

Techniczne aspekty neuromodulacji krzyżowej w miednicznym neuromonitoringu śródooperacyjnym

mgr inż. Tomasz Moszkowski

Promotor: prof. dr hab. inż. Piotr Augustyniak (AGH)

Promotor pomocniczny: Prof. Dr. Ing- Klaus-Peter Hoffmann (Fraunhofer IBMT)

Dyscyplina: Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna

Autoreferat

WSTĘP: Zabieg chirurgiczny, który jest główną formą leczenia pacjentów z rakiem odbytnicy, nosi ze sobą ryzyko pooperacyjnych dysfunkcji odbytniczo-analnych i urogenitalnych w związku z jatrogennym uszkodzeniem nerwów. Śródooperacyjny neuromonitoring w chirurgii miednicy mniejszej (*ang.* pelvic intraoperative neurophysiological monitoring, pIONM) oferuje chirurgowi metodę ochrony autonomicznego układu nerwowego poprzez monitorowanie funkcji odbytniczo-analnych i urogenitalnych podczas zabiegu całkowitej resekcji mezorektum (*ang.* total mesorectal excision, TME).

CEL: Celem niniejszej pracy było dowiedzenie prawdziwości poniższej tezy:

*Zgłębienie parametrów elektrycznych i przestrzennych stymulacji elektrycznej układu autonomicznego w obrębie dna miednicy przy użyciu połączenia modelowania numerycznego oraz **in-vivo** jest skutecznym narzędziem oceny podatności przezskórnej elektrycznej stymulacji nerwowej (TENS) dla celów miednicznego neuromonitoringu śródooperacyjnego.*

Zdatność do śródooperacyjnej identyfikacji struktur nerwowych oraz obserwacji funkcjonalnej unerwienia stanowiły główne kryteria oceny podatności TENS.

METODYKA: Modelowanie za pomocą metody elementów skończonych (*ang.* finite element method, FEM) pola elektrycznego wywołanego przez TENS i DNS, wpływ modelowanego pola na pobudzenie modelu autonomicznego układu nerwowego oraz badania doświadczalne na pięciu prosiących samcach zostały wykorzystane do oceny podatności TENS w celu identyfikacji struktur nerwowych oraz monitorowania ich funkcji.

WYNIKI: Zamodelowany rozkład pola elektrycznego w miednicy mniejszej na skutek DNS i TENS spowodował wzbudzenie autonomicznego układu nerwowego dla określonych miejsc stymulacji oraz konfiguracji elektrod. DNS wykazała wyższą selektywność w wywoływaniu potencjałów czynnościowych w określonych strukturach nerwowych. Podczas TENS wąskie zakresy intensywności stymulacji oraz mała liczba efektywnych konfiguracji elektrod ograniczyły selektywność stymulacji i zdolność identyfikacji uszkodzenia nerwów. Pomimo praktyczności do identyfikacji uszkodzenia nerwów podczas DNS, standardowa metoda przetwarzania sygnału elektromiograficznego (EMG) wewnętrznego zwieracza odbytu nie mogła być zastosowana w przypadku TENS z powodu obecności artefaktów stymulacji w sygnale. Odkryto dotychczas niezauważane potencjały wywołane w aktywności EMG wewnętrznego zwieracza odbytu. Ich obecność była skorelowana z wystąpieniem uszkodzenia struktury nerwowej dolnego splotu podbrzusznego. Zauważono możliwy wpływ środków zwiotczających umięśnienie szkieletowe na amplitudę potencjałów wywołanych.

PODSUMOWANIE: Połączenie modelowania numerycznego i in-vivo okazało się efektywnym narzędziem w ocenie podatności TENS do pIONM. TENS okazała się niepraktyczna dla zastosowania w identyfikacji struktur nerwowych z powodu niskiej selektywności stymulacji. Konfiguracje elektrod stymulacyjnych, dla których zauważono związek z wystąpieniem uszkodzenia nerwów, zasugerowały podatność TENS do monitorowania funkcji unerwienia autonomicznego. Jednakże mała liczba przypadków, w których udało się zidentyfikować uszkodzenie nerwów oraz fakt, że uszkodzenie to musiało być potwierdzone przez celowe przecięcie struktur nerwowych były wynikiem bardzo konkretnych warunków stymulacyjnych.

PERSPEKTYWY ROZWOJU: Przyszłe badania powinny skupiać się na polepszeniu wrażliwości monitorowania uszkodzenia struktur nerwowych przez polepszenie metod stymulacji nerwowej oraz metod pozyskiwania sygnałów z wewnętrznego zwieracza odbytu.

ZNACZENIE: Stymulacja autonomicznego układu nerwowego za pomocą źródeł umieszczonych poza polem operacyjnym może zredukować czas potrzebny do przedoperacyjnego przygotowania pacjenta, pozwolić na ciągłe monitorowanie funkcji unerwienia autonomicznego oraz polepszyć sprawność funkcjonalną po zabiegu całkowitego usunięcia mezorektum.