

Desenvolvimento e validação de um neuroestimulador baseado em Lógica Fuzzy para o tratamento de bexiga neurogênica

Luana Cecília Farache Lemos Leal¹

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Neuroengenharia,
Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra,
Instituto Santos Dumont, Macaíba 59280-000, Brasil

Index Terms—Bexiga Neurogênica; Neuromodulação; Dispositivo; Lógica Fuzzy; Validação.

I. INTRODUÇÃO

Bexiga Neurogênica consiste em uma disfunção no trato urinário inferior em decorrência de lesões congênitas, ou adquiridas, no sistema nervoso, seja a nível central ou periférico. Por isso, pode ser encontrada em indivíduos com diversas condições neurológicas como doença de Parkinson, lesão medular, disrafismo espinhal, encefalopatia crônica não progressiva e microcefalia por síndrome congênita do Zika vírus. Quando não tratada, a bexiga neurogênica pode levar à deterioração do trato urinário superior, podendo causar falência renal, podendo levar o indivíduo a óbito em estágios mais avançados. Um dos tratamentos que vem apresentando ótimos resultados no manejo dessa condição é a neuromodulação transcutânea. Já existem no mercado alguns neuroestimuladores utilizados no tratamento da bexiga neurogênica. Contudo, eles possuem custo elevado e não oferecem muitos recursos para o ajuste dos parâmetros do estímulo gerado, sendo dificultada a personalização da terapia para cada indivíduo, bem como o acompanhamento adequado para uso domiciliar. A teoria da Lógica Fuzzy é uma ferramenta para lidar com coeficientes de incerteza, pois é capaz de compreender conceitos de valores parciais, variando do completamente verdadeiro ao completamente falso. Introduzida por Lotfi A. Zadeh, da Universidade da Califórnia, na década de 1960, as vantagens de utilizar a Lógica Fuzzy são, dentre outras: o custo reduzido, a relativa facilidade de implementação, e a capacidade de trabalhar com variáveis linguísticas. Na teoria dos Conjuntos Fuzzy, existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto. Não existe uma fronteira bem definida para decidir quando um elemento pertence ou não a um certo conjunto.

II. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver e validar, em termos de Software e Hardware, um dispositivo de neuromodulação de baixo custo, desenvolvido com lógica Fuzzy, com maior funcionalidade no ajuste dos parâmetros de estimulação para o tratamento de bexiga neurogênica.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Serão utilizados materiais e métodos para validação do hardware em conformidade com a norma brasileira reguladora - NBR - da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - a qual versa sobre requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial de aparelhos eletromédicos, a NBR IEC 60601/2016. Nessa etapa de validação do hardware também serão realizados testes de comparação entre o protótipo desenvolvido e modelos já existentes no mercado. Nessa etapa serão testados aspectos como consumo e duração da bateria, interatividade com o usuário e demais elementos de destaque do protótipo em comparação aos similares do mercado. O software do dispositivo de letro estimulação será desenvolvido utilizando lógica Fuzzy, conforme proposto por Lopes et al. Para a validação do software em Fuzzy, será utilizada a NBR ISO/IEC 25010/2011. A ISO/IEC 9126-1 descreve a avaliação e especificação da qualidade do software por parte dos diferentes sujeitos envolvidos com aquisição, requisitos, desenvolvimento, uso, avaliação, apoio, manutenção, garantia de qualidade e auditoria de software. Além das normas reguladores, serão utilizados instrumentos padronizados de validação interna e externa do dispositivo (Vide apêndice).

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Em relação ao hardware, espera-se que o equipamento desenvolvido seja seguro e eficaz para a realização da neuromodulação transcutânea. Além disso, espera-se que ele seja superior aos dispositivos existentes no mercado principalmente em relação aos aspectos testados (Duração da bateria e usabilidade). No âmbito do software, espera-se que o mesmo possua boa suportabilidade funcional, eficiência no desempenho, compatibilidade com o hardware, boa usabilidade, confiabilidade, segurança de dados, manutenibilidade e portabilidade satisfatória.

