

APRIMORAMENTO DE ESTIMULADOR VAGAL AURICULAR RETROALIMENTADO PELA RESPIRAÇÃO

Natália Mota¹, Henrique Amorim¹, Vitor Chiesa¹, Yan Bueno¹, Gabriella Maria de Faria¹, Tatiana Sousa Cunha¹, Karina Rabello Casali^{1*}

Natália Mota - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. natalia.mota24@unifesp.br (ORCID 0000-0002-7944-5381),

Henrique Amorim - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. henrique.amorim@unifesp.br (ORCID 0000-0003-0611-1118)

Vitor Chiesa - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. vitor.chiesa@unifesp.br (ORCID 0009-0003-5713-9169),

Yan Bueno - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. yan.victor@unifesp.br (ORCID 0009-0006-9392-481X),

Gabriella Maria de Faria - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. gmfaria@unifesp.br (ORCID 0000-0001-8919-5104).

Tatiana Sousa Cunha - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ts.cunha@unifesp.br (ORCID 0000-0001-9070-1414),

Karina Rabello Casali - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. rabello.casali@unifesp.br (ORCID 0000-0001-8281-0135).

* Autor apresentador

Palavras-chave: Estimulação do Nervo Vago, Instrumentação, Retroalimentação.

Introdução: O sistema nervoso autônomo (SNA) participa da regulação de funções involuntárias, contribuindo para a homeostase corporal. Técnicas de neuromodulação podem ser utilizadas para intervir sobre o SNA, como a

estimulação do nervo vago (ENV), componente do SNA parassimpático. A ENV elétrica não invasiva, através de seu ramo auricular, vem se mostrando promissora para atingir benefícios terapêuticos, evitando os riscos associados à estimulação invasiva do ramo cervical (1, 2). A ENV auricular já mostrou potencial para tratamento de diversas patologias e evidências mostram que a sincronização com a expiração pode otimizar os efeitos da estimulação. No entanto, os dispositivos disponíveis no mercado não prevêm a retroalimentação (3). O objetivo deste trabalho foi aprimorar o dispositivo previamente desenvolvido por Faria et al. (2023) (4) permitindo, além da retroalimentação por sinal respiratório e monitoramento cardíaco, o ajuste fino de parâmetros de estimulação, de modo a personalizar o tratamento clínico e o desenvolvimento de estudos em diferentes populações.

Materiais e métodos: Foi realizado aprimoramento do protótipo desenvolvido pelo grupo (Faria et al. 2023) através da engenharia em blocos. O sistema foi dividido em 5 blocos: interface biológica, geração de estímulo e controle, segurança, interface com o usuário e validação fisiológica. A interface biológica incluiu o eletrodo para estimulação e os sensores para captação dos sinais de frequência cardíaca e respiração. Para interface biológica foram testados diferentes sensores de sinal de respiração, adaptando uma cânula nasal com encaixe de dois termistores em série. Nos blocos de geração de estímulo e controle, foram implementadas funcionalidades para ajustes da forma de onda, monofásico ou bifásico, da amplitude e da frequência, além de ajustes de alimentação do módulo. Para aprimorar a interface com o usuário, foi acrescentado um display para uso independente do computador, facilitando a definição de parâmetros da estimulação no próprio módulo.

Resultados/discussão: O estimulador vagal auricular retroalimentado pelo sinal respiratório aprimorado consiste de dois módulos: respiração e estimulação, interligados. Para o módulo da respiração, o sensor aprimorado, mais robusto, aumenta também o conforto do usuário. No bloco de interface com o usuário, o display possibilita a seleção de parâmetros de estimulação diretamente no dispositivo, com a opção de visualização dos sinais respiratório e cardíaco no computador. Adicionalmente, a possibilidade de ajustes de parâmetros de estimulação acrescenta uma vantagem para aplicação clínica personalizada, possibilitando a seleção a geração de onda bifásica, considerada mais segura para

o contexto de neuromodulação. Além disso, o dispositivo apresenta maior mobilidade por incluir duas baterias recarregáveis.

Conclusão: Com esse trabalho foi possível obter uma versão aprimorada do dispositivo retroalimentado para ENV auricular previamente desenvolvido pelo grupo. A validação fisiológica será realizada em ensaio clínico, buscando avaliação dos efeitos dos estímulos gerados pelo protótipo retroalimentado em comparação àqueles do estimulador não retroalimentado comercialmente disponível.

Financiamento: CNPq (MCTIC/CNPq n.º 28/2018), número do processo: 434446/2018-1.

Conflito de interesse: Não há conflitos de interesse a declarar.

Referências:

1. BUTT MF, Albusoda A, Farmer AD, Aziz Q. The anatomical basis for transcutaneous auricular vagus nerve stimulation. *Journal of anatomy*. 2020;236(4):588-611.
2. WANG Y, Li SY, Wang D, et al. Transcutaneous auricular vagus nerve stimulation: from concept to application. *Neuroscience Bulletin*. 2021;37(6):853-862.
3. NAPADOW V, Edwards RR, Cahalan CM, et al. Evoked pain analgesia in chronic pelvic pain patients using respiratory-gated auricular vagal afferent nerve stimulation. *Pain medicine*. 2012;13(6):777-789.
4. DE FARIA, GM, Lopes EG, Tobaldini E, et al. Advances in non-invasive neuromodulation: designing closed-loop devices for respiratory-controlled transcutaneous vagus nerve stimulation. In: *Healthcare*. 2023;12(1):31.