assim como na unidade de terapia intensiva evitando complicações pulmonares e após a alta hospitalar do paciente, atuando em home care durante o período de treinamento com a prótese ventilatória.

## Metodologia

O trabalho consta de um levantamento bibliográfico do tipo revisão, analisando os artigos mais relevantes cientificamente, desde os preconizadores da técnica até os atuais avanços das pesquisas.

Dentre os textos utilizados, houve uma criteriosa seleção na busca das melhores evidências científicas internacionais, no qual foi possível através de bases de dados de indexação primária. Todos os artigos mencionados no texto, foram obtidos através de bibliografias retiradas do Medline (o acesso é fornecido pela Bireme), no qual é referência em base de dados internacionais, onde contêm mais de 4.000 títulos de revistas.

Foram selecionados quinze artigos, sendo a temática sobre marca-passo diafragmático. Dentre esses artigos, cinco são estudos do tipo experimental envolvendo amostra humana (sendo três envolvendo adultos e 2 em crianças), referindo-se ainda a estudos experimentais, três tiveram como amostragem animais. Também foram utilizados nesta revisão bibliográfica, dois estudos do tipo coorte envolvendo seres humanos

(sendo um paciente pediátrico e 1 paciente adulto); três revisões bibliográficas e 1 estudo envolvendo cadáveres humanos.

## Resultados

### Eletromiografia

A atividade elétrica de cada hemidiafragma pode ser registrada através de eletrodos de superfície no sétimo ou oitavo espaço intercostal na linha axilar anterior. Os resultados do eletromiograma são de difícil quantificação, mas quando nervo frênico e função do diafragma são normais, a resposta é semelhante em ambos os lados. O tempo de condução do nervo frênico pode ser registrado, com valores aproximados de 9.5 ms a 12.0 ms.

### Eletrofisiologia

A energia elétrica necessária para estimular o diafragma é superior à energia elétrica transmitida pelos marca-passos cardíacos, e como resultado houve o aprimoramento das baterias que hoje, possuem curta duração. A excitação elétrica percutânea em longo prazo também não é possível por causa do risco de queimaduras e dor causada pela resistência elétrica alta da pele. Uma técnica de indução por radiofrequência com uma fonte de energia externa provou ser a alternativa mais satisfatória, no qual o mecanismo de funcionamento é por meio de transmissão da informação ao receptor implantado, variando a largura de pulso do sinal de radiofrequência; o receptor pode gerar correntes elétricas que variam em amplitude e frequência, e estes são transmitidos ao eletrodo implantado ao redor do nervo frênico. A despolarização dos axônios é transmitida aos nodos de Ranvier, e ambos são dependentes do diâmetro das fibras e em contato íntimo com os eletrodos; os axônios de diâmetro mais largo são estimulados facilmente; são estimuladas preferencialmente fibras do tipo II, porém há um risco de fadiga muscular.

### Pressão transdiafragmática

Nos estudos de Moxham, Shneerson (1993), foram analisados parâmetros diferenciais para avaliar a excitação do nervo frênico, como por exemplo, se houver dúvida sobre a resposta da excitação do nervo frênico, é necessário avaliar a pressão transdiafragmática (Pdi), no qual são colocados cateteres balão no esôfago e no estômago, e a diferença de pressão entre eles é registrada (Pdi). Durante a excitação do nervo frênico há uma resposta de Pdi (em valores em torno de 10 cm H<sub>2</sub>O para cada hemidiafragma), respostas de pressões menores requerem

interpretação cuidadosa. Se a Pdi é reprodutível, é provável que a técnica de excitação seja adequada, mas pode haver dano do nervo frênico parcial que é bastante comum com lesões de medula cervical; além disso, o diafragma pode atrofiar significativamente durante os meses depois do quadro de tetraplegia, e isto pode reduzir a resposta contrátil por até 50%. A Pdi normal é de aproximadamente 30 cm H<sub>2</sub>O, quando a contração é semelhante à resposta de excitação elétrica bilateral máxima. Garrido-Garcia et al (1996), relatou que a Pdi é o resultado da combinação entre duas variáveis relativamente independentes: (1) recuperação das fibras do músculo diafragma, depois de um período de desuso, após o dano espinhal, e (2) a tolerância do marca-passo diafragmático que é dependente do aumento do volume corrente. Por outro lado, o volume corrente é influenciado através de outros fatores à parte da Pdi, um dos quais é o movimento paradoxal da parede do tórax, como resultado de contração sem coordenação dos músculos respiratórios acessórios. Os parâmetros clínicos do marca-passo e a taxa de progressão durante a fase de condicionamento estavam sendo baseados em observações clínicas da tolerância de cada paciente medidas através da espirometria, realizadas durante o período de condicionamento; estes parâmetros são simples e imediatamente perceptíveis, porém, as medidas de Pdi são mais complexas e freqüentemente não podem ser repetidas.