V. CONCLUSION

Espera-se que o dispositivo desenvolvido possa transformar o tratamento da bexiga neurogênica tornando a terapia de neuromodulação acessível a usuários de baixa renda. Outrossim, espera-se, com os teste do sistema baseado em lógica fuzzy, possibilitar aos profissionais de saúde um sistema

mais completo e interativo, capaz de oferecer interfaces de comunicação com o usuário, acompanhamento e registro dos pacientes, além de dados detalhados sobre a utilização efetiva do dispositivo. Além disso, o pacote de funcionalidade do sistema será capaz de auxiliar na criação e utilização de protocolos domiciliares de neuromodulação, com mais segurança e efetividade.

APPENDIX A

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE INTERNA

Trata-se de um questionário composto por 8 itens os quais serão julgados pelos avaliadores em: A - De Acordo; D - Desacordo; NA - Não se Aplica. As características avaliadas são: 1. Suportabilidade Funcional, 2. Confiabilidade, 3. Usabilidade, 4. Eficiência no desempenho, 5. Manutenibilidade, 6. Portabilidade, 7. Compatibilidade e 8. Segurança.

APPENDIX B

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EXTERNA

Análogo ao instrumento anterior para avaliação da qualidade interna, trata-se de um questionário composto por 8 itens os quais serão julgados pelos avaliadores em: A - De Acordo; D - Desacordo; NA - Não se Aplica. As características avaliadas são: 1. Suportabilidade Funcional, 2. Confiabilidade, 3. Usabilidade, 4. Eficiência no desempenho, 5. Manutenibilidade, 6. Portabilidade, 7. Compatibilidade e 8. Segurança.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a todos os envolvidos, pacientes, colegas e desenvolvedores técnicos. Além disso agradece ao Instituto Santos Dumont por todo apoio e financiamento.

REFERENCES

- [1] Platz EA, Joshu CE, Mondul AM, Peskoe SB, Willett WC, Giovannucci E. Incidence and progression of lower urinary tract symptoms in a large prospective cohort of United States men. *J Urol*. 2012 Aug;188(2):496-501. doi: 10.1016/j.juro.2012.03.125. Epub 2012 Jun 15.
- [2] sieh CI, Lung AL, Chang LI, Sampselle CM, Lin CC, Liao YM. Prevalence, associated factors, and relationship to quality of life of lower urinary tract symptoms: a cross-sectional, questionnaire survey of cancer patients. *Int J Clin Pract*. 2013 Jun;67(6):566-75.
- [3] ose D, Richter LT, Kapustin J. Patient experiences with electronic medical records: lessons learned. *J Am Assoc Nurse Pract*. 2014 Dec;26(12):674-80.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/IEC 9126-1:2003: engenharia de software: qualidade de produto: parte 1: modelo de qualidade. Rio de Janeiro: ABNT; 2003.
- [5] ôrtes ML, Chioffi TCS. Modelos de Qualidade de Software. Campinas: Unicamp; 2001.
- [6] ocha ARC. Análise e projeto estruturado de sistemas. Rio de Janeiro: Campus; 1987. 11p.
- [7] aleiros-Martins AC, Lopes MHB. Desenvolvimento e avaliação de um software de controle de atendimentos e apoio à decisão, para diagnóstico diferencial de disfunções do trato urinário inferior, baseado em lógica fuzzy. / Campinas, SP: [s.n.], 2011.
- [8] opes MHB, D'Ancona CAL, Ortega NRS, Marin HF. Model for differential diagnosis of lower urinary tract dysfunction based on fuzzy logic.
- [9] ociedade Brasileira de Informática em Saúde. Manual de Certificação para Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde. Versão 4.1 CERTIFICAÇÃO 2013.
- [10] ISO/IEC 25010 – System and software engineering - system and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) - System and software quality models. Switzerland; 2011.

PLACE
PHOTO
HERE

Luana Cecília Farache Lemos Leal Fisioterapeuta, graduada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em 2019. Residência Multiprofissional no Cuidado à Saúde da Pessoa com Deficiência pelo Instituto Santos Dumont (ISD). Atualmente, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Neuroengenharia do Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safrá (IIN-ELS). Desenvolve pesquisa na área de bexiga neurogênica e neuromodulação não invasiva. Possui experiência em reabilitação nas áreas de deficiência física e intelectual, com ênfase em: Epilepsia refratária (infantil e adulto); Parkinson; Transtorno do Espectro do Autismo (TEA); Lesão Medular (infantil e adulto); Microcefalia; Prematuridade e Disfunções Neurogênicas do Trato Urinário.