### Volume corrente

DiMarco et al (2002), durante seu estudo com eletrodos intramusculares, verificou que análises repetidas de reprodução da capacidade inspiratória indicam que depois de 40 e 75 semanas de excitação (treinamento), o volume máximo inspirado foi em média 1.100 e 1.250 ml, respectivamente; Dunn et al (1995), utilizando baixas freqüências respiratórias 10 – 15 resp/min, juntamente com a excitação do diafragma, observou que o volume corrente relativo foi 140% e 180% em níveis espontâneos, isto é semelhante aos resultados obtidos por Peterson et al (1986) para excitação do diafragma com eletrodo intramuscular.

### Achados radiológicos

Dentre os estudos pesquisados, o único experimento que cita o exame radiológico foi Brouillette, Marzocchi (1994), no qual prediz que antes do paciente realizar o implante do marca-passo diafragmático, é necessário à realização de uma ressonância magnética do cérebro e medula cervical; no qual, o tronco cerebral é freqüentemente normal na síndrome da hipoventilação central idiopática e atrofia cortical freqüentemente é vista.

## Fibras tipo I e tipo II

Estudos histoquímicos realizados por Brouillette, Marzocchi (1994), mostraram a conversão das fibras do tipo I (54%) e tipo II (46%), com predominância de fibras do tipo I, com atividade oxidativa alta. Radell et al (2002), em estudos experimentais com animais, analisou a queda da hemoglobina, sugerindo que uma anemia severa poderia resultar em fadiga, devido a hipóxia e com isso aumentar a carga de trabalho muscular.

## Fadiga do diafragma

Pavlovic, Wendt (2003), ressaltou que o uso prolongado da ventilação mecânica resultou em um problema médico significativo: fadiga do músculo respiratório depois da ventilação controlada e prolongada, que se sugere a atrofia por desuso. Com a técnica os pacientes não podem ser retirados do ventilador, isso deve ocorrer somente quando os parâmetros normais sejam atingidos. Uma outra hipótese de tratamento é o mesmo protocolo de pacientes de reabilitação ortopédica, que usam a excitação elétrica para a ativação de unidades motoras de grupos musculares; no entanto, foi verificada a excitação elétrica do diafragma durante o período de ventilação mecânica (mesmo com o diafragma inativo), poderia ser usado como uma técnica de reabilitação, treinando o diafragma para manter condição de funcionamento, prevenindo assim, a atrofia por desuso.

## Contra-indicações

Para uma realização adequada do implante do marca-passo diafragmático, requer primeiramente uma seleção apropriada de candidatos, avaliação da função do centro respiratório, determinação da viabilidade do nervo frênico e força do diafragma, como mecânicas pulmonares e trocas gasosas.

As contra-indicações para marca-passo diafragmático, originalmente foram pré-estabelecidas por Glenn, Hogan, Phelps em 1986, nas quais consistem em nervos frênicos inviáveis, em qual houve dano em cornos anteriores de C3 - C5 e doença neurológica progressiva. Pode haver fraquezas diafragmática primárias como resultado de miopatias que envolvem o músculo diafragma; além disso, a complacência pulmonar é reduzida por causa de doenças graves de parênquima pulmonar ou torácica, nas quais também são contra-indicações para a realização da técnica cirúrgica.

Segundo Shaul et al (2002), as contra-indicações relativas para executar o procedimento

de toracoscopia incluem recente infecção pulmonar e cirurgia de torácica ou empiema.

## Discussão

O marca-passo diafragmático é uma técnica pioneira por manter a ventilação em pacientes com insuficiência respiratória crônica. Os resultados de numerosos estudos indicam que pode ser possível utilizar o marca-passo diafragmático como um método de treinamento para prevenção de atrofia muscular por desuso do diafragma durante períodos prolongados de ventilação mecânica, como também em pacientes com alto risco de desenvolver fadiga do músculo respiratório.

Com o método, é possível diminuir o tempo de intubação e de suporte ventilatório, oferecendo aos pacientes todas as vantagens da respiração espontânea, além de diminuir os riscos associados à permanência hospitalar, principalmente pelo respirador, e substancialmente diminuem os custos totais de tratamento em longo prazo, porém, a técnica exige um valor aproximado de U\$ 15.000 a U\$ 22.000 dólares de quem for candidato à cirurgia.

Segundo pesquisa realizada com os estudos selecionados (a maioria dos estudos são do tipo experimental, já que o tema consiste no emprego de um procedimento cirúrgico), foi percebido que há a necessidade de mais estudos com um número de amostragem de seres humanos maiores, pois, o procedimento demonstra excelentes resultados e o sucesso em longo prazo depende de um seguimento adequado, apoio da equipe médica e cirúrgica, cuidado e o apoio da família para o paciente.

## Conclusão

Após o levantamento bibliográfico realizado neste estudo, pode-se concluir que há muito a ser pesquisado em relação ao marca-passo diafragmático no Brasil, além de estudos que envolvam o tratamento fisioterapêutico e seus benefícios relacionados a este tipo de procedimento. Deve ser relatado que o único estudo a abordar indiretamente um procedimento profilático de complicações pulmonares realizado primariamente pelo fisioterapeuta, foi de Shaul et al (2002) que realizou manobras de higiene brônquica nos pacientes estudados.

## Referências

- MILLER, J.I., FARMER, J.A., STUART, W., APPLE, D. Phrenic nerve pacing of the quadriplegic patient. **J Thorac Cardiovasc Surg.** V.99, p.35-40, 1990.

- MOXHAM, J., SHNEERSON, J.M. Diaphragm pacing. **Am Rev Respir Dis.** V.148, p.533-536, 1993.
- BROUILLETTE, R.T., MARZOCCHI, M. Diaphragm pacing: clinical and experimental results. **Biol Neonate.** V.65, p.265-271, 1994.
- CHERVIN, R.D., GUILLEMINAULT, C. Diaphragm pacing: review and reassessment. **Sleep.** V.17, n.2, p.176-187, 1994.
- DUNN, R.B., WALTER, J.S., WALSH, J. Diaphragm and accessory respiratory muscle stimulation using intramuscular electrodes. **Arch Phys Med Rehabil.** V.76, p.266-271, 1995.
- GARRIDO-GARCIA, H., MARTÍN- ESCRIBANO, P., PALOMERA-FRADE, J. Transdiaphragmatic pressure in quadriplegic individuals ventilated by diaphragmatic pacemaker. **Thorax.** V.51, p.420-423, 1996.
- LANMÜLLER, H., GIRSH, W., SAUERMAN, S. Long –term electromyogram recording from the posterior cricoarytenoid muscle as a potential biological trigger for phrenic pacing: results of an animal study. **Artif Organs.** V.23, n.9, p.860-868, 1999.
- KRIEGER, L.M., KRIEGER, A.J. The intercostal to phrenic nerve transfer: an effective means of reanimating the diaphragm in patients with high cervical spine injury. **Plast Reconstr Surg.** V.4, n.105, p.1255-1261, 2000.
- DI MARCO, A.F., ONDERS, R.P. Phrenic nerve pacing in a tetraplegic patient via intramuscular diaphragm electrodes. **Am J Respir Crit Care Med.** V.166, p.1604-1606, 2002.
- RADELL, P.J., REMAHL, S., NICHOLS, D.G., ERIKSSON L.I. Effects of prolonged mechanical ventilation and inactivity on piglet diaphragm function. **Intensive Care Med.** V. 28, p.358-364, 2002.
- SHAUL, D.B., DANIELSON, P.D., MCCOMB, J.G., KEENS, T.G., Thoracoscopic placement of phrenic nerve electrodes for diaphragm pacing in children. **J Pediatric Surg.** V.37, n.7, p. 974-978, 2002.
- MORGAN, J.A., MORALES, D.L., JOHN, R. Endoscopic, robotically assisted implantation of phrenic pacemakers. **J Thorac Cardiovasc Surg.** V.126, p.582-583, 2003.
- PAVLOVIC, D., WENDT, M. Diaphragm pacing during prolonged mechanical ventilation of the lungs could prevent from respiratory muscle fatigue. **Med Hypotheses.** V.60, n.3, p.398-403, 2003.
- TAIRA, T., ITOH, K., OIKAWA, A., HORI, T. Phrenic nerve stimulation for diaphragm pacing with a spinal cord stimulation. **Surg Neurol.** V.59 p.128-132, 2003.
- ONDERS, R. P; AIYAR, H., MORTIMER, J.T. Characterization of the human diaphragm muscle with respect to the phrenic nerve motor points for diaphragmatic pacing. **Am Surg.**;V.70, p.241-247, 2004.